



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE AUTOCONSUMO PARA CUBRIR LA DEMANDA EN UNA VIVIENDA

Autor: Alberto Lara Cano

Grado: Doble grado en ingeniería mecánica y electrónica

Director: D.^a María Jesús Ortega Jódar

Departamento del director: Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Fecha: 02/07/2024



CREA



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Doña MARÍA JESÚS ORTEGA JÓDAR , tutora del Proyecto Fin de Carrera titulado:
DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE AUTOCONSUMO PARA CUBRIR
LA DEMANDA EN UNA VIVIENDA, que presenta ALBERTO LARA CANO, autoriza
su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Julio de 2024

El alumno:

ALBERTO LARA CANO

La tutora:

ORTEGA
JODAR
MARIA
JESUS -
77336640Z

Firmado
digitalmente por
ORTEGA JODAR
MARIA JESUS -
77336640Z
Fecha: 2024.07.02
23:16:50 +02'00'

MARÍA JESÚS ORTEGA JÓDAR

Resumen.

En los últimos años, la creciente demanda de energía limpia y sostenible ha impulsado la utilización de energías renovables, amigables con el medio ambiente, siendo la energía fotovoltaica una de las principales en este ámbito.

El presente proyecto se enfoca en el diseño, análisis y evaluación de una instalación de un sistema fotovoltaico de autoconsumo para cubrir la demanda en una vivienda.

Para ello, se ha recopilado información tanto de consumo en la vivienda, como de irradiancia incidida en la localización de esta, se han analizado las distintas configuraciones de instalación del sistema según una serie de requisitos, se ha diseñado el sistema fotovoltaico en su totalidad, optando por la solución de estar conectado a la red eléctrica, y se ha realizado un estudio de viabilidad económica para un periodo de 25 años.

Los resultados obtenidos muestran que la instalación fotovoltaica propuesta es técnicamente factible y económicamente rentable, con un periodo de retorno de la inversión estimado de siete años.

Como conclusión, se pueden destacar la viabilidad y potencial del uso de instalaciones fotovoltaicas como alternativa limpia y sostenible, siendo estas beneficiosas tanto para el medio ambiente como a la factura económica.

Abstract.

In recent years, the growing demand for clean and sustainable energy has driven the use of renewable, environmentally friendly energies, with photovoltaic energy being one of the main ones in this area.

This project focuses on the design, analysis and evaluation of an installation of a self-consumption photovoltaic system to cover the demand in a home.

To do this, information has been collected on both consumption in the home and irradiance incident in its location, the different installation configurations of the system have been analyzed according to a series of requirements, the photovoltaic system has been designed in its entirety, opting for the solution of being connected to the electrical grid, and an economic feasibility study has been carried out for a period of 25 years.

The results obtained show that the proposed photovoltaic installation is technically feasible and economically profitable, with an estimated return on investment period of seven years.

In conclusion, the viability and potential of using photovoltaic installations as a clean and sustainable alternative can be highlighted, these being beneficial for both the environment and the economic bill.

Palabras clave.

diseño, sistema fotovoltaico, autoconsumo, demanda energética, vivienda, energía solar, paneles solares, eficiencia energética, sostenibilidad, energía renovable, instalación fotovoltaica, ahorro energético, producción de energía, consumo eléctrico, balance energético, reducción de costos, impacto ambiental, autonomía energética, tecnología fotovoltaica, conexión a la red, inversor solar.

Keywords.

design, photovoltaic system, self-consumption, energy demand, household, solar energy, solar panels, energy efficiency, sustainability, renewable energy, photovoltaic installation, energy saving, energy production, electric consumption, distributed generation, energy balance, cost reduction, environmental impact, energy autonomy, photovoltaic technology, grid connection, solar inverter.

Índice

Documento 1: Memoria.	5
Documento 2: Anexos.	40
Anexo I: Datos de consumo.	42
Anexo II: Datos de radiación solar.	56
Anexo III: Precio de la energía y compensación de excedentes.....	70
Anexo IV: Estudio de sombras.....	85
Anexo V: Cálculos.....	96
Anexo VI: Cálculos del estudio económico.	128
Anexo VII: Estudio económico.	163
Anexo VIII: Estudio Básico de Seguridad y Salud.	175
Anexo IX: Hojas de características.	187
Documento 3: Planos.	219
Documento 4: Pliego de condiciones.....	226
Documento 5: Mediciones.	243
Documento 6: Presupuesto.	247

Documento 1: Memoria.

Índice de contenido

1. Objeto y alcance.....	10
2. Antecedentes.	10
3. Situación y emplazamiento.....	11
4. Normas y referencias.	12
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	12
4.2. Bibliografía.	14
4.3. Programas.....	14
4.3.1. PVGIS.....	14
4.3.2. Programa de hoja de cálculo.....	15
4.3.3. Cálculo de presupuesto.....	15
4.3.4. Planificador de proyectos.	16
4.3.5. Software de diseño asistido por computadora.	16
5. Definiciones y abreviaturas.	17
5.1. Definiciones.....	17
5.2. Abreviaturas.....	19
6. Requisitos de diseño y análisis de soluciones.	22
6.1. Requisitos establecidos.....	22
6.2. Requisitos establecidos por la normativa.....	22
6.3. Requisitos impuestos por usos e instalaciones existentes.....	23
7. Descripción de la instalación.	26
7.1. Generador fotovoltaico.	26
7.2. Módulos fotovoltaicos.....	27
7.3. Estructura soporte.....	28
7.4. Inversor.....	30
7.5. Cuadros eléctricos, protecciones y cableado.....	31
7.5.1. Protecciones y cableado de corriente continua.	31
7.5.2. Protecciones y cableado de corriente alterna.....	32
7.6. Líneas distribuidoras y canalizaciones.	33
7.6.1. Instalación de corriente continua.....	33
7.6.2. Instalación de corriente alterna.....	34
7.7. Toma de tierra.....	34
8. Resultados finales.	35
9. Planificación.....	36
10. Presupuesto.	38

11.	Orden de prioridad entre los documentos.	39
-----	---	----

Índice de figuras

Figura 1. Emplazamiento, vista general de Martos. Google Maps.	11
Figura 2. Emplazamiento, vista aumentada de la situación de la vivienda. Google Maps.	12
Figura 3. Área de la vivienda completa. Google Earth.	23
Figura 4. Área de la vertiente del tejado seleccionada. Google Earth.	23
Figura 5. Área de la vertiente seleccionada a -39° azimuth. Google Earth.	24
Figura 6. Vista lateral de la vivienda. Chimeneas. Google Maps.	24
Figura 7. Vista en planta de la vivienda. Chimeneas. Google Earth.	25
Figura 8. Consumo anual por meses de la vivienda (kWh). Elaboración propia (Excel).	25
Figura 9. Ejemplo representativo de instalación de la estructura soporte. Anexo IX.	29
Figura 10. Vista de la situación de la vivienda con instalación fotovoltaica. Elaboración propia (SketchUp).	35
Figura 11. Vista aumentada de la vivienda con instalación fotovoltaica. Elaboración propia (SketchUp).	36
Figura 12. Tabla de planificación de fases, tareas y recursos del proyecto. Elaboración propia (Project).	37
Figura 13. Diagrama de planificación del proyecto Elaboración propia (Project).	38
Figura 14. Conjunto de tabla y diagrama de planificación del proyecto. Elaboración propia.	38

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros del string. Anexo IX.	26
Tabla 2. Resumen de características panel solar 405W DEEP BLUE 3.0 JA SOLAR MONO. Anexo IX.....	28
Tabla 3. Resumen de características SUNFER 02V. Anexo IX.	29
Tabla 4. Resumen de características PERFIL G1. Anexo IX.	29
Tabla 5. Resumen de características HUAWEI SUN2000-3KTL-L1 3000W. Anexo IX.	30
Tabla 6. Resumen de características 10x38 gPV Cylindrical Fuse Link 1000V DC. Anexo IX.	31
Tabla 7. Resumen de características interruptor automático magnetotérmico LAU-MADC-2P20A 2P 20A 1000V DC MCB CC. Anexo IX.	31
Tabla 8. Resumen de características cable instalación CC TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K ROJO 6MM. Anexo IX.	32
Tabla 9. Resumen de características interruptor automático diferencial bipolar ACTI9 IID; 2P;25A; 300mA AC. Anexo IX.	32
Tabla 10. Resumen de características interruptor automático magnetotérmico bipolar ACTI9 IC60N; 2P; 25 A; CURVA C; 6000 A/10 KA. Anexo IX.	33

1. Objeto y alcance.

El presente proyecto se redacta como Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Jaén, teniendo este una finalidad académica.

El principal objeto del proyecto es el diseño de un sistema fotovoltaico real, realizando un estudio de mecanismos para acoplar curvas de generación fotovoltaica con curvas de consumos eléctricos. Además, se realizará un estudio de viabilidad técnica y económica del diseño fotovoltaico.

El presente proyecto se redactará siguiendo las directrices recogidas en la norma UNE 157001: Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

Independientemente de tener o no excedentes, para una instalación en baja tensión (BT, hasta 1kV) y potencia prevista igual o inferior a 10 kW, según el Reglamento Técnico de Baja Tensión, en concreto en el punto 3 de la ITC-BT-04, sería suficiente con disponer de una memoria técnica descriptiva (MTD) y no de un proyecto de instalación.

Pese a ello, con motivo de realización del presente trabajo de fin de grado, aun siendo la potencia de instalación inferior a 10kW, se realizará un proyecto de instalación completo.

2. Antecedentes.

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de un sistema fotovoltaico para su implementación en una vivienda unifamiliar, de manera que satisfaga un porcentaje de autosuficiencia de un 50%.

El método que se estudiará enfocado a la búsqueda de la máxima reducción económica de los costes, será el vertido a la red de los excedentes.

Este método consiste en el vertido de la energía sobrante generada por la instalación fotovoltaica, donde la comercializadora, al finalizar el mes, aplicará un descuento económico sobre la energía utilizada de la red.

3. Situación y emplazamiento.

La instalación fotovoltaica se realizará en una vivienda ubicada en el municipio de Martos, en el suroeste de la provincia de Jaén (España). Las coordenadas donde se ubica son las siguientes:

- Latitud: 37.7207335 N
- Longitud: 3.9760089 O
- Altitud: 651.82 m

En la Figura 1 y Figura 2 se observa el emplazamiento.



Figura 1. Emplazamiento, vista general de Martos. Google Maps.

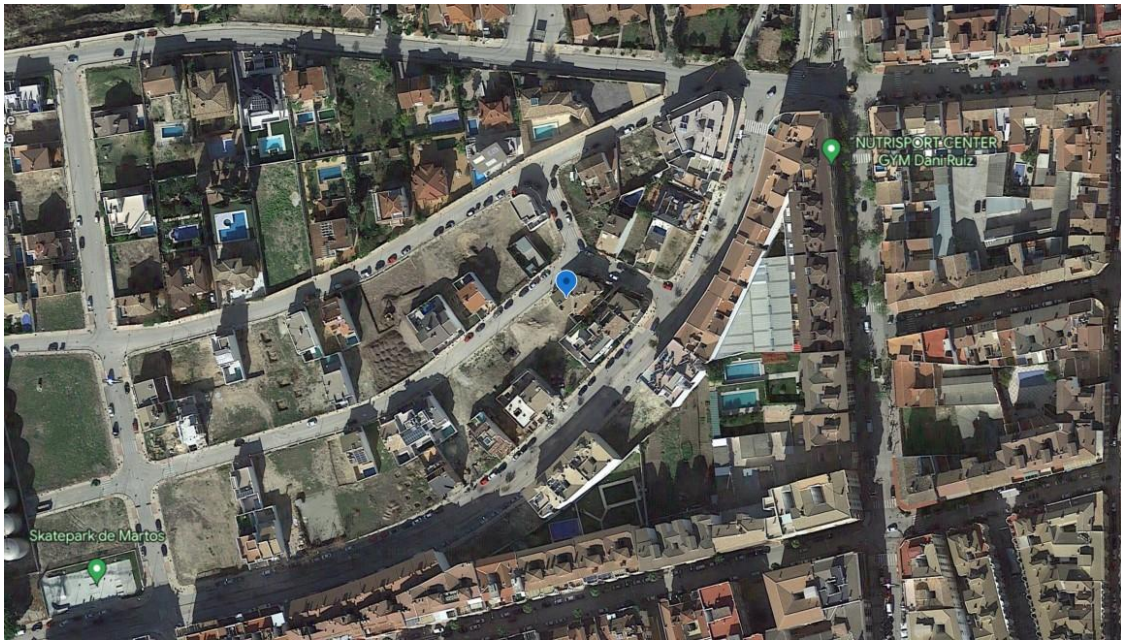


Figura 2. Emplazamiento, vista aumentada de la situación de la vivienda. Google Maps.

4. Normas y referencias.

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- PCT-C-REV de julio 2011, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Norma UNE 157001, de junio de 2014, que establece los criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Declaración responsable para instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo (Hasta 100 kW), según lo establecido en el Decreto-Ley 26/2021, de 14 de diciembre para la localidad de Martos (Jaén).
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

- Real Decreto-ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural.

4.2. Bibliografía.

Aguilera Tejero, J. (2020 - 2021). *Apuntes de Introducción a los Sistemas Fotovoltaicos*.

González Carballo, A. (2021). *"Diseño de una instalación de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar"*.

Miranda Villar, J. (2023). *"Instalación fotovoltaica conectada a la red en modalidad de producción para empresa del sector automovilístico en el término municipal de Martos"*.

Murcia Hernández, A. D. (2019). *"Instalación fotovoltaica para autoconsumo de una vivienda unifamiliar"*.

Rangel Romero, F. (2013). *"Proyecto de instalación de sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo en vivienda unifamiliar"*.

Rodríguez Hermoso, F. (2023). *"Instalación fotovoltaica conectada a la red en modalidad de autoconsumo para una carpintería metálica"*.

4.3. Programas.

4.3.1. PVGIS.

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) es un sistema de información geográfica que proporciona datos y herramientas para evaluar el rendimiento potencial de sistemas de energía solar fotovoltaica en diferentes ubicaciones geográficas. Fue desarrollado por el Instituto de Energía y Transporte (IET) de la Comisión Europea.

Esta herramienta se basa en la recopilación y el análisis de una amplia gama de datos, incluyendo información sobre la radiación solar promedio, la inclinación y orientación óptimas de los paneles solares, así como otros factores climáticos y topográficos que influyen en la eficiencia de los sistemas solares.

PVGIS utiliza modelos y algoritmos avanzados para procesar estos datos y calcular de manera precisa la cantidad estimada de energía eléctrica que un sistema fotovoltaico podría generar en una ubicación específica durante un período de tiempo determinado.

4.3.2. Programa de hoja de cálculo.

Para la programación de procesamiento de datos y obtención de resultados, se ha utilizado Excel, como hoja de cálculo para la realización de cálculos, gráficas y tablas introducidas en los correspondientes anexos.

En el contexto de la generación de perfiles de consumo y producción de energía mediante paneles solares, Excel se ha utilizado como una herramienta versátil para llevar a cabo cálculos y análisis comparativos.

Para generar perfiles de consumo de energía, se han utilizado datos proporcionados por e-distribución, plataforma web que ofrece información detallada sobre el historial de consumo eléctrico de la vivienda. Estos datos se han importado a la hoja de cálculo de Excel, donde se han organizado y analizado para obtener un perfil claro del consumo de energía eléctrica a lo largo del tiempo.

Por otro lado, para calcular la producción de energía mediante paneles solares, se han utilizado datos de irradiancia solar a cada hora en cada mes. Estos datos se han introducido en hojas de cálculo de Excel y se han utilizado junto con fórmulas y funciones personalizadas, las cuáles serán mencionadas más adelante, para calcular la producción esperada de energía solar para cada período.

Una vez que se han obtenido los perfiles de consumo y producción de energía, se han comparado para determinar la potencia necesaria a instalar del generador fotovoltaico. Esta comparación ha permitido identificar si la producción de energía solar es suficiente para cubrir el consumo eléctrico estipulado del 50% de la vivienda.

4.3.3. Cálculo de presupuesto.

Para el cálculo del presupuesto, se ha usado Presto, software de gestión y control de costos utilizado en la industria de la construcción. Permite la elaboración de

presupuestos detallados y el seguimiento de los costos a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

Se ha utilizado para generar el presupuesto de la vivienda mediante la introducción de los diferentes elementos y materiales necesarios para la construcción, así como los costos asociados a cada uno de ellos.

Se ha creado una estructura desglosada del proyecto, incluyendo partidas de obra, mano de obra, materiales y equipos, además, de los costos unitarios.

Es de gran utilidad para realizar cálculos automáticos y generar informes detallados que proporcionan una estimación precisa del presupuesto total del proyecto de instalación.

4.3.4. Planificador de proyectos.

En la planificación del proyecto se ha hecho uso de Project, una herramienta de Microsoft esencial para la planificación y ejecución de proyectos complejos, como la instalación de paneles solares en una vivienda.

Con Project, se puede desglosar el proyecto en tareas específicas, como la evaluación del sitio, la adquisición de materiales y la instalación de los paneles. Además, permite asignar recursos, como personal y equipos, a cada tarea y establecer plazos realistas para su finalización.

La función de seguimiento de Project permite monitorear el progreso del proyecto y ajustar los planes según sea necesario para garantizar que se cumplan los objetivos dentro del tiempo previsto.

4.3.5. Software de diseño asistido por computadora.

Para la generación de planos de la instalación, se ha hecho uso de AutoCAD, software de diseño asistido por computadora (Computer-Aided Design), programa que permite la creación y modelado de planos, así como la obtención de la documentación necesaria.

Por otro lado, para el modelado 3D, se ha utilizado SketchUp, software de modelado 3D ampliamente utilizado en arquitectura, ingeniería y otras disciplinas

relacionadas que permite crear modelos tridimensionales de edificios, estructuras y objetos de manera intuitiva y eficiente.

Ahora, se pasará a explicar qué se ha realizado en los programas mencionados anteriormente por orden.

En AutoCAD se ha modelado a escala el esquema unifilar de la instalación, el cual indica detalladamente el conexionado de esta. También se han generado las representaciones a escala y acotadas de la instalación fotovoltaica sobre el tejado de la vivienda.

En SketchUp, se ha generado un modelo 3D de la vivienda donde se han utilizado herramientas de dibujo y modelado para crear las formas y dimensiones del edificio utilizando herramientas de dibujo básicas para crear líneas, formas y figuras, luego se extruyen estas formas para darles volumen. También se han aplicado texturas y materiales para agregar realismo al modelo, y se ha geolocalizado en la situación exacta.

Una vez que se ha creado el modelo 3D de la vivienda, se han llevado a cabo diferentes simulaciones de sombras generadas en el tejado por las chimeneas utilizando las herramientas de análisis de luz y sombras de SketchUp. Estas simulaciones permiten visualizar cómo las sombras de las chimeneas afectan a diferentes áreas del tejado a lo largo del día y en diferentes épocas del año.

Utilizando esta información, se ha determinado el área óptima de instalación del generador fotovoltaico, identificando las secciones del tejado que reciben la mayor cantidad de luz solar y que están menos afectadas por las sombras de las chimeneas. Esto asegura que el generador fotovoltaico se ubique en una posición que maximice su exposición a la luz solar y, por lo tanto, su eficiencia en la generación de energía.

5. Definiciones y abreviaturas.

5.1. Definiciones.

- Ángulo de inclinación: Ángulo en el que se montan los paneles solares para optimizar la captación de energía solar.

- Array: Conjunto o matriz de paneles solares dispuestos en una estructura específica.
- Autoconsumo solar: Uso directo de la energía solar generada por una instalación para sus propias necesidades.
- Célula solar o fotovoltaica: Unidad básica de un panel solar que transforma la luz solar en electricidad.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM): Son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
 - Irradiancia solar 1000 W/m².
 - Distribución espectral AM 1,5 G.
 - Temperatura de célula 25 °C.
 - Potencia pico: potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.
- Conexiones en paralelo: Conectar los paneles solares de manera que la corriente se suma mientras el voltaje permanece constante.
- Conexiones en serie: Conectar paneles solares uno tras otro para aumentar el voltaje total, manteniendo la corriente constante.
- Eficiencia energética: Uso eficiente de la energía para maximizar los resultados con la menor cantidad de recursos.
- Energía renovable: Energía obtenida de fuentes naturales que se renuevan constantemente, como la solar, eólica e hidroeléctrica.
- Energía solar: Energía obtenida del sol mediante la captación de su radiación, que puede convertirse en electricidad o calor.
- Factor de forma: Relación entre el voltaje y la corriente de un panel solar en su punto de máxima potencia.
- Fusibles: Dispositivos de protección que se queman en caso de sobrecorriente para prevenir daños en el sistema.
- Generación de energía renovable: Producción de energía utilizando fuentes naturales, como el sol, el viento o el agua, que son inagotables.
- Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- Instalación fotovoltaica: Aquella que dispone de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio.

- Instalaciones fotovoltaicas interconectadas o sistemas fotovoltaicos conectados a la red (SFCR): Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- Inversor solar: Dispositivo que convierte la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna utilizable.
- Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en kWh/m².
- Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en kW/m².
- Panel solar fotovoltaico: Dispositivo que convierte la luz solar en electricidad utilizando el efecto fotovoltaico.
- Paneles solares monocristalinos: Paneles solares con células de silicio monocristalino que ofrecen alta eficiencia.
- Potencia nominal: Capacidad máxima de generación eléctrica de un panel solar bajo condiciones estándar.
- Radiación difusa: Luz solar que ha sido dispersada en la atmósfera antes de llegar a la Tierra.
- Radiación directa: Luz solar que llega directamente a la superficie terrestre sin dispersión.
- Radiación solar: Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Red eléctrica: Sistema de distribución y transmisión de electricidad que conecta múltiples fuentes y consumidores.
- String: Agrupación de paneles solares conectados en serie en un sistema fotovoltaico.

5.2. Abreviaturas.

- AC: Corriente alterna (término en inglés).
- AT: Alta tensión.
- BT: Baja tensión.
- CA: Corriente alterna (término en español).
- CC: Corriente continua (término en español).
- CEM: Condiciones estándar de medida.

- $\cos \varphi$: Factor de potencia
- CT: Centro de transformación.
- DC: Corriente continua (término en inglés).
- E_{AC} : Energía en alterna generada por el sistema fotovoltaico.
- $E_{autocons}$: Energía consumida por debajo de la curva de autoconsumo.
- E_{cons} : Energía total consumida.
- f_{agrup} : Factor de corrección referido a la agrupación de cables.
- f_{rad} : Factor de corrección referido a la radiación solar.
- f_{temp} : Factor de corrección referido a la temperatura ambiente
- G: Irradiancia global.
- G_i : Irradiancia producida sobre la superficie.
- G_d : Irradiancia difusa.
- G_{STC} : Irradiancia en condiciones estándares de medida.
- H: Irradiación global.
- H_i : Irradiación producida sobre una superficie en un tiempo determinado.
- I_2 : Intensidad que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.
- I'_B : Intensidad de cortocircuito máxima corregida.
- I_B : Intensidad de cortocircuito máxima sobredimensionada.
- I_{DPC} : Intensidad para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- I_f : Intensidad de funcionamiento
- I_G : Intensidad del generador.
- I_M : Intensidad del módulo.
- $I_{M,INV}$: Intensidad de salida del inversor máxima.
- $I_{MS,INV}$: Intensidad de salida del inversor máxima sobredimensionada.
- $I_{MPP,GFV}$: Intensidad del punto de máxima potencia del generador.
- $I_{MPP,MOD}$: Intensidad del punto de máxima potencia del módulo.
- $I_{SC,GFV}$: Intensidad de cortocircuito del generador.
- $I_{SC,MOD}$: Intensidad de cortocircuito del módulo.
- $I_{SC,MOD,STC}$: Intensidad en cortocircuito del módulo en condiciones estándares de medida.
- $I_{M,INV,DC}$: Intensidad máxima MPPT a la entrada del inversor.

- I_n : Intensidad asignada del dispositivo de protección.
- I_z : Intensidad admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.
- MPPT: Seguidor de Punto de Máxima Potencia (Maximum Power Point Tracker).
- N_{mp} : Número de módulos en paralelo del generador fotovoltaico.
- N_{ms} : Número de módulos en serie del generador fotovoltaico.
- N_{rp} : Número de ramas en paralelo.
- $P_{I,AC}$: Potencia a la salida del inversor.
- $P_{I,DC}$: Potencia a la entrada del inversor.
- P_{GV} : Potencia del generador.
- $P_{SC,GFV}$: Potencia del punto de máxima potencia del generador.
- $P_{SC,MOD}$: Potencia del punto de máxima potencia del módulo.
- PR: Factor de comportamiento (Performance Ratio).
- PR_{nt} : Coeficiente de pérdidas del sistema excluyendo el efecto de la temperatura.
- Q_n : Flujo neto de caja en el año n.
- T^* : Temperatura de condiciones estándar.
- T^a : Temperatura.
- T_A : Temperatura ambiente.
- T_C : Temperatura de célula.
- TONC: Temperatura de operación nominal de la célula.
- ΔV_{max} : Caída de tensión máxima.
- V_{GV} : Tensión del generador.
- $V_{AC,INV}$: Tensión de salida del inversor en corriente alterna
- $V_{INV,MAX}$ Tensión máxima de entrada del inversor.
- V_{MOD} : Tensión del módulo.
- $V_{MPP,GFV}$: Tensión del punto de máxima potencia del generador.
- $V_{MPP,INV,min}$: Tensión mínima de entrada del inversor en el punto de máxima potencia.
- $V_{MPP,MOD}$: Tensión del punto de máxima potencia del módulo.
- V_{string} : tensión de la rama a máxima potencia.
- $V_{OC,GFV}$: Tensión de circuito abierto del generador.

- $V_{OC,MOD}$: Tensión de circuito abierto del módulo.
- THD: Tasa de distorsión armónica.
- β_{oc} : coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del módulo.
- γ : coeficiente de temperatura de potencia máxima.
- η : Rendimiento.

6. Requisitos de diseño y análisis de soluciones.

6.1. Requisitos establecidos.

Los requisitos que se seguirán para el desempeño del presente proyecto serán los siguientes:

- El porcentaje de autosuficiencia obtenido con la instalación será de alrededor del 50% como media anual, el cual, en el caso del presente estudio, presenta un valor de 1395,49 kWh, ya que el consumo total es de 2790,97 kWh (Anexo V).
- La instalación se colocará de manera que el impacto visual sea el menor posible. Dependerá de las limitaciones constructivas y determinará el hecho de una instalación conjunta de los módulos fotovoltaicos, evitando, por ejemplo, la instalación de un módulo solo por separado en otra vertiente del tejado, o incluso en la misma alejado de los demás.
- Los módulos serán de silicio cristalino.

6.2. Requisitos establecidos por la normativa.

Los requisitos seguidos son los que aplican la legislación fotovoltaica en España en sistemas de autoconsumo.

Estas normas se encuentran en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Así mismo, se seguirá la normativa establecida por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

6.3. Requisitos impuestos por usos e instalaciones existentes.

La vertiente del tejado de la vivienda a utilizar dispone de dos partes o divisiones con distinta dirección en el plano azimut, como se observa en la Figura 3 y Figura 4.

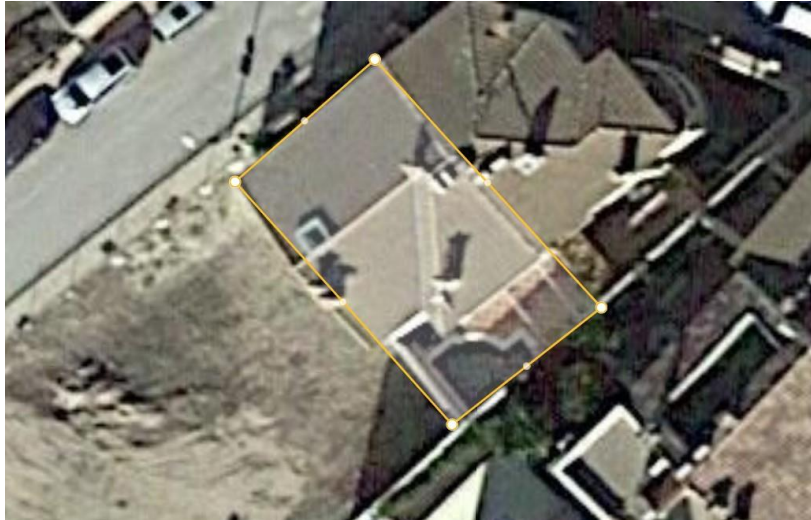


Figura 3. Área de la vivienda completa. Google Earth.

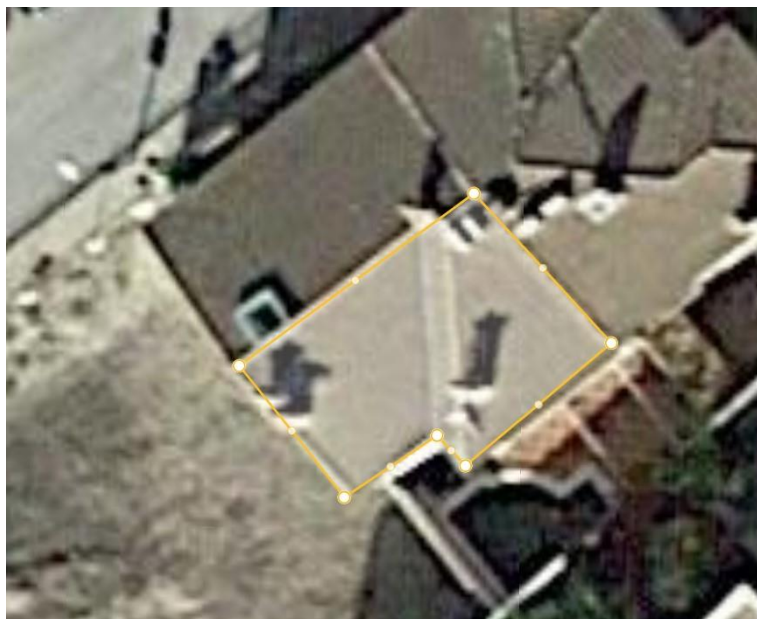


Figura 4. Área de la vertiente del tejado seleccionada. Google Earth.

Se utilizará la parte del tejado cuya irradiancia solar incide en la dirección de los -39° azimut debido a la disposición de espacio que hay en ella, observable en Figura 5, y cuya inclinación de tejado es de 21° con respecto a la horizontal.



Figura 5. Área de la vertiente seleccionada a -39° azimut. Google Earth.

En la vista lateral de la fachada suroeste, así como en su vista superior, se pueden observar dos chimeneas que generarán sombra en el tejado de instalación de los paneles. Véase Figura 6 y Figura 7.

Este será un factor importante a tener en cuenta al diseñar y ubicar los paneles solares fotovoltaicos en el tejado para garantizar la máxima eficiencia energética. El estudio de sombras se muestra en el Anexo IV, el cual abala la distribución de módulos determinada.



Figura 6. Vista lateral de la vivienda. Chimeneas. Google Maps.



Figura 7. Vista en planta de la vivienda. Chimeneas. Google Earth.

A continuación, en la Figura 8 se muestra otro de los requisitos o condicionantes a tener en cuenta para el cálculo de la instalación, el cual es el consumo anual de esta. Es necesario hacer un estudio de dicho consumo para así poder realizar el cálculo de la potencia a instalar.

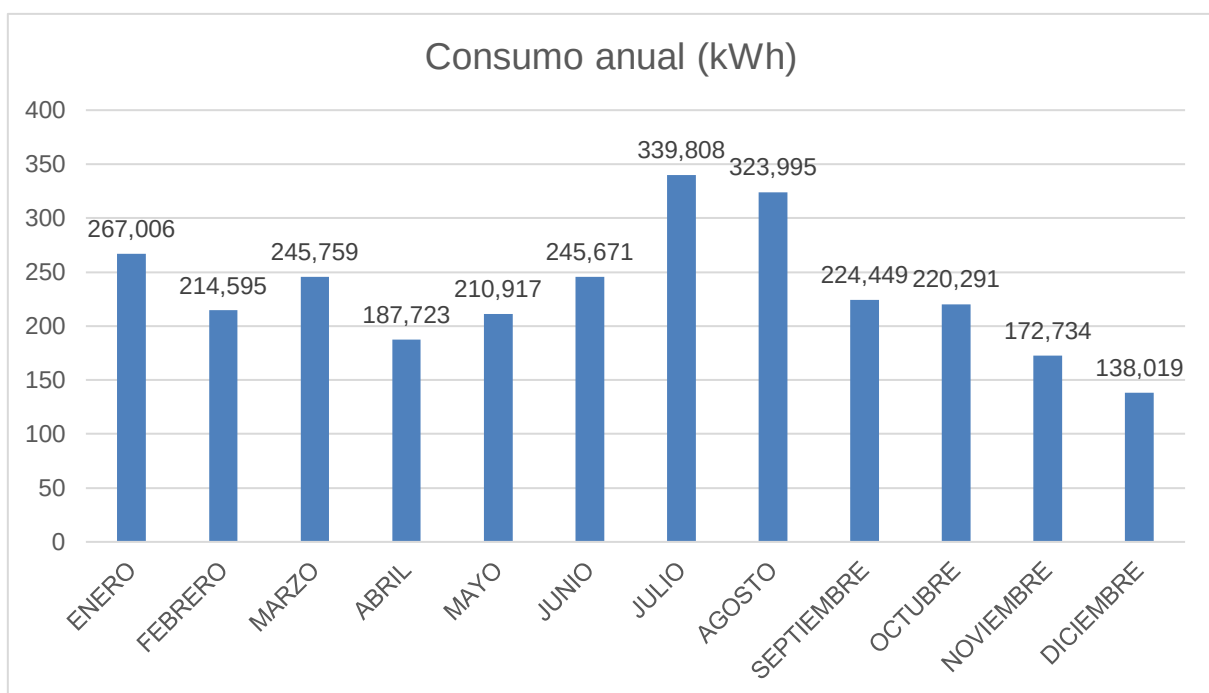


Figura 8. Consumo anual por meses de la vivienda (kWh). Elaboración propia (Excel).

7. Descripción de la instalación.

7.1. Generador fotovoltaico.

La estructura donde se instalarán los módulos fotovoltaicos será metálica y atornillada; será resistente a las adversidades meteorológicas. Se ejecutarán cumpliendo con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación para que sean resistentes a las acciones del viento y a la acumulación de nieve, si se produjeran.

Se seleccionará una distribución de seis paneles para la instalación en un mismo string conectados en serie, como se puede observar en el Plano 3.

En esta configuración, el string estaría compuesto por seis paneles solares conectados en serie, lo que sumaría los voltajes de los seis paneles. Luego, este string se conectaría a una de las entradas MPPT, lo que mantendría el voltaje y la corriente total de esta rama en el inversor.

Con esta configuración se garantiza el arranque del inversor, ya que en los meses de verano donde la temperatura es mayor, la tensión podría no ser suficiente a la entrada de este, ya que opera entre un rango de 90 V y 560 V.

Para el aprovechamiento de la superficie del tejado y poder evitar las sombras producidas por dos chimeneas situadas en la parte superior izquierda de este, estos se instalarán justo debajo de estas, formando una fila horizontal de tres paneles y otra debajo de forma vertical para posibilitar la entrada física de los módulos en esa zona.

En la Tabla 1 se observan los parámetros del string.

PARÁMETROS DEL STRING (STC)	
	STRING 1
Nº de módulos	6
Máxima tensión (V)	223.38
Tensión de funcionamiento(V)	187.26
Máxima intensidad (A)	13.87
Intensidad de funcionamiento(A)	12.98

Tabla 1. Parámetros del string. Anexo IX.

7.2. Módulos fotovoltaicos.

El modelo de los paneles fotovoltaicos seleccionados será el Panel Solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono, fabricado por JA Solar, empresa líder con más de 15 años de experiencia y reconocida internacionalmente con la clasificación Tier 1. Este panel pertenece a la gama JAM54S30, caracterizada por incorporar medias células monocristalinas de tipo PERC, proporcionando una mejora significativa en las características técnicas.

Las células PERC permiten una mayor producción y eficiencia, logrando una eficiencia del 20,7%, lo que se traduce en un rendimiento excepcional. A pesar de mantener el mismo aspecto externo que los paneles convencionales de 60 células, los paneles de la serie JAM54S30 ofrecen una eficiencia superior, con potencias que oscilan entre 390W y 410W de pico.

Este panel ofrece características eléctricas impresionantes, con una potencia pico de 405W, voltaje a máxima potencia de 31,21V, intensidad a máxima potencia de 12,98A, voltaje en circuito abierto de 37,23V e intensidad en cortocircuito de 13,87A. Estas cifras se obtienen bajo condiciones estándar de irradiación, temperatura y masa de aire.

El Panel Solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono destaca por su tamaño compacto, ligeramente superior a un panel convencional de 60 células y considerablemente más pequeño que un panel de 72 células. Con dimensiones de 1722 x 1134 x 30mm y un peso de 21,5 kg, es fácil de instalar y se adapta a espacios más reducidos. La combinación de eficiencia, durabilidad y diseño compacto hacen de este panel una elección sobresaliente en el panorama de la energía solar.

En la Tabla 2 se observan los parámetros del panel solar.

Panel Solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono	
Tipo de célula	Monocristalina
Potencia máxima	405W
Tensión máxima de trabajo (Vmpp)	31.21V
Corriente máxima de trabajo (Impp)	12.98A
Tensión circuito abierto (Voc)	37.23V
Corriente de cortocircuito (Isc)	13.87A
Eficiencia del módulo	20.7%
Dimensiones	1722 x 1134 x 30mm
Peso	21.5kg

Tabla 2. Resumen de características panel solar 405W DEEP BLUE 3.0 JA SOLAR MONO. Anexo IX.

La tecnología de medias células incorporada en el panel se refleja en su diseño físico, con tres cajas en la parte posterior que albergan conexiones centrales y diodos de derivación. El marco de aluminio anodizado proporciona resistencia y evita la torsión del módulo, asegurando su integridad estructural.

7.3. Estructura soporte.

La estructura soporte resistirá, con los módulos fotovoltaicos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin que dañen los módulos.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura estará realizado para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

El soporte utilizado será de perfilería en aluminio y tornillería de acero inoxidable, utilizando un soporte coplanar con salvatejas, para no dañar el tejado del usuario.

Se escogerán dos kits donde se instalarán tres paneles en cada uno modelo Sunfer 02V, esto debido a la geometría del tejado, acompañados de seis perfiles G1 de 3600mm, dos para el string inferior y cuatro para el superior, debido a la mayor longitud de este por la disposición horizontal de estos. En el Plano 4 del Documento 10 se observan las medidas de los módulos sobre el tejado.

En la Tabla 3 y Tabla 4 se observan los parámetros del soporte, además en la Figura 9 se expone un ejemplo representativo de instalación de este.

Sunfer 02V	
Rango de espesor de panel	30-45mm
Máximas medidas largo x ancho	2279x1150mm
Viento	150km/h
Perfilería de aluminio	AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable	A2-70

Tabla 3. Resumen de características SUNFER 02V. Anexo IX.

Perfil G1	
Longitud	3600mm
Alto x ancho	50x25.6mm

Tabla 4. Resumen de características PERFIL G1. Anexo IX.



Figura 9. Ejemplo representativo de instalación de la estructura soporte. Anexo IX.

7.4. Inversor.

Se elegirá un inversor con una capacidad ligeramente superior a la potencia nominal del generador fotovoltaico, para garantizar que el inversor pueda manejar la producción máxima teórica y tener un margen de seguridad.

En este caso, con una producción estimada de generación pico de 2430 W, un inversor de 3000 W sería capaz de manejar cómodamente la energía generada por los paneles.

Además, brinda la ventaja de contar con capacidad adicional para futuras expansiones del sistema solar, ya que este margen de potencia extra permite la incorporación de más paneles solares en el futuro sin necesidad de reemplazar el inversor, facilitando la escalabilidad del sistema.

La capacidad adicional de este resulta beneficiosa para gestionar posibles picos de producción, como los que pueden ocurrir en condiciones climáticas óptimas. Este margen de potencia extra no solo asegura la estabilidad del sistema durante tales picos, sino que también puede mejorar la respuesta del inversor ante variaciones temporales en la generación de energía.

El modelo del inversor seleccionado será el Inversor Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W. A continuación, se observa una tabla resumen de algunas de sus características.

En la Tabla 5 se observan los parámetros del inversor.

Inversor Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W	
Número de seguidores MPP	2
Rango de tensión de operación MPPT	90V-560V
Máxima salida del generador FV ($P_{dc,m\acute{a}x}$)	4.5kWpico
Potencia nominal de salida ($P_{ac,r}$)	300W
Máxima potencia de salida	3300VA

Tabla 5. Resumen de características HUAWEI SUN2000-3KTL-L1 3000W. Anexo IX.

7.5. Cuadros eléctricos, protecciones y cableado.

La instalación fotovoltaica cumplirá lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y contará con las protecciones adecuadas.

7.5.1. Protecciones y cableado de corriente continua.

La parte de corriente continua de la instalación solar fotovoltaica contará con los elementos adecuados en el string. Las protecciones con las que contará la parte de corriente continua son las siguientes:

- Fusibles de protección con intensidad de cortocircuito superior a la de los módulos fotovoltaicos. Estos se instalarán en base portafusibles, colocando dos fusibles en el string, uno para el polo positivo y otro para el negativo. Se instalará una caja de protección que albergará la protección del string, que estará formada por fusibles de 10x38, características en Tabla 6.

10x38 gPV Cylindrical fuse link 1000V DC	
Tensión asignada	1000V DC
Corriente asignada	20A
Capacidad de ruptura asignada	30kA
Categoría	gPV
Tamaño	10x38 mm

Tabla 6. Resumen de características 10x38 gPV Cylindrical Fuse Link 1000V DC. Anexo IX.

- Interruptor automático magnetotérmico 20A, 2 polos, DC, 1000v, para la desconexión-conexión automática del generador fotovoltaico en caso de sobretensión o sobrecorriente. Se escogerá el modelo LAU-MADC-2P20A, características en Tabla 7.

LAU-MADC-2P20A 2P 20A 1000V DC MCB CC	
Número de polos	2
Corriente nominal	20A
Tipo de red	DC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético

Tabla 7. Resumen de características interruptor automático magnetotérmico LAU-MADC-2P20A 2P 20A 1000V DC MCB CC. Anexo IX.

- Diámetro del cable de la instalación en CC. Se utilizará un cable unifilar de 4 mm² capaz de soportar la corriente generada en los paneles solares, características en Tabla 8.

TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K ROJO 6MM	
Conexión	Conectado a paneles-protecciones-inversor
Sección	4mm ²
Corriente	CC

Tabla 8. Resumen de características cable instalación CC TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K ROJO 6MM.

Anexo IX.

7.5.2. Protecciones y cableado de corriente alterna.

Las protecciones con las que contará la instalación fotovoltaica serán las siguientes:

- Interruptor automático diferencial bipolar, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación. Se escogerá el modelo Acti9 IID; 2P; 25A; 300mA AC, características en Tabla 9.

INTERRUPTOR DIFERENCIAL; ACTI9 IID; 2P;25A; 300MA AC	
Número de polos	2
Corriente nominal	25A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	300mA
Frecuencia de red	50/60Hz
Tensión	230V

Tabla 9. Resumen de características interruptor automático diferencial bipolar ACTI9 IID; 2P;25A; 300mA AC. Anexo IX.

- Interruptor automático magnetotérmico bipolar, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red. Se escogerá el modelo Acti9 iC60N; 2P; 25 A; curva C; 6000 A/10 kA, características en Tabla 10.

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO; ACTI9 IC60N; 2P; 25 A; CURVA C; 6000 A/10 KA	
Número de polos	2
Corriente nominal	25A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Frecuencia de red	50/60Hz
Capacidad de corte	6000A

Tabla 10. Resumen de características interruptor automático magnetotérmico bipolar ACTI9 IC60N; 2P; 25 A; CURVA C; 6000 A/10 KA. Anexo IX.

7.6. Líneas distribuidoras y canalizaciones.

Las líneas de distribución de la instalación se dividen en dos partes: parte de corriente continua y parte de corriente alterna.

Todos los conductores serán de cobre, tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos y tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.

Además, todo el cableado de la parte de corriente continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123, la cual establece las condiciones para los cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.

7.6.1. Instalación de corriente continua.

La instalación de la parte de corriente continua engloba desde el sistema generador, hasta las entradas del inversor. Cada conexionado entre paneles se realizará con cobre según EN 60228 e IEC 60228, hasta la caja de protecciones de corriente continua, y de ahí a la entrada del inversor.

El cableado del string contará con las protecciones adecuadas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que se compondrán de fusibles de curva gPV que se alojarán en una caja de protecciones junto al magnetotérmico.

7.6.2. Instalación de corriente alterna.

La instalación de la parte de corriente alterna engloba desde el inversor hasta el punto frontera donde se conecta la instalación fotovoltaica con la red de distribución interior.

Para el tramo del inversor al cuadro eléctrico, el cableado corresponde con una línea monofásica compuesta por fase, neutro y tierra de cobre según EN 60228 e IEC 60228.

En esta parte se instalará un interruptor magnetotérmico para cortar el suministro en caso de que se alcance una corriente máxima. También se instalará un interruptor diferencial de 300 mA para proteger a los usuarios de los contactos directos e indirectos provocados por las partes activas de la instalación.

7.7. Toma de tierra.

El reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como la norma UNE 20460, determinan para el caso de corriente alterna los parámetros de protección tanto para contactos indirectos (curvas de tensión de contacto-tiempo, valor permanente de 50 V para locales secos, 24 V para locales húmedos), como para contactos directos (protección complementaria con dispositivos de corte diferencial de sensibilidad menor o igual de 300 mA).

La red de tierra se hará a través de conductor aislado de la misma sección a la de fase.

Se tendrá en cuenta la nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión, del ministerio de industria turismo y comercio basada en los requisitos técnicos contenidos en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT, RD 842/2002).

8. Resultados finales.

Finalmente, se ha optado por la instalación de seis paneles fotovoltaicos de 405 W de potencia cada uno, obteniendo una instalación de 2430 W de potencia total, generando estos una energía neta anual de 3408.46 kWh, y produciendo una autosuficiencia del 52.39 %.

El coste de la instalación es de 3688.55 € teniendo en cuenta todos los costos, y se obtiene una amortización anual inicial de 685.13 €, con unos costes fijos de mantenimiento estimados de 100 € al año, un flujo anual inicial en comparación de la casuística sin instalación fotovoltaica de 585.13 € al año, amortizándose la instalación a partir del séptimo año, como se determina en el estudio económico en el Anexo VII.

A continuación, en la Figura 10 y Figura 11, se muestra el modelo 3D de la vivienda con los módulos solares instalados sobre el tejado, ejemplo de cómo quedaría finalmente la instalación de estos.

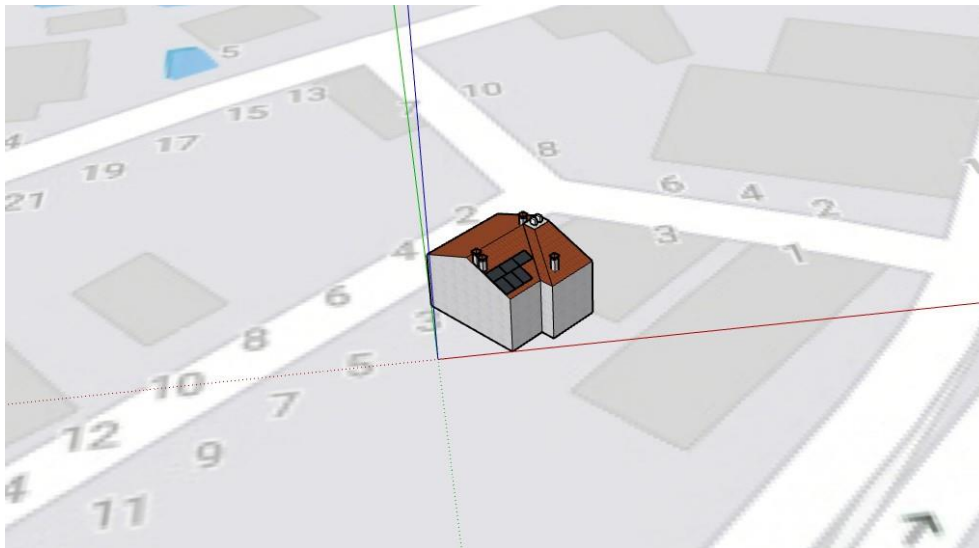


Figura 10. Vista de la situación de la vivienda con instalación fotovoltaica. Elaboración propia (SketchUp).

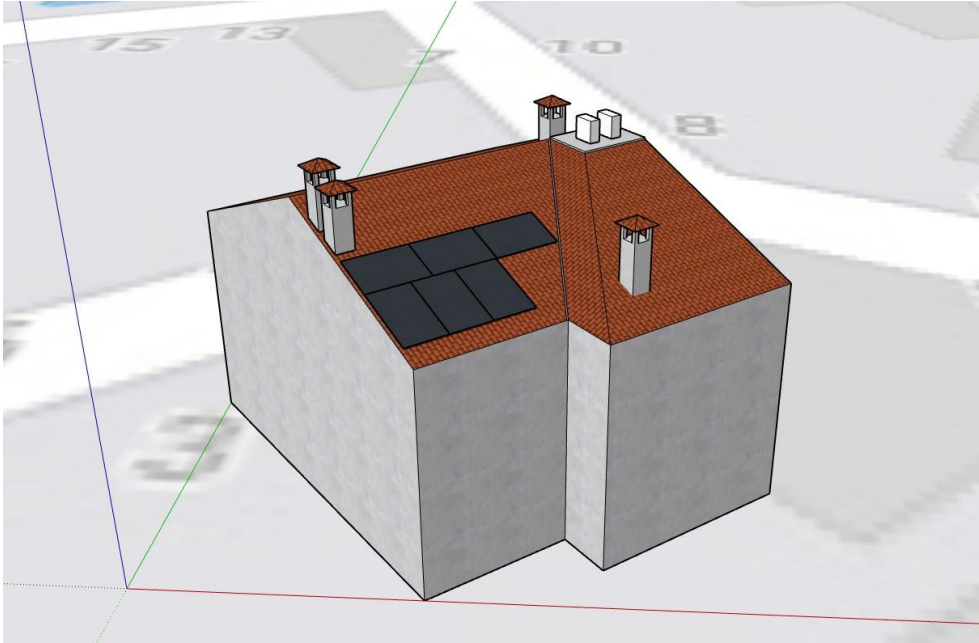


Figura 11. Vista aumentada de la vivienda con instalación fotovoltaica. Elaboración propia (SketchUp).

9. Planificación.

A continuación, en la Figura 12, Figura 13 y Figura 14, se muestra una planificación del proyecto, teniendo en cuenta la fase previa de ingeniería, y la fase de ejecución de la instalación:

		Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1			▲ PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	1,6 días	mar 23/07/24	mié 24/07/24		
2			▲ GESTIÓN	0,98 días	mar 23/07/24	mar 23/07/24		
3			▲ FASE A	0,35 días	mar 23/07/24	mar 23/07/24		
4			Planificación y viabilidad del proyecto	1 hora	mar 23/07/24	mar 23/07/24		Ingeniero Energía Fotovoltaica
5			Comparativa de precios	20 mins	mar 23/07/24	mar 23/07/24	4	Ingeniero Energía Fotovoltaica
6			Replanteo de obra	1,5 horas	mar 23/07/24	mar 23/07/24	5	Ingeniero Energía Fotovoltaica
7			▲ FASE B	0,63 días	mar 23/07/24	mar 23/07/24	3	
8			Elaboración planos	2 horas	mar 23/07/24	mar 23/07/24		Ingeniero Energía Fotovoltaica
9			Elaboración memoria	2 horas	mar 23/07/24	mar 23/07/24	8	Ingeniero Energía Fotovoltaica
10			Elaboración PRESTO	1 hora	mar 23/07/24	mar 23/07/24	9	Ingeniero Energía Fotovoltaica
11			▲ EJECUCIÓN	0,63 días	mar 23/07/24	mié 24/07/24	2	
12			▲ FASE C	0,38 días	mar 23/07/24	mié 24/07/24		
13			Instalación soportes aluminio	1 hora	mar 23/07/24	mié 24/07/24		Oficial Primera;Peón Ordinario
14			Instalación cableado	1 hora	mar 23/07/24	mié 24/07/24		Ayudante Electricista
15			Instalación cuadros	1 hora	mar 23/07/24	mié 24/07/24		Oficial 1er Electricista
16			Instalación pica de tierra	30 mins	mié 24/07/24	mié 24/07/24	13;14;15	Ayudante Electricista;Peón Ordinario
17			Instalación inversor	30 mins	mié 24/07/24	mié 24/07/24	16	Oficial 1er Electricista
18			Instalación módulos	1 hora	mié 24/07/24	mié 24/07/24	17	Ayudante Electricista; Oficial 1er Electricista
19			▲ FASE D	0,25 días	mié 24/07/24	mié 24/07/24	12	
20			Verificación instalación	2 horas	mié 24/07/24	mié 24/07/24		Ingeniero Energía Fotovoltaica; Oficial Primera

Figura 12. Tabla de planificación de fases, tareas y recursos del proyecto. Elaboración propia (Project).

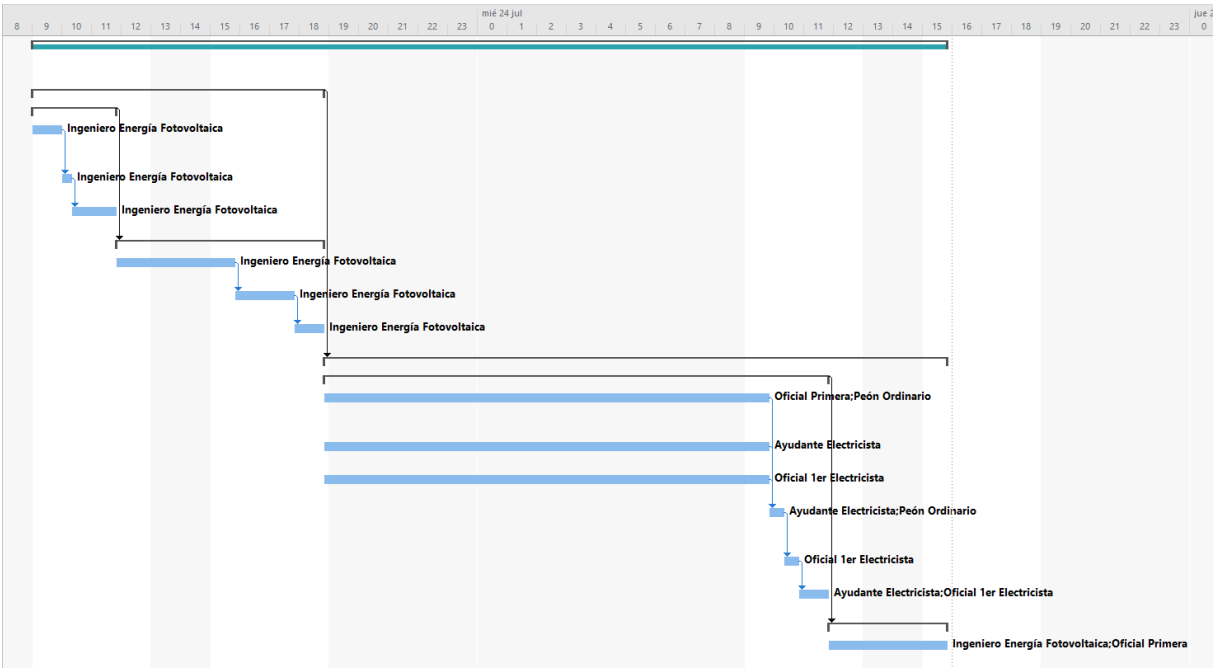


Figura 13. Diagrama de planificación del proyecto Elaboración propia (Project).

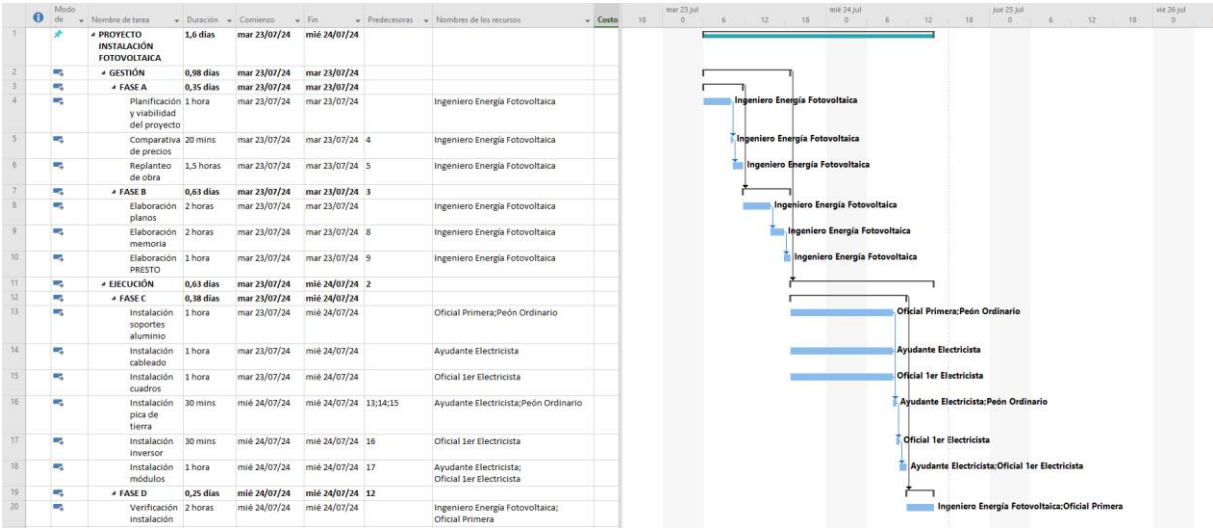


Figura 14. Conjunto de tabla y diagrama de planificación del proyecto. Elaboración propia.

10. Presupuesto.

El presupuesto base de licitación corresponde a la cifra de 3688.55 €, o bien TRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

En el Documento Básico número 5 se puede observar el cálculo del presupuesto completo.

11. Orden de prioridad entre los documentos.

Los documentos contractuales que describen y establecen los detalles del proyecto, y que la propiedad proporcionará al Contratista, incluyen, en orden de relevancia según la UNE157001:

- Planos
- Pliego de Condiciones
- Presupuesto
- Memoria

Cualquier modificación significativa en el plan de la obra que difiera de lo originalmente proyectado debe ser comunicada al diseñador o al técnico competente. Este profesional debe aprobarla, si es apropiada, y elaborar un nuevo proyecto que refleje los cambios necesarios.

En situaciones en las que los Planos y el Pliego de Condiciones presenten discrepancias, las especificaciones indicadas en los Planos tendrán prioridad sobre el Pliego de Condiciones.

Documento 2: Anexos.

Índice de Anexo

Anexo I: Datos de consumo.....	42
Anexo II: Datos de radiación solar.....	56
Anexo III: Precio de la energía y compensación de excedentes.	70
Anexo IV: Estudio de sombras.	85
Anexo V: Cálculos.	96
Anexo VI: Cálculos del estudio económico.	128
Anexo VII: Estudio económico.	163
Anexo VIII: Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	175
Anexo IX: Hojas de características.	187

Anexo I: Datos de consumo.

Índice de tablas

Tabla 11. Consumo horario en enero (kWh). Elaboración propia (Excel).....	44
Tabla 12. Consumo horario en febrero (kWh). Elaboración propia (Excel).	45
Tabla 13. Consumo horario en marzo (kWh). Elaboración propia (Excel).	46
Tabla 14. Consumo horario en abril (kWh). Elaboración propia (Excel).	47
Tabla 15. Consumo horario en mayo (kWh). Elaboración propia (Excel).	48
Tabla 16. Consumo horario en junio (kWh). Elaboración propia (Excel).	49
Tabla 17. Consumo horario en julio (kWh). Elaboración propia (Excel).	50
Tabla 18. Consumo horario en agosto (kWh). Elaboración propia (Excel).	51
Tabla 19. Consumo horario en septiembre (kWh). Elaboración propia (Excel).	52
Tabla 20. Consumo horario en octubre (kWh). Elaboración propia (Excel).	53
Tabla 21. Consumo horario en noviembre (kWh). Elaboración propia (Excel).	54
Tabla 22. Consumo horario en diciembre (kWh). Elaboración propia (Excel).	55

CONSUMO ENERO (kWh)																															
Hora	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0.104	0.063	0.149	0.152	0.171	0.181	0.65	0.173	0.151	1.131	0.145	0.428	0.389	0.149	0.154	0.173	0.126	0.988	0.235	0.849	0.395	0.142	0.14	0.921	0.173	0.186	1.351	0.18	1.251	0.126	0.673
1	0.07	0.098	0.167	0.161	0.16	0.192	0.19	0.177	0.145	0.186	0.152	0.159	0.17	0.121	0.125	0.142	0.171	0.135	0.16	0.157	0.123	0.168	0.146	0.17	0.105	0.129	0.176	0.116	0.501	0.125	0.523
2	0.104	0.068	0.125	0.202	0.102	0.114	0.115	0.159	0.189	0.099	0.095	0.154	0.198	0.112	0.129	0.109	0.106	0.121	0.127	0.137	0.165	0.112	0.113	0.117	0.142	0.116	0.225	0.128	0.138	0.086	0.225
3	0.068	0.099	0.151	0.143	0.14	0.147	0.136	0.096	0.112	0.148	0.139	0.117	0.144	0.128	0.164	0.128	0.143	0.144	0.136	0.105	0.121	0.152	0.185	0.168	0.139	0.13	0.168	0.112	0.096	0.112	0.115
4	0.095	0.098	0.103	0.147	0.089	0.107	0.17	0.124	0.132	0.104	0.109	0.133	0.141	0.101	0.122	0.121	0.116	0.168	0.098	0.14	0.175	0.083	0.146	0.114	0.127	0.086	0.124	0.128	0.133	0.117	0.129
5	0.092	0.077	0.17	0.152	0.134	0.141	0.138	0.09	0.089	0.137	0.129	0.136	0.13	0.136	0.122	0.173	0.154	0.194	0.13	0.102	0.132	0.125	0.096	0.22	0.105	0.136	0.124	0.091	0.128	0.101	0.137
6	0.073	0.109	0.149	0.221	0.278	0.189	0.181	0.219	0.209	0.27	0.284	0.216	0.305	0.216	0.18	0.181	0.26	0.256	0.307	0.253	0.226	0.184	0.223	0.222	0.252	0.229	0.283	0.181	0.19	0.747	0.201
7	0.106	0.07	0.181	0.434	0.221	0.167	0.224	0.239	0.169	0.197	0.944	0.259	0.888	0.235	0.146	0.254	1.383	0.251	0.266	0.241	1.199	0.244	0.221	0.193	0.87	1.315	0.248	0.177	0.14	0.095	0.203
8	0.131	0.106	0.184	0.202	0.365	0.192	0.181	0.242	0.152	0.232	0.275	0.268	0.22	0.241	0.129	0.117	0.462	0.279	0.369	0.367	0.404	0.203	0.144	0.275	0.323	0.271	0.153	0.237	0.127	0.129	0.124
9	0.143	0.092	0.138	0.105	0.115	0.168	0.438	0.175	0.153	0.155	0.096	0.156	0.577	0.162	0.18	0.605	0.212	0.138	0.101	0.299	0.12	0.138	0.187	0.106	0.105	0.147	0.108	0.12	0.126	0.106	0.118
10	0.073	0.08	0.158	0.187	0.11	0.644	0.862	0.14	0.144	0.404	0.579	0.394	0.551	0.126	0.816	0.946	0.194	0.648	0.106	0.594	0.528	0.135	0.552	0.62	0.145	0.174	0.14	0.113	0.159	0.11	0.189
11	0.094	0.166	0.385	0.182	0.156	1.028	0.892	0.612	0.229	0.565	0.743	0.455	0.495	0.117	1.566	1.026	0.13	0.548	0.137	0.543	0.507	0.141	0.934	0.528	0.133	0.097	0.118	0.11	0.093	0.134	0.103
12	0.098	0.082	0.591	0.089	0.133	1.052	1.194	0.994	1.267	0.548	0.615	0.55	0.558	0.161	0.701	1.112	0.139	0.511	0.092	1.058	0.668	0.469	0.622	0.546	0.137	0.119	0.092	0.106	0.373	0.084	0.21
13	0.071	0.109	0.596	0.152	0.456	0.803	0.254	0.747	0.856	0.834	0.635	0.608	0.547	0.128	0.626	0.884	0.242	0.432	0.214	0.563	0.584	0.429	1.098	0.443	0.444	0.229	0.171	0.102	0.859	0.118	0.31
14	0.104	0.073	1.049	0.275	0.854	0.951	0.253	0.537	0.543	0.707	0.978	0.406	0.403	0.985	0.328	0.818	0.286	0.472	0.271	1.04	1.579	0.442	0.602	0.526	0.454	0.256	0.35	0.41	0.159	0.377	0.566
15	0.071	0.098	0.372	0.532	0.172	0.494	0.316	0.183	0.142	0.487	0.324	0.277	0.275	0.28	0.144	0.297	0.174	0.315	0.25	0.425	0.489	0.157	0.228	0.544	0.4	0.243	0.321	0.585	0.205	0.245	0.301
16	0.106	0.106	0.908	0.414	0.733	0.42	0.208	0.376	0.491	1.068	0.393	0.354	0.396	0.43	0.537	0.685	0.54	0.183	0.928	0.352	0.788	0.386	0.444	0.271	0.824	0.567	0.295	0.129	0.154	0.664	0.506
17	0.07	0.07	0.742	0.843	0.673	0.573	0.402	0.551	0.481	0.649	0.865	0.713	0.567	0.626	0.647	0.653	0.859	0.206	0.634	0.624	0.752	0.536	0.591	0.611	0.645	0.548	0.311	0.204	0.184	0.329	0.242
18	0.106	0.103	0.618	1.232	0.583	0.662	0.68	0.619	0.674	0.688	0.526	1.016	0.568	0.616	0.694	0.508	0.594	0.355	1.05	0.647	0.533	0.609	0.513	0.815	0.728	0.674	0.256	0.15	0.18	0.209	0.122
19	0.082	0.077	0.665	0.93	0.408	0.416	0.646	0.639	0.518	0.786	1.528	0.73	0.71	0.678	0.97	0.666	1.033	0.371	0.944	0.835	0.643	0.511	0.422	0.504	0.729	0.698	0.206	0.652	0.2	0.773	0.134
20	0.095	1.158	0.705	1.477	0.204	0.761	0.64	0.549	1.348	0.464	1.129	1.135	0.68	0.517	0.69	0.779	0.702	0.208	0.998	0.713	0.489	0.596	1.226	1.153	0.631	0.225	0.228	0.703	0.134	0.291	0.288
21	0.104	0.409	0.269	0.444	0.145	0.574	0.262	0.206	0.835	0.442	0.241	0.269	0.343	0.253	0.286	0.714	0.907	0.35	0.424	0.59	0.283	0.475	0.342	0.521	0.516	0.325	0.157	0.884	0.547	0.242	0.208
22	0.074	0.549	0.686	0.213	0.098	0.474	0.161	0.243	0.589	0.195	0.319	0.424	0.329	0.207	0.231	0.386	0.411	0.271	0.168	0.44	0.1	0.191	0.78	0.551	0.676	0.49	0.248	0.329	0.599	0.208	0.246
23	0.103	0.226	0.737	0.211	0.195	0.638	0.243	0.171	0.641	0.197	0.672	0.642	0.15	0.201	0.186	0.537	0.646	0.198	0.441	0.606	0.134	0.181	0.278	0.195	0.352	0.281	0.185	0.202	0.455	0.254	0.282

Tabla 11. Consumo horario en enero (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO FEBRERO (kWh)																												
Hora	Día																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
0	1,024	0,216	0,454	0,671	0,82	0,188	0,718	0,825	0,168	1,138	0,656	0,131	0,145	0,268	0,681	0,161	0,955	0,401	0,187	0,133	0,222	0,555	0,161	0,165	0,154	0,086	0,194	0,078
1	0,176	0,182	0,135	0,149	0,4	0,155	0,165	0,175	0,861	0,143	0,3	0,139	0,162	0,184	0,609	0,157	0,574	0,142	0,094	0,092	0,144	0,271	0,162	0,129	0,173	0,126	0,151	0,198
2	0,154	0,103	0,143	0,197	0,188	0,125	0,146	0,139	0,166	0,131	0,225	0,094	0,092	0,111	0,624	0,15	0,093	0,104	0,084	0,126	0,116	0,194	0,149	0,14	0,144	0,183	0,071	0,188
3	0,132	0,143	0,115	0,184	0,134	0,141	0,138	0,11	0,11	0,132	0,131	0,136	0,133	0,143	0,64	0,125	0,122	0,139	0,082	0,107	0,155	0,143	0,11	0,132	0,108	0,078	0,07	0,085
4	0,095	0,132	0,11	0,092	0,148	0,102	0,102	0,206	0,119	0,112	0,13	0,093	0,093	0,111	0,496	0,161	0,122	0,117	0,071	0,094	0,107	0,089	0,121	0,113	0,12	0,076	0,129	0,068
5	0,126	0,117	0,143	0,138	0,173	0,139	0,124	0,158	0,196	0,129	0,155	0,14	0,147	0,197	0,099	0,093	0,105	0,1	0,069	0,126	0,13	0,13	0,141	0,124	0,136	0,153	0,196	0,069
6	0,258	0,222	0,231	0,22	0,146	0,177	0,248	0,224	0,211	0,255	0,187	0,16	0,219	0,243	0,24	0,235	0,213	0,205	0,114	0,139	0,226	0,226	0,219	0,216	0,232	0,256	0,148	0,189
7	0,166	0,216	0,247	0,192	0,149	0,107	0,159	0,221	0,179	0,18	0,199	0,108	0,105	0,127	0,247	0,221	0,222	0,163	0,085	0,135	0,144	0,204	0,15	0,183	0,15	0,1	0,069	0,191
8	0,554	0,175	0,268	0,155	0,138	0,132	0,141	0,194	0,17	0,169	0,138	0,197	0,134	0,161	0,152	0,159	0,159	0,425	0,081	0,096	0,325	0,238	0,248	0,222	0,158	0,085	0,137	0,081
9	0,122	0,107	0,172	0,137	0,145	0,211	0,132	0,094	0,112	0,099	0,115	0,421	0,12	0,179	0,133	0,146	0,112	0,119	0,152	0,126	0,184	0,092	0,315	0,11	0,419	0,113	0,137	0,069
10	0,087	0,669	0,159	0,272	0,239	0,202	0,419	0,133	0,128	0,3	0,13	0,218	0,219	0,14	0,127	0,103	0,398	0,158	0,089	0,119	0,113	0,129	0,564	0,128	0,604	0,183	0,198	0,151
11	0,137	0,553	0,782	0,092	0,5	0,217	0,17	0,422	0,105	0,565	0,108	0,306	0,342	0,135	0,097	0,45	0,588	0,169	0,087	0,171	0,134	0,311	0,19	0,531	0,455	0,123	0,142	0,196
12	0,314	0,491	0,395	0,139	0,31	0,442	0,122	0,54	0,575	0,296	0,415	0,527	0,211	0,405	0,129	0,524	0,435	0,103	0,393	0,146	0,105	0,541	0,109	0,552	0,503	0,075	0,069	0,186
13	1,2	0,584	0,224	0,125	1,861	0,527	0,176	0,398	0,682	0,292	0,372	0,464	0,222	0,572	0,531	0,67	0,398	0,125	0,247	0,115	0,337	0,627	0,48	0,711	0,614	0,083	0,07	0,085
14	0,861	0,385	0,439	0,113	0,668	0,305	0,283	0,331	0,56	0,576	0,504	0,422	0,461	0,483	0,344	0,604	0,563	0,943	0,25	0,701	0,357	0,491	0,432	0,89	1,133	0,178	0,127	0,069
15	0,215	1,373	0,316	0,159	0,285	0,168	0,187	0,364	0,329	0,64	1,104	1,115	0,702	0,257	1,02	0,35	1,328	0,284	0,46	0,245	1,581	1,415	1,664	0,503	1,098	0,183	0,196	0,073
16	0,207	0,5	0,181	0,091	0,184	0,196	0,204	0,461	0,58	0,944	0,268	0,645	0,617	0,16	0,293	0,635	1,022	0,127	0,466	1,036	0,168	1,103	0,212	1,232	0,822	0,088	0,167	0,192
17	0,609	0,551	0,183	0,136	0,2	0,35	0,448	0,486	0,144	0,909	0,605	0,623	1,076	0,463	0,607	0,414	0,226	0,106	0,645	0,22	0,153	0,563	0,124	0,285	0,567	0,071	0,07	0,184
18	0,591	1,071	0,151	0,137	0,733	0,605	0,996	0,674	0,98	0,18	0,54	0,344	0,89	0,324	0,624	0,349	0,415	0,381	0,567	0,397	0,123	0,609	0,2	0,16	0,305	0,112	0,07	0,088
19	1,145	0,215	0,233	0,129	0,182	0,505	0,753	0,163	0,232	0,205	0,479	0,166	0,588	0,411	0,572	1,637	0,495	0,56	0,544	0,842	0,243	1,627	0,907	0,333	0,167	0,191	0,1	0,07
20	1,34	0,569	0,174	0,126	0,101	0,548	0,546	0,31	0,788	0,235	0,574	0,125	0,371	0,195	0,354	0,287	0,693	0,506	0,292	0,719	0,457	0,934	0,278	0,566	0,115	0,162	0,198	1,394
21	0,533	0,283	0,523	0,136	0,131	0,404	0,703	0,267	0,527	0,307	0,192	0,137	0,323	0,376	0,184	0,669	0,223	0,217	0,203	0,269	0,359	0,247	0,248	0,28	0,072	0,07	0,184	0,663
22	0,58	0,603	0,532	0,475	0,254	0,382	0,713	0,176	0,714	0,304	0,155	0,205	0,257	0,697	0,173	0,709	0,663	0,497	0,131	0,195	0,703	0,285	0,213	0,23	0,171	0,07	0,075	0,415
23	0,488	0,761	0,674	0,775	0,196	0,234	0,675	0,192	0,659	0,354	0,186	0,215	0,207	0,75	0,207	0,656	0,65	0,91	0,08	0,229	0,75	0,206	0,205	0,192	0,125	0,131	0,071	0,33

Tabla 12. Consumo horario en febrero (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO MARZO (kWh)																															
Hora	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0.217	0.157	0.16	0.286	0.135	0.106	0.156	1.067	0.215	0.131	0.203	0.13	0.104	0.167	0.165	0.263	0.161	0.135	0.157	0.164	0.419	0.167	0.172	0.13	0.145	0.17	0.121	0.318	0.187	0.19	0.199
1	0.192	0.115	0.147	0.151	0.182	0.11	0.103	0.127	0.147	0.147	0.147	0.142	0.127	0.148	0.174	0.132	0.143	0.1	0.123	0.162	0.132	0.146	0.163	0.13	0.103	0.086	0.153	0.15	0.123	0.164	0.142
2	0.11	0.133	0.139	0.147	0.152	0.175	0.154	0.139	0.135	0.146	0.145	0.16	0.121	0.091	0.103	0.133	0.123	0.102	0.175	0.121	0.133	0.093	0.133	0.132	0.12	0.135	0.117	0.123	0.137	0.135	0.127
3	0.221	0.139	0.098	0.125	0.131	0.125	0.091	0.097	0.107	0.109	0.092	0.161	0.123	0.139	0.14	0.124	0.085	0.116	0.159	0.155	0.137	0.136	0.124	0.119	0.139	0.083	0.07	0.119	0.086	0.089	0.08
4	0.111	0.126	0.125	0.108	0.125	0.134	0.14	0.124	0.124	0.199	0.135	0.122	0.127	0.091	0.125	0.095	0.119	0.089	0.101	0.145	0.088	0.118	0.089	0.119	0.093	0.133	0.11	0.177	0.138	0.114	0.118
5	0.153	0.097	0.184	0.144	0.095	0.092	0.094	0.185	0.124	0.145	0.127	0.093	0.085	0.129	0.105	0.114	0.118	0.127	0.123	0.109	0.127	0.108	0.12	0.097	0.126	0.143	0.087	0.122	0.152	0.117	0.119
6	0.197	0.219	0.229	0.229	0.213	0.217	0.219	0.195	0.261	0.209	0.263	0.126	0.173	0.247	0.22	0.258	0.171	0.235	0.181	0.135	0.159	0.429	0.414	0.37	0.177	0.131	0.102	0.083	0.186	0.151	0.134
7	0.156	0.163	0.162	0.177	0.096	0.185	0.163	0.223	0.384	0.283	0.264	0.096	0.092	0.223	0.181	0.232	0.323	0.143	0.21	0.127	0.097	0.186	0.283	0.345	0.17	0.087	0.116	0.164	0.292	0.242	0.298
8	0.228	0.279	0.217	0.26	0.128	0.112	0.184	0.226	0.227	0.205	0.304	0.144	0.165	0.217	0.185	0.356	0.121	0.139	0.192	0.127	0.211	0.321	0.301	0.214	0.318	0.101	0.07	0.159	0.227	0.393	0.236
9	0.378	0.105	0.113	0.097	0.115	0.186	0.309	0.112	0.119	0.116	0.142	0.147	0.171	0.176	0.144	0.127	0.114	0.552	0.083	0.427	0.728	0.421	0.377	0.087	0.429	0.112	0.107	0.251	0.112	0.111	0.496
10	0.573	0.251	0.552	0.135	0.561	0.127	0.208	0.474	0.66	0.25	0.197	0.277	0.201	0.122	0.16	0.254	0.298	0.572	0.295	0.839	0.57	0.326	0.519	0.112	0.134	0.094	0.071	0.611	0.13	0.368	0.531
11	0.564	0.53	0.442	0.501	0.73	1.107	0.102	0.414	0.319	0.609	0.148	0.243	0.141	0.098	0.273	0.613	1.182	0.4	1.393	1.503	0.591	0.381	0.34	0.103	0.112	0.108	0.511	0.101	0.581	0.778	0.778
12	0.248	0.629	0.399	0.479	0.146	1.344	0.201	0.168	0.578	0.578	0.136	0.147	0.644	0.101	0.538	0.553	0.529	0.464	1.099	1.297	0.615	0.442	0.524	0.52	0.11	0.075	0.112	0.449	0.104	0.557	0.962
13	0.576	0.61	0.379	0.136	1.61	0.685	0.238	0.341	0.723	0.545	0.097	0.664	0.388	0.211	0.679	0.568	0.585	0.232	0.632	1.186	0.642	0.304	0.6	0.649	0.223	0.116	0.08	0.175	0.269	0.674	1.006
14	0.622	0.238	0.816	0.645	0.364	0.526	0.317	0.491	0.506	0.539	0.558	1.039	0.249	0.225	0.464	0.334	0.424	0.101	0.351	0.509	0.686	0.474	0.411	0.333	1.151	0.075	0.108	0.317	0.459	0.641	0.575
15	1.987	0.398	0.759	0.385	0.194	1.112	0.44	0.81	0.322	0.783	0.235	0.135	0.327	0.405	0.522	1.382	0.695	0.124	0.308	0.233	0.892	0.856	0.589	0.298	0.354	0.128	0.071	0.207	0.994	0.78	0.662
16	0.3	1.317	0.761	0.218	0.213	0.601	1.065	1.6	0.692	0.518	0.147	0.223	0.191	0.721	0.481	0.433	0.175	0.819	0.376	0.266	1.062	0.808	0.528	0.196	0.18	0.077	0.106	0.216	0.855	0.48	0.692
17	0.137	0.182	0.211	0.485	0.423	0.71	0.665	0.967	0.272	0.209	0.193	0.531	0.189	0.692	0.106	0.94	0.102	0.559	0.378	0.274	1.152	0.975	0.159	0.552	0.532	0.116	0.103	0.698	0.561	0.325	0.203
18	0.172	0.174	0.487	1.238	0.528	0.497	0.48	0.572	0.645	0.708	0.15	0.268	0.258	0.927	0.135	0.572	0.124	0.618	0.809	0.649	1.826	0.483	0.139	0.173	0.528	0.07	0.142	0.331	0.892	0.121	0.276
19	0.553	0.745	0.663	1.145	0.934	0.757	0.688	0.533	0.168	0.441	0.148	0.265	0.447	1.513	0.39	0.217	0.314	0.42	0.399	0.445	0.506	0.653	0.618	0.355	0.596	0.114	1.229	0.336	1.705	0.226	0.196
20	0.652	0.275	0.379	0.333	0.411	0.258	0.485	0.657	0.534	0.263	0.185	0.219	0.317	0.207	0.336	0.588	1.35	0.32	0.178	0.769	0.392	0.637	0.484	1.43	0.316	0.086	0.801	0.411	0.505	0.521	0.243
21	0.52	0.373	0.244	0.17	0.237	0.429	0.296	0.299	0.236	0.772	0.155	0.196	0.196	0.178	0.275	0.625	0.457	0.285	0.193	0.292	0.258	0.684	0.251	0.297	0.177	0.115	0.633	0.354	0.259	0.42	0.292
22	0.676	0.224	0.344	0.161	0.091	0.231	0.394	0.287	0.149	0.189	0.183	0.12	0.23	0.286	0.197	0.588	0.19	0.134	0.172	0.317	0.658	0.196	0.16	0.15	0.297	0.101	0.62	0.329	0.38	0.576	0.351
23	0.26	0.203	0.338	0.186	0.128	0.273	0.688	0.247	0.259	0.195	0.175	0.127	0.167	0.199	0.464	0.498	0.154	0.154	0.14	0.319	0.228	0.182	0.156	0.179	0.231	0.086	0	0.339	0.241	0.607	0.374

Tabla 13. Consumo horario en marzo (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO ABRIL (kWh)																																	
Hora	Día																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
0	0.318	0.081	0.102	0.139	0.204	0.196	0.169	0.124	0.1	0.12	0.214	0.194	0.162	0.103	0.104	0.118	0.101	0.176	0.168	0.176	0.189	0.145	0.136	0.123	0.144	0.183	0.189	0.335	0.18	0.17			
1	0.18	0.098	0.059	0.113	0.096	0.107	0.136	0.146	0.125	0.12	0.18	0.145	0.154	0.073	0.061	0.095	0.179	0.14	0.148	0.14	0.136	0.149	0.166	0.16	0.112	0.203	0.17	0.142	0.143	0.095			
2	0.133	0.101	0.096	0.114	0.13	0.156	0.114	0.128	0.109	0.183	0.11	0.155	0.096	0.109	0.095	0.088	0.136	0.141	0.144	0.111	0.099	0.129	0.096	0.135	0.145	0.164	0.116	0.123	0.188	0.134			
3	0.135	0.079	0.066	0.085	0.104	0.127	0.127	0.095	0.123	0.162	0.134	0.166	0.131	0.084	0.091	0.091	0.092	0.163	0.116	0.139	0.126	0.083	0.135	0.084	0.115	0.095	0.122	0.119	0.099	0.124			
4	0.086	0.089	0.089	0.125	0.101	0.102	0.105	0.131	0.119	0.092	0.139	0.086	0.119	0.074	0.08	0.098	0.116	0.095	0.128	0.105	0.11	0.131	0.085	0.113	0.166	0.125	0.143	0.117	0.13	0.163			
5	0.137	0.08	0.099	0.082	0.13	0.104	0.107	0.084	0.081	0.155	0.124	0.143	0.081	0.096	0.103	0.071	0.112	0.145	0.125	0.105	0.099	0.118	0.145	0.099	0.135	0.138	0.121	0.104	0.117	0.133			
6	0.292	0.099	0.105	0.208	0.213	0.22	0.191	0.218	0.177	0.168	0.166	0.168	0.203	0.079	0.068	0.086	0.077	0.199	0.216	0.227	0.229	0.155	0.122	0.13	0.167	0.208	0.155	0.227	0.141	0.156			
7	0.131	0.099	0.111	0.224	0.344	0.239	0.264	0.235	0.153	0.106	0.189	0.193	0.152	0.098	0.09	0.11	0.107	0.15	0.15	0.191	0.214	0.191	0.126	0.124	0.137	0.232	0.147	0.156	0.175	0.129			
8	0.243	0.112	0.072	0.223	0.252	0.364	0.282	0.198	0.175	0.123	0.151	0.22	0.18	0.094	0.1	0.069	0.097	0.219	0.298	0.229	0.189	0.184	0.117	0.167	0.144	0.276	0.218	0.2	0.227	0.091			
9	0.165	0.06	0.098	0.204	0.207	0.209	0.371	0.16	0.261	0.105	0.1	0.08	0.117	0.06	0.072	0.092	0.091	0.2	0.138	0.121	0.289	0.171	0.153	0.261	0.173	0.127	0.207	0.108	0.135	0.461			
10	0.273	0.097	0.058	0.46	0.141	0.582	0.946	0.553	0.596	0.491	0.238	0.134	0.105	0.098	0.101	0.096	0.121	0.154	0.104	0.188	0.861	0.151	0.232	0.159	0.145	0.179	0.535	0.485	0.103	0.872			
11	0.579	0.061	0.097	0.412	0.213	0.513	0.721	0.625	0.572	0.694	0.554	0.546	0.092	0.088	0.092	0.07	0.439	0.347	0.107	0.446	0.4	0.1	0.652	0.388	0.127	0.165	0.696	0.502	0.168	0.38			
12	0.523	0.096	0.07	0.214	0.151	0.564	0.793	0.567	0.553	0.338	0.54	0.4	0.148	0.087	0.059	0.104	0.489	0.385	0.124	0.436	0.113	0.117	0.369	0.168	0.097	0.29	0.273	0.479	0.447	0.124			
13	0.548	0.085	0.101	0.299	0.491	0.681	0.65	0.131	0.24	0.627	0.711	0.738	0.313	0.097	0.102	0.098	0.245	0.549	0.443	0.624	0.519	0.095	0.283	0.615	0.328	0.927	0.295	0.587	0.255	0.115			
14	0.88	0.09	0.061	0.63	0.638	0.635	0.367	0.526	0.263	0.599	0.343	0.414	0.333	0.06	0.101	0.063	0.112	0.239	0.275	0.427	0.312	0.571	0.967	1.008	0.348	0.598	0.65	0.293	0.839	0.105			
15	0.283	0.101	0.093	0.983	1.385	0.879	0.807	0.282	0.806	0.124	0.311	1.014	0.406	0.1	0.067	0.092	0.097	1.122	1.016	0.933	0.738	0.171	1.278	0.392	0.524	1.029	1.173	0.335	0.27	0.299			
16	0.637	0.06	0.078	0.174	1.088	0.939	0.459	0.668	0.462	0.167	0.193	0.409	0.124	0.107	0.094	0.112	0.126	0.508	0.187	0.915	0.736	0.121	0.465	0.183	0.18	0.32	0.846	0.339	0.147	0.252			
17	0.59	0.097	1.381	0.482	0.194	0.401	0.269	0.526	0.29	0.318	0.294	0.581	0.106	0.065	0.082	0.069	0.457	1.068	0.319	0.194	0.211	0.174	0.223	0.142	0.221	0.472	0.146	0.156	0.342	0.195			
18	0.092	0.118	0.499	0.556	0.455	0.14	0.219	0.545	0.189	0.186	0.172	0.437	0.177	0.098	0.079	0.097	1.081	0.178	0.229	0.417	0.173	0.169	0.82	0.176	0.509	0.725	0.121	0.134	0.347	0.24			
19	0.124	0.137	0.129	0.586	0.263	0.175	0.178	0.489	0.25	0.174	0.601	0.492	0.169	0.078	0.111	0.132	0.457	0.193	0.433	0.913	0.191	0.148	0.211	0.197	1.216	1.005	0.608	0.186	0.159	0.325			
20	0.076	0.073	0.621	0.272	0.425	0.311	0.283	0.746	0.151	0.579	0.491	0.731	0.085	0.082	0.072	0.112	0.403	0.191	0.362	0.456	0.392	0.674	0.123	0.216	0.529	0.608	0.274	0.33	0.178	0.116			
21	0.121	0.088	0.895	0.494	0.469	0.311	0.446	0.435	0.124	0.246	0.211	0.31	0.121	0.163	0.085	0.147	0.671	0.904	0.545	0.183	0.153	0.641	0.094	0.31	0.212	0.402	0.256	0.281	0.172	0.094			
22	0.07	0.096	0.209	0.365	0.314	0.282	0.209	0.186	0.137	0.193	0.196	0.224	0.068	0.083	0.098	0.11	0.266	0.288	0.202	0.146	0.171	0.23	0.115	0.178	0.226	0.313	0.545	0.343	0.122	0.116			
23	0.106	0.071	0.603	0.641	0.19	0.242	0.239	0.164	0.08	0.182	0.172	0.162	0.094	0.105	0.13	0.093	0.235	0.505	0.179	0.191	0.195	0.191	0.107	0.182	0.22	0.354	0.512	0.532	0.188	0.165			

Tabla 14. Consumo horario en abril (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO MAYO (kWh)																															
Hora	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0.112	0.135	0.843	0.186	0.17	0.165	0.178	0.12	0.182	0.212	0.205	0.198	0.153	0.1	0.208	0.213	0.211	0.202	0.192	0.21	0.186	0.271	0.313	0.23	0.251	0.177	0.173	0.104	0.189	0.225	0.269
1	0.113	0.124	0.164	0.133	0.132	0.152	0.173	0.145	0.139	0.153	0.154	0.192	0.168	0.148	0.262	0.209	0.165	0.19	0.253	0.131	0.202	0.237	0.213	0.162	0.202	0.176	0.153	0.219	0.203	0.182	0.116
2	0.12	0.162	0.12	0.116	0.097	0.181	0.137	0.153	0.126	0.149	0.157	0.165	0.215	0.172	0.836	0.214	0.158	0.151	0.188	0.149	0.189	0.259	0.154	0.114	0.142	0.16	0.154	0.213	0.17	0.168	0.141
3	0.088	0.146	0.116	0.108	0.138	0.115	0.124	0.125	0.116	0.132	0.149	0.141	0.152	0.127	0.209	0.181	0.15	0.144	0.16	0.169	0.149	0.241	0.135	0.205	0.166	0.152	0.151	0.126	0.127	0.138	0.145
4	0.138	0.135	0.143	0.116	0.132	0.143	0.09	0.128	0.121	0.129	0.134	0.13	0.113	0.121	0.18	0.127	0.15	0.154	0.142	0.144	0.145	0.203	0.128	0.145	0.218	0.124	0.139	0.123	0.184	0.131	0.145
5	0.121	0.114	0.138	0.128	0.108	0.139	0.167	0.124	0.17	0.183	0.179	0.17	0.2	0.143	0.154	0.126	0.211	0.141	0.134	0.171	0.156	0.159	0.135	0.117	0.136	0.121	0.128	0.153	0.188	0.145	0.115
6	0.119	0.127	0.157	0.216	0.188	0.243	0.171	0.151	0.165	0.161	0.231	0.158	0.214	0.158	0.161	0.219	0.284	0.197	0.254	0.311	0.184	0.151	0.173	0.289	0.246	0.249	0.23	0.207	0.174	0.224	0.253
7	0.115	0.137	0.222	0.177	0.13	0.152	0.109	0.111	0.116	0.175	0.168	0.14	0.128	0.184	0.125	0.218	0.264	0.128	0.141	0.142	0.133	0.129	0.176	0.137	0.173	0.168	0.138	0.125	0.139	0.205	0.208
8	0.115	0.151	0.233	0.32	0.288	0.207	0.102	0.104	0.215	0.302	0.303	0.262	0.194	0.173	0.166	0.307	0.246	0.346	0.236	0.244	0.191	0.139	0.323	0.296	0.302	0.165	0.16	0.109	0.12	0.232	0.22
9	0.097	0.138	0.116	0.408	0.246	0.257	0.133	0.113	0.296	0.125	0.133	0.171	0.133	0.156	0.192	0.136	0.165	0.157	0.125	0.155	0.15	0.156	0.139	0.105	0.134	0.135	0.178	0.166	0.633	0.15	0.102
10	0.197	0.099	0.37	0.445	0.442	0.917	0.537	0.117	0.35	0.12	0.156	0.149	0.145	0.652	0.142	0.106	0.123	0.183	0.119	0.129	0.146	0.151	0.107	0.15	0.134	0.148	0.125	0.3	0.138	0.155	0.129
11	0.481	0.118	0.357	0.205	0.504	0.416	1.015	0.275	0.243	0.117	0.139	0.184	0.181	0.638	0.187	0.114	0.186	0.228	0.151	0.174	0.19	0.873	0.137	0.187	0.183	0.488	0.21	0.563	0.113	0.181	0.134
12	0.404	0.197	0.247	0.179	0.517	0.272	0.412	1.033	0.149	0.116	0.138	0.175	0.146	1.275	1.093	0.125	0.152	0.149	0.173	0.172	0.148	0.43	0.123	0.111	0.154	0.123	0.145	0.524	0.431	0.141	0.329
13	0.306	0.419	0.591	0.679	0.394	0.217	0.852	0.496	0.155	0.126	0.115	0.38	0.127	1.527	1.009	0.328	0.434	0.141	0.417	0.23	1.549	0.901	0.522	0.238	0.425	0.446	0.137	0.246	0.674	0.224	0.206
14	1.297	0.578	0.541	0.239	0.583	0.43	0.655	0.395	0.465	0.324	0.666	0.451	0.635	0.377	0.357	1.011	0.332	0.315	0.233	1.115	0.618	0.612	0.318	0.415	0.546	0.233	0.621	0.179	0.16	0.767	0.622
15	0.123	0.546	0.713	0.846	1.143	0.465	0.919	0.435	1.021	0.311	0.293	0.296	0.52	0.444	0.358	0.54	0.342	0.537	0.333	0.236	0.626	0.227	0.773	0.576	0.535	0.604	0.816	0.448	0.152	0.762	0.218
16	0.117	0.171	0.4	1.502	0.687	0.224	0.231	0.445	0.256	0.518	0.232	0.659	0.579	1.318	0.245	0.231	0.403	0.816	0.262	0.194	1.136	0.318	0.296	0.379	0.361	0.636	0.401	0.317	0.161	0.337	0.284
17	0.181	0.318	0.209	0.389	0.242	0.338	0.216	0.391	0.196	0.212	0.342	0.237	0.261	0.256	0.184	0.238	0.176	0.223	0.128	0.198	0.267	0.212	0.23	0.259	0.376	0.548	0.268	0.221	0.227	0.168	0.239
18	0.209	0.382	0.708	0.17	0.19	0.277	0.194	0.183	0.332	0.148	0.292	0.105	0.239	0.313	0.237	0.212	0.298	0.326	0.257	0.363	0.405	0.248	0.73	0.289	0.212	1.052	0.287	0.316	0.42	0.274	0.479
19	0.186	0.276	1.366	0.311	0.149	0.162	0.392	0.214	0.507	0.161	0.439	0.133	0.165	0.431	0.451	0.18	0.172	0.143	0.135	0.324	0.606	0.878	0.208	0.286	0.756	0.275	0.254	0.251	0.182	0.225	0.401
20	0.14	0.325	0.735	0.463	0.318	0.27	0.202	0.27	0.168	0.152	0.197	1.115	0.214	0.248	0.447	0.338	0.258	0.143	0.176	0.287	0.462	0.187	0.239	0.331	0.481	0.722	0.948	0.266	0.192	0.213	0.321
21	0.124	0.477	0.359	0.473	0.666	0.16	0.107	0.272	0.123	0.594	0.456	0.313	0.153	0.407	0.332	0.34	1.647	1.206	0.297	0.189	0.217	0.224	1.142	0.246	0.805	0.291	0.158	0.251	0.21	0.447	0.476
22	0.092	0.279	0.352	0.244	0.484	0.157	0.112	0.275	0.232	0.284	0.426	0.267	0.133	0.308	0.278	0.358	0.682	0.368	0.243	0.174	0.316	0.294	0.228	0.372	0.273	0.254	0.163	0.783	0.663	0.36	0.218
23	0.119	0.19	0.239	0.196	0.203	0.186	0.115	0.224	0.25	0.244	0.282	0.186	0.105	0.274	0.232	0.249	0.247	0.246	0.244	0.173	0.357	0.275	0.215	0.3	0.207	0.279	0.156	0.164	0.309	0.372	0.309

Tabla 15. Consumo horario en mayo (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO JUNIO (kWh)																																	
Día																																	
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
0	0,268	0,176	0,261	0,18	0,133	0,275	0,191	0,296	0,258	0,14	0,168	0,124	0,352	0,258	0,911	1,415	0,516	0,197	0,225	0,32	0,193	0,337	0,378	0,34	0,151	0,231	0,258	0,199	0,2	0,296			
1	0,142	0,182	0,195	0,132	0,148	0,168	0,203	0,238	0,22	0,145	0,126	0,131	1,253	1,404	0,711	0,611	0,412	1,461	0,177	0,164	0,183	0,227	0,251	0,307	0,099	0,179	0,197	0,18	0,235	0,195			
2	0,165	0,137	0,13	0,161	0,116	0,211	0,134	0,151	0,155	0,174	0,144	0,167	1,03	1,63	1,192	0,401	0,262	2,002	0,159	0,104	0,171	0,205	0,146	0,179	0,157	0,13	0,142	0,163	0,154	0,147			
3	0,231	0,118	0,142	0,172	0,098	0,148	0,174	0,154	0,181	0,108	0,166	0,111	0,24	1,263	1,064	0,326	0,332	2,101	0,129	0,16	0,102	0,125	0,139	0,133	0,211	0,099	0,221	0,144	0,12	0,188			
4	0,137	0,139	0,152	0,191	0,132	0,123	0,171	0,166	0,161	0,229	0,103	0,123	0,241	0,37	1,136	0,317	0,244	2,004	0,167	0,138	0,127	0,155	0,147	0,153	0,115	0,115	0,174	0,111	0,141	0,159			
5	0,117	0,137	0,142	0,11	0,144	0,216	0,139	0,122	0,189	0,146	0,187	0,151	0,228	0,243	0,719	0,25	0,311	1,272	0,165	0,097	0,139	0,15	0,145	0,156	0,149	0,134	0,11	0,126	0,145	0,145			
6	0,307	0,24	0,279	0,19	0,149	0,251	0,253	0,279	0,176	0,22	0,2	0,117	0,196	0,225	0,463	0,311	0,257	0,414	0,213	0,172	0,18	0,115	0,156	0,156	0,129	0,102	0,178	0,171	0,153	0,112			
7	0,156	0,333	0,215	0,135	0,113	0,134	0,21	0,172	0,158	0,166	0,097	0,142	0,207	0,501	0,255	0,13	0,249	0,78	0,196	0,109	0,215	0,25	0,223	0,164	0,334	0,14	0,244	0,207	0,226	0,193			
8	0,235	0,162	0,161	0,106	0,125	0,237	0,265	0,301	0,825	0,198	0,138	0,154	0,283	0,669	0,303	0,302	0,183	0,529	0,18	0,144	0,256	0,209	0,285	0,213	0,426	0,128	0,249	0,331	0,237	0,261			
9	0,105	0,204	0,141	0,151	0,118	0,168	0,132	0,107	0,114	0,136	0,154	0,099	0,119	0,175	0,125	0,161	0,134	0,393	0,212	0,136	0,122	0,101	0,123	0,19	0,29	0,077	0,099	0,16	0,133	0,145			
10	0,15	0,128	0,105	0,137	0,088	0,134	0,124	0,149	0,125	0,176	0,107	0,131	0,138	0,22	0,177	0,186	0,216	0,335	0,783	0,145	0,11	0,196	0,101	0,136	0,191	0,131	0,135	0,139	0,132	0,119			
11	0,201	0,119	0,121	0,126	0,14	0,162	0,132	0,147	0,217	0,123	0,152	0,16	0,196	0,145	0,252	0,209	0,163	0,864	0,204	0,119	0,146	0,278	0,152	0,121	0,204	0,206	0,14	0,132	0,137	0,136			
12	0,155	0,129	0,132	0,11	0,171	0,174	0,176	0,23	0,278	0,168	0,139	0,112	0,155	0,317	0,222	0,216	0,351	1,19	0,836	0,17	0,488	0,244	0,213	0,178	0,097	0,154	0,099	0,126	0,262	0,137			
13	0,384	0,305	0,141	0,101	0,75	0,409	0,535	0,303	0,271	0,142	0,093	0,144	0,317	0,71	0,742	0,48	0,338	0,399	0,867	0,347	0,162	0,414	0,457	0,181	0,118	0,16	0,365	0,331	0,455	0,173			
14	0,183	0,729	0,85	0,492	0,305	0,251	0,761	0,422	0,485	0,75	0,155	0,152	0,915	0,335	0,632	1,117	0,663	1,336	0,579	1,216	0,663	0,565	0,709	1,083	0,623	0,543	0,614	0,36	0,79	0,652			
15	1,017	0,199	0,684	0,207	0,251	0,274	0,27	0,232	0,335	1,249	0,155	0,099	1,127	0,961	0,351	1,723	1,21	1,673	0,213	0,57	1,214	1,551	0,975	0,364	0,192	0,101	0,948	0,331	0,261	0,401			
16	0,329	0,216	0,371	0,164	1,02	0,219	0,285	0,183	0,192	0,27	0,103	0,141	1,156	1,527	0,306	2,5	1,218	1,445	0,23	0,347	0,19	0,779	0,891	0,25	0,123	0,136	0,194	0,195	0,253	0,627			
17	0,157	0,155	0,226	0,161	0,859	0,211	0,215	0,264	0,274	0,177	0,146	0,162	1,527	0,657	0,76	1,278	1,317	0,96	0,194	0,223	0,309	0,65	1,16	0,178	0,278	0,122	0,213	0,233	0,913	0,376			
18	0,226	0,307	0,211	0,283	0,272	0,744	0,242	1,14	0,227	0,383	0,138	0,11	0,906	0,609	1,245	1,327	1,241	0,652	0,544	0,699	0,547	0,343	0,419	0,181	0,167	0,086	0,887	0,222	1,084	0,967			
19	1,29	0,296	0,173	0,12	0,256	0,192	0,192	0,352	0,146	0,269	0,108	0,147	0,592	1,224	1,505	0,973	0,625	0,675	0,547	0,344	1,047	0,301	0,371	0,203	0,182	0,198	0,281	0,548	0,29	0,639			
20	0,743	0,213	0,175	0,115	0,618	0,172	0,165	0,235	0,138	0,164	0,145	0,368	0,323	0,677	0,98	0,729	1,045	0,185	0,569	0,509	0,868	0,649	0,165	0,185	0,184	0,167	0,276	0,269	0,231				
21	0,198	0,18	0,164	0,129	0,277	0,181	0,151	0,427	0,19	0,175	0,139	0,098	0,341	0,33	0,606	0,364	0,25	0,478	0,149	0,518	0,4	0,418	0,2	0,334	0,145	0,13	0,177	0,175	0,341	0,736			
22	0,229	0,323	1,276	0,124	0,28	0,351	0,515	0,333	0,123	0,138	0,109	0,226	0,378	0,27	0,734	1,234	0,157	0,271	0,197	0,297	0,324	0,531	0,509	0,625	0,265	0,196	0,244	0,301	0,376	0,471			
23	0,18	0,183	0,309	0,1	0,243	0,26	0,301	0,2	0,171	0,121	0,149	0,427	0,296	0,83	0,303	0,505	0,179	0,216	0,173	0,258	0,239	0,195	0,328	0,152	0,262	0,478	0,187	0,339	0,374	0,326			

Tabla 16. Consumo horario en junio (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO JULIO (kWh)																																
Día																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Hora	0	0.347	0.12	0.253	0.782	0.35	0.259	0.302	0.385	0.223	0.162	0.447	0.441	0.339	0.509	2.681	0.135	0.108	1.134	0.674	0.756	0.675	0.207	0.178	0.167	0.224	0.814	0.848	0.413	0.726	0.135	0.218
	1	0.216	0.138	0.181	0.357	0.33	0.366	0.261	0.282	0.324	0.174	0.427	0.375	0.363	0.471	2.979	0.181	0.189	1.402	1.089	0.828	0.963	0.864	0.204	0.218	1.083	0.68	0.719	0.843	0.392	0.171	0.162
	2	0.206	0.124	0.141	0.302	0.262	0.315	0.21	0.35	0.239	0.241	0.381	0.355	0.338	0.405	2.998	0.129	0.115	0.78	0.507	0.661	0.384	0.738	0.131	0.186	0.917	0.2	0.512	0.433	0.172	0.162	0.139
	3	0.192	0.135	0.162	0.167	0.339	0.268	0.131	0.363	0.171	0.194	0.351	0.279	0.406	0.357	2.358	0.224	0.154	0.172	0.202	0.681	0.194	0.578	0.179	0.187	0.235	0.153	0.445	0.474	0.132	0.123	0.16
	4	0.149	0.207	0.205	0.227	0.211	0.365	0.247	0.251	0.166	0.175	0.342	0.32	0.352	0.299	1.05	0.155	0.14	0.667	0.138	0.298	0.16	0.478	0.16	0.387	0.176	0.857	0.468	0.452	0.129	0.133	0.179
	5	0.18	0.185	0.234	0.184	0.206	0.288	0.167	0.306	0.258	0.2	0.229	0.308	0.304	0.258	1.174	0.131	0.121	0.945	0.514	0.228	0.83	0.506	0.144	1.538	0.535	0.801	0.434	0.348	0.167	0.174	0.142
	6	0.201	0.15	0.212	0.164	0.183	0.244	0.159	0.202	0.262	0.21	0.286	0.315	0.263	0.34	0.612	0.182	0.171	0.896	0.792	0.753	0.514	0.402	0.191	1.099	0.568	0.137	0.397	0.362	0.173	0.169	0.12
	7	0.195	0.22	0.293	0.263	0.248	0.286	0.267	0.24	0.214	0.235	0.268	0.513	0.322	0.418	0.347	0.113	0.103	0.245	0.246	0.569	0.422	0.21	1.408	1.05	0.535	0.198	0.399	0.252	0.44	0.571	0.649
	8	0.191	0.186	0.226	0.326	0.319	0.245	0.28	0.262	0.187	0.169	0.298	0.418	0.574	0.352	0.291	0.166	0.154	0.182	0.223	0.174	0.24	0.18	1.144	0.974	0.16	0.161	0.138	0.12	0.198	0.698	0.21
	9	0.142	0.142	0.129	0.131	0.118	0.176	0.126	0.109	0.176	0.277	0.306	0.475	0.206	0.261	0.242	0.142	0.144	0.157	0.132	0.128	0.124	0.125	0.803	0.181	0.266	0.167	0.195	0.147	0.149	0.6	1.013
	10	0.118	0.172	0.117	0.164	0.173	0.157	0.188	0.358	0.169	0.321	0.175	0.516	0.206	0.193	0.175	0.133	0.118	0.111	0.178	0.19	0.183	0.182	0.774	0.346	0.163	0.174	0.14	0.166	0.167	0.553	0.767
	11	0.103	0.148	0.292	0.097	0.149	0.203	0.207	0.495	0.271	0.197	0.449	0.636	0.206	1.05	0.26	0.17	0.179	0.176	0.16	0.143	0.149	0.131	0.421	0.463	0.205	0.126	0.168	0.12	0.16	0.482	0.512
	12	0.158	0.193	0.712	0.164	0.413	0.203	0.148	0.13	0.613	0.248	0.521	1.498	0.204	0.206	0.155	0.108	0.111	0.124	0.132	0.215	0.137	0.164	0.128	1.17	0.13	0.19	0.164	0.207	0.131	0.496	0.228
	13	0.145	0.476	0.477	0.27	0.25	0.394	0.446	0.272	1.553	0.21	0.999	0.719	0.517	1.138	0.188	0.181	0.163	0.164	0.206	0.199	0.198	0.18	0.184	0.57	0.219	0.141	0.159	0.188	0.156	0.289	0.521
	14	0.531	0.783	0.956	0.825	0.549	0.686	0.634	0.755	1.929	0.662	1.293	0.987	0.731	1.524	0.659	0.513	0.527	0.547	0.525	0.499	0.502	0.511	0.444	0.527	0.6	0.542	0.502	0.448	0.478	0.821	1.266
	15	0.32	0.776	0.981	0.366	1.076	1.068	0.883	0.297	1.792	0.31	0.99	0.709	1.381	0.773	0.441	0.135	0.121	0.295	0.378	0.328	0.182	0.196	0.985	0.544	0.295	0.35	0.46	1.063	0.164	0.591	0.974
	16	1.154	0.991	0.396	0.843	0.227	0.656	1.632	1.398	1.361	1.237	0.314	1.439	1.203	1.237	0.539	0.16	0.187	1.395	0.276	0.607	0.161	0.143	0.352	0.248	0.356	0.746	0.285	0.272	0.124	0.362	1.332
	17	0.616	0.193	0.839	1.139	1.048	0.913	1.227	1.359	0.362	1.348	0.467	1.229	0.324	0.832	1.369	0.103	0.17	0.397	0.334	1.181	0.199	0.16	1.257	0.328	0.333	1.162	0.193	0.246	0.142	0.337	1.071
	18	0.243	0.964	0.767	0.778	1.017	1.209	1.357	0.951	0.189	1.464	1.57	1.152	1.341	0.477	0.665	0.182	1.255	1.235	0.225	1.446	0.225	0.183	1.4	1.41	0.262	1.226	0.478	1.381	0.17	0.298	1.301
	19	0.336	0.54	0.855	0.541	0.739	0.578	1.481	0.249	0.203	1.291	1.614	0.775	0.422	0.366	0.478	0.12	0.831	1.327	1.489	1.578	0.126	0.315	1.284	1.306	1.455	1.648	1.524	0.192	0.161	0.17	0.559
	20	0.19	0.777	0.468	0.256	0.379	0.322	0.574	0.216	0.209	0.433	1.494	0.285	0.332	2.474	0.2	0.159	1.347	0.689	0.738	1.166	0.272	0.265	0.222	0.362	0.777	1.389	0.714	0.198	0.137	0.528	0.722
	21	0.204	0.241	0.608	0.208	0.258	0.238	0.273	0.369	0.125	1.152	0.394	0.303	0.491	1.65	0.196	0.148	0.678	0.564	0.208	0.966	0.209	0.399	0.208	0.246	0.315	0.977	0.104	0.81	0.163	0.226	0.481
	22	0.162	0.163	0.278	0.2	0.184	0.324	0.373	0.181	0.15	0.367	0.375	0.269	0.455	0.219	0.195	0.134	0.292	0.328	0.399	0.733	0.213	0.374	0.275	0.254	0.229	0.442	0.162	0.524	0.236	0.231	0.527
	23	0.112	0.127	0.382	0.294	0.229	0.317	0.298	0.261	0.237	0.287	0.484	0.471	0.447	0.233	0.169	0.171	0.744	0.639	0.165	0.217	0.131	0.239	0.276	0.249	0.17	0.753	0.154	0.285	0.153	0.203	0.416

Tabla 17. Consumo horario en julio (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO AGOSTO (kWh)																															
Hora	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0.811	1.066	0.327	0.301	0.268	0.23	0.29	0.294	0.251	0.32	0.201	0.355	0.736	0.245	0.206	0.37	0.216	0.21	0.156	0.122	0.15	0.145	0.209	0.524	0.246	0.299	0.244	0.232	0.282	0.317	0.194
1	2.211	0.648	0.343	0.602	0.648	0.183	0.233	0.242	0.284	0.25	0.275	0.383	0.396	0.175	0.152	0.343	0.217	0.211	0.324	0.124	0.146	0.231	0.131	0.243	0.243	0.242	0.181	0.297	0.255	0.296	0.265
2	1.933	0.572	0.283	0.876	0.628	0.181	0.252	0.264	0.288	0.231	0.318	0.239	0.248	0.162	0.151	0.193	0.212	0.614	0.283	0.165	0.177	0.226	0.208	0.234	0.28	0.238	0.129	0.179	0.247	0.207	0.198
3	1.911	0.685	0.585	1.349	0.887	0.164	0.261	0.313	0.256	0.182	0.255	0.233	0.193	0.158	0.145	0.175	0.208	0.215	0.257	0.195	0.184	0.182	0.242	0.228	0.267	0.229	0.141	0.177	0.209	0.239	0.14
4	0.75	1.017	0.746	1.229	0.739	0.168	0.233	0.311	0.199	0.192	0.249	0.222	0.202	0.141	0.165	0.215	0.189	0.2	0.195	0.193	0.156	0.194	0.264	0.238	0.236	0.238	0.16	0.125	0.214	0.248	0.157
5	0.742	0.537	0.21	0.861	0.645	0.533	0.236	0.266	0.19	0.191	0.24	0.196	0.193	0.15	0.161	0.153	0.19	0.191	0.115	0.197	0.115	0.196	0.241	0.238	0.268	0.242	0.155	0.138	0.152	0.281	0.162
6	0.394	0.327	0.234	0.653	0.511	0.217	0.226	0.235	0.239	0.242	0.215	0.188	0.188	0.168	0.168	0.157	0.186	0.202	0.132	0.134	0.15	0.154	0.237	0.242	0.252	0.259	0.136	0.144	0.143	0.192	0.172
7	0.326	0.341	0.288	0.649	0.459	0.93	0.273	0.25	0.269	0.264	0.24	0.223	0.169	0.18	0.155	0.215	0.175	0.123	0.18	0.121	0.142	0.161	0.703	0.262	0.278	0.283	0.656	0.137	0.183	0.186	0.187
8	0.232	0.309	0.294	0.413	0.305	0.532	0.704	0.357	0.215	0.276	0.257	0.237	0.176	0.181	0.159	0.241	0.238	0.221	0.176	0.187	0.255	0.207	0.584	0.251	0.303	0.167	0.156	0.161	0.28	0.245	0.283
9	0.135	0.174	0.241	0.241	0.67	0.217	0.467	0.164	0.133	0.143	0.221	0.141	0.167	0.17	0.169	0.147	0.196	0.131	0.124	0.222	0.281	0.223	0.441	0.18	0.149	0.164	0.126	0.139	0.249	0.139	0.168
10	0.557	0.222	0.229	0.301	0.294	0.31	0.258	0.144	0.144	0.129	0.124	0.151	0.189	0.174	0.179	0.149	0.133	0.137	0.104	0.196	0.431	0.319	0.176	0.181	0.126	0.155	0.208	0.262	0.14	0.155	0.12
11	0.172	0.19	0.675	0.325	0.646	1.371	0.271	0.151	0.207	0.133	0.13	0.146	0.176	0.185	0.185	0.145	0.128	0.171	0.12	0.629	0.721	0.136	0.307	0.242	0.121	0.138	0.278	0.548	0.137	0.258	0.123
12	0.148	0.18	0.815	0.374	0.174	0.845	0.533	0.138	0.185	0.703	0.14	0.141	0.587	0.243	0.228	0.177	0.12	0.181	0.343	0.382	1.131	0.369	0.356	0.186	0.221	0.19	0.176	1.154	0.143	0.249	0.189
13	1.455	0.906	0.405	0.61	0.75	0.273	0.25	0.741	0.392	0.25	0.484	0.158	0.564	0.18	0.154	0.487	0.56	0.315	1.47	0.223	0.45	0.249	0.201	0.375	0.51	0.188	0.224	1.415	0.561	0.637	0.544
14	1.089	1.875	1.277	0.595	0.755	0.802	0.929	0.694	0.722	0.684	0.573	0.646	0.536	0.507	0.512	0.656	0.684	1.24	1.816	1.651	2.245	2.445	2.282	2.432	2.308	2.341	2.76	2.241	2.565	2.625	2.266
15	0.42	0.762	1.833	1.227	1.631	1.485	0.931	0.328	0.555	1.108	0.425	0.365	0.603	0.374	0.532	0.599	0.333	0.348	0.653	0.644	0.597	1.374	0.778	0.78	0.915	0.731	0.625	0.426	0.505	0.711	0.738
16	1.563	0.434	0.375	2.007	1.402	1.466	0.644	0.55	0.787	0.872	0.293	0.262	1.464	0.232	0.536	0.543	0.376	0.361	1.028	0.669	0.906	0.697	0.812	1.492	0.937	0.23	0.202	0.316	0.495	0.381	0.146
17	0.739	0.314	0.74	1.672	1.184	1.364	0.589	0.209	0.26	0.273	0.232	0.258	1.402	0.226	0.979	0.269	0.245	0.168	0.569	0.359	1.385	0.634	0.349	0.773	0.324	0.225	0.215	0.218	0.334	0.308	0.147
18	0.328	0.304	0.459	1.631	0.461	0.98	0.433	0.367	0.271	0.262	0.342	0.302	0.939	0.209	0.476	0.165	0.209	0.155	0.286	0.479	1.056	0.847	0.644	0.268	0.312	0.254	0.18	0.373	0.983	0.47	0.303
19	1.592	1.05	1.411	1.504	0.294	0.45	0.478	0.986	1.582	0.371	0.192	0.143	0.752	0.154	0.28	0.167	1.405	0.135	0.524	0.946	1.208	0.983	1.007	0.254	0.183	0.219	0.321	0.254	0.238	0.492	0.365
20	0.673	0.293	0.688	0.878	0.291	0.476	0.376	0.244	0.362	0.312	0.295	0.155	0.901	0.138	0.594	0.301	0.156	0.146	0.163	1.11	0.287	0.982	0.388	0.555	0.543	0.152	0.354	0.224	0.184	0.276	0.236
21	0.306	0.463	1.108	0.389	0.232	0.309	0.307	0.249	0.252	0.326	0.312	0.176	0.655	0.121	0.902	0.165	0.715	0.919	0.642	0.664	1.179	0.21	0.369	0.323	0.342	0.167	0.298	0.241	0.321	0.487	0.286
22	0.43	0.383	0.664	0.459	0.287	0.446	0.292	0.509	0.26	0.382	0.474	1.007	1.084	0.125	0.379	0.2	0.244	0.359	0.248	0.225	0.155	0.216	1.02	0.206	0.205	0.162	0.298	0.319	0.346	0.276	0.268
23	0.417	0.369	0.336	0.475	0.203	0.247	0.235	0.254	0.236	0.202	0.347	1.467	0.295	0.137	0.323	0.226	0.194	0.171	0.14	0.148	0.132	0.189	1.032	0.285	0.164	0.229	0.262	0.276	0.338	0.266	0.261

Tabla 18. Consumo horario en agosto (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO SEPTIEMBRE (kWh)																														
Día																														
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	0.206	0.26	0.131	0.141	0.12	0.186	0.223	0.202	0.204	0.221	0.103	0.171	0.315	0.221	0.257	0.266	0.194	0.195	0.33	0.234	0.321	0.2	0.212	0.246	0.219	0.208	0.26	0.255	0.261	0.175
1	0.211	0.204	0.135	0.122	0.124	0.156	0.241	0.217	0.169	0.205	0.11	0.254	0.243	0.185	0.179	0.171	0.276	0.112	0.211	0.177	0.188	0.201	0.166	0.221	0.214	0.173	0.198	0.168	0.155	0.133
2	0.191	0.189	0.146	0.105	0.142	0.145	0.228	0.178	0.168	0.218	0.144	0.307	0.176	0.206	0.129	0.113	0.276	0.135	0.158	0.151	0.225	0.17	0.141	0.13	0.156	0.171	0.163	0.178	0.129	0.155
3	0.168	0.177	0.153	0.122	0.127	0.139	0.156	0.138	0.15	0.142	0.135	0.272	0.134	0.156	0.141	0.125	0.211	0.126	0.188	0.137	0.162	0.133	0.13	0.13	0.139	0.131	0.127	0.151	0.124	0.145
4	0.15	0.187	0.204	0.126	0.101	0.118	0.141	0.131	0.145	0.122	0.127	0.152	0.138	0.203	0.131	0.141	0.163	0.131	0.165	0.149	0.153	0.127	0.086	0.204	0.13	0.132	0.139	0.156	0.192	0.129
5	0.139	0.184	0.129	0.123	0.181	0.113	0.13	0.141	0.146	0.127	0.126	0.153	0.138	0.161	0.117	0.125	0.133	0.121	0.187	0.138	0.14	0.125	0.088	0.175	0.141	0.12	0.198	0.117	0.162	0.107
6	0.137	0.159	0.111	0.127	0.137	0.404	0.139	0.2	0.169	0.14	0.12	0.169	0.127	0.169	0.137	0.111	0.115	0.127	0.173	0.147	0.128	0.153	0.104	0.139	0.147	0.172	0.127	0.111	0.152	0.126
7	0.194	0.168	0.109	0.141	0.13	0.389	0.204	0.194	0.168	0.133	0.117	0.173	0.126	0.118	0.405	0.206	0.103	0.127	0.195	0.168	0.166	0.327	0.19	0.179	0.153	0.27	0.171	0.178	0.264	0.369
8	0.237	0.244	0.14	0.116	0.122	0.213	0.224	0.224	0.155	0.175	0.129	0.241	0.233	0.243	0.215	0.126	0.187	0.135	0.223	0.217	0.209	0.221	0.235	0.198	0.217	0.231	0.205	0.222	0.222	0.134
9	0.124	0.137	0.137	0.1	0.13	0.112	0.126	0.126	0.125	0.13	0.133	0.146	0.126	0.111	0.124	0.12	0.143	0.119	0.213	0.183	0.127	0.134	0.119	0.143	0.12	0.123	0.111	0.167	0.122	0.117
10	0.693	0.118	0.123	0.116	0.12	0.117	0.126	0.13	0.126	0.137	0.143	0.132	0.107	0.143	0.121	0.116	0.14	0.118	0.129	0.115	0.115	0.121	0.124	0.238	0.223	0.117	0.104	0.112	0.121	0.119
11	0.201	0.124	0.125	0.139	0.102	0.192	0.148	0.145	0.158	0.131	0.108	0.195	0.108	0.145	0.122	0.117	0.132	0.124	0.124	0.112	0.122	0.119	0.137	0.163	0.143	0.115	0.107	0.098	0.125	0.121
12	0.21	0.184	0.136	0.126	0.111	0.587	0.13	0.132	0.311	0.111	0.1	0.146	0.145	0.163	0.134	0.108	0.101	0.124	0.12	0.194	0.133	0.124	0.135	0.131	1.283	0.107	0.107	0.123	0.134	0.106
13	0.455	0.163	0.116	0.12	0.136	0.265	0.306	0.279	1.512	0.123	0.147	0.431	0.156	0.167	0.148	0.127	0.319	0.144	0.242	0.268	0.458	0.263	0.144	0.163	1.64	0.528	0.408	0.344	0.238	0.211
14	2.291	2.251	0.106	0.124	0.136	2.138	2.249	2.096	1.949	1.828	0.766	2.174	1.944	2.08	2.237	1.999	1.022	2.593	0.064	2.073	2.018	1.983	1.956	2.782	2.16	2.155	1.524	2.069	1.906	1.836
15	1.142	1.488	0.121	0.118	0.121	0.228	0.634	0.429	0.339	0.142	0.139	0.869	1.388	1.759	0.912	1.205	0.191	0.959	0.911	1.474	1.748	1.179	1.157	1.46	1.585	1.162	0.44	1.952	2.2	1.783
16	0.264	0.284	0.142	0.108	0.112	0.399	0.371	0.454	0.197	0.204	0.103	0.366	0.499	0.271	0.136	0.183	0.168	0.195	0.246	0.242	0.245	0.244	0.225	0.667	0.361	0.207	0.268	0.178	0.322	0.137
17	0.631	0.291	0.133	0.115	0.118	0.235	0.264	0.322	0.192	0.144	0.103	0.306	0.287	0.559	0.139	0.262	0.23	0.621	0.62	0.184	0.228	0.189	0.195	0.195	0.147	0.21	0.199	0.165	0.17	0.152
18	0.243	0.199	0.123	0.135	0.143	0.197	0.213	0.291	0.23	0.128	0.147	0.342	0.757	0.635	0.14	0.123	0.283	0.274	0.222	0.281	0.624	0.189	0.223	1.052	0.225	0.17	0.205	0.108	0.182	0.164
19	0.145	0.18	0.121	0.14	2.067	0.194	0.267	0.204	0.145	0.107	0.173	0.737	0.695	0.237	0.132	0.129	0.151	0.17	0.351	0.179	0.216	0.163	0.208	0.199	0.303	0.185	0.153	0.442	0.553	0.19
20	0.184	0.16	0.122	0.122	1.01	0.231	0.935	0.174	0.187	0.115	0.155	0.521	0.466	0.588	0.128	0.137	0.104	0.727	0.293	0.77	0.152	0.17	0.221	0.27	0.135	0.26	0.41	0.552	0.426	0.177
21	0.386	0.139	0.108	0.104	0.648	0.455	0.414	0.293	0.295	0.136	0.24	0.229	0.199	0.399	0.114	0.125	0.109	0.689	0.381	0.258	0.349	0.307	0.561	0.263	0.141	0.587	0.594	0.216	0.698	0.148
22	0.208	0.138	0.125	0.119	0.216	0.276	0.314	0.222	0.279	0.146	0.271	0.176	0.253	0.247	0.161	0.137	0.133	0.238	0.274	0.476	0.251	0.317	0.369	0.276	0.379	0.232	0.281	0.274	0.315	0.124
23	0.241	0.127	0.138	0.123	0.245	0.239	0.25	0.226	0.195	0.133	0.186	0.348	0.221	0.369	0.212	0.144	0.144	0.262	0.223	0.216	0.309	0.24	0.197	0.223	0.262	0.24	0.29	0.239	0.256	0.103

Tabla 19. Consumo horario en septiembre (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO OCTUBRE (kWh)																																
Hora	Día																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
0	0.173	0.172	0.206	1.918	1.914	0.591	0.202	0.181	0.194	0.268	0.195	0.153	0.196	0.254	0.236	0.245	0.276	0.278	0.289	0.216	0.306	0.162	0.252	0.264	0.403	0.241	0.188	0.265	0.202	0.12	0.305	
1	0.165	0.175	0.144	1.952	0.681	0.159	0.151	0.15	0.196	0.263	0.133	0.167	0.162	0.132	0.241	0.112	0.19	0.199	0.172	0.135	0.207	0.112	0.242	0.18	0.186	0.146	0.141	0.147	0.134	0.117	0.262	
2	0.13	0.133	0.133	0.623	0.139	0.519	0.343	0.591	0.182	0.143	0.136	0.153	0.137	0.119	0.155	0.137	0.153	0.183	0.151	0.124	0.148	0.12	0.178	0.15	0.128	0.137	0.135	0.133	0.118	0.115	0.205	
3	0.13	0.13	0.126	0.125	0.13	0.15	0.36	0.145	1.825	0.146	0.128	0.166	0.133	0.117	0.119	0.135	0.113	0.15	0.205	0.126	0.147	0.124	0.195	0.15	0.127	0.14	0.135	0.132	0.184	0.114	0.144	
4	0.1	0.129	0.123	0.139	0.132	0.145	0.123	0.122	1.744	0.137	0.138	0.206	0.138	0.13	0.105	0.117	0.11	0.127	0.142	0.135	0.128	0.123	0.193	0.136	0.2	0.123	0.2	0.126	0.122	0.118	0.131	
5	0.113	0.119	0.135	0.137	0.33	0.13	0.13	0.126	0.127	0.134	0.13	0.18	0.12	0.116	0.116	0.28	0.124	0.133	0.129	0.127	0.111	0.126	0.181	0.111	0.147	0.119	0.136	0.124	0.12	0.11	0.14	
6	0.185	0.106	0.148	0.573	0.38	0.678	0.53	0.176	0.137	0.148	0.137	0.125	0.129	0.131	0.141	0.13	0.169	0.159	0.15	0.138	0.139	0.106	0.173	0.137	0.137	0.157	0.117	0.16	0.145	0.12	0.102	0.119
7	0.154	0.117	0.188	0.868	0.716	1.157	1.192	0.592	0.197	0.307	0.376	0.11	0.261	0.353	0.134	0.184	0.295	0.157	0.173	0.255	0.35	0.236	0.167	0.322	0.303	0.248	0.312	0.277	0.177	0.117	0.108	
8	0.129	0.156	0.19	0.132	1.73	1.283	1.886	0.116	0.203	0.182	0.214	0.222	0.263	0.306	0.146	0.198	0.264	0.234	0.331	0.269	0.235	0.181	0.207	0.272	0.258	0.375	0.203	0.322	0.134	0.132	0.38	
9	0.253	0.194	0.115	0.142	0.713	0.126	0.541	0.158	0.211	0.114	0.13	0.211	0.117	0.113	0.19	0.148	0.119	0.122	0.124	0.183	0.121	0.112	0.177	0.119	0.121	0.114	0.129	0.12	0.11	0.12	0.18	
10	0.174	0.124	0.183	0.583	0.138	0.109	0.136	0.237	0.228	0.12	0.115	0.16	0.112	0.121	0.231	0.22	0.109	0.132	0.111	0.13	0.128	0.107	0.153	0.118	0.126	0.109	0.123	0.121	0.118	0.107	0.13	
11	0.194	0.108	0.122	0.12	0.135	0.524	0.108	0.155	0.617	0.135	0.115	0.821	0.115	0.129	0.159	0.152	0.106	0.138	0.111	0.13	0.136	0.111	0.2	0.124	0.119	0.123	0.119	0.156	0.113	0.098	0.13	
12	1.98	0.724	0.134	0.119	0.268	0.125	0.109	1.154	0.587	0.131	0.102	0.717	0.123	0.115	0.14	1.955	0.126	0.185	0.117	0.12	0.108	0.132	0.109	0.12	0.1	0.131	0.122	0.168	0.118	0.114	0.112	
13	2.139	0.734	0.29	0.391	0.48	0.228	0.561	1.312	0.707	0.147	0.441	0.168	0.28	0.113	0.212	0.324	0.213	0.366	0.239	0.375	0.096	0.216	0.1	0.535	0.271	0.326	0.434	0.128	0.12	0.117	0.094	
14	1.901	0.292	0.493	0.291	0.17	0.463	0.172	0.329	0.263	0.256	0.166	0.973	0.464	0.717	0.321	0.416	0.151	0.369	0.208	0.336	0.762	0.136	0.112	0.212	0.539	0.265	0.186	0.172	0.092	0.131	0.248	
15	1.89	0.273	0.188	0.735	0.612	0.218	0.274	0.588	0.191	1.606	0.18	0.279	0.802	0.284	0.256	0.237	0.697	0.505	0.742	0.303	0.558	0.099	0.119	0.824	0.368	0.166	0.193	0.331	0.112	0.097	0.515	
16	1.652	0.236	0.19	0.214	0.194	0.648	0.2	0.326	0.23	0.617	0.167	0.331	0.196	0.19	0.435	0.268	0.371	0.215	0.335	0.427	0.893	0.194	0.186	0.178	0.218	0.185	0.527	0.286	0.13	0.117	0.477	
17	0.183	0.295	0.271	0.576	0.175	0.456	0.165	0.187	0.791	0.166	0.257	0.188	0.161	0.181	0.579	0.249	0.195	0.241	0.266	0.146	0.491	0.211	0.102	0.159	0.178	0.525	0.422	0.235	0.126	0.117	0.193	
18	0.226	0.26	0.178	0.401	0.593	0.214	0.202	0.508	0.193	0.139	0.185	0.241	0.64	0.196	0.232	0.435	0.184	0.157	0.23	0.132	0.246	0.195	0.093	0.131	0.149	0.155	0.203	0.216	0.121	0.125	0.193	
19	0.152	0.128	0.197	1.958	0.291	0.144	1.587	0.498	0.259	0.2	0.2	0.696	0.581	0.274	0.295	0.569	0.36	0.218	0.628	0.138	0.491	0.131	0.117	0.244	0.191	0.442	0.283	0.531	0.089	0.125	0.172	
20	0.183	0.683	0.29	1.371	0.213	0.872	1.141	0.558	0.27	0.386	0.587	0.527	0.199	0.199	0.185	0.228	0.225	0.385	0.504	0.54	0.233	0.143	0.644	0.756	0.937	0.644	0.353	0.357	0.164	0.478	0.153	
21	0.606	0.452	1.274	0.942	0.218	0.48	0.218	0.282	0.28	0.346	0.589	0.461	0.623	0.181	0.417	0.469	0.198	0.413	0.598	0.216	0.261	0.151	0.391	0.439	0.505	0.818	0.305	0.246	0.154	0.347	0.199	
22	0.266	0.352	1.973	0.605	0.83	0.307	0.681	0.278	0.237	0.325	0.211	0.289	0.282	0.196	0.184	0.179	0.217	0.363	0.227	0.243	0.18	0.226	0.286	0.222	0.251	0.229	0.266	0.191	0.116	0.536	0.232	
23	0.284	0.3	1.981	1.301	0.877	0.713	0.155	0.223	0.239	0.283	0.111	0.207	0.196	0.186	0.212	0.255	0.22	0.273	0.207	0.222	0.17	0.212	0.218	0.271	0.255	0.25	0.246	0.159	0.114	0.278	0.247	

Tabla 20. Consumo horario en octubre (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO NOVIEMBRE (kWh)																																		
Día																																		
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
0	0.181	0.235	0.175	0.165	0.092	0.161	0.236	0.206	0.27	0.217	0.196	0.19	0.203	0.174	0.35	0.203	0.201	0.177	0.152	0.183	0.15	0.187	0.205	0.15	0.172	0.214	0.177	0.182	0.238	0.158				
1	0.184	0.175	0.156	0.159	0.141	0.134	0.121	0.149	0.225	0.146	0.148	0.123	0.137	0.151	0.163	0.137	0.147	0.129	0.151	0.147	0.133	0.17	0.131	0.137	0.163	0.192	0.129	0.152	0.112	0.11				
2	0.162	0.122	0.131	0.135	0.15	0.114	0.121	0.121	0.146	0.111	0.144	0.102	0.094	0.135	0.14	0.12	0.146	0.099	0.123	0.103	0.122	0.136	0.121	0.076	0.14	0.149	0.151	0.145	0.124	0.124				
3	0.13	0.118	0.115	0.118	0.096	0.126	0.121	0.151	0.125	0.102	0.099	0.128	0.114	0.135	0.135	0.132	0.135	0.131	0.095	0.113	0.127	0.109	0.115	0.135	0.101	0.111	0.14	0.122	0.127	0.132				
4	0.122	0.139	0.112	0.113	0.092	0.118	0.119	0.148	0.137	0.113	0.097	0.138	0.111	0.188	0.138	0.128	0.12	0.138	0.118	0.111	0.098	0.121	0.119	0.111	0.151	0.126	0.086	0.104	0.126	0.132				
5	0.142	0.127	0.143	0.194	0.104	0.125	0.09	0.12	0.106	0.125	0.114	0.137	0.104	0.129	0.127	0.137	0.115	0.11	0.119	0.168	0.106	0.118	0.116	0.261	0.192	0.183	0.131	0.196	0.187	0.232				
6	0.144	0.125	0.158	0.159	0.122	0.101	0.094	0.127	0.129	0.122	0.119	0.096	0.101	0.116	0.143	0.11	0.121	0.102	0.104	0.097	0.124	0.178	0.203	0.232	0.309	0.096	0.096	0.228	0.26	0.254				
7	0.238	0.167	0.374	0.44	0.131	0.157	0.37	0.302	0.174	0.323	0.259	0.16	0.175	0.293	0.349	0.344	0.393	0.382	0.143	0.17	0.499	0.398	0.416	0.288	0.338	0.123	0.176	0.345	0.348	0.346				
8	0.111	0.247	0.189	0.169	0.091	0.115	0.144	0.086	0.286	0.095	0.087	0.111	0.111	0.081	0.211	0.255	0.197	0.196	0.14	0.108	0.114	0.093	0.19	0.23	0.191	0.519	0.104	0.195	0.173	0.193				
9	0.394	0.231	0.132	0.093	0.116	0.143	0.07	0.102	0.078	0.081	0.08	0.129	0.102	0.118	0.117	0.107	0.103	0.119	0.116	0.099	0.099	0.1	0.1	0.105	0.131	0.652	0.129	0.103	0.098	0.091				
10	0.615	0.103	0.128	0.103	0.703	0.139	0.12	0.102	0.102	0.107	0.099	0.313	0.227	0.108	0.102	0.12	0.104	0.106	0.176	0.227	0.099	0.101	0.096	0.09	0.07	0.68	1.158	0.078	0.104	0.107				
11	0.498	0.095	0.181	0.131	0.398	0.62	0.117	0.118	0.103	0.1	0.115	0.152	0.409	0.103	0.105	0.112	0.105	0.378	0.244	0.541	0.096	0.096	0.086	0.115	0.122	1.268	0.139	0.1	0.093	0.103				
12	0.199	0.108	0.113	0.115	0.239	0.439	0.068	0.084	0.096	0.101	0.108	0.119	0.461	0.084	0.095	0.084	0.116	0.246	1.147	1.317	0.096	0.089	0.106	0.089	0.107	1.041	0.135	0.115	0.096	0.096				
13	0.182	0.245	0.425	0.115	0.17	0.163	0.108	0.148	0.088	0.101	0.084	0.988	0.363	0.094	0.454	0.244	0.476	0.186	1.387	0.74	0.206	0.203	0.461	0.334	0.097	0.481	0.131	0.53	0.422	0.379				
14	0.557	0.231	0.274	0.876	0.637	0.357	0.523	0.697	0.109	0.097	0.242	1.621	0.175	0.678	0.233	0.133	0.195	0.875	0.332	0.255	0.337	0.374	0.176	0.358	0.215	0.172	0.424	0.369	0.185	0.861				
15	0.253	0.312	0.376	0.463	0.401	0.299	0.243	0.349	0.205	0.331	0.198	0.252	0.248	0.438	1.185	0.523	0.29	0.39	0.617	0.376	0.231	0.301	0.571	0.414	0.397	0.348	0.235	1.077	0.716	0.278				
16	0.164	0.159	0.167	0.192	0.225	0.164	0.349	0.204	0.147	0.254	0.162	0.148	0.558	0.571	0.163	0.148	0.161	0.267	0.196	0.48	0.269	0.156	0.227	0.205	0.132	0.268	0.203	0.283	0.807	0.155				
17	0.166	0.189	0.13	0.161	0.26	0.169	0.152	0.19	0.191	0.174	0.207	0.255	0.404	0.476	0.145	0.218	0.452	0.285	0.252	0.272	0.239	0.161	0.375	0.131	0.213	0.273	0.221	0.291	0.441	0.221				
18	0.178	0.5	0.156	0.167	0.208	0.301	0.188	0.145	0.111	0.526	0.143	0.172	0.443	0.653	0.16	0.793	0.567	0.299	0.202	0.272	1.875	0.111	0.227	0.155	0.225	1.099	0.194	0.187	0.124	0.183				
19	0.112	0.214	0.58	0.16	0.853	0.446	0.213	0.268	0.159	0.305	0.16	0.175	0.256	0.204	0.246	0.207	0.232	0.533	0.268	0.25	0.253	0.114	0.221	0.202	0.183	0.368	0.184	0.228	0.766	0.192				
20	0.146	0.41	0.221	0.164	0.216	0.185	0.198	0.713	0.222	0.14	0.11	0.162	0.161	0.57	1.404	0.23	0.866	0.317	0.201	0.243	0.51	0.109	0.332	0.659	0.168	0.172	0.287	0.418	1.062	0.396				
21	0.192	0.188	0.358	0.136	0.153	0.244	0.366	0.421	0.651	0.24	0.18	0.157	0.436	0.277	0.697	0.555	0.335	0.212	0.109	0.304	1.611	0.103	0.277	0.764	0.184	0.304	0.188	1.41	0.22	0.309				
22	0.426	0.245	0.183	0.165	0.17	0.165	0.244	0.181	0.221	0.257	0.181	0.182	0.519	0.238	0.356	0.253	0.193	0.184	0.211	0.247	0.435	0.092	0.21	0.193	0.233	0.209	0.211	0.218	0.165	0.229				
23	0.18	0.229	0.166	0.127	0.198	0.168	0.189	0.247	0.22	0.215	0.22	0.182	0.197	0.291	0.376	0.18	0.215	0.144	0.189	0.228	0.232	0.102	0.141	0.16	0.167	0.186	0.19	0.196	0.184	0.193				

Tabla 21. Consumo horario en noviembre (kWh). Elaboración propia (Excel).

CONSUMO DICIEMBRE (kWh)																															
Hora	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0.163	0.185	0.103	0.108	0.197	0.197	0.268	0.121	0.163	0.1	0.234	0.153	0.169	0.132	0.17	0.185	0.153	0.503	0.21	0.158	0.099	0.222	0.079	0.085	0.093	0.09	0.081	0.08	0.06	0.072	0.055
1	0.129	0.16	0.119	0.108	0.219	0.168	0.212	0.082	0.132	0.147	0.23	0.097	0.095	0.139	0.105	0.177	0.072	0.183	0.168	0.387	0.083	0.11	0.083	0.098	0.062	0.082	0.074	0.076	0.071	0.073	0.092
2	0.087	0.121	0.126	0.07	0.182	0.138	0.134	0.178	0.16	0.128	0.169	0.108	0.083	0.121	0.123	0.156	0.113	0.15	0.162	0.14	0.074	0.072	0.075	0.068	0.075	0.054	0.072	0.068	0.08	0.079	0.062
3	0.126	0.098	0.127	0.11	0.134	0.294	0.081	0.125	0.121	0.095	0.133	0.103	0.103	0.092	0.138	0.076	0.069	0.099	0.125	0.116	0.099	0.093	0.133	0.092	0.078	0.078	0.08	0.082	0.061	0.052	0.071
4	0.127	0.135	0.106	0.101	0.151	0.193	0.129	0.076	0.129	0.108	0.137	0.084	0.149	0.146	0.123	0.119	0.111	0.116	0.092	0.086	0.099	0.155	0.111	0.085	0.066	0.076	0.068	0.068	0.085	0.079	0.079
5	0.202	0.261	0.109	0.085	0.212	0.23	0.227	0.125	0.2	0.118	0.155	0.13	0.165	0.158	0.17	0.161	0.093	0.075	0.14	0.172	0.141	0.109	0.086	0.121	0.072	0.063	0.065	0.067	0.08	0.069	0.052
6	0.164	0.22	0.119	0.118	0.25	0.156	0.166	0.11	0.194	0.076	0.124	0.203	0.124	0.119	0.127	0.179	0.082	0.095	0.202	0.339	0.17	0.084	0.066	0.112	0.139	0.09	0.089	0.076	0.051	0.063	0.08
7	0.3	0.169	0.227	0.116	0.218	0.139	0.153	0.087	0.209	0.15	0.262	0.329	0.251	0.198	0.348	0.178	0.163	0.102	0.141	0.104	0.14	0.131	0.083	0.096	0.088	0.068	0.07	0.073	0.077	0.089	0.062
8	0.102	0.206	0.161	0.097	0.214	0.113	0.242	0.125	0.181	0.296	0.152	0.185	0.214	0.225	0.155	0.204	0.063	0.076	0.194	0.097	0.081	0.278	0.093	0.078	0.072	0.149	0.081	0.084	0.08	0.061	0.083
9	0.086	0.101	0.182	0.106	0.157	0.076	0.147	0.106	0.106	0.381	0.16	0.105	0.081	0.119	0.12	0.132	0.097	0.095	0.115	0.179	0.424	0.095	0.06	0.08	0.087	0.104	0.09	0.091	0.084	0.09	0.079
10	0.104	0.076	0.149	0.07	0.132	0.265	0.16	0.175	0.104	0.244	0.184	0.103	0.102	0.125	0.071	0.072	0.161	0.192	0.149	0.112	0.904	0.12	0.099	0.088	0.077	0.084	0.164	0.064	0.097	0.091	0.053
11	0.099	0.11	0.152	0.103	0.103	0.133	0.102	0.178	0.072	0.6	0.359	0.073	0.108	0.112	0.109	0.185	0.283	0.134	0.303	0.096	0.293	0.14	0.107	0.085	0.055	0.066	0.084	0.112	0.058	0.058	0.078
12	0.089	0.089	0.09	0.113	0.096	0.338	0.228	0.314	0.118	0.666	1.463	0.111	0.089	0.095	0.107	0.075	0.2	0.146	0.476	0.118	0.109	0.103	0.061	0.067	0.084	0.089	0.088	0.154	0.089	0.087	0.056
13	0.151	0.096	0.146	0.079	0.233	0.879	0.518	0.907	0.102	1.519	1.18	0.165	0.335	0.256	0.182	0.14	0.204	0.075	0.289	0.084	0.184	0.132	0.096	0.074	0.08	0.075	0.078	0.06	0.145	0.087	0.076
14	0.608	0.481	0.099	0.109	0.411	0.874	0.551	1.26	0.136	0.645	0.31	0.127	0.154	0.505	0.211	0.693	0.499	0.121	0.309	0.106	0.252	0.133	0.089	0.09	0.065	0.096	0.073	0.091	0.095	0.079	0.089
15	0.196	0.192	0.206	0.185	0.408	0.217	0.449	0.407	0.214	0.855	0.212	0.116	0.231	0.681	0.196	0.337	0.236	0.452	0.266	0.124	0.273	0.347	0.157	0.076	0.079	0.092	0.103	0.09	0.093	0.126	0.054
16	0.119	0.215	0.15	0.899	0.156	0.156	0.127	0.504	0.489	0.815	0.25	0.369	0.419	0.406	0.246	0.143	0.43	0.123	0.152	0.069	0.21	0.149	0.51	0.057	0.067	0.067	0.078	0.07	0.069	0.099	0.085
17	0.217	0.153	0.071	0.6	0.138	0.182	0.369	0.366	0.309	0.219	0.223	1.097	0.142	0.182	0.481	0.229	0.582	0.153	0.195	0.106	0.177	0.139	0.435	0.079	0.067	0.079	0.072	0.098	0.081	0.086	0.101
18	0.296	0.167	0.106	0.281	0.226	0.2	0.551	0.526	0.288	0.282	0.183	0.48	0.282	0.74	0.263	0.185	0.536	0.969	0.255	0.108	0.297	0.119	0.431	0.078	0.089	0.091	0.09	0.076	0.101	0.093	0.109
19	0.419	1.328	0.321	0.135	0.211	0.156	0.405	0.514	0.356	0.274	0.335	0.164	0.261	0.296	0.677	0.202	0.384	0.311	0.532	0.254	0.227	0.106	0.455	0.063	0.076	0.081	0.079	0.08	0.066	0.071	0.068
20	0.19	0.926	0.079	0.149	0.215	0.19	0.127	0.185	0.275	0.36	0.106	0.192	0.377	0.366	0.266	0.133	0.313	0.201	0.277	0.172	0.222	0.061	0.271	0.085	0.062	0.089	0.08	0.089	0.091	0.094	0.064
21	0.125	0.164	0.112	0.111	0.802	0.189	0.124	0.319	0.114	0.185	0.273	0.226	0.394	0.196	0.239	0.215	0.231	0.224	0.917	0.127	0.251	0.103	0.531	0.08	0.077	0.089	0.102	0.08	0.084	0.066	0.077
22	0.172	0.193	0.119	0.958	0.209	0.257	0.079	0.221	0.143	0.2	0.179	0.191	0.295	0.233	0.194	0.202	0.108	0.229	0.188	0.092	0.255	0.114	0.373	0.053	0.08	0.075	0.08	0.089	0.068	0.082	0.059
23	0.166	0.139	0.071	0.246	0.184	0.156	0.117	0.219	0.104	0.201	0.171	0.209	0.214	0.247	0.291	0.175	0.456	0.166	0.125	0.094	0.475	0.076	0.502	0.079	0.054	0.077	0.068	0.089	0.089	0.089	0.088

Tabla 22. Consumo horario en diciembre (kWh). Elaboración propia (Excel).

Anexo II: Datos de radiación solar.

Índice de tablas

Tabla 23. Irradiancia y temperatura media horarias en enero. Elaboración propia (Excel)....	58
Tabla 24. Irradiancia y temperatura media horarias en febrero. Elaboración propia (Excel). 59	
Tabla 25. Irradiancia y temperatura media horarias en marzo. Elaboración propia (Excel)...60	
Tabla 26. Irradiancia y temperatura media horarias en abril. Elaboración propia (Excel). 61	
Tabla 27. Irradiancia y temperatura media horarias en mayo. Elaboración propia (Excel). ...62	
Tabla 28. Irradiancia y temperatura media horarias en junio. Elaboración propia (Excel). 63	
Tabla 29. Irradiancia y temperatura media horarias en julio. Elaboración propia (Excel). 64	
Tabla 30. Irradiancia y temperatura media horarias en agosto. Elaboración propia (Excel). .65	
Tabla 31. Irradiancia y temperatura media horarias en septiembre. Elaboración propia (Excel).	66
Tabla 32. Irradiancia y temperatura media horarias en octubre. Elaboración propia (Excel). 67	
Tabla 33. Irradiancia y temperatura media horarias en noviembre. Elaboración propia (Excel).	68
Tabla 34. Irradiancia y temperatura media horarias en diciembre. Elaboración propia (Excel).	69

IRRADIANCIA ENERO (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	5,95
1	0	0	0	5,3
2	0	0	0	4,74
3	0	0	0	3,64
4	0	0	0	3,23
5	0	0	0	2,91
6	0	0	0	2,95
7	0	0	0	2,75
8	0	0	0	2,76
9	179,38	130,86	48,09	3,86
10	355,53	255,66	98,59	6,12
11	491,86	362,04	127,75	9,14
12	552,68	409,79	140,33	9,37
13	562,81	411,69	148,3	10,49
14	497,31	356,39	138,26	11,23
15	405,03	274,88	127,85	10,57
16	276,79	178,1	96,99	10,56
17	126,06	69,64	55,52	10,13
18	4,97	0	4,94	8,98
19	0	0	0	7,86
20	0	0	0	7,35
21	0	0	0	7,3
22	0	0	0	6,38
23	0	0	0	5,5

Tabla 23. Irradiancia y temperatura media horarias en enero. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA FEBRERO (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	7,05
1	0	0	0	6,25
2	0	0	0	5,62
3	0	0	0	4,55
4	0	0	0	4,14
5	0	0	0	3,77
6	0	0	0	3,79
7	0	0	0	3,55
8	1,21	0	1,2	3,56
9	242,81	163,82	78,18	4,87
10	423,86	294,29	127,8	7,77
11	543,53	386,87	154,12	10,03
12	621,96	440,73	178,09	9,96
13	615,54	435,5	176,73	11,05
14	578,73	398,81	176,62	11,8
15	478,28	315,99	159,38	11,43
16	349,77	211,37	136,1	11,52
17	195,52	102,29	91,75	11,25
18	40,17	6,04	33,64	10,12
19	0	0	0	8,77
20	0	0	0	8,02
21	0	0	0	8,33
22	0	0	0	7,52
23	0	0	0	6,59

Tabla 24. Irradiancia y temperatura media horarias en febrero. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA MARZO (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	9,18
1	0	0	0	8,32
2	0	0	0	7,64
3	0	0	0	6,69
4	0	0	0	6,19
5	0	0	0	5,74
6	0	0	0	5,64
7	0	0	0	5,32
8	39,68	0	39,4	5,64
9	356,48	231,66	123,27	8,32
10	528,55	355,14	170,85	11,17
11	646,87	443,38	200,12	12,82
12	718,92	498,52	216,44	12,97
13	689,24	467,11	218,12	14,01
14	658,28	433,48	220,76	14,75
15	554,18	349,48	201,08	14,54
16	409,24	238,63	167,72	14,58
17	246,87	119,95	124,92	14,33
18	87,95	21,69	65,24	13,31
19	8,06	0	8	12,11
20	0	0	0	10,83
21	0	0	0	10,67
22	0	0	0	9,73
23	0	0	0	8,75

Tabla 25. Irradiancia y temperatura media horarias en marzo. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA ABRIL (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	12,05
1	0	0	0	11,26
2	0	0	0	10,65
3	0	0	0	9,89
4	0	0	0	9,43
5	0	0	0	9,02
6	0	0	0	8,89
7	34,51	11,56	22,76	8,61
8	256,76	151,39	104,16	10,2
9	442,42	278,78	161,37	12,66
10	617,35	414,18	199,84	14,38
11	721,25	496,92	220,25	15,79
12	766,97	529,3	233,12	15,87
13	760,46	514,63	241,11	16,81
14	688,3	452,53	231,28	17,47
15	577,11	350,76	222,34	17,46
16	453,19	265,05	184,72	17,5
17	290,22	142,97	144,74	17,23
18	123,49	35,28	86,76	16,57
19	38,63	0	38,36	15,57
20	0	0	0	14,14
21	0	0	0	14,06
22	0	0	0	13,07
23	0	0	0	12,07

Tabla 26. Irradiancia y temperatura media horarias en abril. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA MAYO (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	15,76
1	0	0	0	14,76
2	0	0	0	14,03
3	0	0	0	13,33
4	0	0	0	12,77
5	0	0	0	12,25
6	0	0	0	12,21
7	151,46	83,77	66,96	12,35
8	348,48	220,13	126,54	14,95
9	542,12	368,78	170,39	16,69
10	703,28	496,2	203,08	18,3
11	807,57	579,64	223,15	19,75
12	859,25	616,13	237,82	19,97
13	851,5	602,84	243,17	20,94
14	773,98	530,49	238,24	21,62
15	653,3	431,93	216,65	21,69
16	505,96	311,02	190,95	21,79
17	329,61	174,53	152,1	21,56
18	161,03	56,91	102,2	20,88
19	63,57	0	63,13	19,92
20	2,08	0	2,06	18,49
21	0	0	0	18,38
22	0	0	0	17,27
23	0	0	0	16,07

Tabla 27. Irradiancia y temperatura media horarias en mayo. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA JUNIO (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	20,2
1	0	0	0	19,08
2	0	0	0	18,25
3	0	0	0	17,44
4	0	0	0	16,85
5	0	0	0	16,33
6	0	0	0	16,42
7	183,15	103,99	78,22	16,74
8	397,33	262,35	132,84	19,41
9	604,9	432,77	168,77	20,75
10	771,33	578,16	188,71	22,45
11	898,07	686,89	205,8	24,03
12	956,94	740,24	210,74	24,31
13	954,54	738,41	209,9	25,43
14	874,44	663,79	204,63	26,22
15	744,77	547,41	191,87	26,33
16	570,62	390,54	175,49	26,48
17	380,49	236,32	140,63	26,32
18	194,41	89,61	102,43	25,76
19	80,28	0	79,72	24,92
20	20,99	0	20,85	23,55
21	0	0	0	22,77
22	0	0	0	21,5
23	0	0	0	20,18

Tabla 28. Irradiancia y temperatura media horarias en junio. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA JULIO (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	24,2
1	0	0	0	22,98
2	0	0	0	22,08
3	0	0	0	21,21
4	0	0	0	20,61
5	0	0	0	20,06
6	0	0	0	19,86
7	166,72	98,35	67,57	19,85
8	396,18	273,76	120,38	22,17
9	619,82	462,34	154,13	24,39
10	799,01	624,46	170,04	26,33
11	927,11	740,11	181,55	28,13
12	992,81	804,4	182,32	28,59
13	989,82	800,68	182,78	29,85
14	921,8	742,23	173,31	30,76
15	788,94	615,48	167,72	31,03
16	612,56	459,53	148,12	31,27
17	409,39	280,56	125,01	31,14
18	203,89	108,83	92,52	30,49
19	77,9	0	77,35	29,65
20	20,17	0	20,03	28,27
21	0	0	0	27,52
22	0	0	0	25,98
23	0	0	0	24,46

Tabla 29. Irradiancia y temperatura media horarias en julio. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA AGOSTO (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	24,41
1	0	0	0	23,48
2	0	0	0	22,62
3	0	0	0	21,72
4	0	0	0	21,11
5	0	0	0	20,58
6	0	0	0	20,07
7	68,27	30,88	37,06	19,65
8	339,98	230,75	107,66	21,29
9	571,05	421,97	146,2	24,57
10	762,63	591,22	167,34	26,65
11	902,9	718,66	179,16	28,53
12	970,3	779,79	184,79	28,97
13	962,85	775,95	180,92	30,24
14	887,98	703,45	178,69	31,15
15	754,59	578,27	170,99	31,27
16	571,81	423,1	144,25	31,42
17	364,71	245,4	115,96	31,16
18	157,3	75,8	79,44	30,26
19	56,05	0	55,66	29,34
20	0,51	0	0,51	27,92
21	0	0	0	27,47
22	0	0	0	25,96
23	0	0	0	24,52

Tabla 30. Irradiancia y temperatura media horarias en agosto. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA SEPTIEMBRE (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	19,84
1	0	0	0	19,25
2	0	0	0	18,6
3	0	0	0	17,68
4	0	0	0	17,24
5	0	0	0	16,84
6	0	0	0	16,42
7	5,1	0	5,06	16
8	171,27	90,74	79,72	16,75
9	485,71	338,26	145,2	19,85
10	667,99	489,11	175,53	22,13
11	796,04	594,43	197,35	23,82
12	843,71	633,9	205,03	24,17
13	829,23	610,39	213,87	25,3
14	750,62	545,74	200,14	26,07
15	603,04	418,76	180,18	26,21
16	446,48	292,95	150,18	26,21
17	254,65	142,33	110,03	25,85
18	77,04	15,83	60,16	24,63
19	11,94	0	11,86	23,5
20	0	0	0	22,14
21	0	0	0	22,29
22	0	0	0	21,06
23	0	0	0	19,91

Tabla 31. Irradiancia y temperatura media horarias en septiembre. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA OCTUBRE (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	15,43
1	0	0	0	14,85
2	0	0	0	14,22
3	0	0	0	12,95
4	0	0	0	12,5
5	0	0	0	12,11
6	0	0	0	12,06
7	0	0	0	11,75
8	41,45	0	41,16	11,79
9	397,26	271,56	124,08	15,07
10	547,64	383,52	161,58	18,18
11	682,22	497,65	181,18	19,94
12	726,94	528,55	194,52	19,98
13	695,92	495,15	196,85	21,01
14	616,29	424,22	188,37	21,63
15	483,4	316,11	164,17	21,37
16	324,27	193,19	128,75	21,27
17	148,39	68,57	78,5	20,78
18	25,64	0	25,46	19,32
19	0	0	0	17,93
20	0	0	0	17,04
21	0	0	0	17,46
22	0	0	0	16,47
23	0	0	0	15,42

Tabla 32. Irradiancia y temperatura media horarias en octubre. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA NOVIEMBRE (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	9,58
1	0	0	0	9,2
2	0	0	0	8,7
3	0	0	0	7,6
4	0	0	0	7,22
5	0	0	0	6,9
6	0	0	0	6,95
7	0	0	0	6,75
8	6,12	0	6,07	6,66
9	265,74	178,26	86,59	8,4
10	413,76	282,36	129,69	11,38
11	534,92	377,57	154,9	13,44
12	583,92	417,08	163,96	13,4
13	560,35	394,7	162,7	14,34
14	488,18	329,75	155,69	14,92
15	369,48	238,34	128,92	14,39
16	235,14	136,69	96,89	14,26
17	81,64	33,9	47,04	13,7
18	0,16	0	0,16	12,64
19	0	0	0	11,7
20	0	0	0	11,23
21	0	0	0	10,72
22	0	0	0	9,84
23	0	0	0	9,02

Tabla 33. Irradiancia y temperatura media horarias en noviembre. Elaboración propia (Excel).

IRRADIANCIA DICIEMBRE (W/m ²)				
Hora	G(i)	Gb(i)	Gd(i)	T ^a (°C)
0	0	0	0	6,89
1	0	0	0	6,31
2	0	0	0	5,83
3	0	0	0	4,76
4	0	0	0	4,46
5	0	0	0	4,21
6	0	0	0	4,29
7	0	0	0	4,12
8	0	0	0	4,1
9	196,67	139,97	56,22	5,36
10	378,94	274,31	103,29	7,69
11	497,84	369,91	125,87	10,66
12	563,9	425,41	135,93	10,61
13	557,84	415,01	140,08	11,68
14	491,38	356,52	132,29	12,35
15	374,32	258,97	113,26	11,9
16	233,98	147,64	84,92	11,82
17	78,43	39,56	38,29	11,22
18	0	0	0	9,94
19	0	0	0	9,07
20	0	0	0	8,55
21	0	0	0	8,15
22	0	0	0	7,17
23	0	0	0	6,3

Tabla 34. Irradiancia y temperatura media horarias en diciembre. Elaboración propia (Excel).

Anexo III: Precio de la energía y compensación de excedentes.

Índice de contenido

1. Introducción.....	73
2. Valores de precios de la energía en España.	73

Índice de tablas

Tabla 35. Precio de la energía y compensación de excedentes en enero (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	73
Tabla 36. Precio de la energía y compensación de excedentes en febrero (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	74
Tabla 37. Precio de la energía y compensación de excedentes en marzo (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	75
Tabla 38. Precio de la energía y compensación de excedentes en abril (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	76
Tabla 39. Precio de la energía y compensación de excedentes en mayo (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	77
Tabla 40. Precio de la energía y compensación de excedentes en junio (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	78
Tabla 41. Precio de la energía y compensación de excedentes en julio (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	79
Tabla 42. Precio de la energía y compensación de excedentes en agosto (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	80
Tabla 43. Precio de la energía y compensación de excedentes en septiembre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	81
Tabla 44. Precio de la energía y compensación de excedentes en octubre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	82
Tabla 45. Precio de la energía y compensación de excedentes en noviembre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	83
Tabla 46. Precio de la energía y compensación de excedentes en diciembre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).	84

1. Introducción.

Para el cálculo de la viabilidad de la instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a la red, es necesario conocer los valores de los precios del coste promedio de la energía y de la compensación de los excedentes de energía en España.

Para ello, se han recogido los datos de dichos valores en el OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía). Estos se han recopilado para cada día a cada hora, a los que posteriormente se les ha calculado la media por hora al mes.

2. Valores de precios de la energía en España.

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,201439839	0,195904194
1	0,213716452	0,183452903
2	0,227841935	0,177233226
3	0,23981129	0,172062258
4	0,234767742	0,170195484
5	0,245544516	0,174426774
6	0,239522258	0,18659
7	0,258864194	0,20589
8	0,241004194	0,213134516
9	0,234021935	0,214915806
10	0,229947097	0,207725806
11	0,22417629	0,201476129
12	0,243320645	0,197261935
13	0,240497419	0,192869677
14	0,231754194	0,186929355
15	0,216080323	0,184839355
16	0,219069355	0,193735161
17	0,214455484	0,212404194
18	0,237570323	0,232717419
19	0,247151935	0,244913871
20	0,239365484	0,239649677
21	0,226580645	0,225314516
22	0,213097419	0,212293871
23	0,199427903	0,197201935

Tabla 35. Precio de la energía y compensación de excedentes en enero (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,202079464	0,1965225
1	0,190031607	0,185826071
2	0,212923214	0,178838929
3	0,197636429	0,170791071
4	0,196729286	0,167441071
5	0,206939464	0,171177857
6	0,193870714	0,189570357
7	0,2198425	0,215957143
8	0,226231071	0,223561429
9	0,220962143	0,220612857
10	0,2069925	0,207593929
11	0,1928475	0,194733214
12	0,18611875	0,189301786
13	0,180096786	0,183693929
14	0,197047143	0,176704286
15	0,200766964	0,172494643
16	0,176393036	0,177839286
17	0,196016786	0,19599
18	0,229187857	0,220042143
19	0,242850357	0,232940714
20	0,245387857	0,234394643
21	0,236552857	0,227738214
22	0,218581429	0,2125175
23	0,201518929	0,197935357

Tabla 36. Precio de la energía y compensación de excedentes en febrero (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,28498	0,27525871
1	0,26748935	0,262222581
2	0,25764129	0,25606129
3	0,24676645	0,248095161
4	0,24431968	0,245770968
5	0,25480742	0,253373871
6	0,28174226	0,27448871
7	0,30489403	0,296956452
8	0,31028371	0,304040968
9	0,30496806	0,299982903
10	0,28869968	0,28755871
11	0,27398161	0,278364516
12	0,26847097	0,274192903
13	0,26106935	0,266399677
14	0,25549161	0,260214839
15	0,25271129	0,258844194
16	0,26279	0,267321613
17	0,28553194	0,281297419
18	0,30612645	0,295845484
19	0,33078742	0,316148387
20	0,33815661	0,327580968
21	0,32664871	0,315687419
22	0,30575	0,294448387
23	0,28616567	0,276256667

Tabla 37. Precio de la energía y compensación de excedentes en marzo (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,240198333	0,208461
1	0,246025667	0,195531333
2	0,290675667	0,187859333
3	0,252170667	0,182914333
4	0,255295	0,185441333
5	0,268737	0,191708667
6	0,235919333	0,205913667
7	0,227359333	0,223988333
8	0,256190667	0,227926
9	0,238463333	0,217638667
10	0,264718	0,198235333
11	0,291323333	0,178113667
12	0,2762205	0,169965667
13	0,303507167	0,163596667
14	0,2660755	0,156644
15	0,2751155	0,148212
16	0,264364	0,147914667
17	0,264767	0,156608
18	0,272849	0,168331667
19	0,281942	0,195732333
20	0,2407545	0,237948333
21	0,249730667	0,240655667
22	0,236256667	0,226290333
23	0,245199	0,209614333

Tabla 38. Precio de la energía y compensación de excedentes en abril (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,197842903	0,2014
1	0,187461613	0,189808387
2	0,183269355	0,182410323
3	0,180445806	0,178126452
4	0,180992258	0,179995161
5	0,187187097	0,188013548
6	0,202659677	0,199611935
7	0,210601935	0,210234194
8	0,208438387	0,210612903
9	0,194667742	0,197535484
10	0,210193226	0,186681613
11	0,198993548	0,182269677
12	0,19341129	0,17788129
13	0,178918548	0,170797419
14	0,161417258	0,164304839
15	0,183935	0,159374194
16	0,156616129	0,160482581
17	0,189363871	0,169768387
18	0,172274194	0,17897129
19	0,195270968	0,198031613
20	0,218748065	0,224033548
21	0,230161613	0,234396129
22	0,221566129	0,223490968
23	0,208578065	0,208149032

Tabla 39. Precio de la energía y compensación de excedentes en mayo (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,192383667	0,192067667
1	0,179851667	0,176752333
2	0,171485333	0,169572333
3	0,169245	0,165162333
4	0,167769	0,165762333
5	0,171311333	0,171722
6	0,177758667	0,185362333
7	0,1882035	0,199014333
8	0,183325	0,195036667
9	0,19834	0,184237667
10	0,188468333	0,178095
11	0,183126667	0,168008
12	0,180376	0,167873667
13	0,177223833	0,165023
14	0,199889833	0,158114333
15	0,239030167	0,144545333
16	0,249123333	0,140949333
17	0,294601	0,14542
18	0,280742667	0,152545667
19	0,249413667	0,165104667
20	0,186448333	0,192979667
21	0,203573667	0,208251333
22	0,205854333	0,211755333
23	0,190545	0,189813333

Tabla 40. Precio de la energía y compensación de excedentes en junio (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,156867742	0,191399032
1	0,146579516	0,174165806
2	0,139130323	0,164659677
3	0,134558065	0,168079355
4	0,135598065	0,173034839
5	0,139693871	0,17789871
6	0,144749677	0,17198871
7	0,14911629	0,181939677
8	0,20266371	0,17570129
9	0,190216935	0,166051613
10	0,186195645	0,16086129
11	0,19905371	0,16140129
12	0,190704194	0,180452581
13	0,181200645	0,183306774
14	0,161933226	0,186559677
15	0,211892903	0,181054194
16	0,220287097	0,171286774
17	0,232108387	0,165344194
18	0,155947581	0,148750323
19	0,137829516	0,159144839
20	0,157987258	0,19114129
21	0,168545968	0,201332581
22	0,170692097	0,201585161
23	0,157984677	0,180941613

Tabla 41. Precio de la energía y compensación de excedentes en julio (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,180710968	0,203046452
1	0,168074677	0,18503871
2	0,158566129	0,16931
3	0,177255161	0,157233226
4	0,177609032	0,16615
5	0,18083	0,173683226
6	0,163259677	0,176496129
7	0,170670323	0,201537419
8	0,168910323	0,197606774
9	0,170832419	0,180175484
10	0,187097903	0,154704839
11	0,177950323	0,162251613
12	0,15673129	0,158160645
13	0,160762903	0,159992903
14	0,181984677	0,165168387
15	0,216268387	0,163635806
16	0,2121	0,161252581
17	0,17397371	0,166771613
18	0,214474516	0,150846774
19	0,169893548	0,16497129
20	0,185913548	0,207559032
21	0,199932903	0,225379355
22	0,194135161	0,209681613
23	0,18088871	0,17931

Tabla 42. Precio de la energía y compensación de excedentes en agosto (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,238098	0,146253333
1	0,212026	0,140262667
2	0,288341667	0,128028667
3	0,282447333	0,130063333
4	0,339178667	0,136141667
5	0,316460667	0,136460333
6	0,187241333	0,142662
7	0,181889667	0,178650333
8	0,210902667	0,181304667
9	0,194032	0,169861
10	0,260213	0,140181
11	0,358803333	0,131957333
12	0,388020333	0,130687
13	0,371023	0,125423
14	0,332556333	0,119878667
15	0,323212333	0,120669667
16	0,341831	0,122251667
17	0,313953333	0,125648
18	0,283025	0,135248333
19	0,21623	0,171566667
20	0,198835667	0,224815667
21	0,216976	0,230263333
22	0,182054	0,189253333
23	0,181683667	0,164436

Tabla 43. Precio de la energía y compensación de excedentes en septiembre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,371976129	0,134177742
1	0,368708387	0,123780645
2	0,424698065	0,116851935
3	0,465573871	0,112451935
4	0,478643871	0,11138129
5	0,444572581	0,115085161
6	0,389476129	0,122443226
7	0,211230645	0,149012581
8	0,213480484	0,157570323
9	0,217867742	0,15142129
10	0,275720645	0,131734516
11	0,400091613	0,118704839
12	0,466002581	0,116433226
13	0,501546129	0,110402903
14	0,490974194	0,107420323
15	0,516281613	0,105740968
16	0,50491871	0,109068387
17	0,332447097	0,121698387
18	0,265400645	0,14113129
19	0,163322903	0,169774516
20	0,188999355	0,191673871
21	0,180129677	0,174856774
22	0,213034839	0,154374839
23	0,313491935	0,131351935

Tabla 44. Precio de la energía y compensación de excedentes en octubre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,329278	0,106800333
1	0,355966333	0,102794333
2	0,360041333	0,096930333
3	0,444530333	0,093206667
4	0,464643333	0,093513333
5	0,463483	0,097930667
6	0,432453667	0,102912
7	0,361286167	0,120146667
8	0,286982667	0,125594
9	0,333466	0,118058333
10	0,394548667	0,109002667
11	0,457898333	0,104202667
12	0,447583	0,100303667
13	0,475366333	0,100082667
14	0,437149333	0,099832667
15	0,398657	0,105318333
16	0,337670167	0,112452
17	0,218573667	0,135452
18	0,178918	0,143698
19	0,184592333	0,147225333
20	0,185137667	0,147814333
21	0,176545	0,136155333
22	0,174779667	0,117891333
23	0,256245	0,10511

Tabla 45. Precio de la energía y compensación de excedentes en noviembre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Hora	Coste promedio (€/kWh)	Compensación promedio (€/kWh)
0	0,309343871	0,096235484
1	0,323550645	0,090602581
2	0,294831613	0,084589355
3	0,29717	0,079304194
4	0,326712903	0,075517419
5	0,325010323	0,08033871
6	0,283063226	0,073979355
7	0,322815484	0,087754516
8	0,320338387	0,097885484
9	0,363284194	0,10115129
10	0,353617742	0,094404839
11	0,368291613	0,098458387
12	0,34626129	0,093821613
13	0,340915806	0,093791613
14	0,333958065	0,09323129
15	0,349359677	0,091482903
16	0,306255484	0,097247419
17	0,21822129	0,112102903
18	0,264935161	0,123614516
19	0,27962129	0,130465806
20	0,290847419	0,127264194
21	0,290691935	0,111386774
22	0,31579129	0,090708065
23	0,334629677	0,074600968

Tabla 46. Precio de la energía y compensación de excedentes en diciembre (€/kWh). Elaboración propia (Excel).

Anexo IV: Estudio de sombras.

Índice de contenido

1. Sombras generadas.....	89
1.1. Sombras primera hora.....	90
1.2. Sombras en la tarde.....	91
1.3. Sombras durante el máximo consumo.	92
2. Elección de zona de instalación.	94

Índice de figuras

Figura 15. Modelo 3D de la vivienda geolocalizado. Elaboración propia (SketchUp).	89
Figura 16. Modelo 3D de la vivienda, vista ampliada. Elaboración propia (SketchUp).	89
Figura 17. Superficie seleccionada para la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (SketchUp).	94
Figura 18. Superficie seleccionada para la instalación fotovoltaica con medidas. Elaboración propia (SketchUp).	95

Índice de tablas

Tabla 47. Proyección de sombra de chimenea mensual a las 08:30. Elaboración propia (SketchUp).	91
Tabla 48. Proyección de sombra de chimenea mensual a las 16:30. Elaboración propia (SketchUp).	92
Tabla 49. Proyección de sombra de chimenea mensual a las 14:00. Elaboración propia (SketchUp).	93

1. Sombras generadas.

Se procederá a simular el sombreado generado por las chimeneas en el tejado de la vivienda mediante el uso de un software de uso libre, llamado SketchUp, donde se ha creado un modelo 3D de la casa.

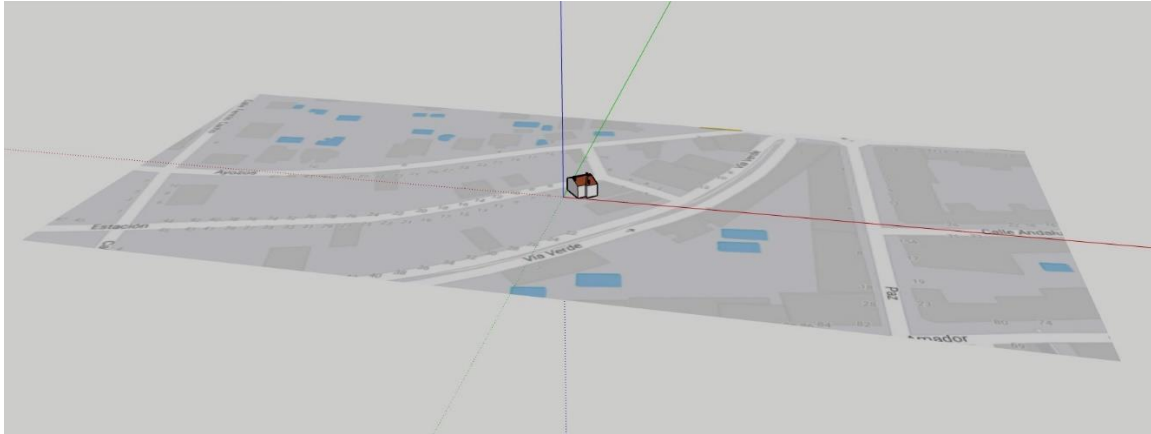


Figura 15. Modelo 3D de la vivienda geolocalizado. Elaboración propia (SketchUp).

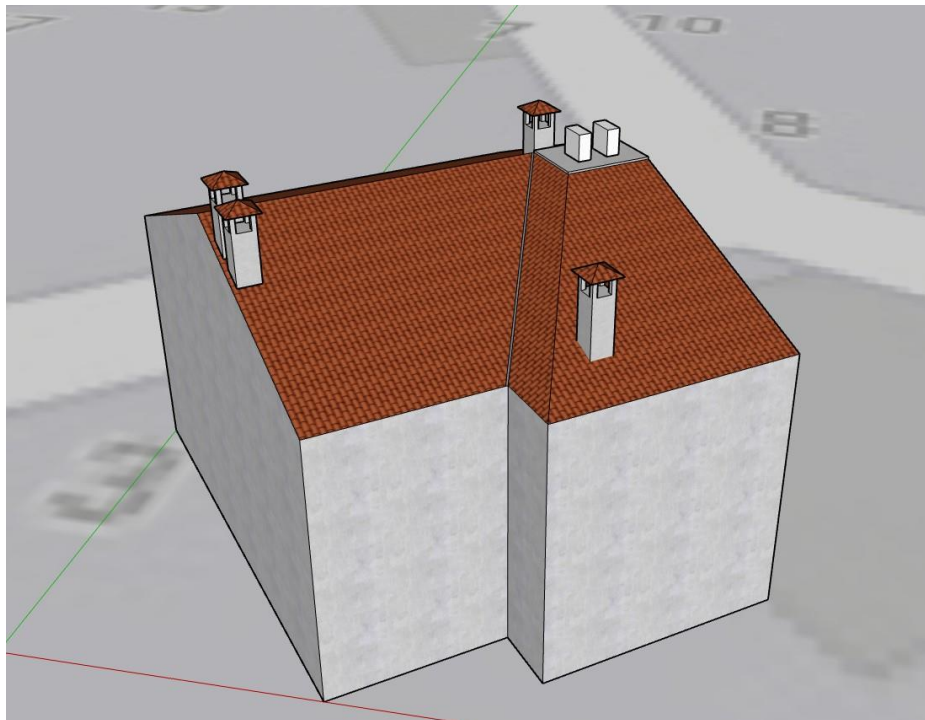


Figura 16. Modelo 3D de la vivienda, vista ampliada. Elaboración propia (SketchUp).

Mediante el uso de la herramienta de sombras, se recrea el paso de los meses a distintas horas del día, esto en la zona horaria UTC +1 para los meses de invierno, y UTC +2 en los de verano, para poder observar cómo evolucionan dichas sombras a lo largo de un año.

Se ha simulado para primera hora del día, para la tarde, y para la hora de máximo consumo medio en el año, que prácticamente a nivel de sombras coincide con el punto de máxima irradiancia.

1.1. Sombras primera hora.

La siguiente representación que se observa en la Tabla 47, se realiza durante la primera hora en la que empieza a incidir el sol sobre el tejado de la vivienda, alrededor de las 08:30 de la mañana.

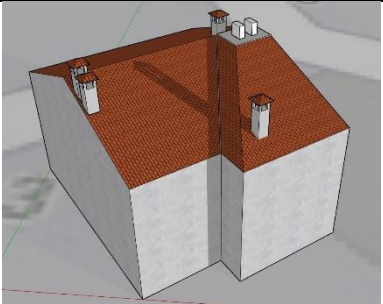
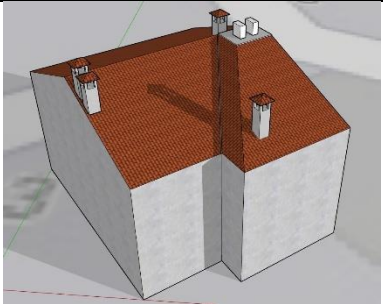
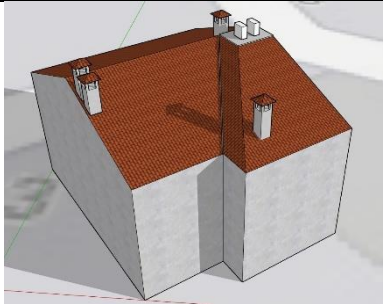
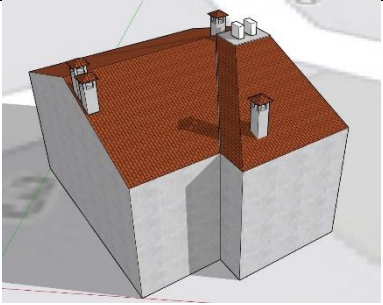
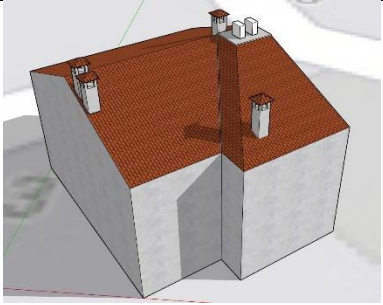
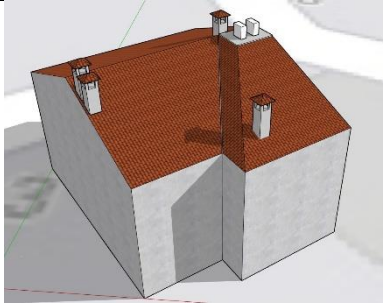
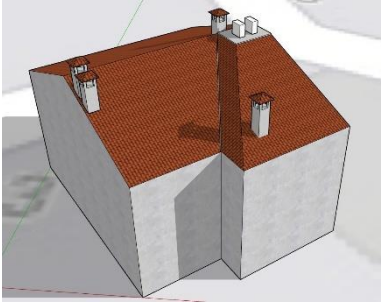
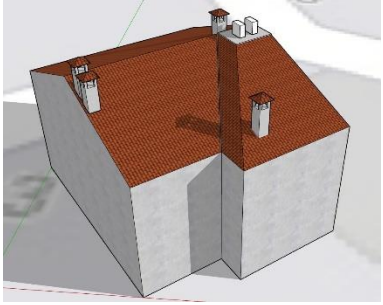
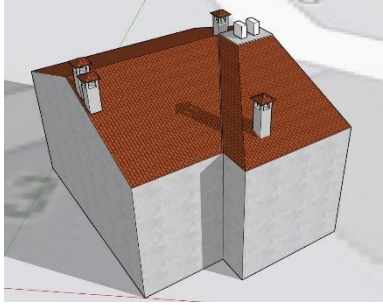
		
Enero	Febrero	Marzo
		
Abril	Mayo	Junio
		
Julio	Agosto	Septiembre



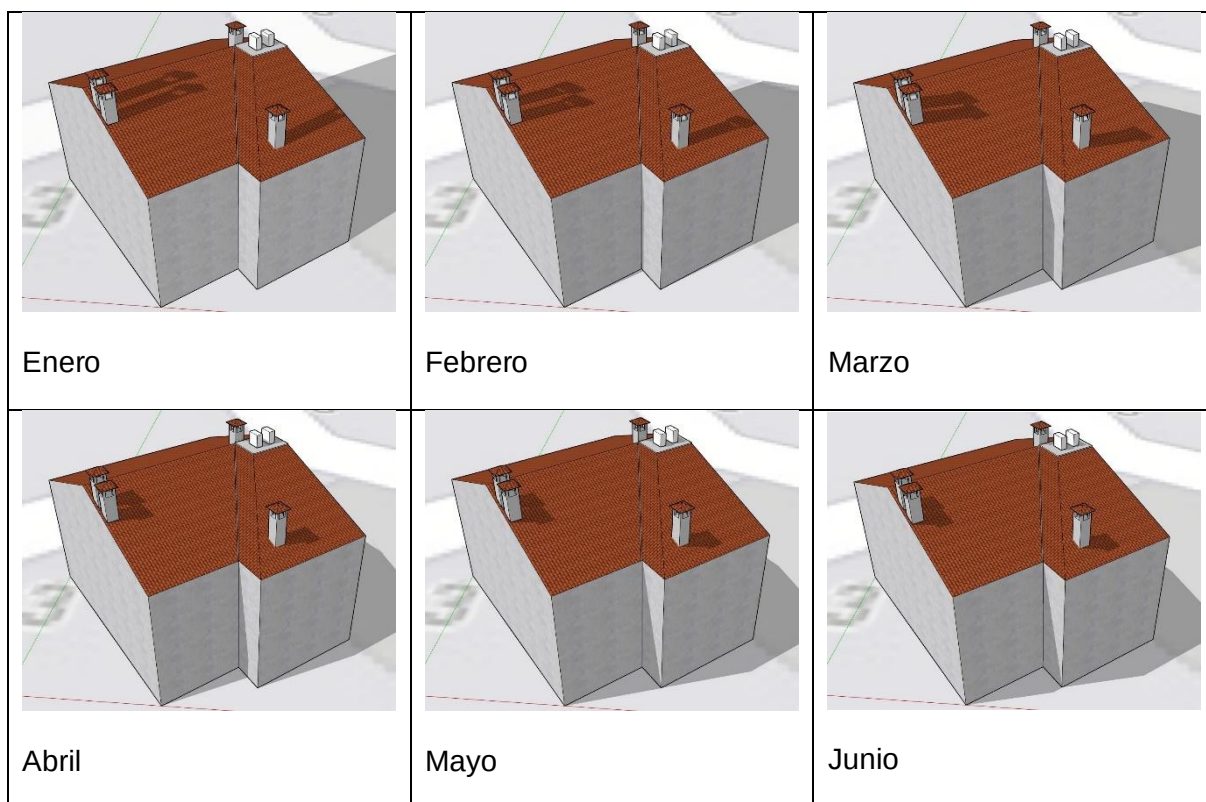
Tabla 47. Proyección de sombra de chimenea mensual a las 08:30. Elaboración propia (SketchUp).

Como puede observarse, a primera hora de la mañana, donde la irradiación no es muy alta, las chimeneas de la izquierda no generan sombra sobre ninguna parte del tejado.

La chimenea de la derecha, durante los meses de invierno, genera una sombra que cubre la parte central-derecha.

1.2. Sombras en la tarde.

La siguiente representación en la Tabla 48 se realiza durante la tarde, alrededor de las 16.30 de la tarde.



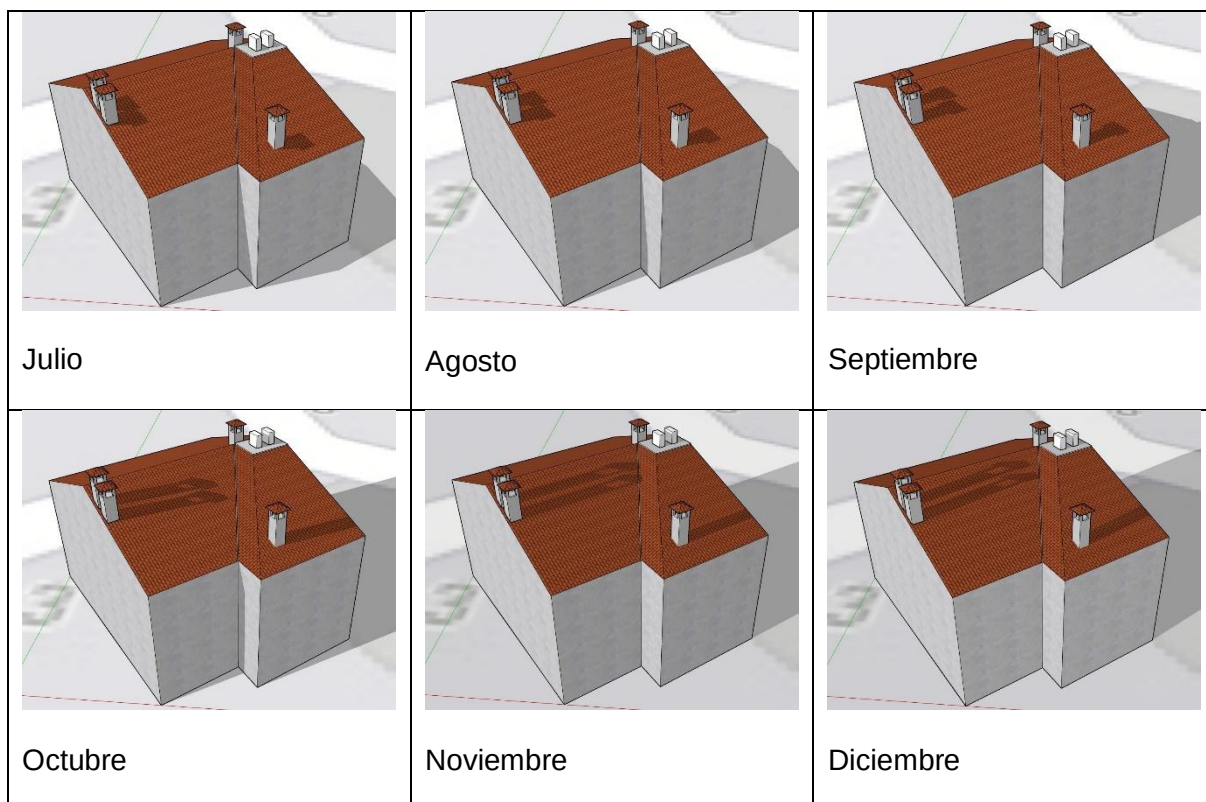


Tabla 48. Proyección de sombra de chimenea mensual a las 16:30. Elaboración propia (SketchUp).

Se puede observar que en durante los meses de invierno, la sombra provocada por las chimeneas de la izquierda incide prácticamente toda la zona superior del tejado, haciendo de esta zona un lugar donde la instalación del generador fotovoltaico sería contraproducente.

La chimenea de la derecha produce el mismo efecto en la zona inferior derecha del tejado, dejando la zona de instalación de los módulos reducida a una pequeña parte de la vertiente donde se sitúa.

1.3. Sombras durante el máximo consumo.

La siguiente representación, en la Tabla 49, se realiza durante la hora de máximo consumo medio en el año, alrededor de las 14:00, que prácticamente a nivel de sombras coincide con el punto de máxima irradiancia, el cuál es el medio día, sobre las 12:00.

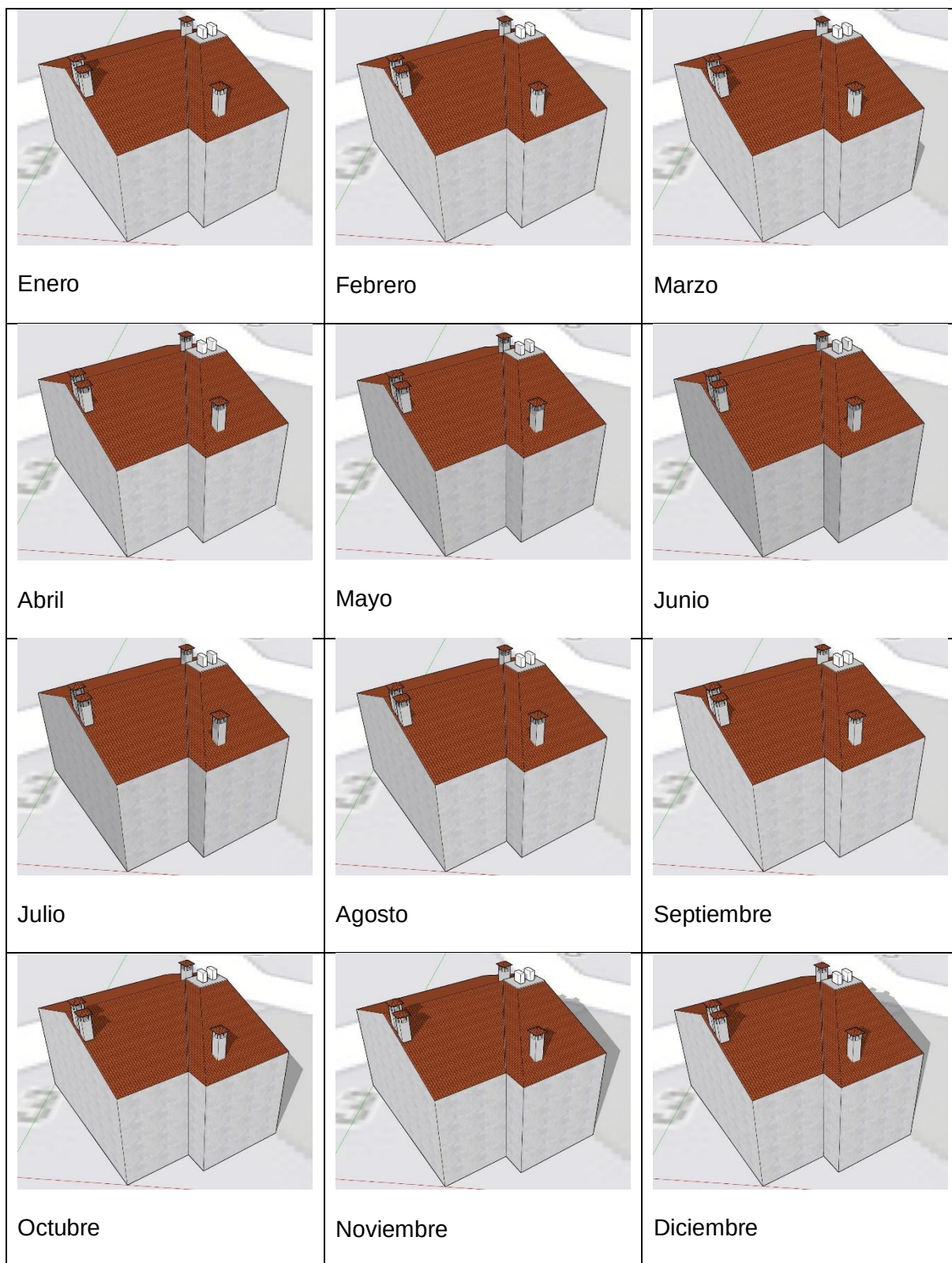


Tabla 49. Proyección de sombra de chimenea mensual a las 14:00. Elaboración propia (SketchUp).

Como se observa, a esta hora, ninguna sombra incide sobre la superficie útil del tejado.

2. Elección de zona de instalación.

Para la zona de elección de la instalación se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- La menor incidencia de sombras posible.
- La instalación de manera conjunta de los módulos fotovoltaicos para un impacto visual mínimo.

Teniendo en cuenta estas premisas, la zona de mayor área seleccionada para la instalación será la representada en la Figura 17:

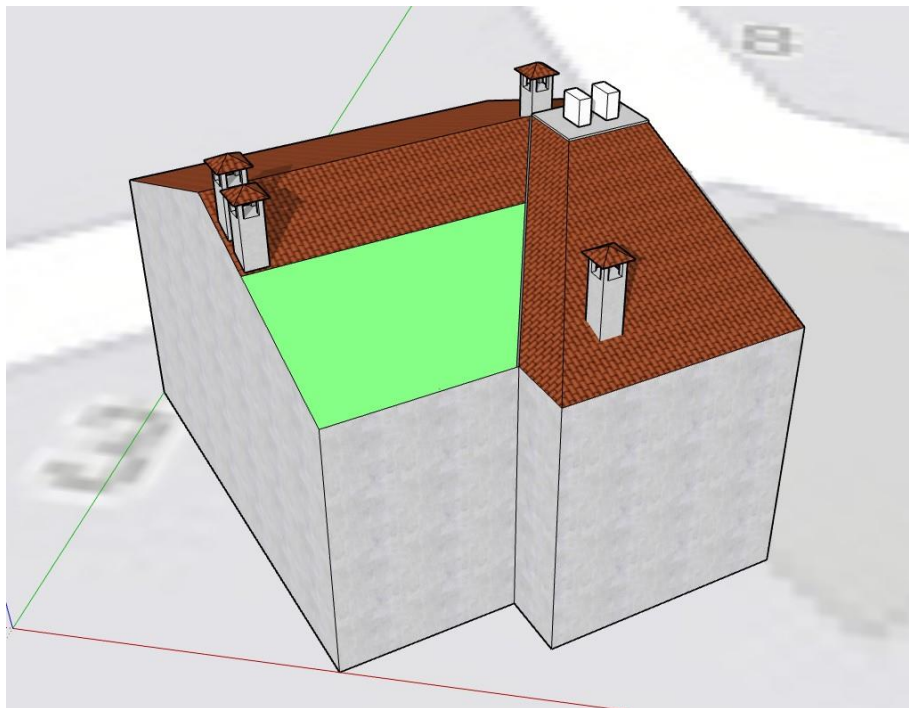


Figura 17. Superficie seleccionada para la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (SketchUp).

Siendo las medidas las siguientes, representadas en la Figura 18:

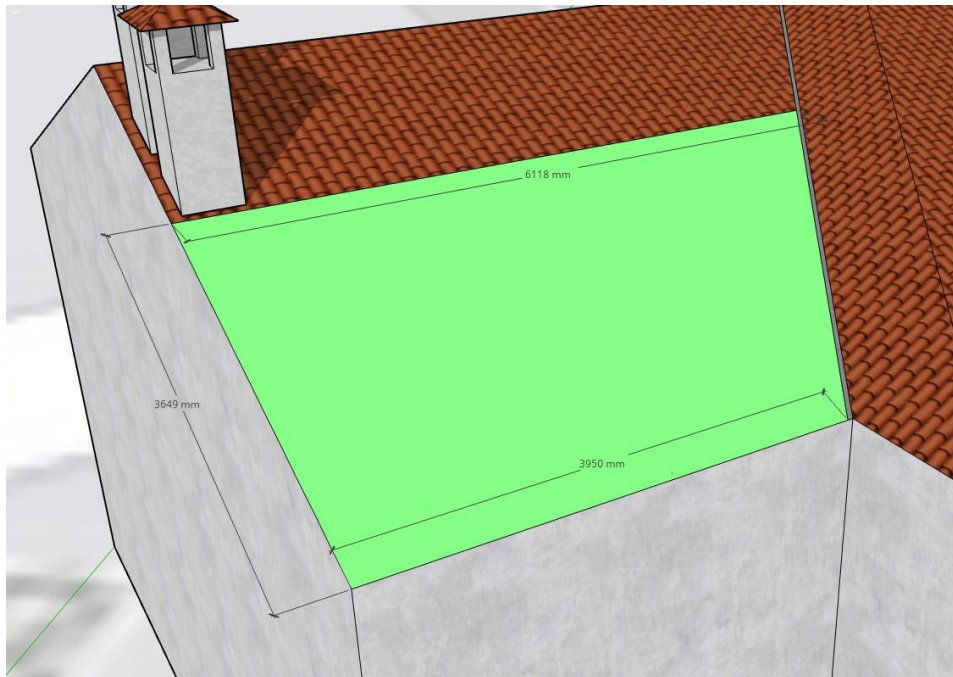


Figura 18. Superficie seleccionada para la instalación fotovoltaica con medidas. Elaboración propia (SketchUp).

Anexo V: Cálculos.

Índice de contenido

1. Datos de generación.	100
2. Productividad fotovoltaica.....	102
3. Potencia óptima a instalar.	103
3.1. Análisis de posibles procedimientos de dimensionado.	103
3.1.2. Dimensionado mediante irradiancia media.	104
3.1.3. Dimensionado con distintas posibles potencias.....	104
4. Elección de módulos a instalar.	111
5. Elección del inversor.	112
5.1. Comprobación de compatibilidad.	112
5.1.1. Número máximo de módulos en serie.	113
5.1.2. Número mínimo de módulos en serie.	114
5.1.3. Número máximo de ramas en paralelo.....	115
5.2. Conexión final de los módulos.....	116
6. Cálculo de cableado.....	117
6.1. Elección de la sección del conductor de corriente continua.	117
6.1.1. Criterio de máxima corriente admisible.....	117
6.1.2. Criterio de caída de tensión.....	120
6.2. Elección de la sección del conductor de corriente alterna.	121
6.2.1. Criterio de máxima corriente admisible.....	121
6.2.2. Criterio de caída de tensión.....	122
6.3. Puesta a tierra.....	124
7. Protecciones.	124
7.1. Protecciones de corriente continua.....	125
7.2. Protecciones de corriente alterna.	126

Índice de figuras

Figura 19. Gráfica del consumo mensual en comparación con la energía aportada para potencia de 2400 W (kWh). Elaboración propia (Excel).	106
Figura 20. Gráfica de consumo frente producción prevista por el generador fotovoltaico de 2400 W diario (kWh). Elaboración propia (Excel).	108
Figura 21. Función para el cálculo de energía autoconsumida. Elaboración propia.	109
Figura 22. Celdas seleccionadas para la función de energía autoconsumida. Elaboración propia (Excel).	109
Figura 23. Gráfica de porcentaje de autosuficiencia obtenido según la potencia instalada. Elaboración propia (Excel).	110
Figura 24. Curva de corriente-voltaje con respecto a la temperatura del panel. Anexo IX. .	117
Figura 25. Método de instalación E según la Norma UNE-HD 60364-5-52.	119
Figura 26. Sección del conductor CC según el método de instalación y el número de conductores (mm ²).	119
Figura 27. Método de instalación B2 según la Norma UNE-HD 60364-5-52.	122
Figura 28. Sección del conductor AC según el método de instalación y el número de conductores (mm ²).	122
Figura 29. Sección a la de fase según la norma ITC-BT-08.	124

Índice de tablas

Tabla 50. Irradiancia media anual por hora / mes (W/m ²). Elaboración propia (Excel).	100
Tabla 51. Temperatura media anual por hora / mes (°C). Elaboración propia (Excel).	101
Tabla 52. Valores de PR mensuales. Elaboración propia (Excel).	101
Tabla 53. Consumo mensual en comparación con la energía aportada para potencia de 2400 W (kWh). Elaboración propia (Excel).	105
Tabla 54. Consumo frente producción prevista por el generador fotovoltaico de 2400 W diario (kWh). Elaboración propia (Excel).	107
Tabla 55. Porcentaje de autosuficiencia obtenido según la potencia instalada. Elaboración propia (Excel).	110
Tabla 56. Comparativa entre paneles solares del mercado. Elaboración propia (Excel).	111
Tabla 57. Características del panel solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono. Elaboración propia (Excel).	112

1. Datos de generación.

Los datos de generación se han obtenido de PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), el cual ofrece la irradiación en unas coordenadas precisas mediante la recopilación continua de datos, así como la temperatura en ese lugar.

Para la realización de los cálculos del sistema, se han obtenido los valores medios de irradiación y temperatura medios en cada mes del año, a cada hora del día, mostrados en la Tabla 50 y Tabla 51, en las coordenadas de la vivienda (37.7207335 N, 3.9760089 O), con la inclinación de plano a la que estarán los paneles solares (21°) y con la orientación azimut de estos (-39°).

Irradiancia global sobre el plano (W/m ²)												
Hora/ Mes	Enero	Febrer o	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie mbre	Octubr e	Novie mbre	Diciem bre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	34,51	151,46	183,15	166,72	68,27	5,1	0	0	0
8	0	1,21	39,68	256,76	348,48	397,33	396,18	339,98	171,27	41,45	6,12	0
9	179,38	242,81	356,48	442,42	542,12	604,9	619,82	571,05	485,71	397,26	265,74	196,67
10	355,53	423,86	528,55	617,35	703,28	771,33	799,01	762,63	667,99	547,64	413,76	378,94
11	491,86	543,53	646,87	721,25	807,57	898,07	927,11	902,9	796,04	682,22	534,92	497,84
12	552,68	621,96	718,92	766,97	859,25	956,94	992,81	970,3	843,71	726,94	583,92	563,9
13	562,81	615,54	689,24	760,46	851,5	954,54	989,82	962,85	829,23	695,92	560,35	557,84
14	497,31	578,73	658,28	688,3	773,98	874,44	921,8	887,98	750,62	616,29	488,18	491,38
15	405,03	478,28	554,18	577,11	653,3	744,77	788,94	754,59	603,04	483,4	369,48	374,32
16	276,79	349,77	409,24	453,19	505,96	570,62	612,56	571,81	446,48	324,27	235,14	233,98
17	126,06	195,52	246,87	290,22	329,61	380,49	409,39	364,71	254,65	148,39	81,64	78,43
18	4,97	40,17	87,95	123,49	161,03	194,41	203,89	157,3	77,04	25,64	0,16	0
19	0	0	8,06	38,63	63,57	80,28	77,9	56,05	11,94	0	0	0
20	0	0	0	0	2,08	20,99	20,17	0,51	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 50. Irradiancia media anual por hora / mes (W/m²). Elaboración propia (Excel).

Temperatura media (°C)												
Hora/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	5,95	7,05	9,18	12,05	15,76	20,2	24,2	24,41	19,84	15,43	9,58	6,89
1	5,3	6,25	8,32	11,26	14,76	19,08	22,98	23,48	19,25	14,85	9,2	6,31
2	4,74	5,62	7,64	10,65	14,03	18,25	22,08	22,62	18,6	14,22	8,7	5,83
3	3,64	4,55	6,69	9,89	13,33	17,44	21,21	21,72	17,68	12,95	7,6	4,76
4	3,23	4,14	6,19	9,43	12,77	16,85	20,61	21,11	17,24	12,5	7,22	4,46
5	2,91	3,77	5,74	9,02	12,25	16,33	20,06	20,58	16,84	12,11	6,9	4,21
6	2,95	3,79	5,64	8,89	12,21	16,42	19,86	20,07	16,42	12,06	6,95	4,29
7	2,75	3,55	5,32	8,61	12,35	16,74	19,85	19,65	16	11,75	6,75	4,12
8	2,76	3,56	5,64	10,2	14,95	19,41	22,17	21,29	16,75	11,79	6,66	4,1
9	3,86	4,87	8,32	12,66	16,69	20,75	24,39	24,57	19,85	15,07	8,4	5,36
10	6,12	7,77	11,17	14,38	18,3	22,45	26,33	26,65	22,13	18,18	11,38	7,69
11	9,14	10,03	12,82	15,79	19,75	24,03	28,13	28,53	23,82	19,94	13,44	10,66
12	9,37	9,96	12,97	15,87	19,97	24,31	28,59	28,97	24,17	19,98	13,4	10,61
13	10,49	11,05	14,01	16,81	20,94	25,43	29,85	30,24	25,3	21,01	14,34	11,68
14	11,23	11,8	14,75	17,47	21,62	26,22	30,76	31,15	26,07	21,63	14,92	12,35
15	10,57	11,43	14,54	17,46	21,69	26,33	31,03	31,27	26,21	21,37	14,39	11,9
16	10,56	11,52	14,58	17,5	21,79	26,48	31,27	31,42	26,21	21,27	14,26	11,82
17	10,13	11,25	14,33	17,23	21,56	26,32	31,14	31,16	25,85	20,78	13,7	11,22
18	8,98	10,12	13,31	16,57	20,88	25,76	30,49	30,26	24,63	19,32	12,64	9,94
19	7,86	8,77	12,11	15,57	19,92	24,92	29,65	29,34	23,5	17,93	11,7	9,07
20	7,35	8,02	10,83	14,14	18,49	23,55	28,27	27,92	22,14	17,04	11,23	8,55
21	7,3	8,33	10,67	14,06	18,38	22,77	27,52	27,47	22,29	17,46	10,72	8,15
22	6,38	7,52	9,73	13,07	17,27	21,5	25,98	25,96	21,06	16,47	9,84	7,17
23	5,5	6,59	8,75	12,07	16,07	20,18	24,46	24,52	19,91	15,42	9,02	6,3

Tabla 51. Temperatura media anual por hora / mes (°C). Elaboración propia (Excel).

Para el coeficiente de pérdidas se hará uso de la siguiente tabla (Tabla 52), aplicando un valor de PR para cada mes. Estos valores de PR no tienen en cuenta el efecto de la temperatura:

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PR	0,79	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,71	0,71	0,73	0,75	0,76	0,79

Tabla 52. Valores de PR mensuales. Elaboración propia (Excel).

2. Productividad fotovoltaica.

Para el cálculo de la potencia a instalar en la vivienda, es necesario realizar un estudio de la energía que podría aportar el sistema fotovoltaico comparado con el consumo medio por horas y al mes durante cada día de la vivienda.

La premisa de partida para la instalación fotovoltaica es el aprovechamiento máximo de la superficie del tejado seleccionado, tratando siempre de evitar, en medida de lo posible, la sombra generada por las chimeneas y alcanzando alrededor de un 50% de porcentaje de autosuficiencia.

Haciendo un estudio de la superficie del tejado y de las sombras generadas por las chimeneas que este tiene, se determina que el número de paneles a instalar aprovechando la mayor superficie de manera óptima de son seis paneles de alrededor de 1700x1200 mm.

Estos se instalarían de manera que arriba hubiera tres paneles de forma horizontal, y a bajo otros tres paneles de manera vertical para que sea posible la instalación de los seis paneles de forma conjunta.

A continuación, se realizan los cálculos para la determinación de la potencia de los paneles por individual.

Para ello, se calcula la estimación de la productividad fotovoltaica de un día medio por horas para cada mes del año, con diferentes potencias de panel, para además poder determinar, mediante el porcentaje de autosuficiencia, cuál será la potencia total a instalar.

La fórmula a utilizar para ello es la siguiente.

$$E_{AC} = N \cdot P_{STC,MOD} \cdot \frac{H_i}{G_{STC}} \cdot PR_{nt} \cdot [1 + \gamma \cdot (T_c - T^*)]$$

Donde:

E_{AC} : energía en alterna generada por el sistema fotovoltaico (kWh).

N : número de módulos a instalar.

$P_{STC,MOD}$: potencia pico del panel solar (W).

H_i : irradiación producida sobre una superficie en un tiempo determinado (Wh/m²).

G_{STC} : irradiancia en condiciones estándares de medida (W/m²).

PR_{nt} : coeficiente de pérdidas del sistema excluyendo el efecto de la temperatura.

γ : coeficiente de temperatura de potencia máxima (%/°C).

T_c : temperatura de célula (°C).

T^* : temperatura de condiciones estándar (°C).

(Fórmula 1)

Siendo el cálculo de la temperatura de célula:

$$T_c = T_A \cdot \frac{(TONC - 20)}{800} \cdot G_i$$

Donde:

T_c : temperatura de célula (°C).

T_A : temperatura ambiente (°C).

$TONC$: temperatura de operación nominal de célula (°C).

G_i : irradiancia producida sobre la superficie (W/m²).

(Fórmula 2)

3. Potencia óptima a instalar.

3.1. Análisis de posibles procedimientos de dimensionado.

Para la elección del método de cálculo de la potencia a instalar, se analizarán distintos procedimientos de dimensionado y se escogerá el que mas se ajuste a las necesidades y limitaciones del proyecto.

3.1.1. Dimensionado mediante irradiancia desfavorable.

Este método tiene en cuenta las condiciones menos favorables de radiación solar para garantizar que el sistema pueda generar suficiente electricidad incluso en condiciones subóptimas, como pueden ser los meses de enero o diciembre.

Este método se descartará por el hecho de que se busca un ajuste óptimo, de manera que no haya un sobre exceso desmesurado de energía producida en los meses de mayor irradiancia.

3.1.2. Dimensionado mediante irradiancia media.

Este procedimiento tiene en cuenta el valor medio de la irradiancia durante todo el año, de manera que, en los meses de mayor producción de energía, no habrá un exceso significativo de esta.

El principal problema es que este procedimiento, al ofrecer una única solución de potencia a instalar, no sería posible barajar otra opción si la potencia no fuera suficiente para producir una energía necesaria para cumplir con la condición de tener una autosuficiencia de alrededor del 50%.

3.1.3. Dimensionado con distintas posibles potencias.

Para este dimensionado, se representará la energía aportada por los paneles, siendo el número seleccionado de estos de seis debido a la restricción de espacio seleccionado en el tejado en el Anexo IV, incrementando la potencia de panel de 50 en 50 W por cada perfil generado, para hacer una comparativa de cómo sería la potencia total instalada.

Así, mediante el consumo de la vivienda frente a esta energía aportada por los paneles solares al mes, se obtienen diferentes perfiles de producción al año de energía dependiendo de la potencia individual estos paneles solares.

De esta manera, se generarán unas tablas para poder realizar las gráficas de las componentes energéticas de autosuficiencia, y, por ende, una gráfica general de porcentaje de autosuficiencia según la potencia de panel para poder seleccionar la potencia de panel óptima a instalar.

Tras el análisis de diversos perfiles generados, se ha determinado que la potencia óptima del panel solar es de alrededor de 400 W cada uno. Teniendo en cuenta la limitación de seis paneles, la instalación proporcionaría una potencia pico de 2400 W.

A continuación, se puede observar la tabla (Tabla 53) y la gráfica (Figura 19 de consumo frente a la producción prevista por el generador fotovoltaico por meses en kWh para esta potencia pico de 2400 W.

Mes	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)
Enero	267,01	204,16
Febrero	214,60	213,93
Marzo	245,76	273,90
Abril	187,72	301,26
Mayo	210,92	346,92
Junio	245,67	364,86
Julio	339,81	378,31
Agosto	324,00	351,96
Septiembre	224,45	290,62
Octubre	220,29	249,99
Noviembre	172,73	191,91
Diciembre	138,02	198,57
TOTAL	2790,97	3366,38

Tabla 53. Consumo mensual en comparación con la energía aportada para potencia de 2400 W (kWh).
Elaboración propia (Excel).

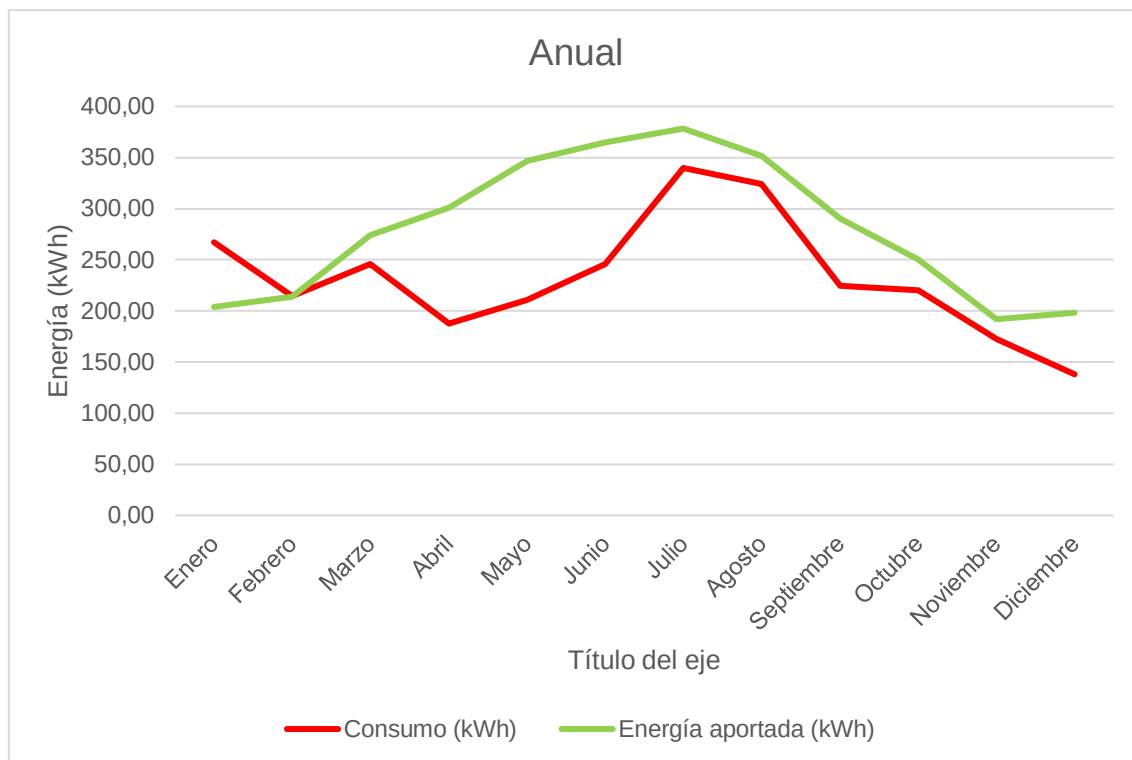


Figura 19. Gráfica del consumo mensual en comparación con la energía aportada para potencia de 2400 W (kWh). Elaboración propia (Excel).

Por otra parte, se visualiza la tabla (Tabla 54) y la gráfica (Figura 20) de la media en un año del consumo frente a la producción prevista por el generador fotovoltaico diario en kWh por cada hora.

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)
0	103,56	0,00
1	85,15	0,00
2	73,99	0,00
3	67,29	0,00
4	63,24	0,00
5	63,31	0,00
6	74,19	0,00
7	89,42	32,72
8	83,91	105,24
9	63,46	259,61
10	83,25	361,81
11	101,70	430,88
12	114,94	464,07
13	148,62	456,15
14	248,40	417,39
15	202,28	348,66
16	162,87	259,88
17	142,07	153,11
18	157,12	56,79
19	168,83	17,78
20	153,27	2,28
21	130,51	0,00
22	109,81	0,00
23	99,79	0,00
TOTAL	2790,97	3366,38

Tabla 54. Consumo frente producción prevista por el generador fotovoltaico de 2400 W diario (kWh).
Elaboración propia (Excel).

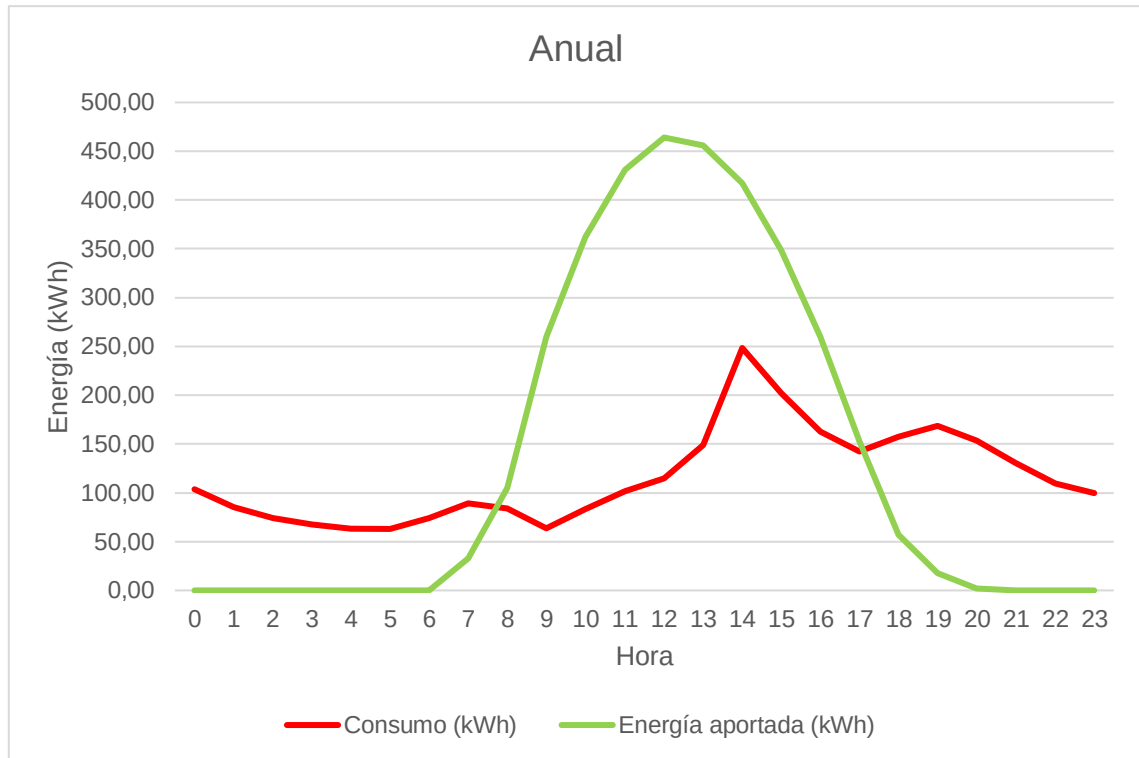


Figura 20. Gráfica de consumo frente producción prevista por el generador fotovoltaico de 2400 W diario (kWh). Elaboración propia (Excel).

Para calcular el porcentaje de suficiencia total, es necesario dividir la energía autoconsumida entre la energía total consumida.

Es necesario distinguir entre autoconsumo y autosuficiencia. El autoconsumo se refiere a la energía autoconsumida respecto a la energía producida. Por otro lado, la autosuficiencia hace referencia a la energía autoconsumida respecto a la energía total consumida.

De esta forma se utiliza una función, mostrada en la Figura 21, que aplica condicionales en Excel que selecciona los datos (Figura 22) de la tabla anterior y únicamente suma a la $E_{autocons}$ la energía consumida si se encuentra por debajo de la curva de producción y divide este dato entre la energía total consumida.

Esto es a fin de obtener el dato real de energía consumida por debajo de la curva cuando la producción no es suficiente para superar a la consumida, por lo que, si el balance es negativo, se sumará el valor de energía aportada, que coincide con la autoconsumida en ese momento.

=SI(Y37<0;X37;W37)+SI(Y38<0;X38;W38)+SI(Y39<0;X39;W39)+SI(Y40<0;X40;W40)+SI(Y41<0;X41;W41)+SI(Y42<0;X42;W42)+SI(Y43<0;X43;W43)+SI(Y44<0;X44;W44)+SI(Y45<0;X45;W45)+SI(Y46<0;X46;W46)+SI(Y47<0;X47;W47)+SI(Y48<0;X48;W48)+SI(Y49<0;X49;W49)+SI(Y50<0;X50;W50)+SI(Y51<0;X51;W51)+SI(Y52<0;X52;W52)+SI(Y53<0;X53;W53)+SI(Y54<0;X54;W54)+SI(Y55<0;X55;W55)+SI(Y56<0;X56;W56)+SI(Y57<0;X57;W57)+SI(Y58<0;X58;W58)+SI(Y59<0;X59;W59)+SI(Y60<0;X60;W60)

Figura 21. Función para el cálculo de energía autoconsumida. Elaboración propia.

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)
0	103,56	0,00	-103,56
1	85,15	0,00	-85,15
2	73,99	0,00	-73,99
3	67,29	0,00	-67,29
4	63,24	0,00	-63,24
5	63,31	0,00	-63,31
6	74,19	0,00	-74,19
7	89,42	33,13	-56,29
8	83,91	106,55	22,64
9	63,46	262,86	199,40
10	83,25	366,33	283,08
11	101,70	436,26	334,57
12	114,94	469,87	354,93
13	148,62	461,85	313,23
14	248,40	422,61	174,21
15	202,28	353,02	150,75
16	162,87	263,13	100,26
17	142,07	155,03	12,96
18	157,12	57,50	-99,62
19	168,83	18,00	-150,83
20	153,27	2,31	-150,95
21	130,51	0,00	-130,51
22	109,81	0,00	-109,81
23	99,79	0,00	-99,79
TOTAL	2790,97	3408,46	617,50

Figura 22. Celdas seleccionadas para la función de energía autoconsumida. Elaboración propia (Excel).

La expresión sería la siguiente:

$$\text{Porcentaje autosuficiencia (\%)} = \frac{E_{\text{autocons}}}{E_{\text{cons}}} \cdot 100$$

Donde:

E_{autocons} : energía consumida por debajo de la curva de autoconsumo (kWh).

E_{cons} : energía total consumida (kWh).

(Fórmula 3)

Quedando así el resultado:

$$\text{Porcentaje autosuficiencia (\%)} = \frac{1462,43}{2790,97} \cdot 100 = 52,36 \%$$

A continuación, se muestra una tabla (Tabla 55) junto a una gráfica (Figura 23) que, aplicando la ecuación anterior en todos los casos de estudio, representa el porcentaje de autosuficiencia medio en un día según la potencia total a instalar con un número de seis paneles:

Potencia panel (kW)	Potencia total (kW)	Porcentaje autosuficiencia (%)
50	300	15,873014
100	600	30,4441036
150	900	37,903731
200	1200	44,4260702
250	1500	48,6758133
300	1800	50,3409677
350	2100	51,6914618
400	2400	52,3598223
450	2700	52,8499509
500	3000	53,3400795
550	3300	53,8302081
600	3600	54,3203367
650	3900	54,8104653

Tabla 55. Porcentaje de autosuficiencia obtenido según la potencia instalada. Elaboración propia (Excel).

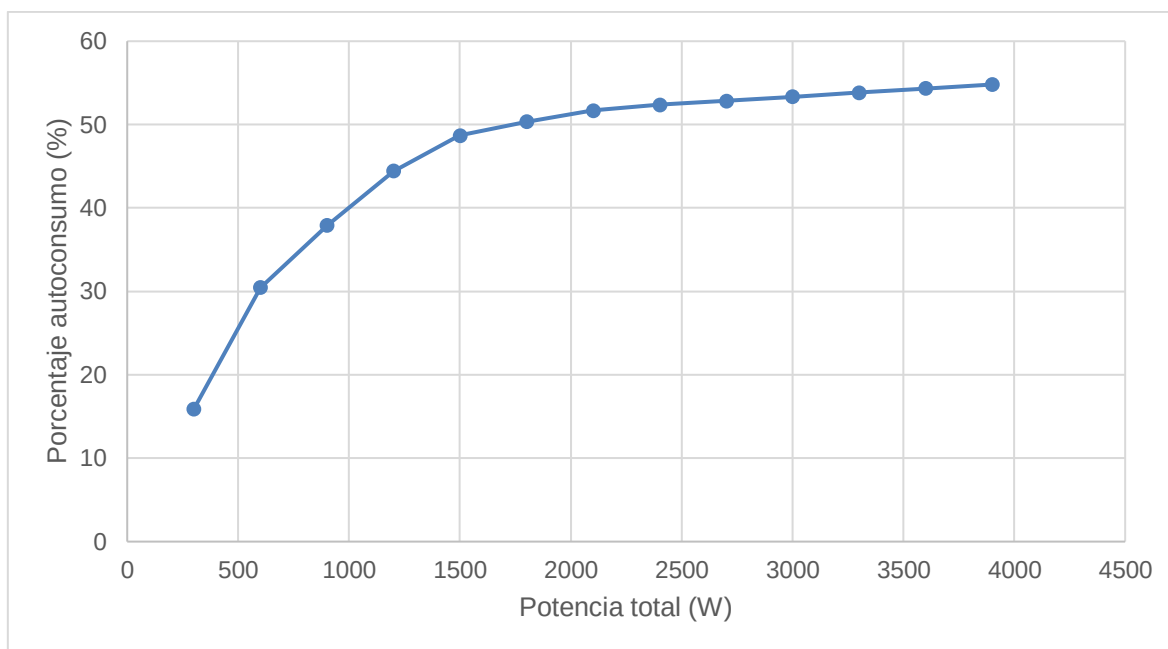


Figura 23. Gráfica de porcentaje de autosuficiencia obtenido según la potencia instalada. Elaboración propia (Excel).

4. Elección de módulos a instalar.

Para la selección de los paneles a instalar, se realizará una búsqueda de los modelos disponibles para comprar en España, los cuales tienen que cumplir con una potencia de alrededor de 400 W cada uno.

Después de una búsqueda en las páginas web más conocidas en España, se han recogido los siguientes modelos junto con sus precios unitarios, precios multiplicando por los seis paneles necesarios y el precio del watio, mostrados en la Tabla 56.

Nombre de panel	Potencia (W)	Potencia total	Precio (€)	Precio total	W/€
Panel Solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono	405	2430	122,21	733,26	0,3018
Placa Solar 410W Monocristalino PERC Tensite	410	2460	134,55	807,3	0,3282
Panel Solar 405W Monocristalino Tensite Full Black	405	2430	140,36	842,16	0,3466
Panel Solar 400W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono	400	2400	151,27	907,62	0,3782
Panel solar JA Solar 390Wp Half-Cut	390	2340	154,47	926,82	0,3961
Panel solar LONGI Mono PERC 375Wp 60HPH - Black	375	2250	155,45	932,7	0,4145

Tabla 56. Comparativa entre paneles solares del mercado. Elaboración propia (Excel).

Como se puede observar, el panel que mejor cumple las condiciones estipuladas de diseño es el, Panel Solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono, el primero en la lista, con una potencia nominal de 405 W, haciendo un total de 2430 W, costando cada 122.21 €, un total de 733.26 € y siendo el precio del watio de unos 0.30 €, el cual se posiciona como el más barato de todos en esta relación.

Estas son las características de este, mostradas a continuación en la Tabla 57:

Panel Solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono	
Potencia panel (W)	405
Imp (A)	12,98
Vmp (V)	31,21
Isc (A)	13,87
Voc (V)	37,23
Eficiencia (%)	20,7
Irradiancia estandar (W/m ²)	1000
Temperatura estandar (°C)	25
AM	1,5
NOCT (°C)	45
Coeficiente de temperatura Isc (%/°C)	0,045
Coeficiente de temperatura Voc (%/°C)	-0,275
Coeficiente de temperatura Pmax (%/°C)	-0,35

Tabla 57. Características del panel solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono. Elaboración propia (Excel).

5. Elección del inversor.

Debido a su precio y a la potencia pico de 2430 W instalada, se optará por el inversor Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W, el cual ofrece una curva de eficiencia de alrededor del 98%, y cuenta con un número de 2 seguidores MPPT.

5.1. Comprobación de compatibilidad.

A continuación, se analizarán los puntos a tener en cuenta para la comprobación del funcionamiento del inversor, ya que debe de cumplir una serie de criterios.

Se realizarán un estudio el número máximo y mínimo de paneles en serie que el inversor es capaz de tener conectados, para así poder determinar también si es necesaria la conexión de paneles en paralelo.

Esto se realizará evaluando la tensión de salida de los módulos hacia el inversor entre dos valores de temperaturas extremas, las cuales serán -10°C para el número máximo de paneles en serie, ya que estos se encontrarían en un punto de potencia máxima entregada, y 70°C para el número mínimo, ya que se encontrarían en un número mínimo de potencia instalada.

5.1.1. Número máximo de módulos en serie.

Haciendo uso de las condiciones mencionadas anteriormente, se calculará el número máximo de paneles mediante la siguiente expresión:

$$\text{máx}(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{INV,MAX}}{V_{OC,MOD}(T_c = -10^\circ\text{C})} \right]$$

Donde:

$\text{máx}(N_{ms})$: número máximo de módulos a instalar.

$V_{INV,MAX}$: tensión máxima de entrada del inversor.

$V_{OC,MOD}(T_c = -10^\circ\text{C})$: tensión de circuito abierto del módulo a temperatura de célula de -10°C.

(Fórmula 4)

Siendo $V_{OC,MOD}(T_c = -10^\circ\text{C})$ calculada como:

$$V_{OC,MOD}(T_c = -10^\circ\text{C}) = V_{O,STC} \cdot 1 + \beta_{oc} \cdot [(T_c - T^*)]$$

Donde:

$V_{OC,MOD,STC}$: tensión del módulo en condiciones estándares de medida.

β_{oc} : coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del módulo.

T_c : temperatura de célula.

T^* : temperatura en condiciones estándares de medida.

(Fórmula 5)

Se obtiene:

$$V_{OC,MOD}(T_c) = 37.23 \cdot \left(1 - \frac{0.275}{100} \cdot (-10 - 25)\right) = 40.81 \text{ V}$$

$$\text{máx}(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{560}{40.81} \right] = 14 \text{ módulos}$$

5.1.2. Número mínimo de módulos en serie.

Para el cálculo, se tendrán en cuenta la siguiente expresión:

$$\text{mín}(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{MPP,INV,min}}{V_{MOD,mp}(T_c=70^\circ\text{C})} \right] + 1$$

Donde:

$\text{mín}(N_{ms})$: número mínimo de módulos a instalar.

$V_{MPP,INV,min}$: tensión mínima de entrada del inversor en el punto de máxima potencia.

$V_{MP,MOD}(T_c=70^\circ\text{C})$: tensión máxima de potencia del módulo a temperatura de célula de 70°C .

(Fórmula 6)

Siendo $V_{MOD,OC}(T_c=70^\circ\text{C})$ calculada como:

$$V_{MP,MOD}(T_c=70^\circ\text{C}) = V_{MP,MOD,STC} \cdot (1 + \beta_{oc} \cdot (T_c - T^*))$$

Donde:

$V_{MP,MOD,STC}$: tensión del módulo en condiciones estándares de medida.

β_{oc} : coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del módulo.

T_c : temperatura de célula.

T^* : temperatura en condiciones estándares de medida.

(Fórmula 7)

Se obtiene:

$$V_{MOD,OC}(T_c) = 31.21 \cdot \left(1 - \frac{0.275}{100} \cdot (70 - 25) \right) = 27.35 \text{ V}$$

$$\min(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{90}{40.81} \right] + 1 = 3 \text{ módulos}$$

5.1.3. Número máximo de ramas en paralelo.

Para poder seleccionar el número máximo de ramas en paralelo, hay que tener en cuenta que la intensidad proporcionada por el conjunto de módulo no debe superar la intensidad máxima soportada a la entrada del inversor por cada una de las entradas MPPT.

La expresión para calcular esto es la siguiente:

$$N_{rp} \cdot I_{SC,MOD,STC} \leq I_{M,INV,DC}$$

Donde:

N_{rp} : número de ramas en paralelo.

$I_{SC,MOD,STC}$: intensidad en cortocircuito del módulo en condiciones estándares de medida.

$I_{M,INV,DC}$: intensidad máxima MPPT a la entrada del inversor.

(Fórmula 8)

Se obtiene:

$$N_{rp} \leq \frac{I_{M,INV,DC}}{I_{SC,MOD,STC}}$$

$$N_{rp} \leq \frac{18}{13.87} = 1.29$$

De este modo, el número de ramas en paralelo de los módulos por cada entrada MPPT no deberá ser mayor de una.

5.2. Conexionado final de los módulos.

El conexionado final de los módulos, teniendo en cuenta los cálculos anteriores, podría ser de un número de dos ramas independientes de tres paneles en serie cada una, conectadas cada una de ellas a un MPPT.

De esta forma, se cumplen todas las premisas de cálculo para la instalación de los paneles fotovoltaicos y se asegura una correcta disposición sin dar lugar a sobretensiones o sobrecorrientes del sistema del inversor.

Pero, por otro lado, es posible que la tensión en condiciones desfavorables de temperatura cuando esta toma un alto valor, no sea suficiente para alcanzar las condiciones mínimas de arranque del inversor, la cual tiene un valor de 90 V.

Si se tiene una tensión por string a máxima potencia de:

$$V_{string} = N_{ms} \cdot V_{MP,MOD}$$

$$V_T = 2 \cdot V_{string}$$

Donde:

V_{string} : tensión de la rama a máxima potencia.

N_{ms} : número de módulos en serie.

$V_{MP,MOD}$: tensión del módulo en el punto de máxima potencia.

V_T : tensión nominal de entrada al inversor.

(Fórmula 9)

$$V_{string} = 3 \cdot 31.21 = 93.63 \text{ V}$$

$$V_T = 2 \cdot 93.63 = 187.26 \text{ V}$$

Estos resultados están pensados para condiciones óptimas de trabajo, siendo la tensión de cada string de 93.63 V, muy cercana a la mínima cuyo valor, como se ha comentado anteriormente es de 90 V.

En la Figura 24, se observa como disminuye la tensión conforme aumenta la temperatura de panel.

Current-Voltage Curve JAM54S30-405/MR

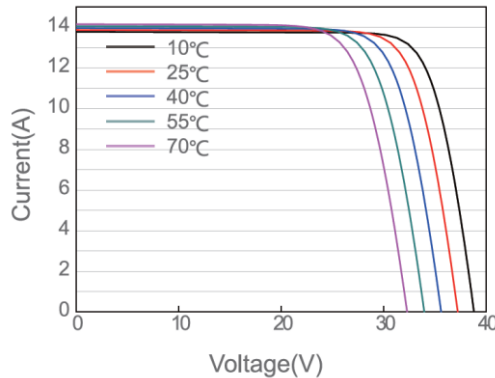


Figura 24. Curva de corriente-voltaje con respecto a la temperatura del panel. Anexo IX.

De esta manera, se optará por conectar todos los módulos en serie en un solo string. Usando la Fórmula 9 de nuevo, se obtiene:

$$V_{string} = 6 \cdot 31.21 = 187.26 \text{ V}$$

$$V_T = 1 \cdot 93.63 = 187.26 \text{ V}$$

6. Cálculo de cableado.

6.1. Elección de la sección del conductor de corriente continua.

Se procederá a calcular la sección de cable requerida para la instalación por cada rama independiente. Se decidirá instalar conductores de cobre con aislamiento XPLE sobre bandeja perforada.

Los criterios seleccionados para el dimensionado de la sección del conductor serán el de máxima corriente admisible por el conductor y el de caída de tensión del circuito.

6.1.1. Criterio de máxima corriente admisible.

En este caso, se estudiará el criterio térmico según indica la norma ITC-BT-06 y la norma UNE 20460-712. Se decidirá instalar conductores de cobre.

Se aplicará un sobredimensionado de un 25% para obtener la máxima intensidad por rama.

$$I_B = 1.25 \cdot N_{rp} \cdot I_{SC,MOD}$$

Donde:

I_B : intensidad de cortocircuito máxima sobredimensionada.

N_{rp} : número de ramas en paralelo.

$I_{SC,MOD}$: intensidad de cortocircuito del módulo.

(Fórmula 10)

Luego:

$$I_B = 1.25 \cdot 1 \cdot 13.87 = 17.37 \text{ A}$$

Seguidamente, según el ITC-BT-06, se aplicarán unos factores de corrección correspondientes a cables formados por conductores aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz, a espiral visible.

$$I'_B = \frac{I_B}{f_{rad} \cdot f_{agrup} \cdot f_{temp}}$$

Donde:

I'_B : intensidad de cortocircuito máxima corregida.

f_{rad} : factor de corrección referido a la radiación solar.

f_{agrup} : factor de corrección referido a la agrupación de cables.

f_{temp} : factor de corrección referido a la temperatura ambiente.

(Fórmula 11)

Luego:

$$I'_B = \frac{17.37}{0.9 \cdot 0.89 \cdot 1} = 21.69 \text{ A}$$

Ahora, aplicando el método de instalación del circuito en continua de la Norma UNE-HD 60364-5-52, se selecciona el método de instalación E (Figura 25). De esta manera se selecciona la sección mínima para dos conductores con carga con temperatura máxima de servicio en régimen de 70°C y temperatura ambiente de 40°C en el aire (Figura 26).

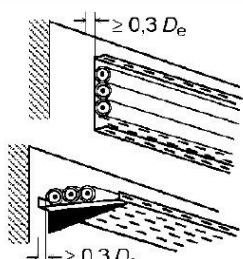
31		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical c, h NOTA Refiérase al apartado B.52.6.2 para su descripción	E o F
----	---	--	-------

Figura 25. Método de instalación E según la Norma UNE-HD 60364-5-52.

Método de instalación*	Número de conductores con carga (X)						
		3X	2X				
A1							
A2	3X	2X					
B1				3X	2X		
B2			3X	2X			
C					3X	2X	
E					3X		2X
F						3X	2X
Cobre (mm²)	1	2	3	4	5	6	7
1,5	11	12	13	13	15	17	19
2,5	15	16	17	18	21	23	26
4	20	21	23	24	28	31	35
6	25	27	30	31	36	40	44

Figura 26. Sección del conductor CC según el método de instalación y el número de conductores (mm²).

El conductor seleccionado, según este criterio, deberá tener una sección mínima de 2.5 mm².

6.1.2. Criterio de caída de tensión.

Según las recomendaciones del IDAE en su pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a la red, la caída de tensión no será mayor al 1,5%. Se utilizará la zona de conexión a los paneles más alejada de la caja de conexión CC.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$S \geq \frac{2 \cdot l \cdot I_B}{\sigma \cdot \Delta V_{max} \cdot V_{string}}$$

Donde:

S : sección mínima del conductor.

l : longitud del punto más alejado.

I_B : intensidad aparente del inversor para el criterio de caída de tensión.

σ : conductividad del cobre a 70°C.

ΔV_{max} : caída de tensión máxima.

V_{string} : tensión de la rama a máxima potencia.

(Fórmula 12)

La longitud del punto de conexionado más alejado a la entrada del inversor, el cual se ubicará en la planta baja de la vivienda, atendiendo al modelo 3D generado, se estima de 11 m.

Luego:

$$S \geq \frac{2 \cdot 11 \cdot 17.37}{48 \cdot \frac{1.5}{100} \cdot 187.26} = 2.834 \text{ mm}^2$$

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

El criterio más restrictivo es el de caída de tensión, por lo que los conductores del circuito deberán tener una sección de 4 mm².

A partir de esta sección seleccionada, se recalculará la caída de tensión del circuito, la cual debe cumplir el criterio de ser menor del 1.5%.

$$\Delta V_{max} \geq \frac{2 \cdot l \cdot I_B}{\sigma \cdot V_{string} \cdot S}$$

Donde:

$$1.5 \% \geq \frac{2 \cdot 11 \cdot 17.37}{48 \cdot 187.26 \cdot 4} \cdot 100 = 1.06 \%$$

6.2. Elección de la sección del conductor de corriente alterna.

Se procederá a calcular la sección de los cables de corriente alterna. Los criterios seleccionados para el dimensionado de la sección del conductor serán el de máxima corriente admisible por el conductor y el de caída de tensión del circuito.

6.2.1. Criterio de máxima corriente admisible.

Primeramente, y según la ITC-BT 40, los cables deberán ser sobredimensionados para una intensidad no superior a un 25% mayor de la intensidad máxima del inversor.

$$I_{MS,INV} = 1.25 \cdot I_{M,INV}$$

Donde:

$I_{MS,INV}$: intensidad de salida del inversor máxima sobredimensionada.

$I_{M,INV}$: intensidad de salida del inversor máxima.

(Fórmula 13)

Luego:

$$I_{MS,INV} = 1.25 \cdot 15 = 18.75 A$$

Ahora, aplicando el método de instalación del circuito en continua de la Norma UNE-HD 60364-5-52, se selecciona el método de instalación B2 (Figura 27).

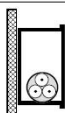
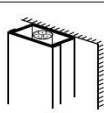
8		Cable multipolar en canales (incluyendo canales de múltiples compartimentos) sobre una pared de madera o mampostería: - en recorrido horizontal ^b - en recorrido vertical ^{b,c}	En estudio ^d (El método B2 puede utilizarse)
9			

Figura 27. Método de instalación B2 según la Norma UNE-HD 60364-5-52.

Aplicando el método de instalación del circuito en continua de la Norma UNE-HD 60364-5-52, se selecciona el método de instalación B2. De esta manera se selecciona la sección mínima para cable multipolar 2 XLPE con temperatura ambiente de 30°C en el aire (Figura 28).

Método de referencia de la tabla B.52.1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
A1		3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE						
A2	3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE							
B1				3 PVC	2 PVC		3 XLPE		2 XLPE			
B2			3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE					
C					3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE		
E						3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE	
F							3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tamaño (mm ²) Cobre												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-

Figura 28. Sección del conductor AC según el método de instalación y el número de conductores (mm²).

El conductor seleccionado, según este criterio, deberá tener una sección mínima de 1.5 mm².

6.2.2. Criterio de caída de tensión.

De igual forma que anteriormente, la caída de tensión no será mayor al 1,5%. Se utilizará la zona de conexión a los paneles más alejada de la caja de conexión CC.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$S \geq \frac{2 \cdot l \cdot I_{M,INV} \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot \Delta V_{max} \cdot V_{AC,INV}}$$

Donde:

S : sección mínima del conductor.

l : longitud del punto más alejado.

$I_{MS,INV}$: intensidad de salida del inversor máxima sobredimensionada.

$\cos \varphi$: factor de potencia.

σ : conductividad del cobre a 70°C.

ΔV_{max} : caída de tensión máxima.

$V_{AC,INV}$: tensión de salida del inversor en corriente alterna.

(Fórmula 14)

Luego:

$$S \geq \frac{2 \cdot 15 \cdot 18.75 \cdot 1}{48 \cdot \frac{1.5}{100} \cdot 230} = 3.40 \text{ mm}^2$$

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

El criterio más restrictivo es el de caída de tensión, por lo que los conductores del circuito deberán tener una sección de 4 mm².

A partir de esta sección seleccionada, se recalculará la caída de tensión del circuito, la cual debe cumplir el criterio de ser menor del 1.5%.

$$\Delta V_{max} \geq \frac{2 \cdot l \cdot I_{M,INV} \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot V_{string} \cdot S}$$

Donde:

$$1.5 \% \geq \frac{2 \cdot 15 \cdot 18.75 \cdot 1}{48 \cdot 230 \cdot 4} \cdot 100 = 1.27 \%$$

6.3. Puesta a tierra.

El reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como la norma UNE 20460, determinan para el caso de corriente alterna los parámetros de protección tanto para contactos indirectos (curvas de tensión de contacto-tiempo, valor permanente de 50 V para locales secos, 24 V para locales húmedos), como para contactos directos (protección complementaria con dispositivos de corte diferencial de sensibilidad menor o igual de 300 mA).

La red de tierra se hará a través de conductor aislado de la misma sección a la de fase según la norma ITC-BT-08, conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1 (Figura 29).

Sección de los conductores de fase de la instalación $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Figura 29. Sección a la de fase según la norma ITC-BT-08.

Se tendrá en cuenta la nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión, del ministerio de industria turismo y comercio basada en los requisitos técnicos contenidos en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT, RD 842/2002).

7. Protecciones.

Se calcularán las protecciones necesarias a instalar para un funcionamiento seguro del sistema, y así garantizar la seguridad de las personas.

Para su cálculo, se tendrá en cuenta la ITC-BT-22, donde es necesario cumplir las siguientes condiciones:

$$I_{DPC} \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$$

Donde:

I_{DPC} : intensidad para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

I_Z : intensidad admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.

I_n : intensidad asignada del dispositivo de protección.

I_2 : intensidad que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.

(Fórmula 15)

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:

$$I_f = 1.60 \cdot I_n \quad \text{si} \quad I_n \geq 16 \text{ A}$$

$$I_f = 1.90 \cdot I_n \quad \text{si} \quad 4 \text{ A} \leq I_n \leq 16 \text{ A}$$

$$I_f = 2.10 \cdot I_n \quad \text{si} \quad I_n \leq 4 \text{ A}$$

7.1. Protecciones de corriente continua.

Para el caso de la instalación, para el valor de I_B se utilizará la corriente de cortocircuito de salida de los paneles solares, la cuál es de 13.87 A.

Para el valor de I_Z se utilizará la máxima corriente para 4 mm² para el método de instalación E con carga con temperatura máxima de servicio en régimen de 70°C y temperatura ambiente de 40°C en el aire, la cual tiene un valor de 35 A.

Luego, para la selección de magnetotérmico:

$$13.87 \text{ A} \leq I_n \leq 44 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot 35 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 50.75 \text{ A}$$

$$I_n = 20 \text{ A}$$

Se seleccionará un modelo que cumpla los requisitos de 20A, 2 polos, DC, 1000v

Para la selección de fusibles:

$$13.87 \text{ A} \leq I_n \leq 35 \text{ A}$$

$$I_f \leq 1.90 \cdot I_n$$

$$I_f \leq 26.35 \text{ A}$$

$$I_n = 20 \text{ A}$$

Se seleccionará un modelo que cumpla los requisitos de corriente máxima asignada de 20A, con capacidad de ruptura 30kA.

7.2. Protecciones de corriente alterna.

Para el criterio de selección de protecciones de corriente alterna, se utilizarán los mismos criterios que los usados para el cálculo en corriente continua.

Para el valor de I_B se utilizará la corriente de cortocircuito de salida del inversor, la cuál es de 15 A.

Para el valor de I_Z se utilizará la máxima corriente para 4 mm² para el método de instalación B2 para cable multipolar 2 XLPE con temperatura ambiente de 30°C en el aire, la cual tiene un valor de 36 A.

$$13.87 \text{ A} \leq I_n \leq 36 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot 36 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 52.2 \text{ A}$$

$$I_n = 25 \text{ A}$$

Para el interruptor automático diferencial bipolar, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación, se escogerá un modelo de 2P, 25A, 300mA AC.

Interruptor automático magnetotérmico bipolar, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, se escogerá un modelo de 2P, curva C, 6000 A/10 kA.

Anexo VI: Cálculos del estudio económico.

Índice de contenido

1. Datos de partida.....	132
2. Fórmulas utilizadas para los cálculos.....	132
3. Resultados mensuales.....	135
4. Resultados anuales.....	159
4.1. Horario.....	159
4.2. Mensual.....	161

Índice de figuras

Figura 30. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en enero (kWh). Elaboración propia (Excel).....	136
Figura 31. Beneficio monetario en enero (€). Elaboración propia (Excel).	136
Figura 32. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en febrero (kWh). Elaboración propia (Excel).....	138
Figura 33. Beneficio monetario en febrero (€). Elaboración propia (Excel).	138
Figura 34. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en marzo (kWh). Elaboración propia (Excel).....	140
Figura 35. Beneficio monetario en marzo (€). Elaboración propia (Excel).....	140
Figura 36. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en abril (kWh). Elaboración propia (Excel).....	142
Figura 37. Beneficio monetario en abril (€). Elaboración propia (Excel).	142
Figura 38. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en mayo (kWh). Elaboración propia (Excel).....	144
Figura 39. Beneficio monetario en mayo (€). Elaboración propia (Excel).	144
Figura 40. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en junio (kWh). Elaboración propia (Excel).....	146
Figura 41. Beneficio monetario en junio (€). Elaboración propia (Excel).	146
Figura 42. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en julio (kWh). Elaboración propia (Excel).....	148
Figura 43. Beneficio monetario en julio (€). Elaboración propia (Excel).	148
Figura 44. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en agosto (kWh). Elaboración propia (Excel).....	150
Figura 45. Beneficio monetario en agosto (€). Elaboración propia (Excel).....	150
Figura 46. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en septiembre (kWh). Elaboración propia (Excel).....	152
Figura 47. Beneficio monetario en septiembre (€). Elaboración propia (Excel).	152
Figura 48. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en octubre (kWh). Elaboración propia (Excel).....	154
Figura 49. Beneficio monetario en octubre (€). Elaboración propia (Excel).....	154
Figura 50. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en noviembre (kWh). Elaboración propia (Excel).....	156
Figura 51. Beneficio monetario en noviembre (€). Elaboración propia (Excel).	156
Figura 52. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en diciembre (kWh). Elaboración propia (Excel).....	158
Figura 53. Beneficio monetario en diciembre (€). Elaboración propia (Excel).	158
Figura 54. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada horaria anual (kWh). Elaboración propia (Excel).....	160
Figura 55. Beneficio monetario horario anual (€). Elaboración propia (Excel).	160
Figura 56. Gráfica del consumo en comparación con la energía mensual al año (kWh). Elaboración propia (Excel).....	162
Figura 57. Beneficio monetario mensual al año (€). Elaboración propia (Excel).	162

Índice de tablas

Tabla 58. Resultados del estudio económico para el mes de enero. Elaboración propia (Excel).	135
Tabla 59. Resultados del estudio económico para el mes de febrero. Elaboración propia (Excel).	137
Tabla 60. Resultados del estudio económico para el mes de marzo. Elaboración propia (Excel).	139
Tabla 61. Resultados del estudio económico para el mes de abril. Elaboración propia (Excel).	141
Tabla 62. Resultados del estudio económico para el mes de mayo. Elaboración propia (Excel).	143
Tabla 63. Resultados del estudio económico para el mes de junio. Elaboración propia (Excel).	145
Tabla 64. Resultados del estudio económico para el mes de julio. Elaboración propia (Excel).	147
Tabla 65. Resultados del estudio económico para el mes de agosto. Elaboración propia (Excel).	149
Tabla 66. Resultados del estudio económico para el mes de septiembre. Elaboración propia (Excel).	151
Tabla 67. Resultados del estudio económico para el mes de octubre. Elaboración propia (Excel).	153
Tabla 68. Resultados del estudio económico para el mes de noviembre. Elaboración propia (Excel).	155
Tabla 69. Resultados del estudio económico para el mes de diciembre. Elaboración propia (Excel).	157
Tabla 70. Resultados del estudio económico horario anual. Elaboración propia (Excel).	159
Tabla 71. Resultados del estudio económico mensual al año. Elaboración propia (Excel).	161
Tabla 72. Datos generales de la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (Excel).	170
Tabla 73. Datos de generales de explotación de la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (Excel).	170
Tabla 74. Resultados anuales del estudio económico. Elaboración propia (Excel).	173

1. Datos de partida.

Para los datos de partida, se ha hecho uso del consumo en la vivienda correspondiente al Anexo I, del precio de la energía y de la compensación de excedentes correspondientes al Anexo III, y de la energía aportada por el generador fotovoltaica, calculada en el Anexo V.

2. Fórmulas utilizadas para los cálculos.

Los cálculos se han realizado para cada mes de forma horaria, de manera que al final, en cada mes se obtendrá un total global de cada parámetro calculado, que posteriormente se verá reflejado en dos tablas anuales: una horaria y otra por meses.

Se procederá a mostrar la fórmula utilizada en cada columna para cada parámetro calculado, teniendo en cuenta que el cálculo se ha realizado por horas. Se ha de tener en cuenta que los valores negativos obtenidos son costos, y los valores positivos son ganancias.

Balance de energía.

$$\text{Balance energía (kWh)} = \text{Energía aportada (kWh)} - \text{Consumo (kWh)}$$

(Fórmula 16)

Coste de factura sin instalación: es el precio de la factura sin tener en cuenta costos fijos que se tendría en la vivienda sin instalación fotovoltaica.

$$\text{Coste factura sin instalación (€)} = \text{Consumo (kWh)} \cdot \text{Coste promedio (€/kWh)}$$

(Fórmula 17)

Compensación de excedentes: se dan dos casos.

Si el balance de energía es positivo:

$$\begin{aligned} \text{Compensación de excedentes (€)} \\ = \text{Balance de energía (kWh)} \cdot \text{Compensación promedio (€/kWh)} \end{aligned}$$

(Fórmula 18)

Si el balance de energía es negativo:

$$\text{Compensación de excedentes (€)} = 0$$

(Fórmula 19)

Coste energía consumida: es el coste de explícito de la energía que se consume de la red. Se dan dos casos:

Si el balance de energía es negativo:

$$\begin{aligned} \text{Coste energía consumida (€)} \\ = \text{Balance de energía (kWh)} \cdot \text{Coste promedio (€/kWh)} \end{aligned}$$

(Fórmula 20)

Si el balance de energía es positivo:

$$\text{Coste energía consumida (€)} = 0$$

(Fórmula 21)

Ahorrado por autoconsumo: es el dinero ahorrado en el momento que se está autoconsumiendo, es decir, el dinero que se está ahorrando pero que se hubiera pagado en el caso de no tener instalación fotovoltaica. Se dan tres casos para realizar el cálculo:

Si la energía aportada es positiva y el balance de energía también lo es, se multiplica el consumo en ese momento por el coste promedio, ya que se estaría ahorrando el total del coste de la energía consumida:

$$\text{Ahorrado por autoconsumo (€)} = \text{Consumo (kWh)} \cdot \text{Coste promedio (€/kWh)}$$

(Fórmula 22)

Si la energía aportada es positiva es positiva y el balance de energía es negativo, se multiplica la energía aportada en ese momento por el coste promedio, ya que toda la energía aportada en ese momento se utiliza para autoconsumir:

Ahorrado por autoconsumo (€)

$$= \text{Energía aportada (kWh)} \cdot \text{Coste promedio (€/kWh)}$$

(Fórmula 23)

Coste de la factura con instalación: es el precio de la factura sin tener en cuenta costos fijos que se tendría en la vivienda con instalación fotovoltaica.

Coste factura con instalación (€)

$$= \text{Coste energía consumida (€)} + \text{Compensación de excedentes (€)}$$

(Fórmula 24)

Beneficio total: es la ganancia monetaria total que se obtiene de la suma de lo ahorrado por autoconsumo más la compensación de excedentes. Esto es el ahorro que se obtiene con respecto a un perfil si instalación fotovoltaica.

Beneficio total (€)

$$= \text{Ahorrado por autoconsumo (€)} + \text{Compensación de excedentes (€)}$$

(Fórmula 25)

3. Resultados mensuales.

Enero:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	12,10	0,00	-12,10	-2,44	0,00	-2,44	0,00	-2,44	0,00
1	5,32	0,00	-5,32	-1,14	0,00	-1,14	0,00	-1,14	0,00
2	4,13	0,00	-4,13	-0,94	0,00	-0,94	0,00	-0,94	0,00
3	4,09	0,00	-4,09	-0,98	0,00	-0,98	0,00	-0,98	0,00
4	3,78	0,00	-3,78	-0,89	0,00	-0,89	0,00	-0,89	0,00
5	4,02	0,00	-4,02	-0,99	0,00	-0,99	0,00	-0,99	0,00
6	7,29	0,00	-7,29	-1,75	0,00	-1,75	0,00	-1,75	0,00
7	11,78	0,00	-11,78	-3,05	0,00	-3,05	0,00	-3,05	0,00
8	7,10	0,00	-7,10	-1,71	0,00	-1,71	0,00	-1,71	0,00
9	5,59	11,26	5,67	-1,31	1,22	0,00	1,31	1,22	2,53
10	10,62	21,73	11,11	-2,44	2,31	0,00	2,44	2,31	4,75
11	12,97	29,32	16,35	-2,91	3,29	0,00	2,91	3,29	6,20
12	14,97	32,70	17,73	-3,64	3,50	0,00	3,64	3,50	7,14
13	14,54	33,13	18,59	-3,50	3,59	0,00	3,50	3,59	7,08
14	17,05	29,41	12,36	-3,95	2,31	0,00	3,95	2,31	6,26
15	9,35	24,25	14,91	-2,02	2,76	0,00	2,02	2,76	4,77
16	14,66	16,81	2,15	-3,21	0,42	0,00	3,21	0,42	3,63
17	16,40	7,79	-8,61	-3,52	0,00	-1,85	1,67	-1,85	1,67
18	17,33	0,31	-17,02	-4,12	0,00	-4,04	0,07	-4,04	0,07
19	19,10	0,00	-19,10	-4,72	0,00	-4,72	0,00	-4,72	0,00
20	20,92	0,00	-20,92	-5,01	0,00	-5,01	0,00	-5,01	0,00
21	12,57	0,00	-12,57	-2,85	0,00	-2,85	0,00	-2,85	0,00
22	10,89	0,00	-10,89	-2,32	0,00	-2,32	0,00	-2,32	0,00
23	10,44	0,00	-10,44	-2,08	0,00	-2,08	0,00	-2,08	0,00
TOTAL	267,01	206,72	-60,29	-61,47	19,39	-36,75	24,72	-17,36	44,11

Tabla 58. Resultados del estudio económico para el mes de enero. Elaboración propia (Excel).

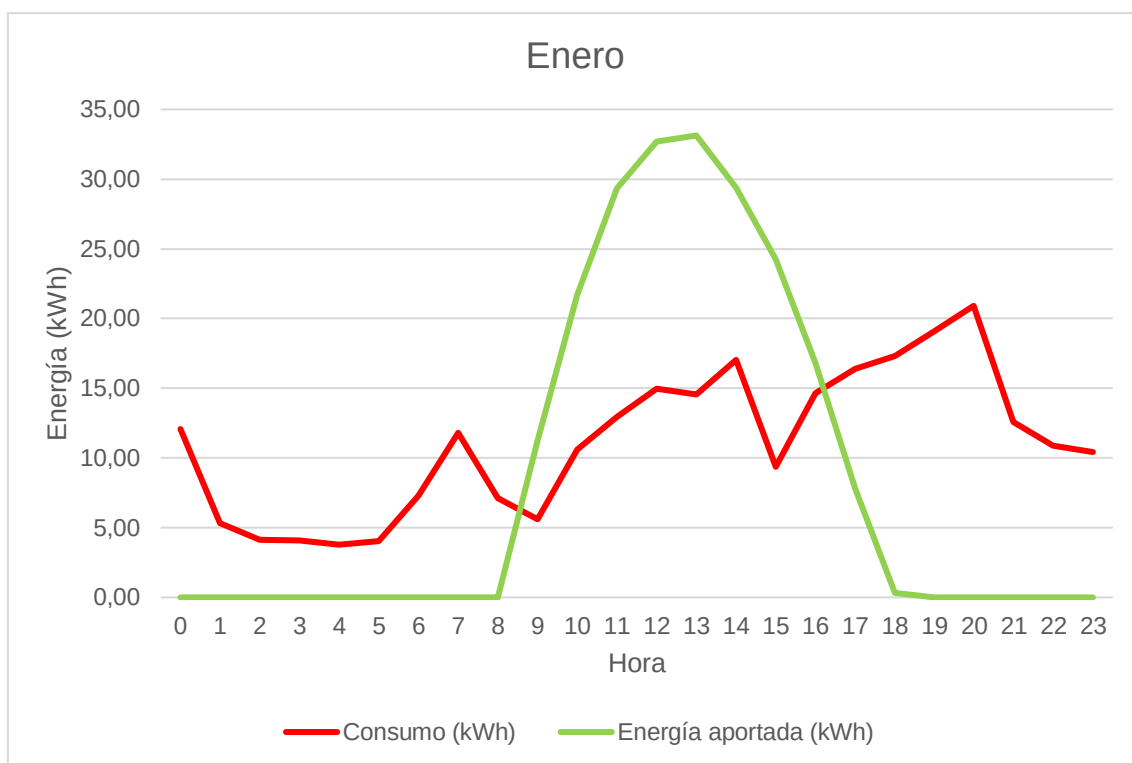


Figura 30. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en enero (kWh). Elaboración propia (Excel).

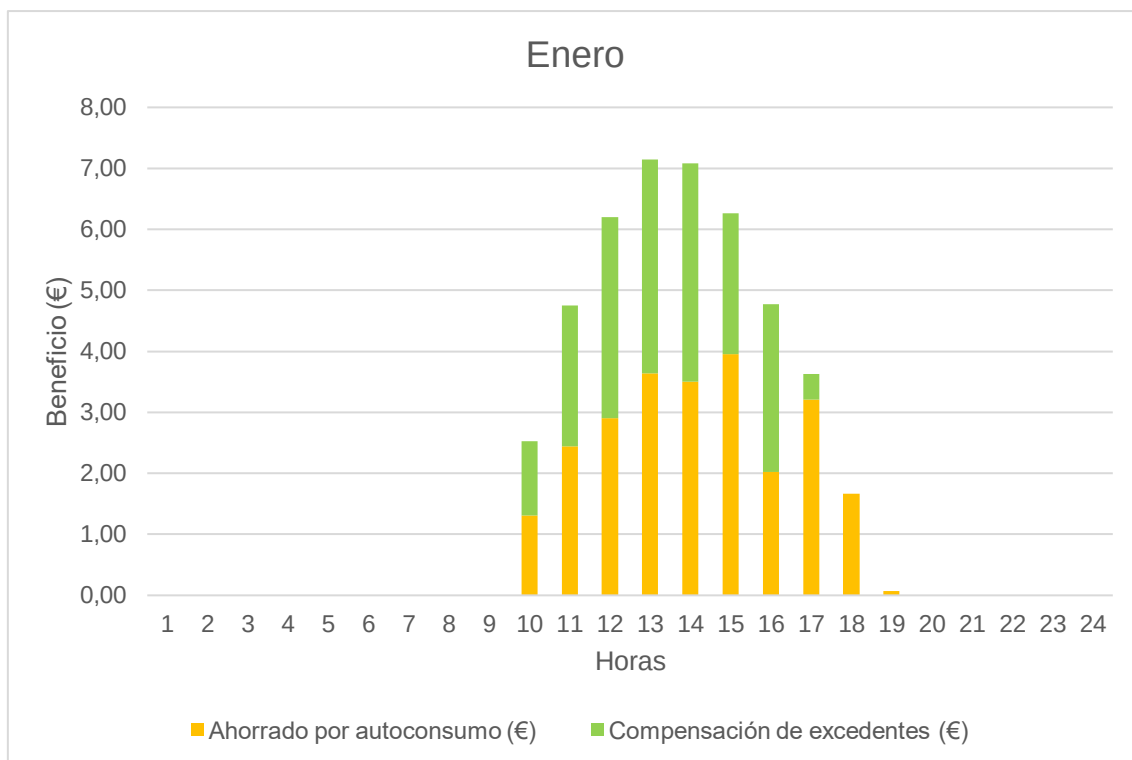


Figura 31. Beneficio monetario en enero (€). Elaboración propia (Excel).

Febrero:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	11,56	0,00	-11,56	-2,34	0,00	-2,34	0,00	-2,34	0,00
1	6,35	0,00	-6,35	-1,21	0,00	-1,21	0,00	-1,21	0,00
2	4,38	0,00	-4,38	-0,93	0,00	-0,93	0,00	-0,93	0,00
3	3,98	0,00	-3,98	-0,79	0,00	-0,79	0,00	-0,79	0,00
4	3,53	0,00	-3,53	-0,69	0,00	-0,69	0,00	-0,69	0,00
5	3,75	0,00	-3,75	-0,78	0,00	-0,78	0,00	-0,78	0,00
6	5,86	0,00	-5,86	-1,14	0,00	-1,14	0,00	-1,14	0,00
7	4,62	0,00	-4,62	-1,02	0,00	-1,02	0,00	-1,02	0,00
8	5,29	0,07	-5,22	-1,20	0,00	-1,18	0,02	-1,18	0,02
9	4,39	13,45	9,06	-0,97	2,00	0,00	0,97	2,00	2,97
10	6,38	22,81	16,43	-1,32	3,41	0,00	1,32	3,41	4,73
11	8,08	28,64	20,56	-1,56	4,00	0,00	1,56	4,00	5,56
12	9,05	32,50	23,45	-1,68	4,44	0,00	1,68	4,44	6,12
13	12,79	32,06	19,27	-2,30	3,54	0,00	2,30	3,54	5,84
14	13,47	30,19	16,72	-2,65	2,95	0,00	2,65	2,95	5,61
15	17,61	25,26	7,65	-3,54	1,32	0,00	3,54	1,32	4,86
16	12,80	18,73	5,93	-2,26	1,05	0,00	2,26	1,05	3,31
17	11,02	10,65	-0,36	-2,16	0,00	-0,07	2,09	-0,07	2,09
18	12,62	2,23	-10,38	-2,89	0,00	-2,38	0,51	-2,38	0,51
19	13,69	0,00	-13,69	-3,33	0,00	-3,33	0,00	-3,33	0,00
20	12,96	0,00	-12,96	-3,18	0,00	-3,18	0,00	-3,18	0,00
21	8,73	0,00	-8,73	-2,07	0,00	-2,07	0,00	-2,07	0,00
22	10,58	0,00	-10,58	-2,31	0,00	-2,31	0,00	-2,31	0,00
23	11,11	0,00	-11,11	-2,24	0,00	-2,24	0,00	-2,24	0,00
TOTAL	214,60	216,60	2,01	-44,54	22,72	-25,64	18,90	-2,92	41,62

Tabla 59. Resultados del estudio económico para el mes de febrero. Elaboración propia (Excel).

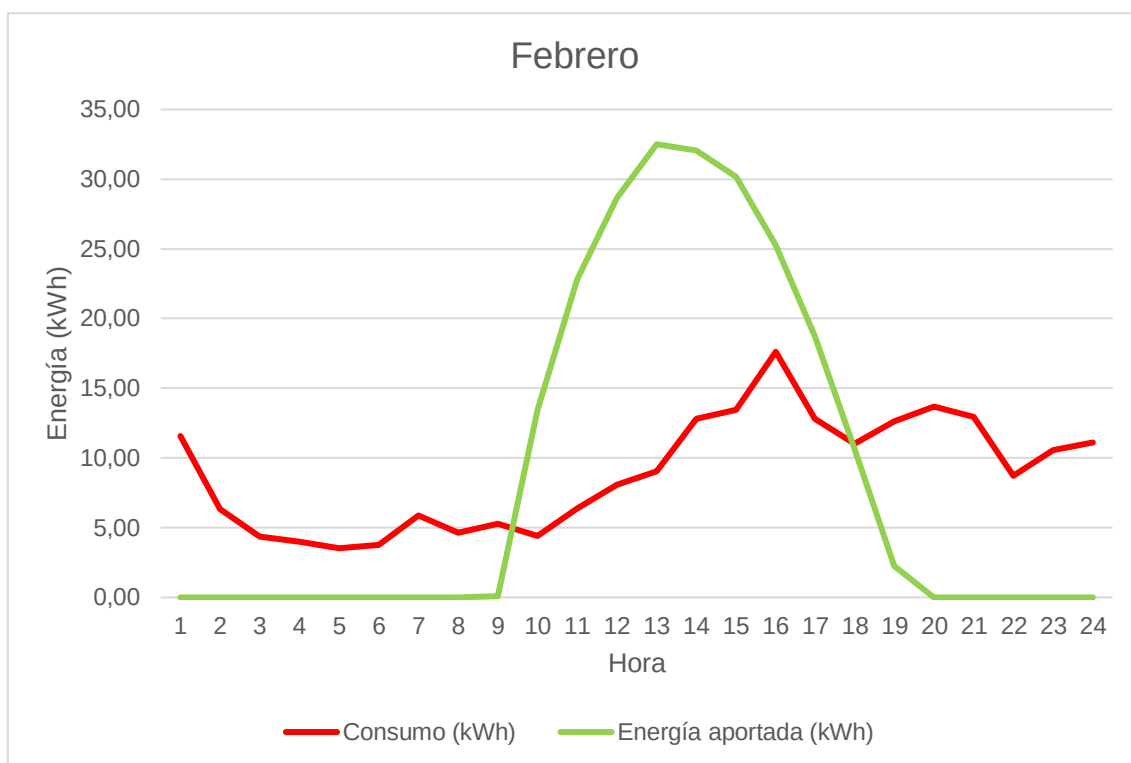


Figura 32. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en febrero (kWh). Elaboración propia (Excel).

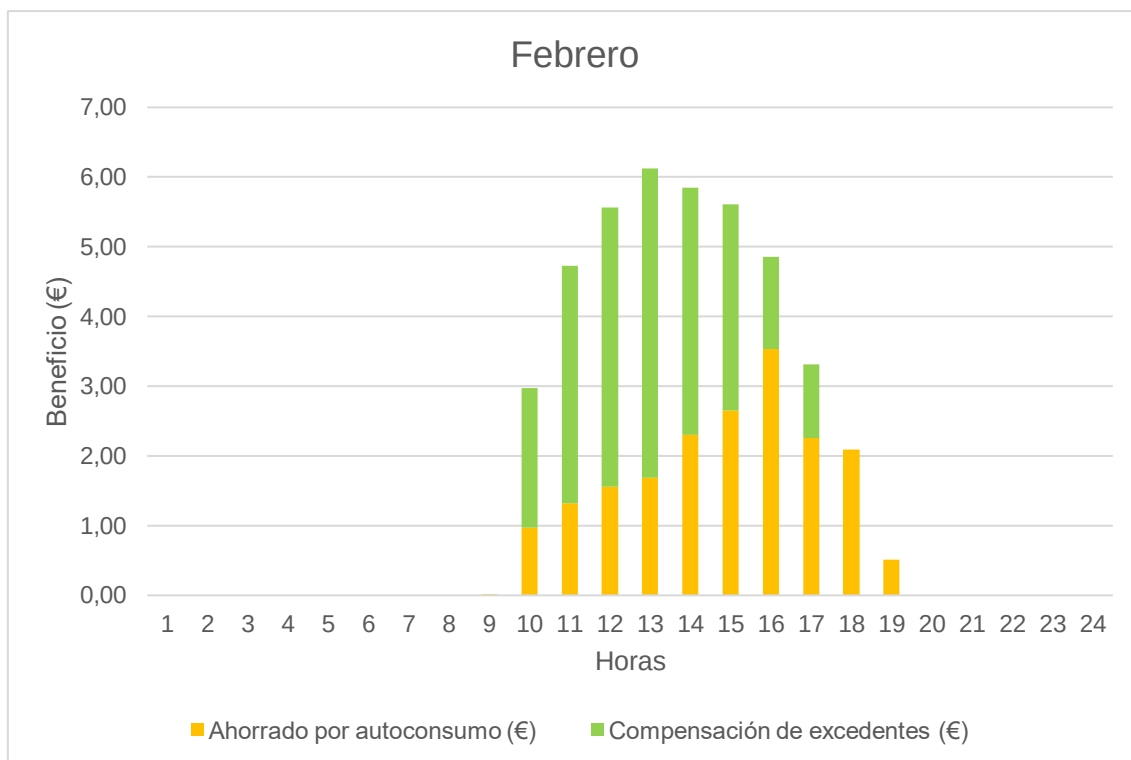


Figura 33. Beneficio monetario en febrero (€). Elaboración propia (Excel).

Marzo:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	6,50	0,00	-6,50	-1,85	0,00	-1,85	0,00	-1,85	0,00
1	4,31	0,00	-4,31	-1,15	0,00	-1,15	0,00	-1,15	0,00
2	4,09	0,00	-4,09	-1,05	0,00	-1,05	0,00	-1,05	0,00
3	3,72	0,00	-3,72	-0,92	0,00	-0,92	0,00	-0,92	0,00
4	3,76	0,00	-3,76	-0,92	0,00	-0,92	0,00	-0,92	0,00
5	3,76	0,00	-3,76	-0,96	0,00	-0,96	0,00	-0,96	0,00
6	6,53	0,00	-6,53	-1,84	0,00	-1,84	0,00	-1,84	0,00
7	6,16	0,00	-6,16	-1,88	0,00	-1,88	0,00	-1,88	0,00
8	6,57	2,42	-4,15	-2,04	0,00	-1,29	0,75	-1,29	0,75
9	6,96	20,80	13,84	-2,12	4,15	0,00	2,12	4,15	6,28
10	10,47	29,98	19,50	-3,02	5,61	0,00	3,02	5,61	8,63
11	16,32	35,99	19,67	-4,47	5,48	0,00	4,47	5,48	9,95
12	14,75	39,66	24,91	-3,96	6,83	0,00	3,96	6,83	10,79
13	15,82	38,00	22,18	-4,13	5,91	0,00	4,13	5,91	10,04
14	14,55	36,33	21,78	-3,72	5,67	0,00	3,72	5,67	9,38
15	17,39	30,97	13,58	-4,39	3,51	0,00	4,39	3,51	7,91
16	16,32	23,24	6,92	-4,29	1,85	0,00	4,29	1,85	6,14
17	13,60	14,28	0,68	-3,88	0,19	0,00	3,88	0,19	4,07
18	14,99	5,19	-9,80	-4,59	0,00	-3,00	1,59	-3,00	1,59
19	17,72	0,48	-17,24	-5,86	0,00	-5,70	0,16	-5,70	0,16
20	14,54	0,00	-14,54	-4,92	0,00	-4,92	0,00	-4,92	0,00
21	10,15	0,00	-10,15	-3,31	0,00	-3,31	0,00	-3,31	0,00
22	8,98	0,00	-8,98	-2,75	0,00	-2,75	0,00	-2,75	0,00
23	7,80	0,00	-7,80	-2,23	0,00	-2,23	0,00	-2,23	0,00
TOTAL	245,76	277,33	31,57	-70,26	39,20	-33,77	36,49	5,42	75,69

Tabla 60. Resultados del estudio económico para el mes de marzo. Elaboración propia (Excel).

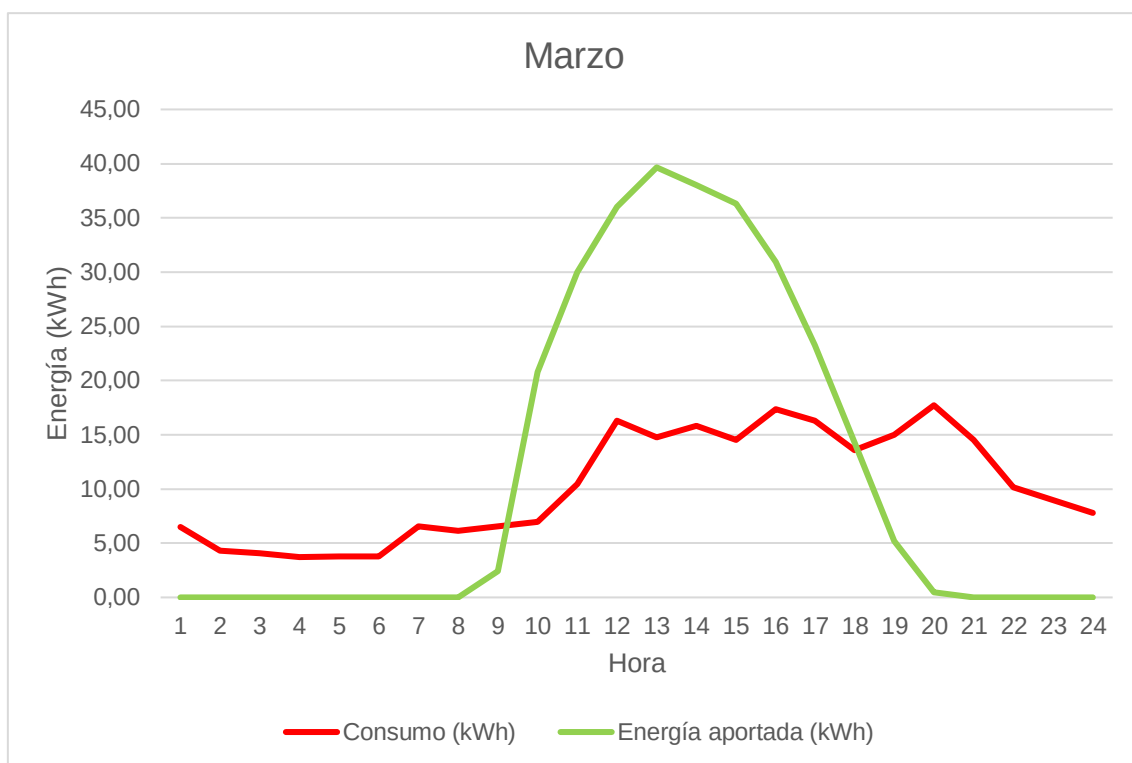


Figura 34. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en marzo (kWh). Elaboración propia (Excel).

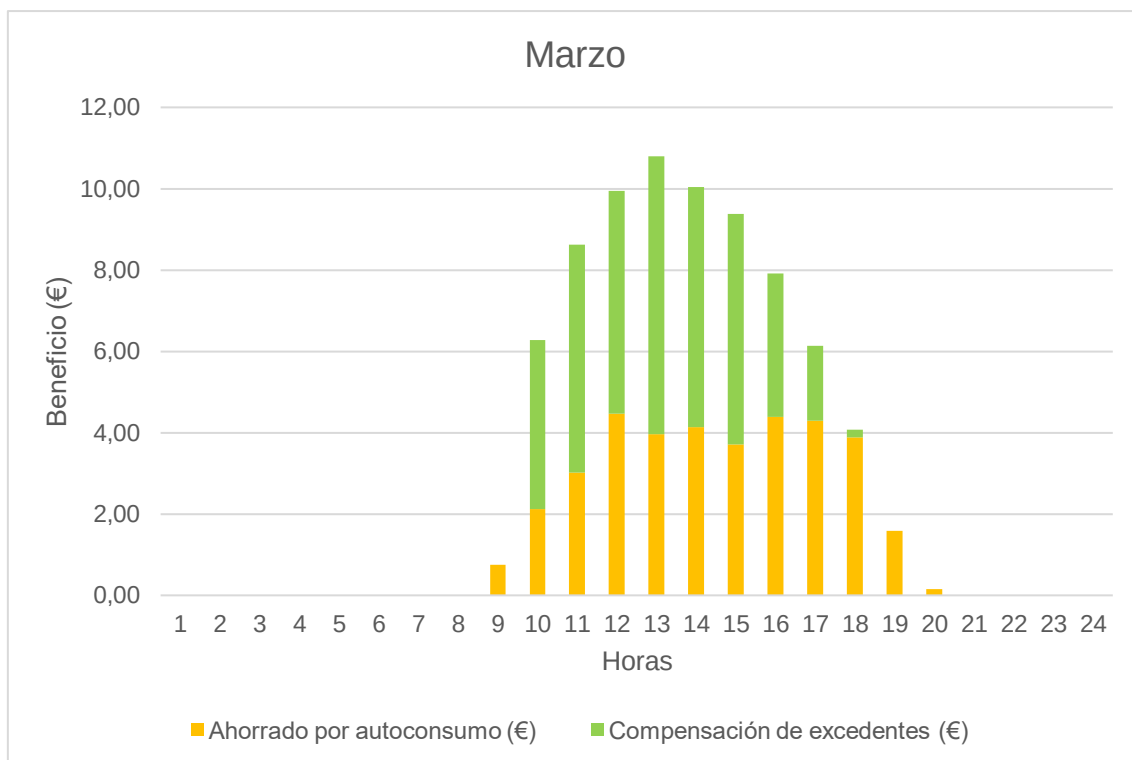


Figura 35. Beneficio monetario en marzo (€). Elaboración propia (Excel).

Abril:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	4,86	0,00	-4,86	-1,17	0,00	-1,17	0,00	-1,17	0,00
1	3,97	0,00	-3,97	-0,98	0,00	-0,98	0,00	-0,98	0,00
2	3,78	0,00	-3,78	-1,10	0,00	-1,10	0,00	-1,10	0,00
3	3,41	0,00	-3,41	-0,86	0,00	-0,86	0,00	-0,86	0,00
4	3,36	0,00	-3,36	-0,86	0,00	-0,86	0,00	-0,86	0,00
5	3,37	0,00	-3,37	-0,91	0,00	-0,91	0,00	-0,91	0,00
6	5,07	0,00	-5,07	-1,20	0,00	-1,20	0,00	-1,20	0,00
7	4,97	1,99	-2,98	-1,13	0,00	-0,68	0,45	-0,68	0,45
8	5,51	14,37	8,86	-1,41	2,02	0,00	1,41	2,02	3,43
9	5,00	24,06	19,07	-1,19	4,15	0,00	1,19	4,15	5,34
10	9,26	32,73	23,47	-2,45	4,65	0,00	2,45	4,65	7,10
11	10,85	37,59	26,75	-3,16	4,76	0,00	3,16	4,76	7,92
12	9,12	39,76	30,64	-2,52	5,21	0,00	2,52	5,21	7,73
13	11,79	39,31	27,52	-3,58	4,50	0,00	3,58	4,50	8,08
14	12,75	35,79	23,04	-3,39	3,61	0,00	3,39	3,61	7,00
15	17,11	30,39	13,28	-4,71	1,97	0,00	4,71	1,97	6,68
16	11,10	24,20	13,10	-2,93	1,94	0,00	2,93	1,94	4,87
17	10,07	15,80	5,73	-2,66	0,90	0,00	2,66	0,90	3,56
18	9,38	6,86	-2,52	-2,56	0,00	-0,69	1,87	-0,69	1,87
19	10,33	2,17	-8,16	-2,91	0,00	-2,30	0,61	-2,30	0,61
20	9,96	0,00	-9,96	-2,40	0,00	-2,40	0,00	-2,40	0,00
21	9,58	0,00	-9,58	-2,39	0,00	-2,39	0,00	-2,39	0,00
22	6,10	0,00	-6,10	-1,44	0,00	-1,44	0,00	-1,44	0,00
23	7,03	0,00	-7,03	-1,72	0,00	-1,72	0,00	-1,72	0,00
TOTAL	187,72	305,03	117,31	-49,63	33,71	-18,69	30,95	15,02	64,66

Tabla 61. Resultados del estudio económico para el mes de abril. Elaboración propia (Excel).

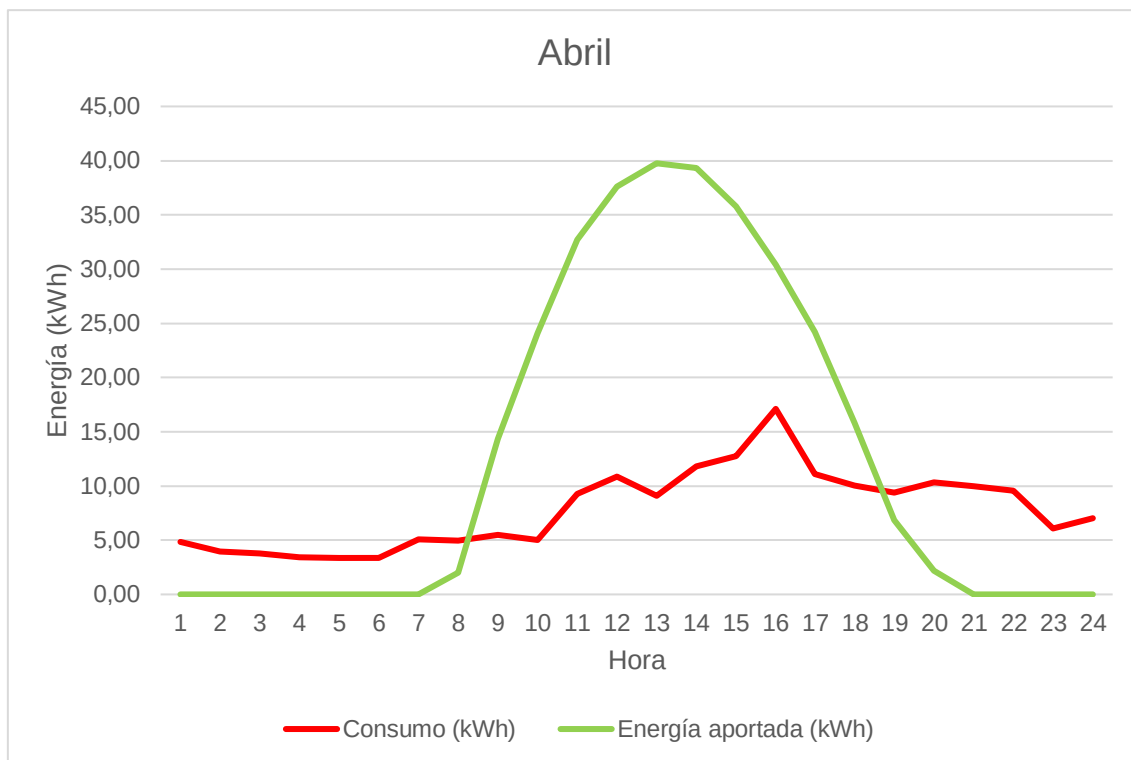


Figura 36. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en abril (kWh). Elaboración propia (Excel).

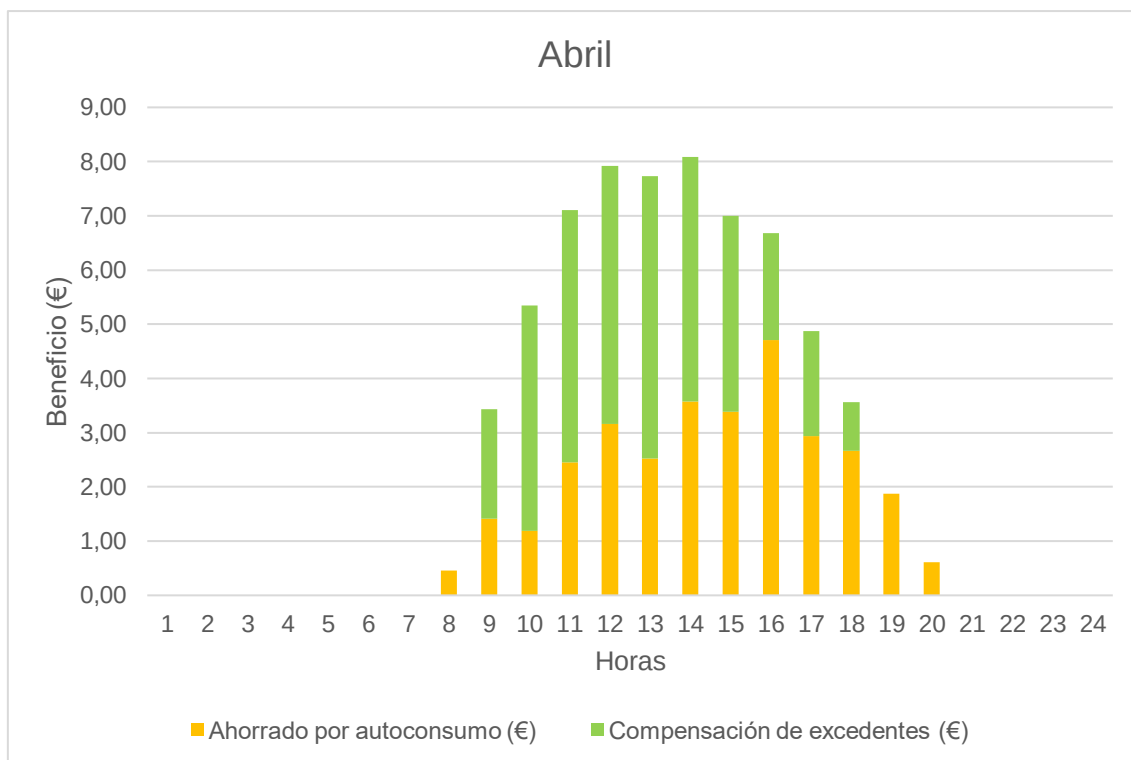


Figura 37. Beneficio monetario en abril (€). Elaboración propia (Excel).

Mayo:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	6,58	0,00	-6,58	-1,30	0,00	-1,30	0,00	-1,30	0,00
1	5,37	0,00	-5,37	-1,01	0,00	-1,01	0,00	-1,01	0,00
2	5,63	0,00	-5,63	-1,03	0,00	-1,03	0,00	-1,03	0,00
3	4,53	0,00	-4,53	-0,82	0,00	-0,82	0,00	-0,82	0,00
4	4,36	0,00	-4,36	-0,79	0,00	-0,79	0,00	-0,79	0,00
5	4,57	0,00	-4,57	-0,86	0,00	-0,86	0,00	-0,86	0,00
6	6,27	0,00	-6,27	-1,27	0,00	-1,27	0,00	-1,27	0,00
7	4,81	8,56	3,75	-1,01	0,79	0,00	1,01	0,79	1,80
8	6,77	19,11	12,34	-1,41	2,60	0,00	1,41	2,60	4,01
9	5,50	28,91	23,41	-1,07	4,62	0,00	1,07	4,62	5,70
10	7,18	36,61	29,43	-1,51	5,49	0,00	1,51	5,49	7,00
11	9,17	41,30	32,13	-1,83	5,86	0,00	1,83	5,86	7,68
12	9,78	43,64	33,86	-1,89	6,02	0,00	1,89	6,02	7,92
13	14,51	43,13	28,62	-2,60	4,89	0,00	2,60	4,89	7,48
14	16,09	39,46	23,37	-2,60	3,84	0,00	2,60	3,84	6,44
15	16,16	33,77	17,62	-2,97	2,81	0,00	2,97	2,81	5,78
16	14,12	26,60	12,48	-2,21	2,00	0,00	2,21	2,00	4,21
17	7,95	17,69	9,74	-1,51	1,65	0,00	1,51	1,65	3,16
18	10,15	8,83	-1,32	-1,75	0,00	-0,23	1,52	-0,23	1,52
19	10,62	3,53	-7,09	-2,07	0,00	-1,38	0,69	-1,38	0,69
20	10,83	0,12	-10,71	-2,37	0,00	-2,34	0,03	-2,34	0,03
21	13,16	0,00	-13,16	-3,03	0,00	-3,03	0,00	-3,03	0,00
22	9,67	0,00	-9,67	-2,14	0,00	-2,14	0,00	-2,14	0,00
23	7,15	0,00	-7,15	-1,49	0,00	-1,49	0,00	-1,49	0,00
TOTAL	210,92	351,26	140,34	-40,53	40,57	-17,69	22,84	22,89	63,42

Tabla 62. Resultados del estudio económico para el mes de mayo. Elaboración propia (Excel).

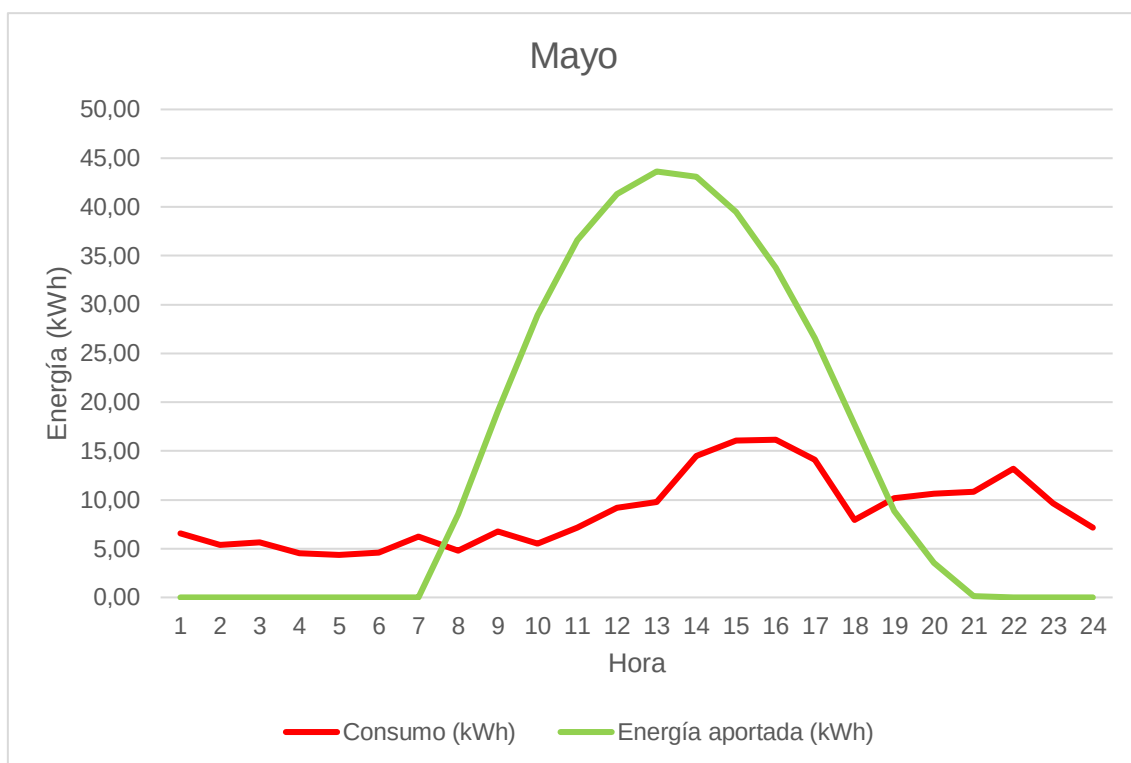


Figura 38. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en mayo (kWh). Elaboración propia (Excel).

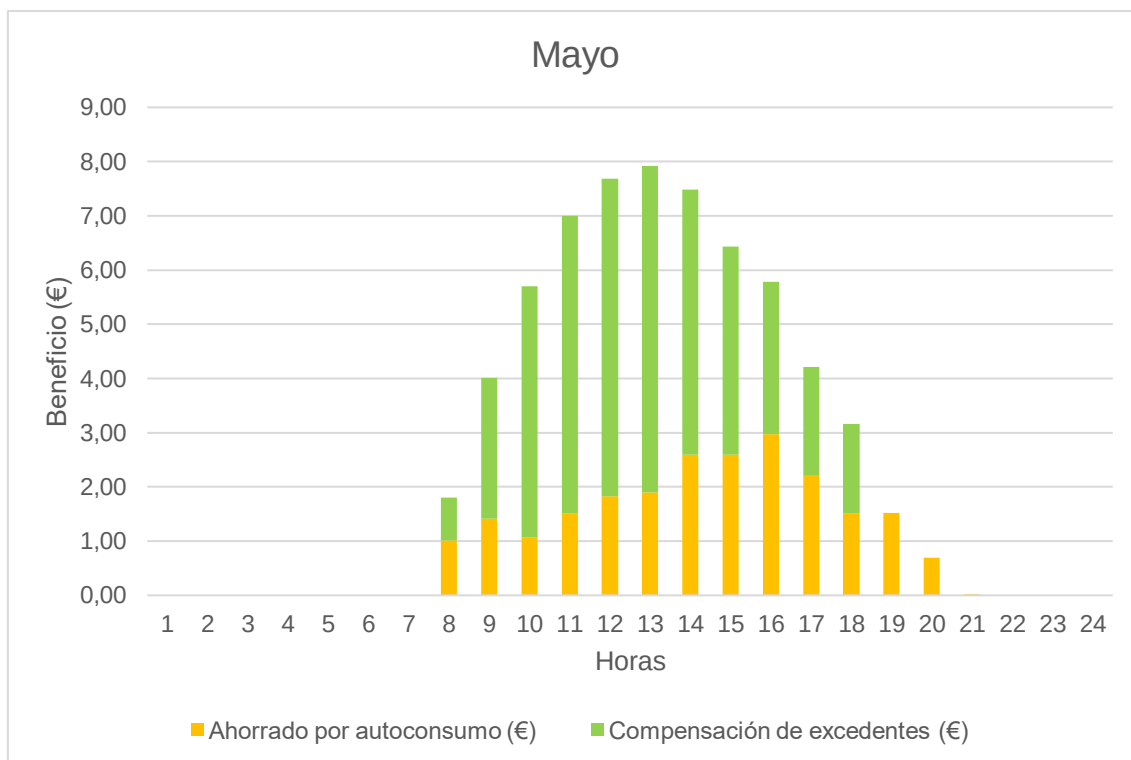


Figura 39. Beneficio monetario en mayo (€). Elaboración propia (Excel).

Junio:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	9,25	0,00	-9,25	-1,78	0,00	-1,78	0,00	-1,78	0,00
1	10,28	0,00	-10,28	-1,85	0,00	-1,85	0,00	-1,85	0,00
2	10,22	0,00	-10,22	-1,75	0,00	-1,75	0,00	-1,75	0,00
3	8,90	0,00	-8,90	-1,51	0,00	-1,51	0,00	-1,51	0,00
4	7,84	0,00	-7,84	-1,32	0,00	-1,32	0,00	-1,32	0,00
5	6,48	0,00	-6,48	-1,11	0,00	-1,11	0,00	-1,11	0,00
6	6,36	0,00	-6,36	-1,13	0,00	-1,13	0,00	-1,13	0,00
7	6,65	9,70	3,04	-1,25	0,61	0,00	1,25	0,61	1,86
8	8,10	20,36	12,26	-1,48	2,39	0,00	1,48	2,39	3,88
9	4,52	30,12	25,60	-0,90	4,72	0,00	0,90	4,72	5,61
10	5,14	37,43	32,29	-0,97	5,75	0,00	0,97	5,75	6,72
11	5,60	42,67	37,06	-1,03	6,23	0,00	1,03	6,23	7,25
12	7,43	45,09	37,66	-1,34	6,32	0,00	1,34	6,32	7,66
13	10,59	44,80	34,20	-1,88	5,64	0,00	1,88	5,64	7,52
14	18,93	41,31	22,38	-3,78	3,54	0,00	3,78	3,54	7,32
15	19,14	35,73	16,59	-4,57	2,40	0,00	4,57	2,40	6,97
16	15,86	27,93	12,07	-3,95	1,70	0,00	3,95	1,70	5,65
17	14,36	19,05	4,69	-4,23	0,68	0,00	4,23	0,68	4,91
18	16,41	9,96	-6,45	-4,61	0,00	-1,81	2,80	-1,81	2,80
19	14,09	4,18	-9,91	-3,51	0,00	-2,47	1,04	-2,47	1,04
20	11,43	1,10	-10,32	-2,13	0,00	-1,92	0,21	-1,92	0,21
21	8,40	0,00	-8,40	-1,71	0,00	-1,71	0,00	-1,71	0,00
22	11,41	0,00	-11,41	-2,35	0,00	-2,35	0,00	-2,35	0,00
23	8,28	0,00	-8,28	-1,58	0,00	-1,58	0,00	-1,58	0,00
TOTAL	245,67	369,42	123,75	-51,72	39,98	-22,29	29,43	17,69	69,41

Tabla 63. Resultados del estudio económico para el mes de junio. Elaboración propia (Excel).

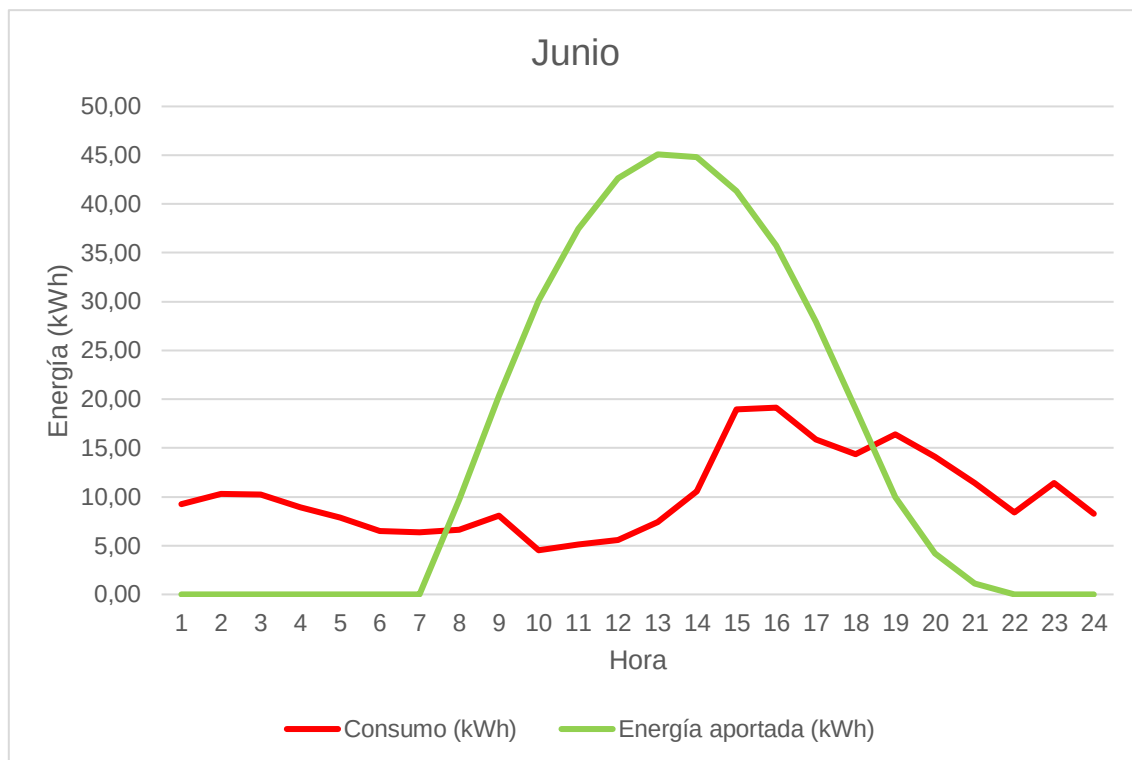


Figura 40. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en junio (kWh). Elaboración propia (Excel).

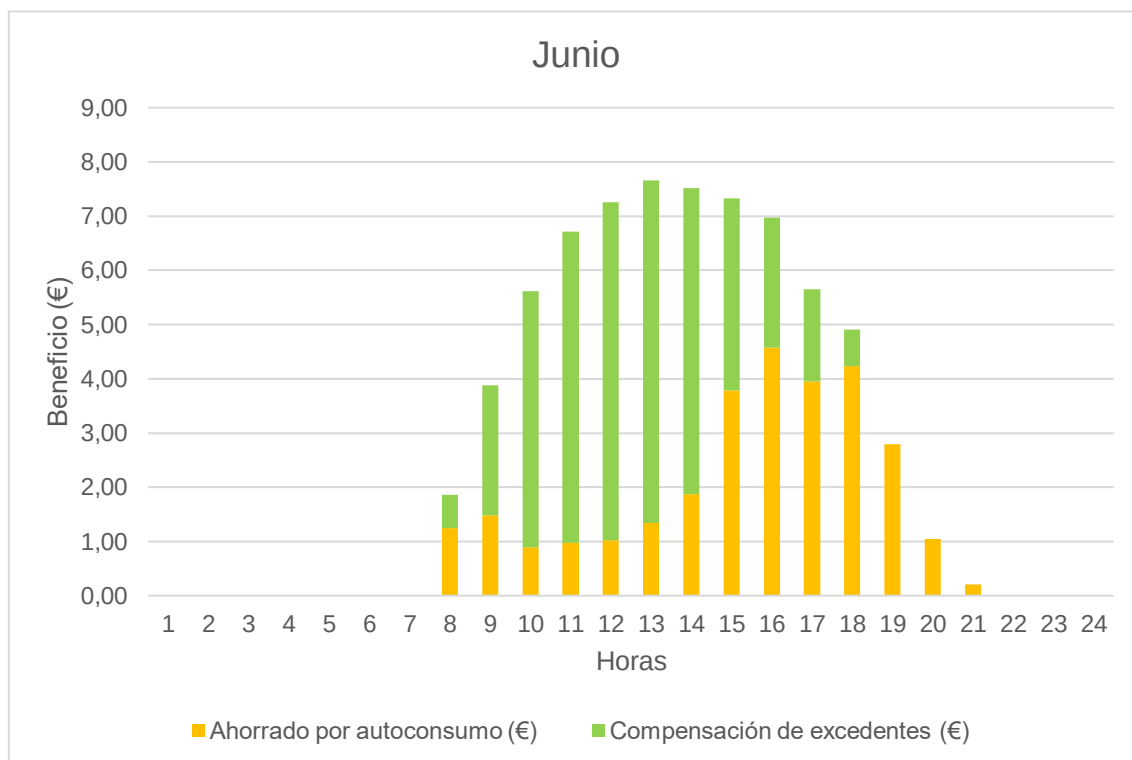


Figura 41. Beneficio monetario en junio (€). Elaboración propia (Excel).

Julio:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	15,01	0,00	-15,01	-2,35	0,00	-2,35	0,00	-2,35	0,00
1	17,23	0,00	-17,23	-2,53	0,00	-2,53	0,00	-2,53	0,00
2	13,03	0,00	-13,03	-1,81	0,00	-1,81	0,00	-1,81	0,00
3	10,17	0,00	-10,17	-1,37	0,00	-1,37	0,00	-1,37	0,00
4	9,54	0,00	-9,54	-1,29	0,00	-1,29	0,00	-1,29	0,00
5	12,04	0,00	-12,04	-1,68	0,00	-1,68	0,00	-1,68	0,00
6	10,73	0,00	-10,73	-1,55	0,00	-1,55	0,00	-1,55	0,00
7	11,74	8,92	-2,82	-1,75	0,00	-0,42	1,33	-0,42	1,33
8	9,45	20,48	11,04	-1,91	1,94	0,00	1,91	1,94	3,85
9	7,49	30,97	23,49	-1,42	3,90	0,00	1,42	3,90	5,32
10	7,55	38,80	31,25	-1,41	5,03	0,00	1,41	5,03	6,43
11	8,53	44,01	35,49	-1,70	5,73	0,00	1,70	5,73	7,43
12	9,40	46,67	37,27	-1,79	6,72	0,00	1,79	6,72	8,52
13	11,77	46,31	34,54	-2,13	6,33	0,00	2,13	6,33	8,46
14	22,76	43,34	20,58	-3,68	3,84	0,00	3,68	3,84	7,52
15	19,22	37,66	18,44	-4,07	3,34	0,00	4,07	3,34	7,41
16	21,63	29,85	8,22	-4,77	1,41	0,00	4,77	1,41	6,17
17	20,88	20,44	-0,43	-4,85	0,00	-0,10	4,75	-0,10	4,75
18	26,82	10,45	-16,37	-4,18	0,00	-2,55	1,63	-2,55	1,63
19	24,55	4,06	-20,49	-3,38	0,00	-2,82	0,56	-2,82	0,56
20	18,29	1,06	-17,23	-2,89	0,00	-2,72	0,17	-2,72	0,17
21	13,41	0,00	-13,41	-2,26	0,00	-2,26	0,00	-2,26	0,00
22	9,25	0,00	-9,25	-1,58	0,00	-1,58	0,00	-1,58	0,00
23	9,31	0,00	-9,31	-1,47	0,00	-1,47	0,00	-1,47	0,00
TOTAL	339,81	383,04	43,23	-57,85	38,23	-26,52	31,32	11,71	69,56

Tabla 64. Resultados del estudio económico para el mes de julio. Elaboración propia (Excel).

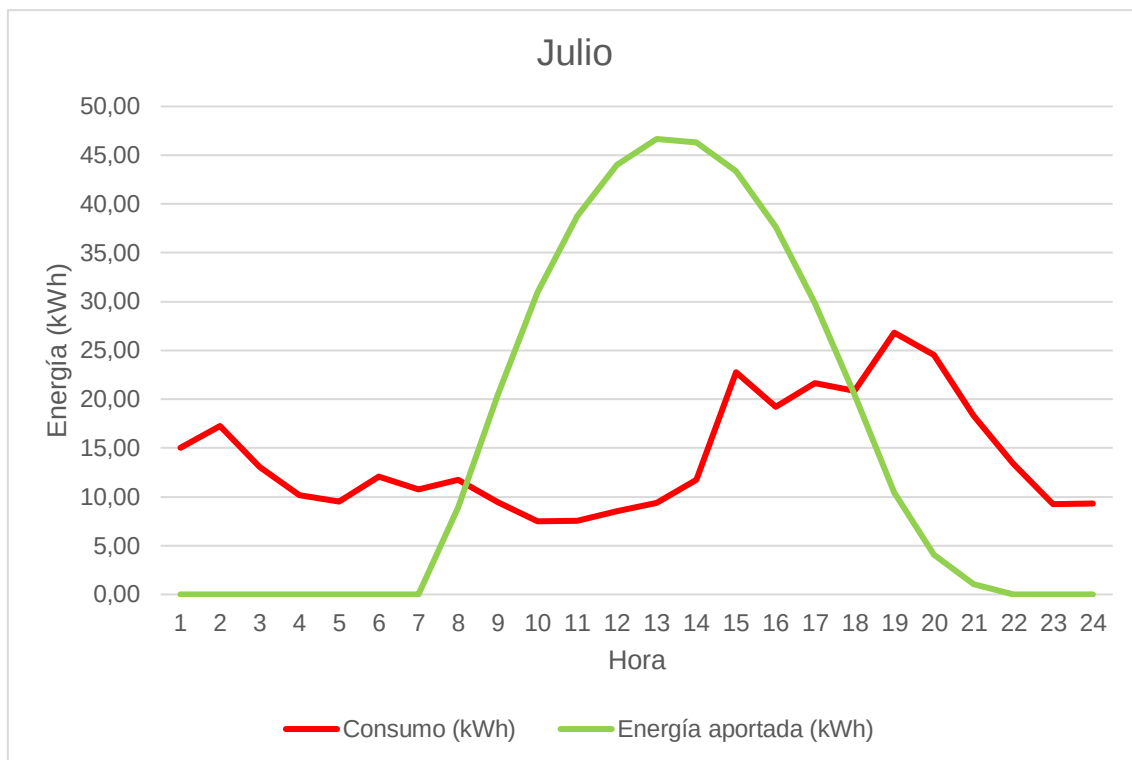


Figura 42. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en julio (kWh). Elaboración propia (Excel).

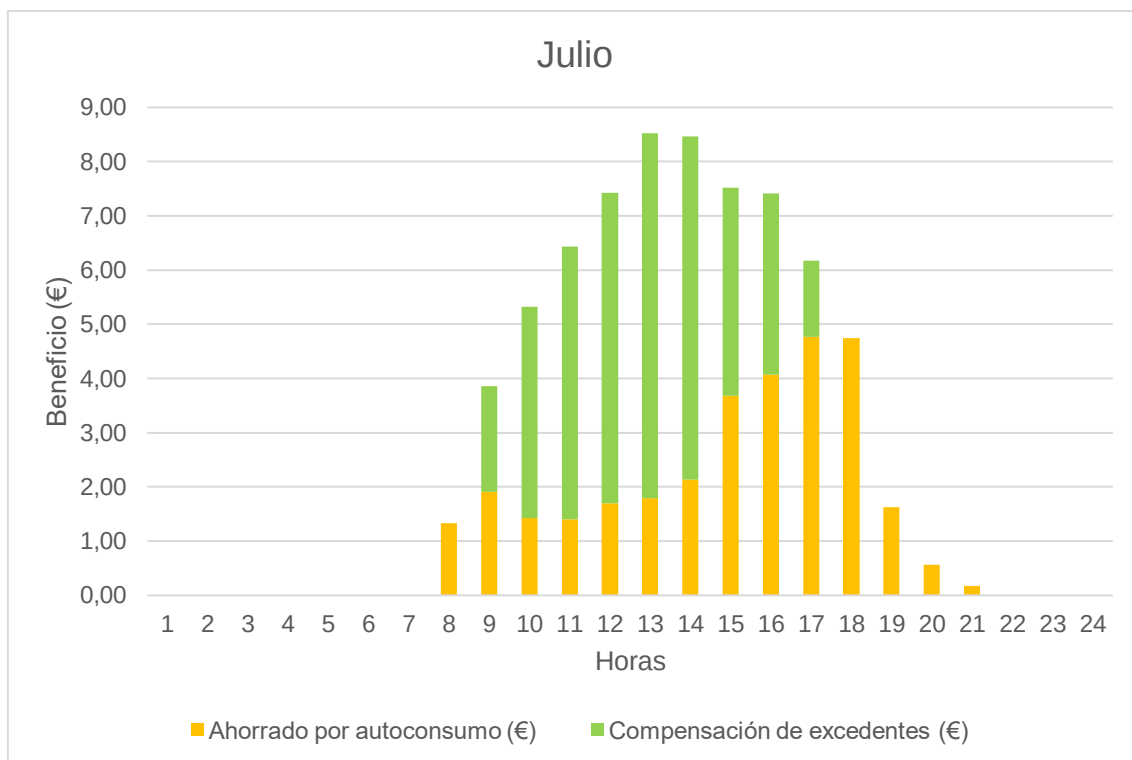


Figura 43. Beneficio monetario en julio (€). Elaboración propia (Excel).

Agosto:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	9,82	0,00	-9,82	-1,77	0,00	-1,77	0,00	-1,77	0,00
1	10,77	0,00	-10,77	-1,81	0,00	-1,81	0,00	-1,81	0,00
2	10,42	0,00	-10,42	-1,65	0,00	-1,65	0,00	-1,65	0,00
3	10,87	0,00	-10,87	-1,93	0,00	-1,93	0,00	-1,93	0,00
4	9,79	0,00	-9,79	-1,74	0,00	-1,74	0,00	-1,74	0,00
5	8,39	0,00	-8,39	-1,52	0,00	-1,52	0,00	-1,52	0,00
6	7,10	0,00	-7,10	-1,16	0,00	-1,16	0,00	-1,16	0,00
7	9,01	3,69	-5,32	-1,54	0,00	-0,91	0,63	-0,91	0,63
8	8,60	17,74	9,14	-1,45	1,81	0,00	1,45	1,81	3,26
9	6,53	28,68	22,15	-1,12	3,99	0,00	1,12	3,99	5,11
10	6,40	37,15	30,75	-1,20	4,76	0,00	1,20	4,76	5,95
11	9,17	42,93	33,76	-1,63	5,48	0,00	1,63	5,48	7,11
12	11,00	45,67	34,67	-1,72	5,48	0,00	1,72	5,48	7,21
13	15,98	45,13	29,15	-2,57	4,66	0,00	2,57	4,66	7,23
14	44,75	41,86	-2,89	-8,14	0,00	-0,53	7,62	-0,53	7,62
15	23,34	36,14	12,81	-5,05	2,10	0,00	5,05	2,10	7,14
16	22,48	27,98	5,50	-4,77	0,89	0,00	4,77	0,89	5,66
17	16,96	18,31	1,34	-2,95	0,22	0,00	2,95	0,22	3,18
18	14,75	8,11	-6,63	-3,16	0,00	-1,42	1,74	-1,42	1,74
19	19,94	2,93	-17,01	-3,39	0,00	-2,89	0,50	-2,89	0,50
20	12,73	0,03	-12,71	-2,37	0,00	-2,36	0,01	-2,36	0,01
21	13,44	0,00	-13,44	-2,69	0,00	-2,69	0,00	-2,69	0,00
22	11,93	0,00	-11,93	-2,32	0,00	-2,32	0,00	-2,32	0,00
23	9,86	0,00	-9,86	-1,78	0,00	-1,78	0,00	-1,78	0,00
TOTAL	324,00	356,35	32,36	-59,42	29,39	-26,47	32,95	2,92	62,33

Tabla 65. Resultados del estudio económico para el mes de agosto. Elaboración propia (Excel).

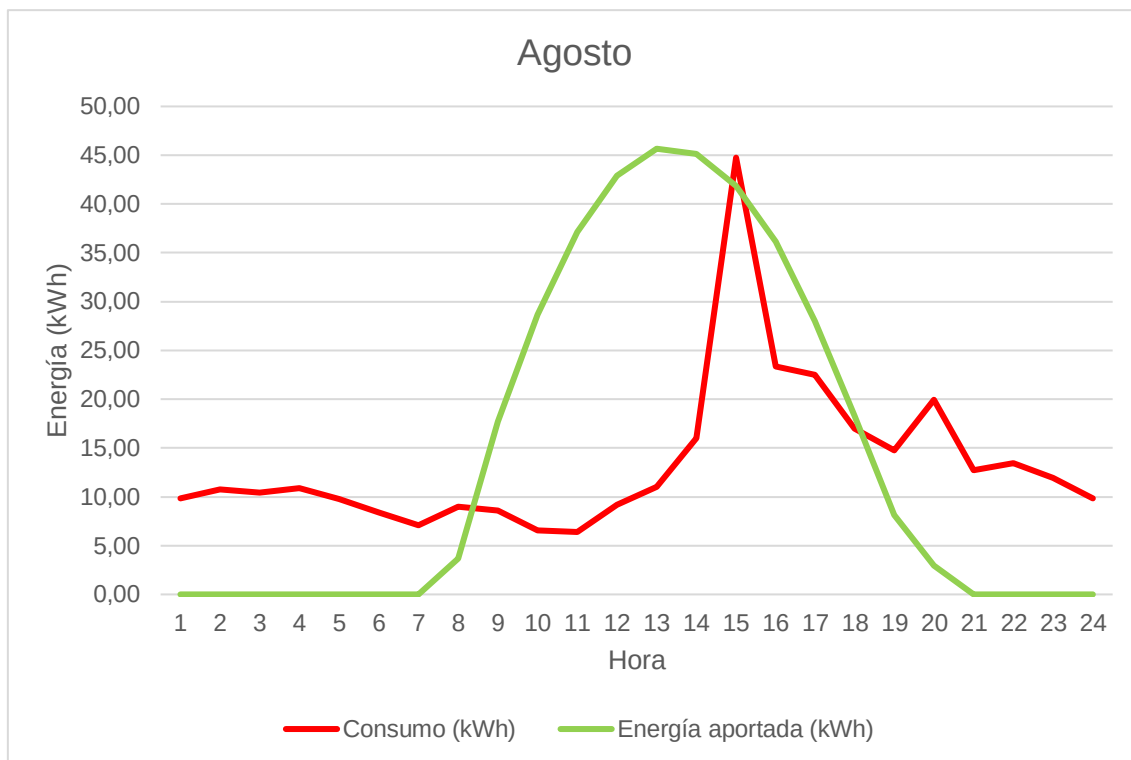


Figura 44. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en agosto (kWh). Elaboración propia (Excel).

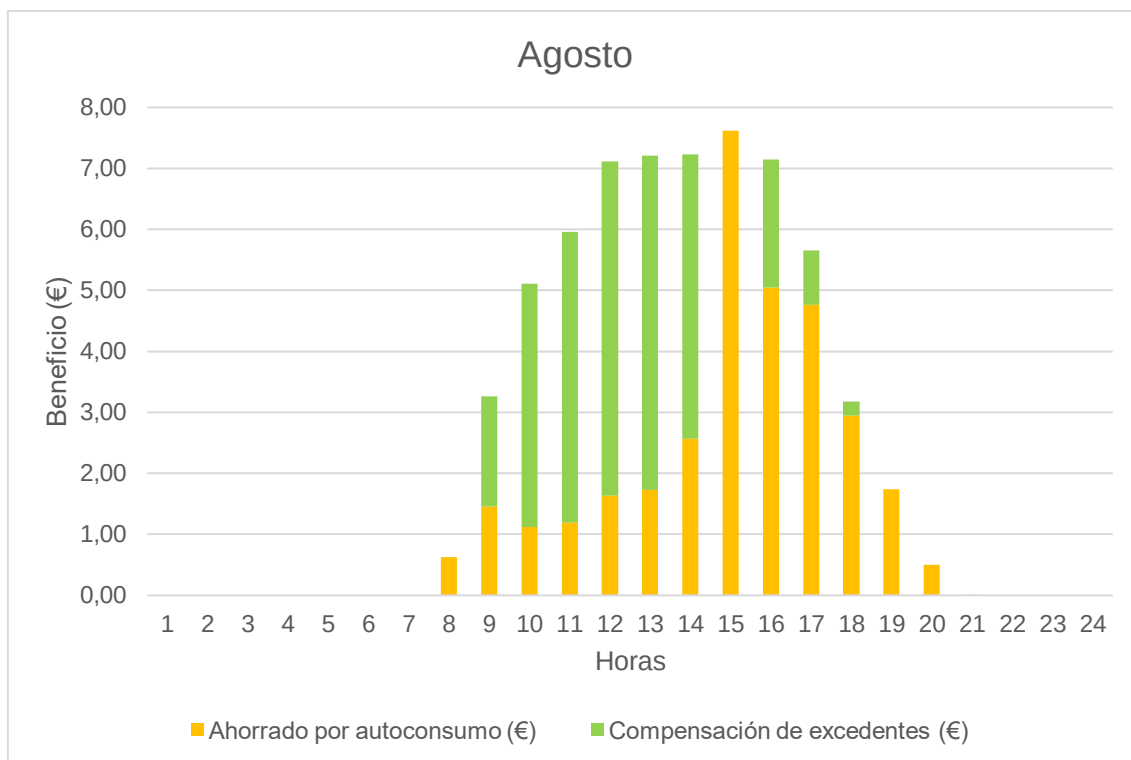


Figura 45. Beneficio monetario en agosto (€). Elaboración propia (Excel).

Septiembre:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	6,54	0,00	-6,54	-1,56	0,00	-1,56	0,00	-1,56	0,00
1	5,52	0,00	-5,52	-1,17	0,00	-1,17	0,00	-1,17	0,00
2	5,12	0,00	-5,12	-1,48	0,00	-1,48	0,00	-1,48	0,00
3	4,47	0,00	-4,47	-1,26	0,00	-1,26	0,00	-1,26	0,00
4	4,37	0,00	-4,37	-1,48	0,00	-1,48	0,00	-1,48	0,00
5	4,19	0,00	-4,19	-1,32	0,00	-1,32	0,00	-1,32	0,00
6	4,48	0,00	-4,48	-0,84	0,00	-0,84	0,00	-0,84	0,00
7	5,84	0,28	-5,56	-1,06	0,00	-1,01	0,05	-1,01	0,05
8	5,89	9,21	3,31	-1,24	0,60	0,00	1,24	0,60	1,84
9	3,95	24,94	20,99	-0,77	3,57	0,00	0,77	3,57	4,33
10	4,46	33,31	28,84	-1,16	4,04	0,00	1,16	4,04	5,21
11	4,00	38,85	34,85	-1,44	4,60	0,00	1,44	4,60	6,03
12	5,76	40,89	35,13	-2,23	4,59	0,00	2,23	4,59	6,82
13	10,02	40,08	30,06	-3,72	3,77	0,00	3,72	3,77	7,49
14	54,51	36,52	-17,99	-18,13	0,00	-5,98	12,14	-5,98	12,14
15	29,24	29,84	0,60	-9,45	0,07	0,00	9,45	0,07	9,52
16	7,80	22,50	14,70	-2,67	1,80	0,00	2,67	1,80	4,46
17	7,61	13,13	5,53	-2,39	0,69	0,00	2,39	0,69	3,08
18	8,25	4,07	-4,18	-2,33	0,00	-1,18	1,15	-1,18	1,15
19	9,14	0,64	-8,50	-1,98	0,00	-1,84	0,14	-1,84	0,14
20	9,90	0,00	-9,90	-1,97	0,00	-1,97	0,00	-1,97	0,00
21	9,59	0,00	-9,59	-2,08	0,00	-2,08	0,00	-2,08	0,00
22	7,23	0,00	-7,23	-1,32	0,00	-1,32	0,00	-1,32	0,00
23	6,60	0,00	-6,60	-1,20	0,00	-1,20	0,00	-1,20	0,00
TOTAL	224,45	294,25	69,80	-64,23	23,73	-25,69	38,55	-1,95	62,28

Tabla 66. Resultados del estudio económico para el mes de septiembre. Elaboración propia (Excel).

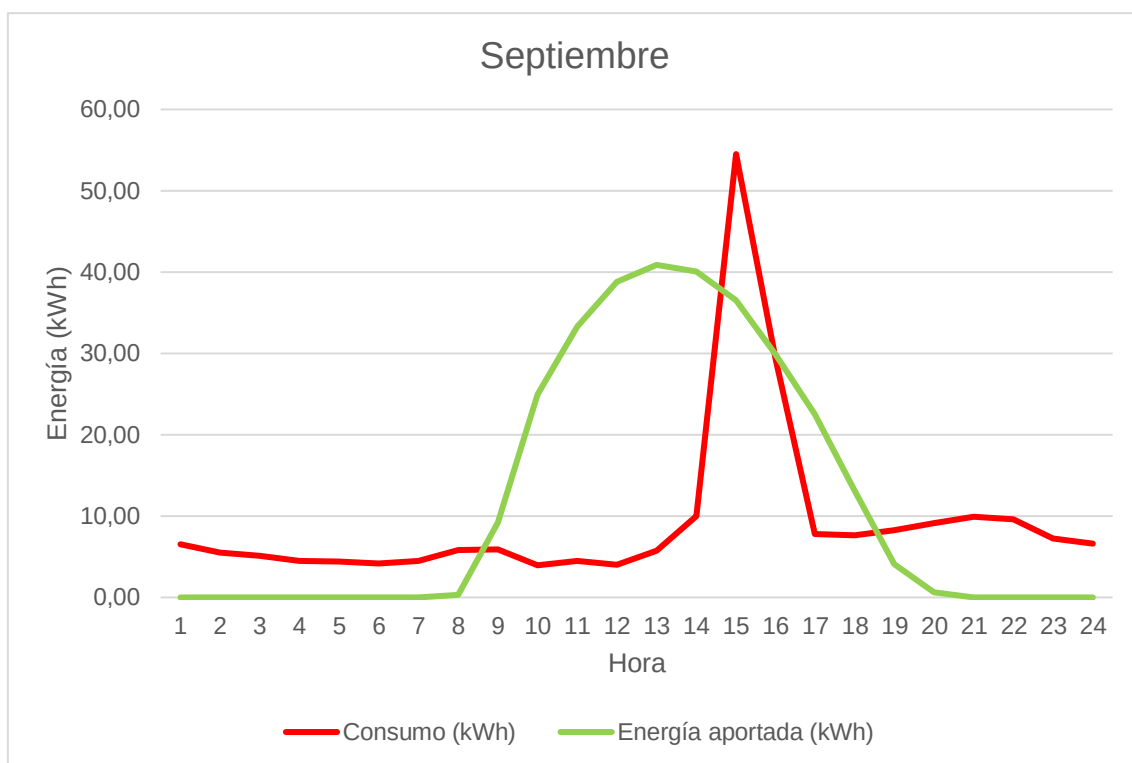


Figura 46. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en septiembre (kWh).
Elaboración propia (Excel).

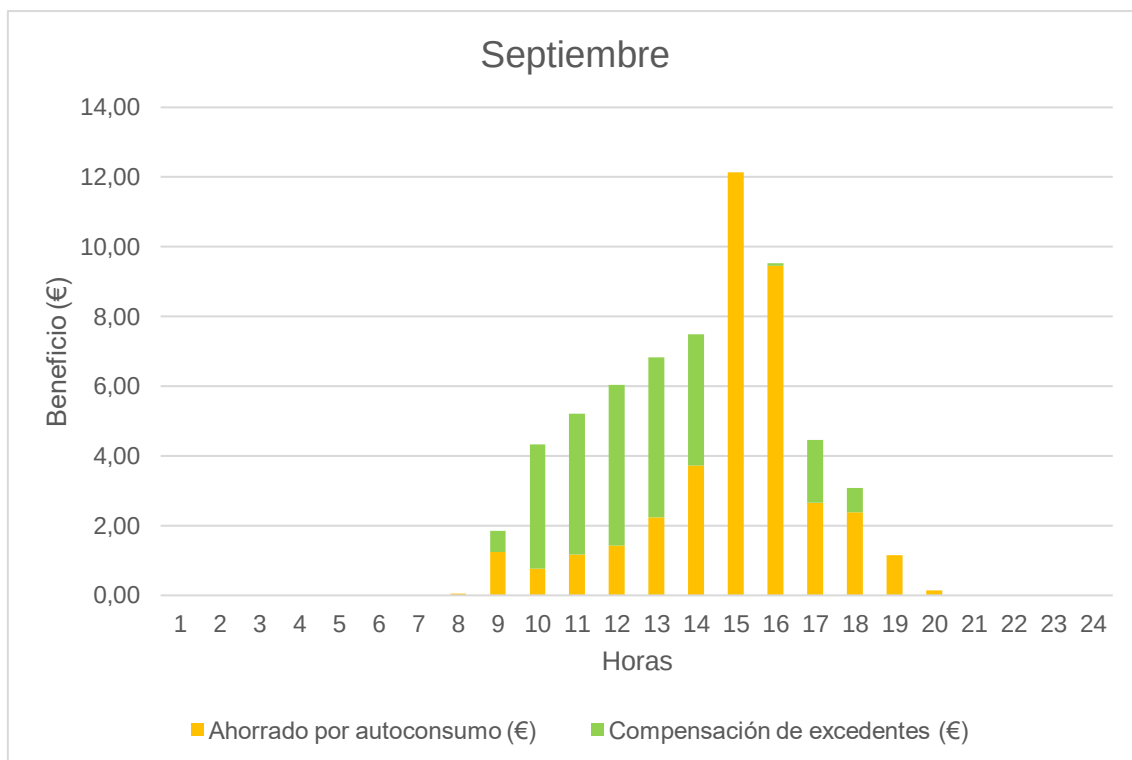


Figura 47. Beneficio monetario en septiembre (€). Elaboración propia (Excel).

Octubre:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	10,87	0,00	-10,87	-4,04	0,00	-4,04	0,00	-4,04	0,00
1	7,55	0,00	-7,55	-2,78	0,00	-2,78	0,00	-2,78	0,00
2	5,95	0,00	-5,95	-2,53	0,00	-2,53	0,00	-2,53	0,00
3	6,25	0,00	-6,25	-2,91	0,00	-2,91	0,00	-2,91	0,00
4	5,84	0,00	-5,84	-2,80	0,00	-2,80	0,00	-2,80	0,00
5	4,36	0,00	-4,36	-1,94	0,00	-1,94	0,00	-1,94	0,00
6	5,95	0,00	-5,95	-2,32	0,00	-2,32	0,00	-2,32	0,00
7	10,40	0,00	-10,40	-2,20	0,00	-2,20	0,00	-2,20	0,00
8	11,15	2,44	-8,71	-2,38	0,00	-1,86	0,52	-1,86	0,52
9	5,45	22,25	16,80	-1,19	2,54	0,00	1,19	2,54	3,73
10	4,81	29,83	25,01	-1,33	3,30	0,00	1,33	3,30	4,62
11	5,62	36,35	30,73	-2,25	3,65	0,00	2,25	3,65	5,90
12	10,37	38,53	28,16	-4,83	3,28	0,00	4,83	3,28	8,11
13	12,16	36,87	24,72	-6,10	2,73	0,00	6,10	2,73	8,83
14	11,61	32,88	21,28	-5,70	2,29	0,00	5,70	2,29	7,98
15	13,74	26,21	12,47	-7,09	1,32	0,00	7,09	1,32	8,41
16	10,83	17,91	7,08	-5,47	0,77	0,00	5,47	0,77	6,24
17	8,49	8,37	-0,12	-2,82	0,00	-0,04	2,78	-0,04	2,78
18	7,37	1,47	-5,90	-1,96	0,00	-1,57	0,39	-1,57	0,39
19	12,19	0,00	-12,19	-1,99	0,00	-1,99	0,00	-1,99	0,00
20	14,41	0,00	-14,41	-2,72	0,00	-2,72	0,00	-2,72	0,00
21	13,08	0,00	-13,08	-2,36	0,00	-2,36	0,00	-2,36	0,00
22	10,98	0,00	-10,98	-2,34	0,00	-2,34	0,00	-2,34	0,00
23	10,87	0,00	-10,87	-3,41	0,00	-3,41	0,00	-3,41	0,00
TOTAL	220,29	253,12	32,82	-75,44	19,87	-37,79	37,65	-17,92	57,52

Tabla 67. Resultados del estudio económico para el mes de octubre. Elaboración propia (Excel).

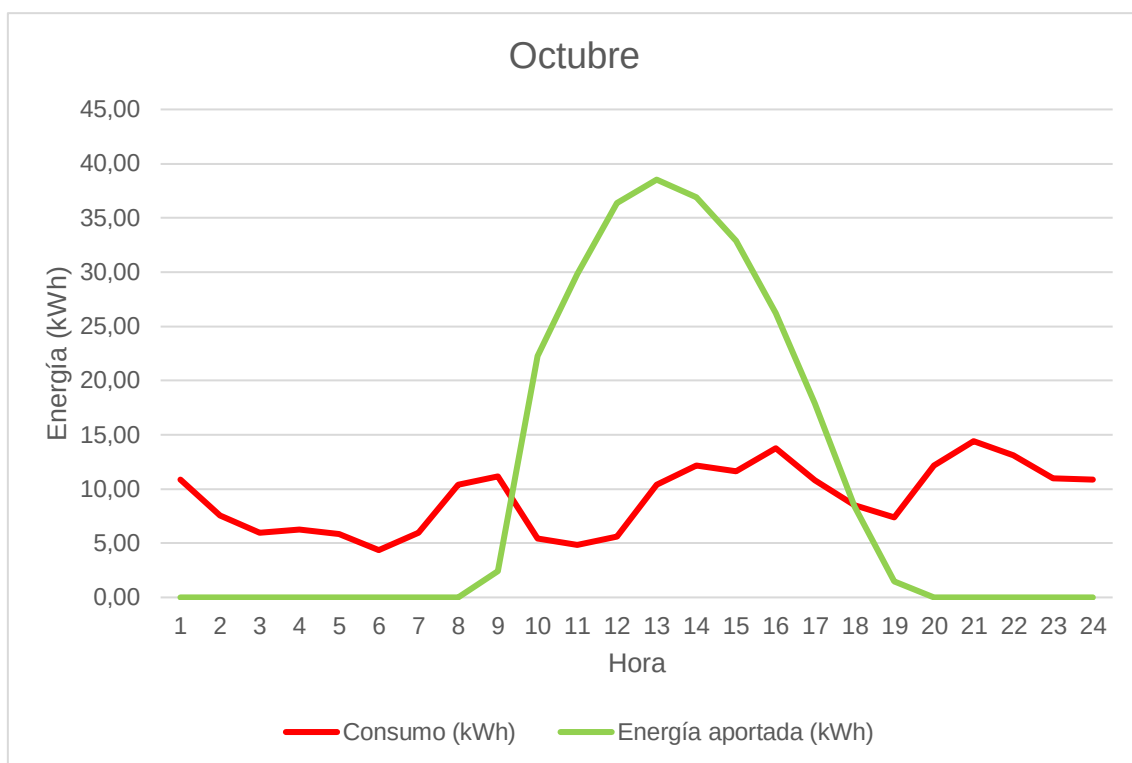


Figura 48. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en octubre (kWh). Elaboración propia (Excel).

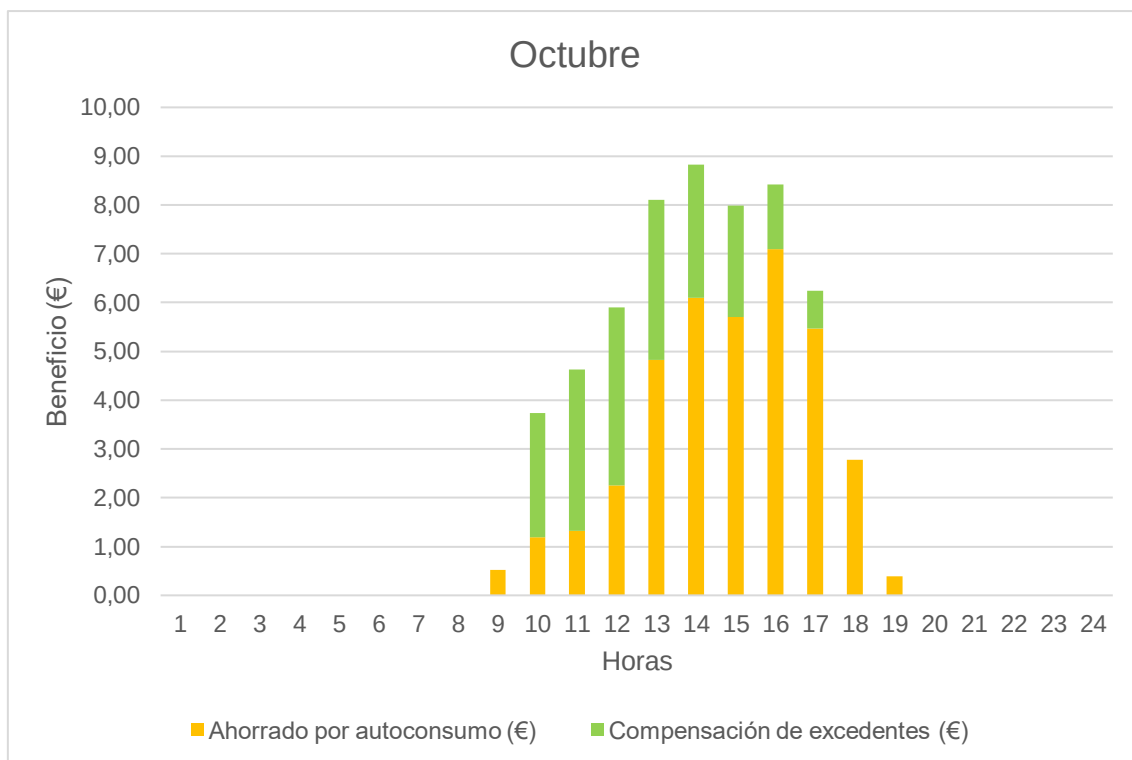


Figura 49. Beneficio monetario en octubre (€). Elaboración propia (Excel).

Noviembre:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	5,80	0,00	-5,80	-1,91	0,00	-1,91	0,00	-1,91	0,00
1	4,45	0,00	-4,45	-1,58	0,00	-1,58	0,00	-1,58	0,00
2	3,81	0,00	-3,81	-1,37	0,00	-1,37	0,00	-1,37	0,00
3	3,64	0,00	-3,64	-1,62	0,00	-1,62	0,00	-1,62	0,00
4	3,67	0,00	-3,67	-1,71	0,00	-1,71	0,00	-1,71	0,00
5	4,26	0,00	-4,26	-1,97	0,00	-1,97	0,00	-1,97	0,00
6	4,37	0,00	-4,37	-1,89	0,00	-1,89	0,00	-1,89	0,00
7	8,62	0,00	-8,62	-3,11	0,00	-3,11	0,00	-3,11	0,00
8	5,03	0,36	-4,67	-1,44	0,00	-1,34	0,10	-1,34	0,10
9	4,14	15,15	11,01	-1,38	1,30	0,00	1,38	1,30	2,68
10	6,39	22,98	16,59	-2,52	1,81	0,00	2,52	1,81	4,33
11	6,84	29,10	22,26	-3,13	2,32	0,00	3,13	2,32	5,45
12	7,31	31,60	24,29	-3,27	2,44	0,00	3,27	2,44	5,71
13	10,01	30,30	20,30	-4,76	2,03	0,00	4,76	2,03	6,79
14	12,57	26,56	13,99	-5,49	1,40	0,00	5,49	1,40	6,89
15	12,32	20,40	8,09	-4,91	0,85	0,00	4,91	0,85	5,76
16	7,58	13,18	5,60	-2,56	0,63	0,00	2,56	0,63	3,19
17	7,31	4,66	-2,65	-1,60	0,00	-0,58	1,02	-0,58	1,02
18	10,56	0,01	-10,55	-1,89	0,00	-1,89	0,00	-1,89	0,00
19	8,55	0,00	-8,55	-1,58	0,00	-1,58	0,00	-1,58	0,00
20	10,99	0,00	-10,99	-2,04	0,00	-2,04	0,00	-2,04	0,00
21	11,58	0,00	-11,58	-2,04	0,00	-2,04	0,00	-2,04	0,00
22	7,02	0,00	-7,02	-1,23	0,00	-1,23	0,00	-1,23	0,00
23	5,91	0,00	-5,91	-1,51	0,00	-1,51	0,00	-1,51	0,00
TOTAL	172,73	194,31	21,57	-56,53	12,77	-27,38	29,15	-14,60	41,92

Tabla 68. Resultados del estudio económico para el mes de noviembre. Elaboración propia (Excel).

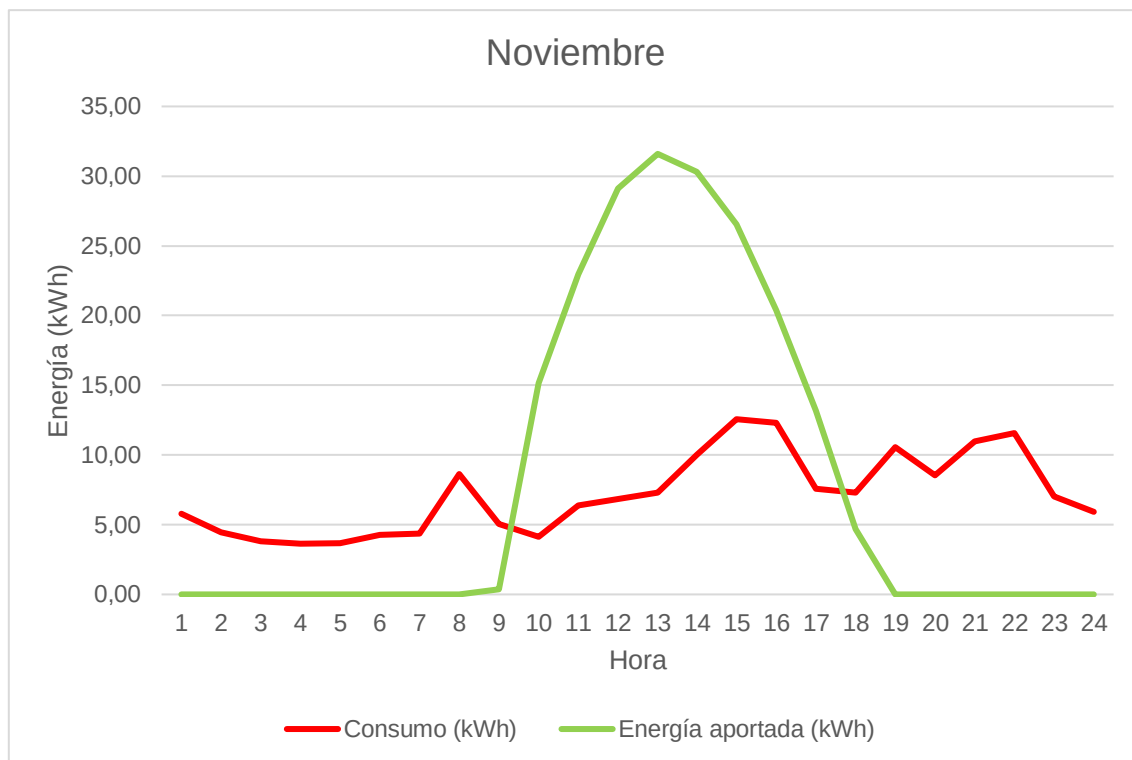


Figura 50. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en noviembre (kWh). Elaboración propia (Excel).

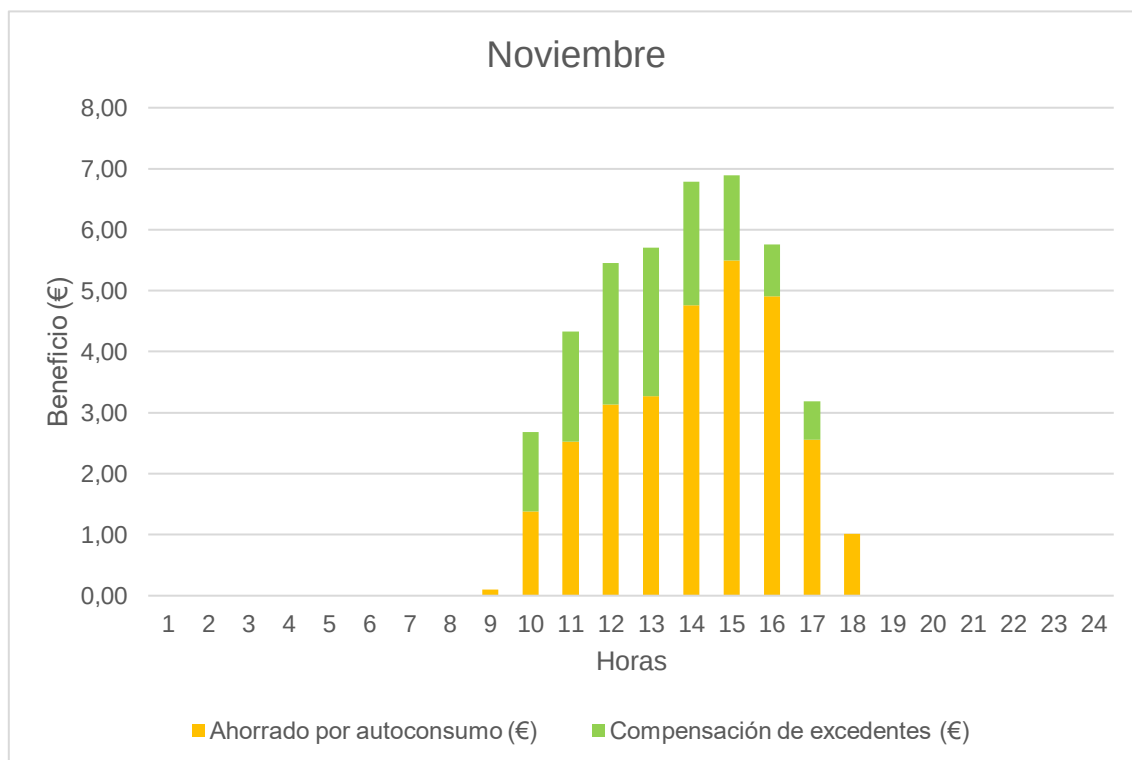


Figura 51. Beneficio monetario en noviembre (€). Elaboración propia (Excel).

Diciembre:

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorrado por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	4,69	0,00	-4,69	-1,45	0,00	-1,45	0,00	-1,45	0,00
1	4,03	0,00	-4,03	-1,30	0,00	-1,30	0,00	-1,30	0,00
2	3,43	0,00	-3,43	-1,01	0,00	-1,01	0,00	-1,01	0,00
3	3,28	0,00	-3,28	-0,98	0,00	-0,98	0,00	-0,98	0,00
4	3,39	0,00	-3,39	-1,11	0,00	-1,11	0,00	-1,11	0,00
5	4,11	0,00	-4,11	-1,34	0,00	-1,34	0,00	-1,34	0,00
6	4,19	0,00	-4,19	-1,19	0,00	-1,19	0,00	-1,19	0,00
7	4,82	0,00	-4,82	-1,56	0,00	-1,56	0,00	-1,56	0,00
8	4,44	0,00	-4,44	-1,42	0,00	-1,42	0,00	-1,42	0,00
9	3,94	12,26	8,32	-1,43	0,84	0,00	1,43	0,84	2,27
10	4,59	22,98	18,39	-1,62	1,74	0,00	1,62	1,74	3,36
11	4,55	29,50	24,95	-1,68	2,46	0,00	1,68	2,46	4,13
12	6,01	33,18	27,17	-2,08	2,55	0,00	2,08	2,55	4,63
13	8,63	32,72	24,09	-2,94	2,26	0,00	2,94	2,26	5,20
14	9,36	28,97	19,60	-3,13	1,83	0,00	3,13	1,83	4,95
15	7,67	22,39	14,72	-2,68	1,35	0,00	2,68	1,35	4,03
16	7,70	14,21	6,51	-2,36	0,63	0,00	2,36	0,63	2,99
17	7,43	4,85	-2,58	-1,62	0,00	-0,56	1,06	-0,56	1,06
18	8,50	0,00	-8,50	-2,25	0,00	-2,25	0,00	-2,25	0,00
19	8,91	0,00	-8,91	-2,49	0,00	-2,49	0,00	-2,49	0,00
20	6,31	0,00	-6,31	-1,83	0,00	-1,83	0,00	-1,83	0,00
21	6,83	0,00	-6,83	-1,98	0,00	-1,98	0,00	-1,98	0,00
22	5,79	0,00	-5,79	-1,83	0,00	-1,83	0,00	-1,83	0,00
23	5,44	0,00	-5,44	-1,82	0,00	-1,82	0,00	-1,82	0,00
	138,02	201,05	63,03	-43,09	13,65	-24,12	18,97	-10,47	32,62

Tabla 69. Resultados del estudio económico para el mes de diciembre. Elaboración propia (Excel).

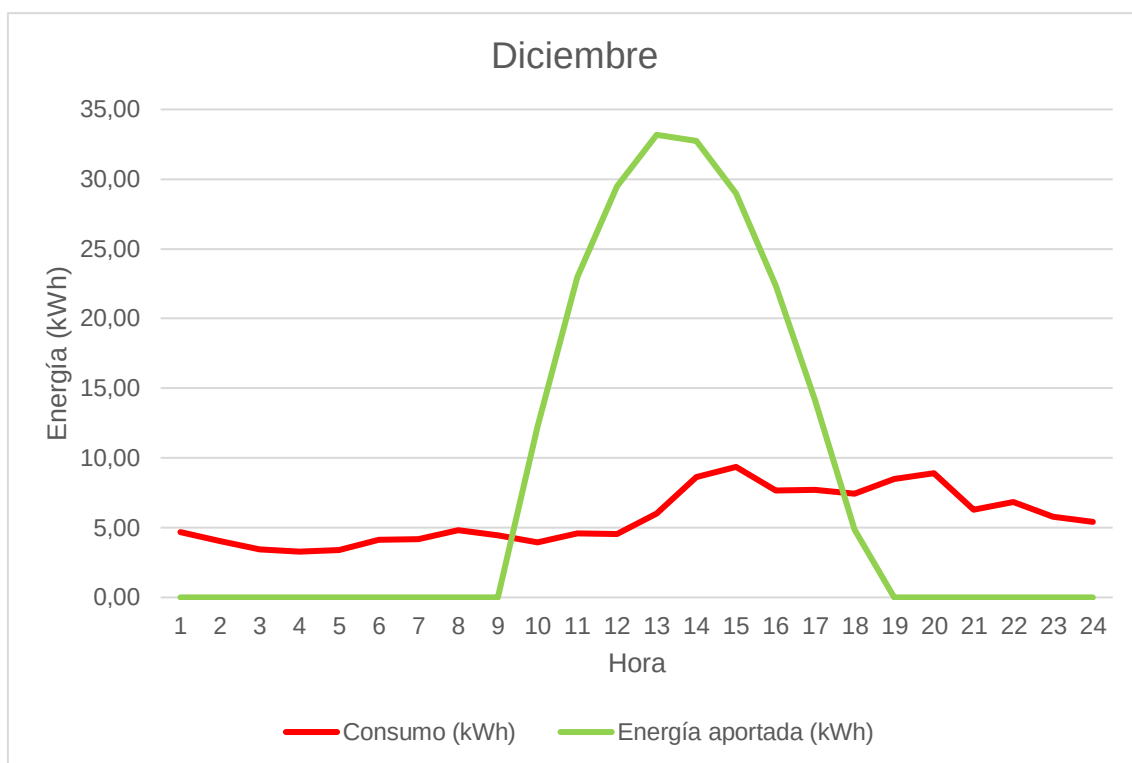


Figura 52. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada en diciembre (kWh). Elaboración propia (Excel).

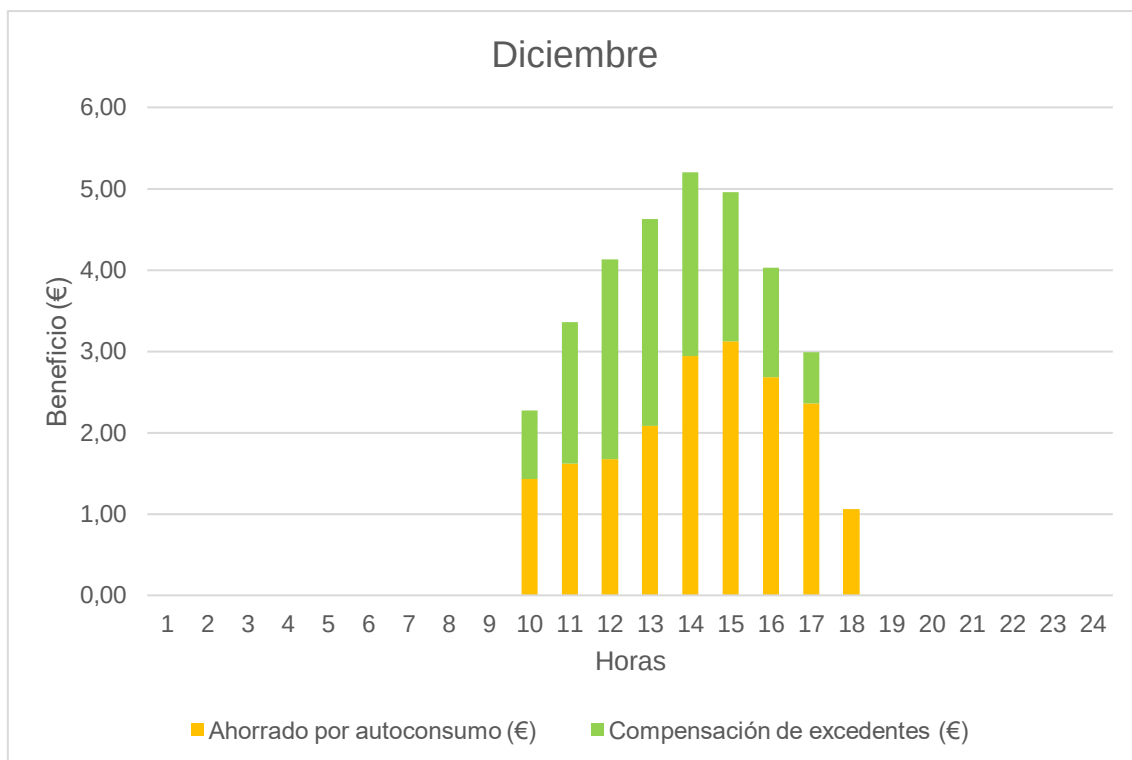


Figura 53. Beneficio monetario en diciembre (€). Elaboración propia (Excel).

4. Resultados anuales.

4.1. Horario.

Hora	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorro por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
0	103,56	0,00	-103,56	-23,96	0,00	-23,96	0,00	-23,96	0,00
1	85,15	0,00	-85,15	-18,51	0,00	-18,51	0,00	-18,51	0,00
2	73,99	0,00	-73,99	-16,66	0,00	-16,66	0,00	-16,66	0,00
3	67,29	0,00	-67,29	-15,93	0,00	-15,93	0,00	-15,93	0,00
4	63,24	0,00	-63,24	-15,59	0,00	-15,59	0,00	-15,59	0,00
5	63,31	0,00	-63,31	-15,37	0,00	-15,37	0,00	-15,37	0,00
6	74,19	0,00	-74,19	-17,26	0,00	-17,26	0,00	-17,26	0,00
7	89,42	33,13	-56,29	-20,56	1,39	-15,83	4,73	-14,43	6,12
8	83,91	106,55	22,64	-19,11	11,35	-8,81	10,31	2,55	21,66
9	63,46	262,86	199,40	-14,86	37,00	0,00	14,86	37,00	51,87
10	83,25	366,33	283,08	-20,95	47,89	0,00	20,95	47,89	68,84
11	101,70	436,26	334,57	-26,77	53,85	0,00	26,77	53,85	80,62
12	114,94	469,87	354,93	-30,97	57,38	0,00	30,97	57,38	88,35
13	148,62	461,85	313,23	-40,20	49,85	0,00	40,20	49,85	90,05
14	248,40	422,61	174,21	-64,37	31,27	-6,51	57,86	24,76	89,13
15	202,28	353,02	150,75	-55,46	23,79	0,00	55,46	23,79	79,24
16	162,87	263,13	100,26	-41,44	15,09	0,00	41,44	15,09	56,53
17	142,07	155,03	12,96	-34,19	4,34	-3,20	30,99	1,14	35,33
18	157,12	57,50	-99,62	-36,29	0,00	-23,01	13,28	-23,01	13,28
19	168,83	18,00	-150,83	-37,21	0,00	-33,51	3,70	-33,51	3,70
20	153,27	2,31	-150,95	-33,82	0,00	-33,42	0,40	-33,42	0,40
21	130,51	0,00	-130,51	-28,77	0,00	-28,77	0,00	-28,77	0,00
22	109,81	0,00	-109,81	-23,91	0,00	-23,91	0,00	-23,91	0,00
23	99,79	0,00	-99,79	-22,54	0,00	-22,54	0,00	-22,54	0,00
TOTAL	2790,97	3408,46	617,50	-674,70	333,21	-322,78	351,92	10,43	685,13

Tabla 70. Resultados del estudio económico horario anual. Elaboración propia (Excel).

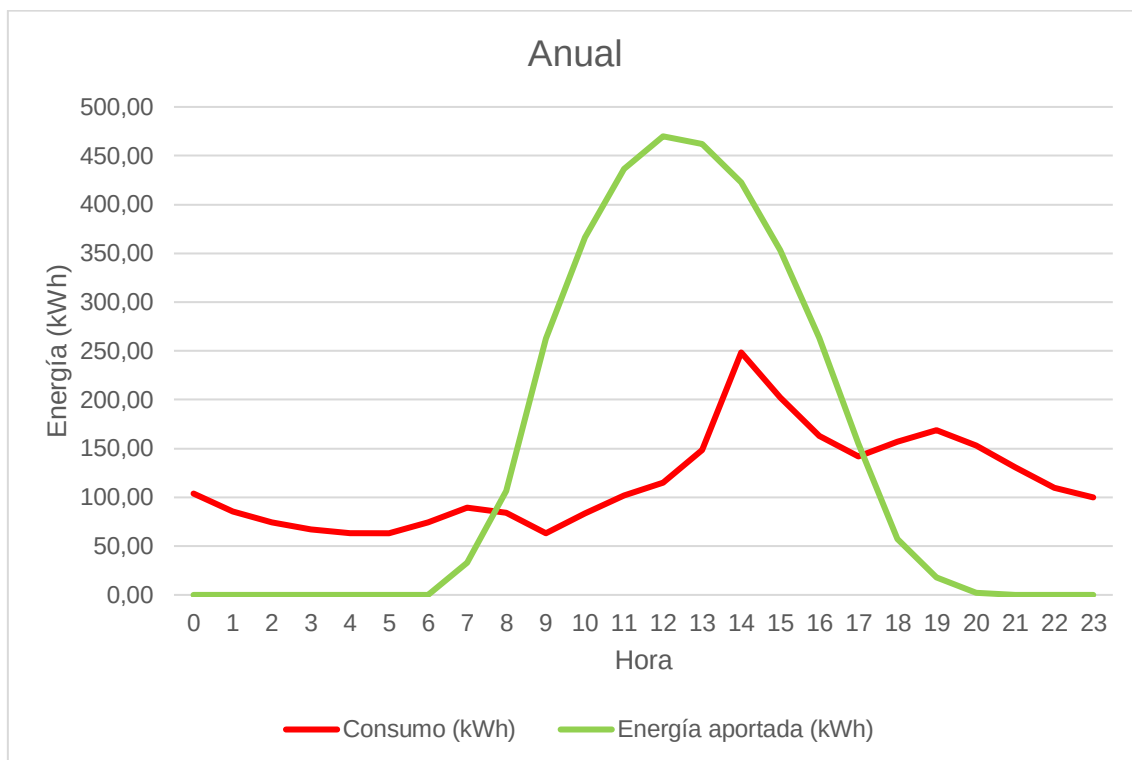


Figura 54. Gráfica del consumo en comparación con la energía aportada horaria anual (kWh). Elaboración propia (Excel).

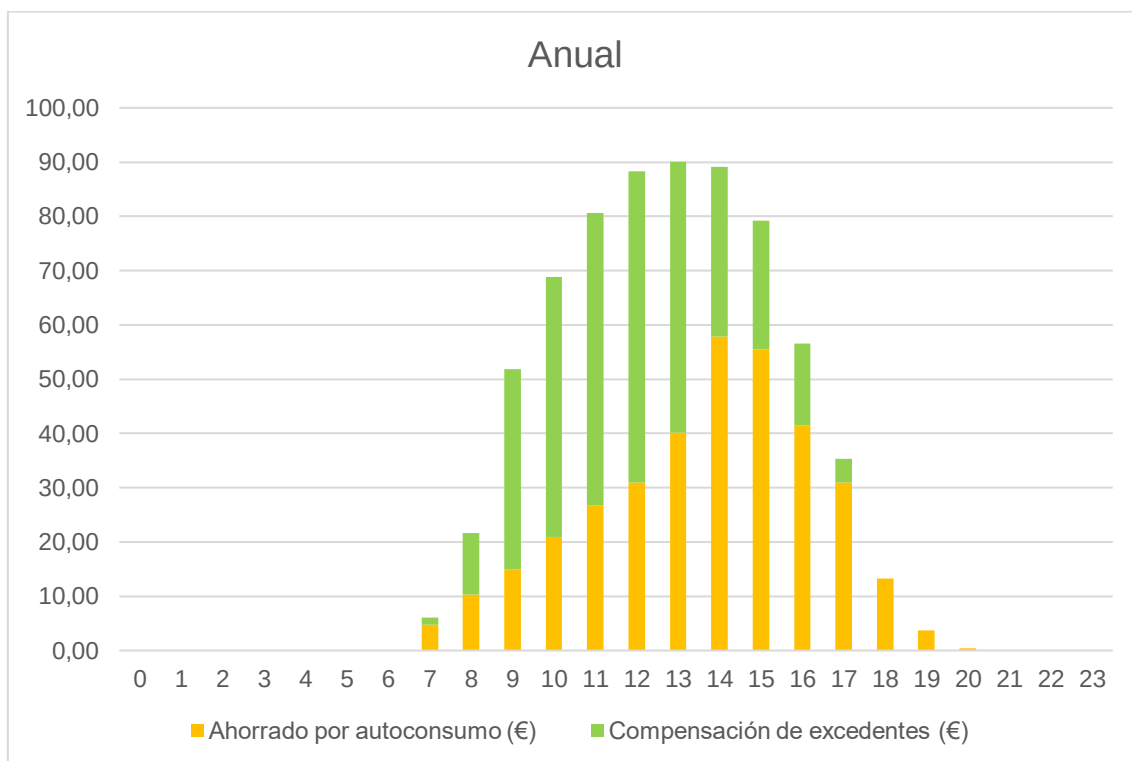


Figura 55. Beneficio monetario horario anual (€). Elaboración propia (Excel).

4.2. Mensual.

Mes	Consumo (kWh)	Energía aportada (kWh)	Balance energía (kWh)	Coste factura sin instalación (€)	Compensación de excedentes (€)	Coste energía consumida (€)	Ahorro por autoconsumo (€)	Coste factura con instalación (€)	Beneficio total (€)
Enero	267,01	206,72	-60,29	-61,47	19,39	-36,75	24,72	-17,36	44,11
Febrero	214,60	216,60	2,01	-44,54	22,72	-25,64	18,90	-2,92	41,62
Marzo	245,76	277,33	31,57	-70,26	39,20	-33,77	36,49	5,42	75,69
Abril	187,72	305,03	117,31	-49,63	33,71	-18,69	30,95	15,02	64,66
Mayo	210,92	351,26	140,34	-40,53	40,57	-17,69	22,84	22,89	63,42
Junio	245,67	369,42	123,75	-51,72	39,98	-22,29	29,43	17,69	69,41
Julio	339,81	383,04	43,23	-57,85	38,23	-26,52	31,32	11,71	69,56
Agosto	324,00	356,35	32,36	-59,42	29,39	-26,47	32,95	2,92	62,33
Septiembre	224,45	294,25	69,80	-64,23	23,73	-25,69	38,55	-1,95	62,28
Octubre	220,29	253,12	32,82	-75,44	19,87	-37,79	37,65	-17,92	57,52
Noviembre	172,73	194,31	21,57	-56,53	12,77	-27,38	29,15	-14,60	41,92
Diciembre	138,02	201,05	63,03	-43,09	13,65	-24,12	18,97	-10,47	32,62
TOTAL	2790,97	3408,46	617,50	-674,70	333,21	-322,78	351,92	10,43	685,13

Tabla 71. Resultados del estudio económico mensual al año. Elaboración propia (Excel).

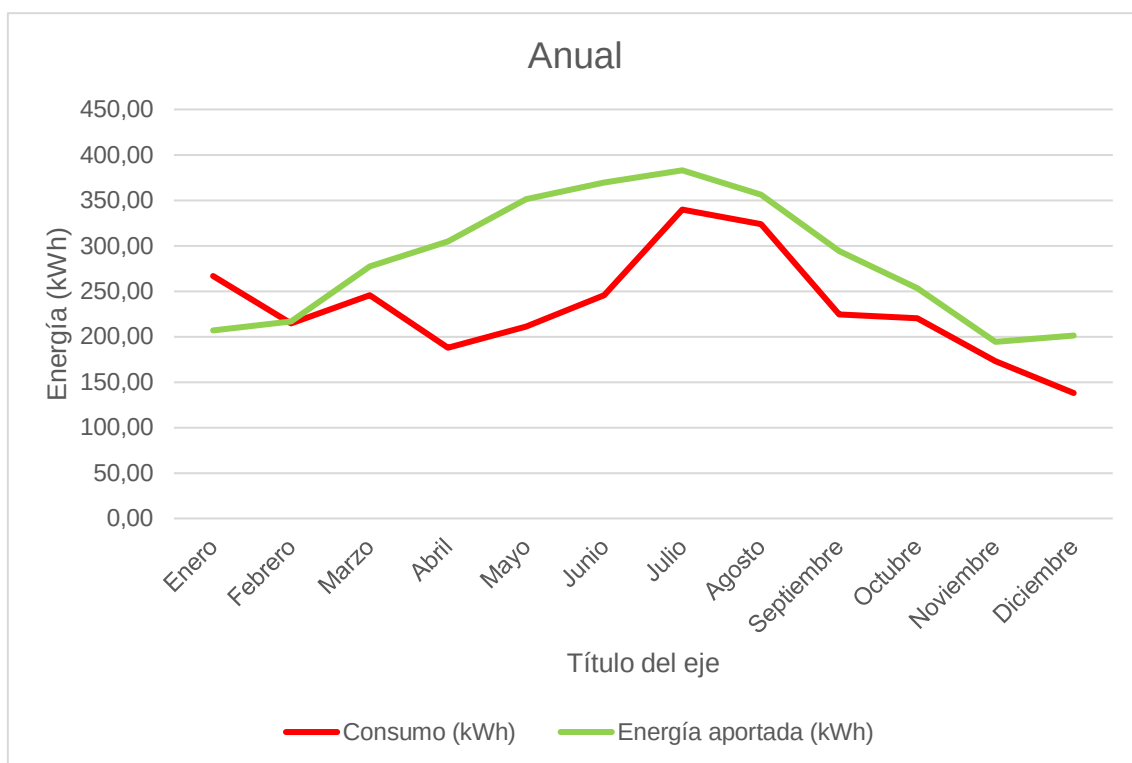


Figura 56. Gráfica del consumo en comparación con la energía mensual al año (kWh). Elaboración propia (Excel).

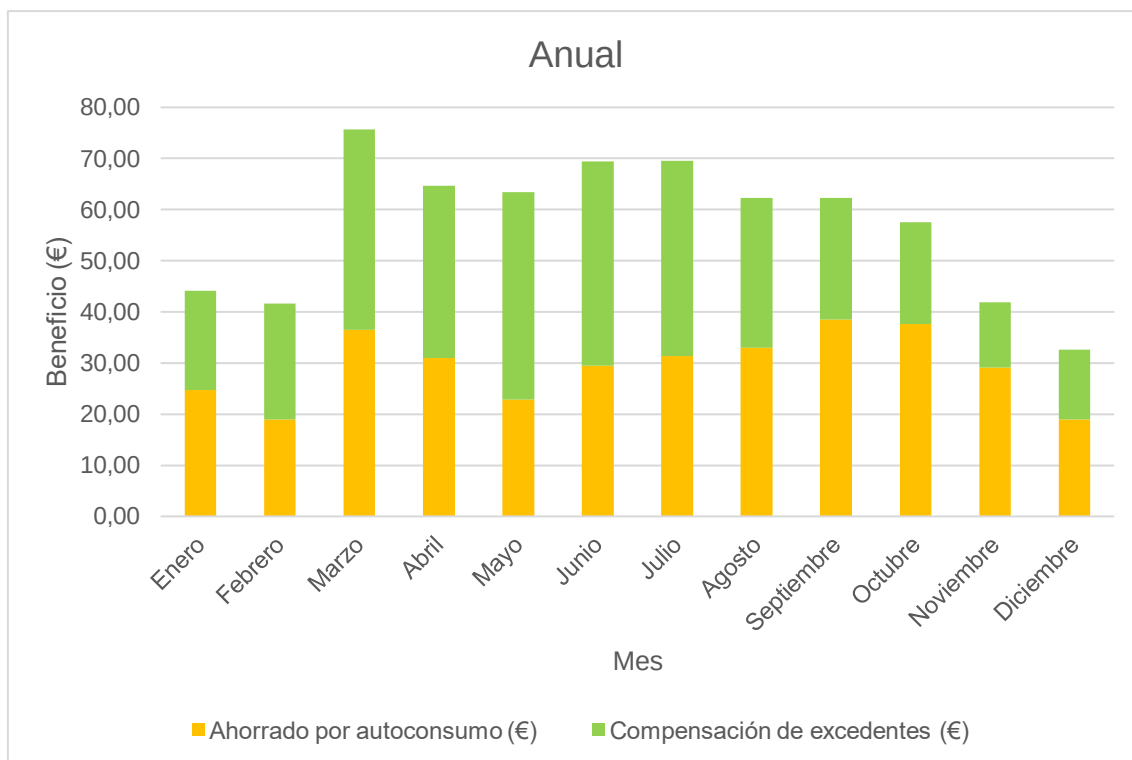


Figura 57. Beneficio monetario mensual al año (€). Elaboración propia (Excel).

Anexo VII: Estudio económico.

Índice de contenido

1. Objeto de estudio.	167
2. Estudio viabilidad económica financiera.	167
2.1. Datos de partida.	167
3. Rentabilidad.	169
3.1. Datos generales.	170
3.2. Valor Actual Neto (VAN).	171
3.3. Tasa Interna de Retorno (TIR).	171
3.4. Resultados.	173

Índice de figuras

Figura 58. Ejemplo de autoconsumo con excedentes. Elaboración propia (Excel).	168
Figura 59. Ejemplo de autoconsumo y uso de energía de la red. Elaboración propia (Excel).	168
Figura 60. Ejemplo de consumo únicamente de la red. Elaboración propia (Excel).	169
Figura 61. Degradación anual de los paneles durante 25 años. Anexo IX.	170
Figura 62. Flujo de caja de la instalación durante 25 años. Elaboración propia (Excel).	174

Índice de tablas

Tabla 72. Datos generales de la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (Excel).	170
Tabla 73. Datos de generales de explotación de la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (Excel).	170
Tabla 74. Resultados anuales del estudio económico. Elaboración propia (Excel).	173

1. Objeto de estudio.

Una vez que se ha diseñado el proyecto de instalación de paneles solares, es esencial llevar a cabo un análisis detallado de su viabilidad económica. El objetivo principal de esta instalación es reducir los costos de energía del hogar, por lo que es fundamental que la inversión resulte rentable.

Este análisis financiero es crucial para asegurar que la inversión en paneles solares sea asequible desde el punto de vista económico. Además de los beneficios económicos, es importante destacar que este tipo de instalaciones también conlleva beneficios ambientales al reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables.

El estudio económico se centrará en evaluar los ingresos generados durante la vida útil estimada de la instalación, considerando un periodo de funcionamiento óptimo de 25 años. También se analizarán aspectos relacionados con los costos iniciales de la instalación, así como los ahorros en facturas de energía a lo largo del tiempo.

2. Estudio viabilidad económica financiera.

2.1. Datos de partida.

Para empezar, es necesario tener en cuenta varias premisas:

No se puede obtener un balance positivo en la factura eléctrica mediante la compensación de excedentes por vertido a la red. Se asumirá que estos costos fijos superan al balance positivo en los casos donde en el cálculo del coste mensual tenga este resultado positivo.

Las facturas tienen unos costos fijos correspondientes a la potencia base contratada, no tenidos en cuenta en el presente estudio para el cálculo de los costos, ya que se asumirán los mismos tanto para el caso sin y con instalación.

Además, en la curva de autoconsumo, se dan tres situaciones diferentes, en las que se calculará el balance monetario de forma distinta:

Si la energía aportada por el sistema fotovoltaico es mayor que el consumo, se estará vertiendo a la red el balance de energía positiva. En este caso se estaría

ahorrado el precio de la energía en la zona de autoconsumo y, además, se estarían vendiendo los excedentes a la red. Por ejemplo, a las 12:00 del mediodía, se estaría autoconsumiendo energía en su totalidad (línea amarilla), y se estaría vertiendo a la red el excedente (línea verde), como se observa en la Figura 58.

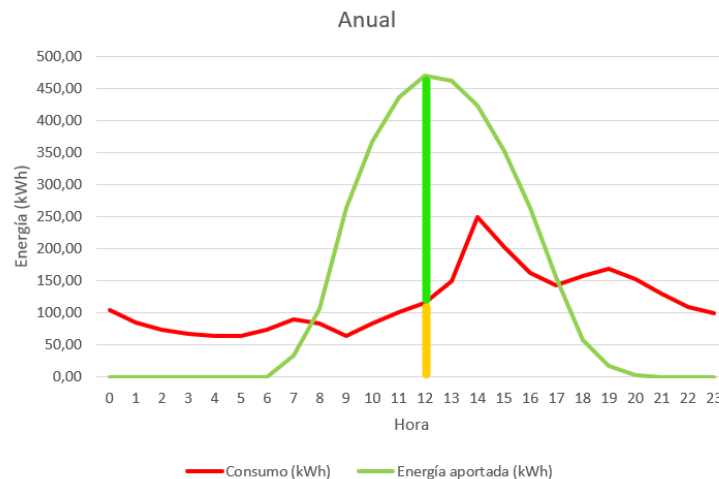


Figura 58. Ejemplo de autoconsumo con excedentes. Elaboración propia (Excel).

Si la energía aportada por el sistema fotovoltaica es mayor que cero, pero no es mayor que el consumo en ese momento, habría que hacer uso de la energía proporcionada por la red. En este caso, al igual que antes se estaría ahorrando el precio de la energía en la zona de autoconsumo, pero se tendría que comprar el faltante de esta. Por ejemplo, a las 18:00 de la tarde, se estaría autoconsumiendo una parte (línea amarilla), pero habría que comprar el faltante hasta llegar al total consumido (línea roja), como se observa en la Figura 59,

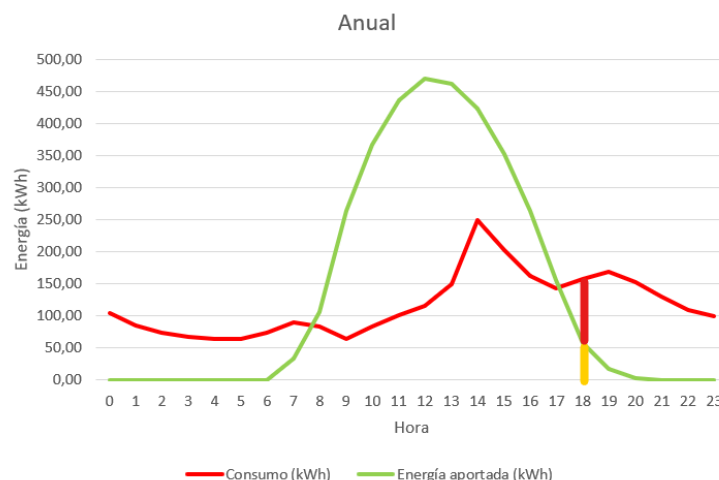


Figura 59. Ejemplo de autoconsumo y uso de energía de la red. Elaboración propia (Excel).

Si la potencia aportada es nula, el balance con instalación es igual directamente al coste sin instalación. Por ejemplo, a las 2:00 de la mañana, es decir, por la noche, la energía aportada es igual a cero, por lo que se tendría que comprar el total de la consumida (línea roja), como se observa en la Figura 60.

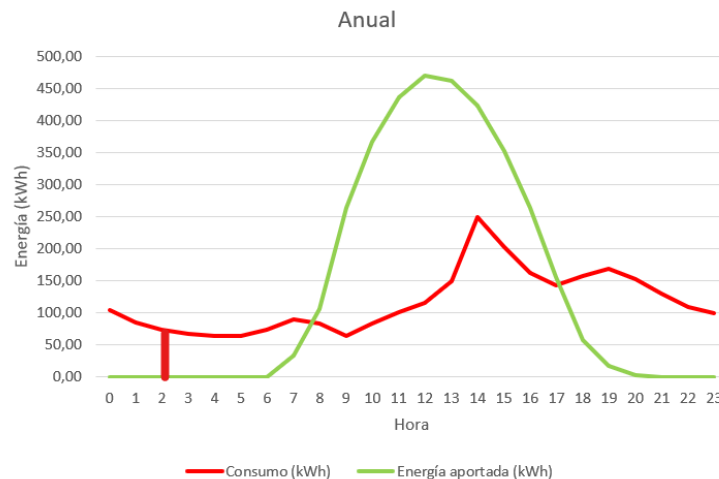


Figura 60. Ejemplo de consumo únicamente de la red. Elaboración propia (Excel).

Teniendo en cuenta estas situaciones, se procederá a realizar el cálculo horario en cada mes de los balances de energía, para así obtener unos valores exactos.

Se ha hecho uso de los precios de la energía y de la compensación de excedentes, obtenidos del OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía) (Anexo III): Precio de la energía y excedentes.

3. Rentabilidad.

Para el cálculo de la rentabilidad, se hará uso de los valores calculados en el Anexo VI, así como de los métodos del VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno).

Se tendrá en cuenta una financiación propia del 100%, sin tener ningún tipo de ayuda de subvenciones ni tasas de descuento. Además, se estimará un coste fijo anual de mantenimiento de la instalación de 100 euros.

También, como se muestra en la Figura 61 se tendrá en cuenta la degradación anual de los paneles indicada en la hoja de características de estos, la cual es de un 0.55%/año.

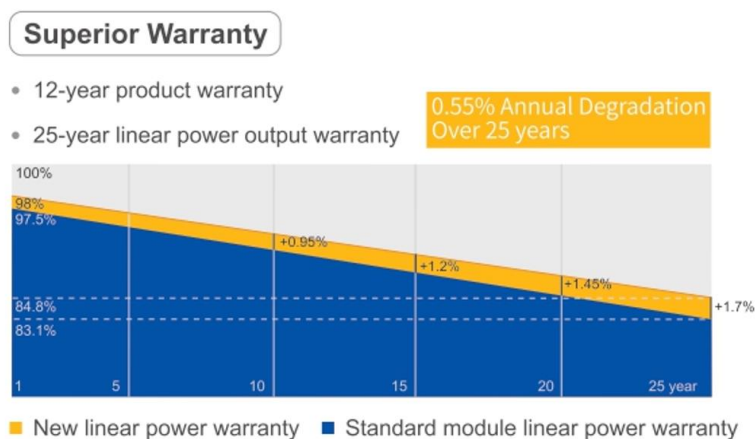


Figura 61. Degradación anual de los paneles durante 25 años. Anexo IX.

3.1. Datos generales.

A continuación, en la Tabla 72 se muestran los datos generales de la instalación, y en la Tabla 73 los datos de explotación de la instalación:

DATOS GENERALES	
Potencia instalación (kWp)	2,430
Coste total de la inversión (€)	3688,55
Financiación propia (%)	100
Financiación ajena (%)	0
Energía consumida (kWh/año)	2790,97
Producción de energía (kWh/año)	3408,46
Energía de autoconsumo (kWh/año)	1462,436
Energía vertida a la red (kWh/año)	1946,03
Energía comprada a la red (kWh/año)	1328,531
Vida útil del proyecto (años)	25
Degradación de los paneles (%/año)	0,55

Tabla 72. Datos generales de la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (Excel).

DATOS DE EXPLOTACIÓN	
Costo sin instalación (€)	-674,70
Costo de la energía consumida (€)	-322,78
Compensación de excedentes (€)	333,21
Dinero ahorrado por autoconsumo (€)	351,92
Ganancias totales autoconsumo (€)	685,13

Tabla 73. Datos de generales de explotación de la instalación fotovoltaica. Elaboración propia (Excel).

3.2. Valor Actual Neto (VAN).

El Valor Actual Neto (VAN) es una medida financiera utilizada para evaluar la rentabilidad de una inversión o proyecto. Representa la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por el proyecto y el costo inicial de la inversión.

Este indica si un proyecto generará más ingresos de los que costará implementarlo. Si el VAN es positivo, significa que el proyecto generará un retorno que excede el costo inicial de la inversión y, por lo tanto, es considerado rentable. Por el contrario, si el VAN es negativo, indica que el proyecto no generará suficientes ingresos para cubrir su costo inicial y, por lo tanto, no sería una inversión favorable.

Se calculará de forma anual, de manera que así se podrá observar el año en el que se empieza a rentabilizar la instalación.

Se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = -A + \left(\frac{Q_1}{1+k} + \frac{Q_1}{(1+k)^2} + \frac{Q_1}{(1+k)^3} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n} \right)$$

Donde:

A : inversión inicial (€).

Q_n : flujo neto de caja en el año n (€).

k : tipo de interés.

n : año.

(Fórmula 26)

3.3. Tasa Interna de Retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es una medida financiera utilizada para evaluar la rentabilidad de una inversión o proyecto. Representa la tasa de rendimiento a la cual el Valor Actual Neto (VAN) de los flujos de efectivo generados por el proyecto se iguala a cero.

Si la TIR de un proyecto es mayor que la tasa de descuento o el costo de capital requerido, entonces el proyecto se considera rentable. Por el contrario, si la TIR es menor que la tasa de descuento, el proyecto puede no ser rentable.

En el caso actual, al no tener tasa de descuento y ser esta igual a cero, la TIR será siempre mayor que esta.

También se calculará de forma anual, de manera que se pueda observar la TIR de forma anual.

Se calcula de la siguiente manera:

$$0 = -A + \left(\frac{Q_1}{1 + TIR} + \frac{Q_1}{(1 + TIR)^2} + \frac{Q_1}{(1 + TIR)^3} + \dots \frac{Q_n}{(1 + TIR)^n} \right)$$

Donde:

A : inversión inicial (€).

Q_n : flujo neto de caja en el año n (€).

n : año.

(Fórmula 27)

3.4. Resultados.

A continuación, en la Tabla 74 y Figura 62, se muestran los resultados obtenidos de forma anual durante 25 años:

Año	Producción anual (kWh)	Amortización anual (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja actualizado (€)	Tesorería (€)	VAN (€)	TIR (%)
Inversión inicial:						-3688,55	
1	3408,46	685,13	100,00	585,13	585,13	-3103,42	15,86
2	3389,72	681,37	100,00	581,37	1166,50	-2522,05	15,76
3	3371,07	677,62	100,00	577,62	1744,12	-1944,43	15,66
4	3352,53	673,89	100,00	573,89	2318,01	-1370,54	15,56
5	3334,09	670,18	100,00	570,18	2888,19	-800,36	15,46
6	3315,76	666,50	100,00	566,50	3454,69	-233,86	15,36
7	3297,52	662,83	100,00	562,83	4017,52	328,97	15,26
8	3279,38	659,19	100,00	559,19	4576,71	888,16	15,16
9	3261,35	655,56	100,00	555,56	5132,27	1443,72	15,06
10	3243,41	651,96	100,00	551,96	5684,23	1995,68	14,96
11	3225,57	648,37	100,00	548,37	6232,60	2544,05	14,87
12	3207,83	644,80	100,00	544,80	6777,40	3088,85	14,77
13	3190,19	641,26	100,00	541,26	7318,66	3630,11	14,67
14	3172,64	637,73	100,00	537,73	7856,39	4167,84	14,58
15	3155,19	634,22	100,00	534,22	8390,61	4702,06	14,48
16	3137,84	630,74	100,00	530,74	8921,35	5232,80	14,39
17	3120,58	627,27	100,00	527,27	9448,62	5760,07	14,29
18	3103,42	623,82	100,00	523,82	9972,43	6283,88	14,20
19	3086,35	620,39	100,00	520,39	10492,82	6804,27	14,11
20	3069,37	616,97	100,00	516,97	11009,79	7321,24	14,02
21	3052,49	613,58	100,00	513,58	11523,37	7834,82	13,92
22	3035,70	610,20	100,00	510,20	12033,57	8345,02	13,83
23	3019,01	606,85	100,00	506,85	12540,42	8851,87	13,74
24	3002,40	603,51	100,00	503,51	13043,93	9355,38	13,65
25	2985,89	600,19	100,00	500,19	13544,13	9855,58	13,56

Tabla 74. Resultados anuales del estudio económico. Elaboración propia (Excel).

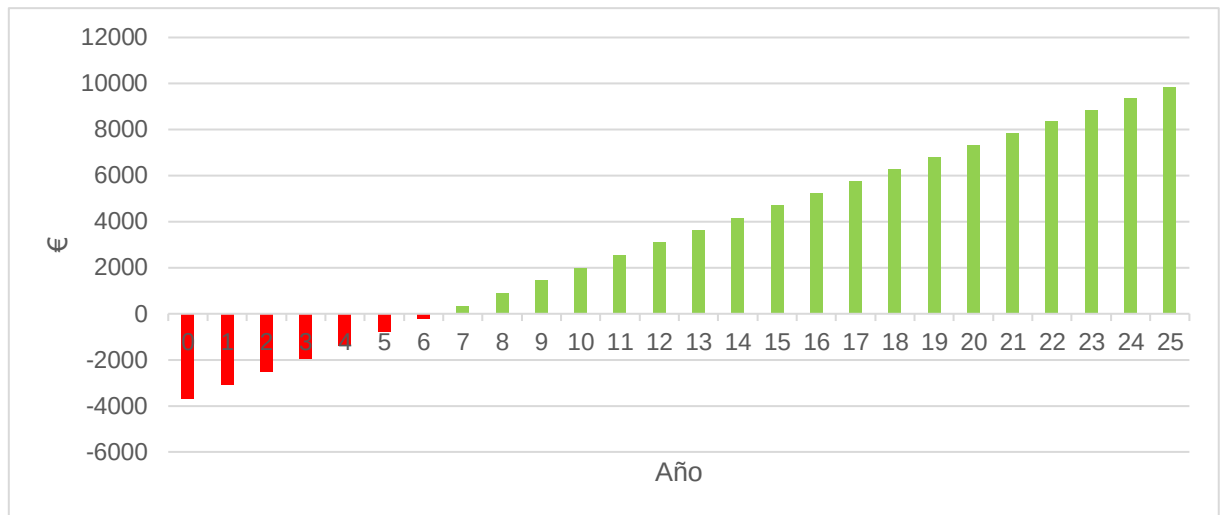


Figura 62. Flujo de caja de la instalación durante 25 años. Elaboración propia (Excel).

Como puede observarse, es en el séptimo año el momento en el que se empieza a rentabilizar la instalación fotovoltaica, y se obtiene una TIR anual de una media del 15%.

Anexo VIII: Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Índice de contenido

1. Objeto.	177
2. Descripción técnica de la instalación.	177
3. Designación de coordinador en materia de seguridad y salud.	178
4. Actividades a realizar.	179
5. Legislación y normativa técnica de aplicación.	179
6. Servicios afectados.	181
7. Presupuesto y plazo de ejecución.	182
8. Mano de obra.	182
9. Riesgos.	183
10. Medidas de prevención y protección.	184
10.1. Medicina preventiva y primeros auxilios.	184
10.2. Prevención de riesgos individuales.	184
10.3. Prevención de riesgos colectivos.	186

1. Objeto.

El objetivo primordial de este Estudio de Seguridad y Salud sigue las establecidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, el cual detalla las disposiciones de carácter fundamental concernientes a la seguridad y salud en proyectos de construcción.

En congruencia con las disposiciones contenidas en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, este estudio adopta la intención de servir como cimiento para la elaboración del correspondiente Estudio Básico de Seguridad y Salud en el ámbito laboral por parte del contratista.

Dicho Plan de Seguridad y Salud, planteado con el propósito de concretar y enriquecer las previsiones incluidas en este documento, se perfila como una herramienta esencial. A través de un análisis detenido, el plan resultante abordará aspectos cruciales de la obra, y su desarrollo se adaptará de manera armónica al sistema de ejecución de la misma llevado a cabo por el contratista.

De esta manera, se forjará un entorno laboral más seguro y saludable, donde las medidas preventivas y protectoras se conviertan en un pilar fundamental para la ejecución exitosa y libre de riesgos en la construcción.

2. Descripción técnica de la instalación.

La presente instalación comprenderá la implementación de seis paneles fotovoltaicos de 405 W cada uno, haciendo en su conjunto un total de 2430 W de potencia instalados en estructuras fijadas al tejado en dirección suroeste de la vivienda unifamiliar.

Esto es el denominado Generador Fotovoltaico, el cual transformará la irradiancia solar en energía eléctrica en forma de corriente continua, que, posteriormente, mediante un inversor, se transformará en corriente alterna.

Esta energía eléctrica en forma de corriente alterna se utilizará para el autoabastecimiento de la vivienda, inyectándose el sobrante a la red.

La instalación constará de elementos de protección, tales como fusibles, interruptores diferenciales o interruptores magnetotérmicos.

3. Designación de coordinador en materia de seguridad y salud.

Para la ejecución del proyecto, será necesaria la asignación de un coordinador encargado de la Seguridad y Salud, el cual estará a cargo del promotor de la obra. El promotor, según el Real Decreto 1627/1997, no quedará exento de la responsabilidad de ejecución del proyecto.

La validez del Estudio de Seguridad y Salud se iniciará a partir del momento en que el proyecto base de ejecución reciba el visado correspondiente por parte del Colegio Oficial pertinente y se obtenga la aprobación explícita del Plan de Seguridad por parte del Coordinador en materia de Seguridad e Higiene, quien asumirá la responsabilidad de supervisar y dar seguimiento a la ejecución de la obra.

Este Estudio tendrá efecto vinculante para todo el personal que forme parte de la empresa adjudicataria, así como para los trabajadores empleados por empresas subcontratadas y trabajadores autónomos que realicen labores dentro del recinto de la obra, sin importar las condiciones contractuales que regulen su participación en el proyecto.

La vigencia de este Estudio de Seguridad y Salud se mantendrá durante todo el período de ejecución de la instalación fotovoltaica, conforme lo dispone la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales". Asimismo, este estudio será particularmente aplicable:

- Para contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos (nombrados anteriormente)
- En la instalación del generador fotovoltaico.
- En el mantenimiento de la instalación.
- En la elección de los puestos y áreas de trabajo.
- Durante la manipulación de los elementos de trabajo y equipo auxiliares.
- Durante la puesta en marcha y pruebas correspondientes.

- Durante la recogida de materiales empleados y que a la vez puedan ser peligrosos.
- Durante la eliminación de escombros y residuos.

4. Actividades a realizar.

Las unidades constructivas a realizar durante la instalación serán las siguientes:

- Montaje del soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje sobre la estructura de los propios módulos fotovoltaicos.
- Conexión de los módulos fotovoltaicos.
- Conexión de los módulos al inversor.
- Conexión del inversor al punto de conexión BT.
- Instalación de elementos de protección
- Instalación de puesta a tierra.
- Instalación de los equipos de medida y monitorización.
- Canalización del cableado en la pared.

5. Legislación y normativa técnica de aplicación.

La legislación y normativa aplicable será la siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- PCT-C-REV de julio 2011, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Norma UNE 157001, de junio de 2014, que establece los criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

- Real Decreto-ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural.

6. Servicios afectados.

La instalación de un sistema fotovoltaico en una casa puede afectar a varios servicios y componentes de la propiedad. Algunos de los servicios que podrían verse influenciados son:

- **Suministro Eléctrico Principal:** La instalación fotovoltaica podría estar conectada a la red eléctrica principal de la casa, lo que podría modificar la forma en que se consume y se suministra energía eléctrica, impactando en la factura y en el flujo de electricidad.
- **Estructura del Techo o Superficie de Montaje:** La colocación de paneles solares podría requerir modificaciones en la estructura del techo o en la superficie de montaje para garantizar la seguridad y la estabilidad de los paneles. Esto podría afectar la integridad de la superficie existente.
- **Sistema de Cableado:** La instalación de un sistema fotovoltaico implicará la implementación de cableado adicional para conectar los paneles solares al inversor y, posiblemente, al sistema eléctrico de la casa. Esto podría requerir cambios en el cableado interno.
- **Inversor y Equipo de Conversión:** La introducción de un inversor y otros equipos de conversión podría requerir espacio adicional y, potencialmente, la instalación de estos componentes en un lugar conveniente.
- **Contador de Energía:** Será necesario instalar un contador de energía bidireccional para medir la energía generada por el sistema fotovoltaico y la energía consumida de la red.
- **Acceso y Seguridad:** La instalación de paneles solares podría afectar el acceso a partes del techo, lo que podría tener implicaciones para el mantenimiento y las inspecciones de otros sistemas, como el sistema de ventilación o de aire acondicionado.
- **Estética Exterior:** La instalación de paneles solares tendrá un impacto en la estética exterior de la casa.

7. Presupuesto y plazo de ejecución.

El presupuesto se podrá ver reflejado en el Documento correspondiente de Presupuesto. El plazo de ejecución se acordará mediante un contrato.

8. Mano de obra.

Durante la ejecución de la obra, está previsto que se utilice la siguiente maquinaria y herramientas:

- Maquinaria para Manipulación de Materiales: Maquinaria o vehículos pueden ser empleados para el transporte de componentes pesados y paneles.
- Andamios y Plataformas Elevadoras: Estos equipos proporcionan acceso seguro a áreas elevadas, como techos, facilitando la colocación de los paneles solares y otros componentes.
- Herramientas Manuales: Entre ellas se encuentran destornilladores, llaves, alicates y martillos, que son esenciales para asegurar y fijar los paneles y otros elementos en su lugar.
- Taladros y Atornilladores Eléctricos: Estas herramientas eléctricas simplifican la tarea de perforar y fijar los paneles y soportes de manera rápida y precisa.
- Sierras: Las sierras, tanto eléctricas como manuales, pueden ser necesarias para realizar cortes precisos y ajustes en componentes como rieles y soportes.
- Instrumentos de Medición y Nivelación: Utilizados para asegurar la correcta posición y orientación de los paneles solares, estos instrumentos incluyen medidores y niveladores.
- Equipos de Soldadura: En ciertos casos, la soldadura puede ser requerida para unir componentes metálicos de manera segura y robusta.
- Equipo de Medición y Pruebas: Instrumentos como multímetros y comprobadores de tensión son vitales para verificar conexiones eléctricas y el rendimiento del sistema.
- Herramientas para Trabajo en Altura: Para situaciones elevadas, se utilizan arneses, cuerdas y otros dispositivos de seguridad para prevenir caídas.

9. Riesgos.

La instalación de un sistema fotovoltaico conlleva diversos riesgos para los trabajadores involucrados en el proceso:

- **Riesgos en Altura:** Trabajar en los tejados o estructuras elevadas para instalar los paneles solares puede aumentar el riesgo de caídas. Se tomarán las medidas de seguridad adecuadas, como el uso de arneses y protecciones para prevenir caídas.
- **Riesgos Eléctricos:** La instalación de sistemas fotovoltaicos implica trabajar con electricidad, lo que aumenta el riesgo de descargas eléctricas. Si no se desconecta adecuadamente la energía durante la instalación, los trabajadores podrían estar expuestos a peligros eléctricos.
- **Manipulación de Equipos Pesados:** Los paneles solares y otros componentes pueden ser pesados y difíciles de manejar. El levantamiento inadecuado puede causar lesiones musculares y de espalda.
- **Riesgos Térmicos:** Trabajar al aire libre en la instalación de paneles solares puede exponer a los trabajadores a condiciones climáticas extremas, como calor intenso o frío. Esto puede llevar a problemas de salud relacionados con el calor, insolación o hipotermia.
- **Lesiones por Herramientas y Equipos:** El uso de herramientas y equipos necesarios para la instalación podría llevar a lesiones si no se manejan correctamente. Cortes, abrasiones y otros tipos de lesiones pueden ocurrir si no se siguen las prácticas de seguridad.
- **Riesgos Químicos y Materiales:** Algunos sistemas de instalación pueden involucrar el uso de selladores, adhesivos u otros productos químicos. La exposición inadecuada a estos productos químicos puede resultar en irritaciones o alergias.
- **Daños a la Salud por Radiación UV:** Los trabajadores en la instalación de paneles solares están expuestos a la radiación ultravioleta del sol. La exposición prolongada puede aumentar el riesgo de quemaduras solares y otros problemas de salud de la piel.
- **Riesgos de Caída de Objetos:** Durante la instalación, los paneles u otros equipos a montar o de montaje pueden caer desde alturas, lo que podría causar lesiones graves a los trabajadores que se encuentren debajo.
- **Incendios:** cabe la posibilidad que se produzca o propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar de trabajo.

10. Medidas de prevención y protección.

10.1. Medicina preventiva y primeros auxilios.

Se dispondrá en todo momento de un botiquín de primeros al alcance de todos los trabajadores, el cual deberá contener el material especificado en el Real Decreto 486/1997.

Así mismo, se informará a todos y cada uno de ellos de la ubicación de los Centros de Salud de la zona en caso de traslado urgente de accidentados para un tratamiento rápido y efectivo realizado por profesionales.

Será conveniente disponer de una lista en un sitio visible de la obra de números de teléfono y direcciones de centros de urgencias, ambulancias o taxis para garantizar un transporte de accidentados de manera rápida.

10.2. Prevención de riesgos individuales.

Debido a la naturaleza del proyecto en curso, será esencial contar con medidas de seguridad en relación a posibles exposiciones tanto directas como indirectas a corriente continua de baja tensión, riesgos de arco eléctrico, superficies calientes y la posibilidad de quemaduras. Por consiguiente, se requerirá:

- Capacitación en temas eléctricos, de acuerdo con los requisitos establecidos en el Real Decreto 614/2001, en función de las tareas a llevar a cabo.
- Empleo de Equipos de Protección Individual (EPIs) con la marca CE preferentemente:
 - Casco de seguridad.
 - Gafas de protección.
 - Protector auditivo.
 - Ropa de trabajo adecuada.
 - Calzado de seguridad.
 - Guantes de protección.
 - Arnés de seguridad.
 - Ropa reflectante o de alta visibilidad.

- Protección solar (crema y elementos de cobertura).
- Coordinación con la Compañía Suministradora para definir y ejecutar maniobras eléctricas cuando sea necesario.
- Adherencia a los procedimientos de descarga de instalaciones eléctricas cuando sea requerido.
- Aplicación de las Cinco Reglas de Oro en todas las labores:
 - Desconexión de todas las fuentes de energía.
 - Bloqueo o enclavamiento, en la medida de lo posible, de los dispositivos de corte y señalización, siempre bajo control.
 - Confirmación de la ausencia de tensión, conexión a tierra y cortocircuito en todas las posibles fuentes de energía.
 - Protección contra elementos cercanos energizados.
 - Establecimiento de señalización de seguridad apropiada para delimitar el área de trabajo.

En situaciones de proximidad a elementos energizados, es crucial implementar pantallas de protección, respetando las distancias especificadas en el Real Decreto 614/2001.

El Jefe de Trabajo debe informar a todos los miembros del equipo acerca del estado de la zona de trabajo y la ubicación de los puntos energizados más cercanos.

La posibilidad de caídas desde altura es un riesgo de gran importancia debido a sus consecuencias potenciales. Por esta razón, todo el personal expuesto a este riesgo debe recibir la formación adecuada.

Es necesario considerar otras medidas para asegurar el cumplimiento de las normativas, tales como:

- Garantizar la protección y medidas preventivas de los equipos y dispositivos de seguridad según las regulaciones.
- Restringir el acceso de personal de la empresa o terceros a las áreas cercanas a las maquinarias grandes, excepto si está debidamente justificado.
- Evitar la entrada de personas ajenas a la obra.

- Marcar claramente los límites de la obra y los puntos de mayor peligro.
- Realizar el mantenimiento adecuado de todas las maquinarias y herramientas.
- Supervisar el peso de las cargas en los camiones para asegurarse de no exceder los límites establecidos por la normativa.
- Emplear andamios, plataformas y equipos apropiados para minimizar los riesgos en la medida de lo posible.
- Usar ropa de protección personal durante el período de tiempo estipulado.
- Sustituir aquellas prendas o equipos que, debido al desgaste, tengan una vida útil menor a la esperada.

10.3. Prevención de riesgos colectivos.

La señalización debe ajustarse según lo establecido en el RD 485/1997. Se establece que:

- Es obligatorio usar cinturones de seguridad, protectores auditivos, cascos, las botas mencionadas y guantes.
- Se debe impedir el acceso a personas no autorizadas.
- Queda prohibido encender fuego.
- Está prohibido fumar en el área designada.
- Se deben colocar señales para indicar la ubicación de áreas críticas, botiquines y extintores.
- Es necesario realizar puestas a tierra adecuadas e instalar interruptores diferenciales para garantizar la seguridad de las personas.

Por último, en relación a las normas para manipular materiales, se establecen los siguientes puntos:

- Cargar objetos se hará levantando con las piernas dobladas y manteniendo la columna recta.
- Transportar cargas de manera equilibrada.
- Evitar movimientos bruscos al cargar pesos.
- No colocarse en el camino de la maquinaria cuando está en movimiento con carga.

Anexo IX: Hojas de características.

Índice de hojas de características

Hoja de características 1. Panel Solar 405W Deep Blue 3.0 JA Solar Mono.	189
Hoja de características 2. Sunfer 02V.	191
Hoja de características 3. Perfil G1.	195
Hoja de características 4. Inversor Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W.....	196
Hoja de características 5. TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K ROJO 6mm.....	198
Hoja de características 6. CABLE RZ1-K (AS) 3G4.....	204
Hoja de características 7. 10×38 gPV Cylindrical fuse link 1000V DC.	207
Hoja de características 8. LAU-MADC-2P20A 2P 20A 1000V DC MCB CC.	212
Hoja de características 9. INTERRUPTOR DIFERENCIAL; ACTI9 IID; 2P;25A; 300MA AC.	213
Hoja de características 10. INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO; ACTI9 IC60N; 2P; 25 A; CURVA C; 6000 A/10 KA.	216

Preliminary

Harvest the Sunshine

DEEP BLUE 3.0

Mono 405W MBB Half-cell Module
JAM54S30 390-415/MR Series

Introduction

Assembled with 11BB 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

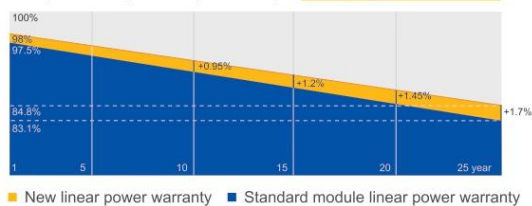


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation
Over 25 years



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



JA SOLAR

www.jasolar.com

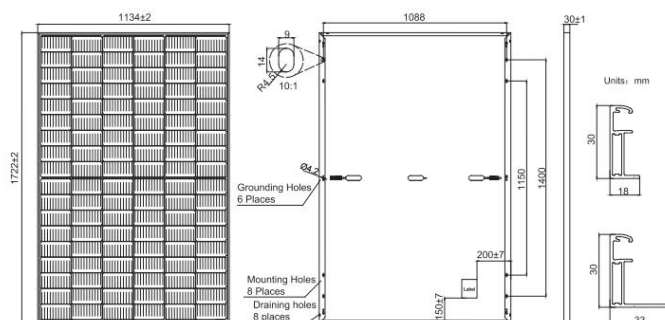
Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



JA SOLAR

JAM54S30 390-415/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	21.5kg±3%
Dimensions	1722±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	108(6x18)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	36pcs/Pallet, 936pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM54S30 -390/MR	JAM54S30 -395/MR	JAM54S30 -400/MR	JAM54S30 -405/MR	JAM54S30 -410/MR	JAM54S30 -415/MR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	390	395	400	405	410	415
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	36.85	36.98	37.07	37.23	37.32	37.45
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	30.64	30.84	31.01	31.21	31.45	31.61
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	13.61	13.70	13.79	13.87	13.95	14.02
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	12.73	12.81	12.90	12.98	13.04	13.13
Module Efficiency [%]	20.0	20.2	20.5	20.7	21.0	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of P _{max} (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

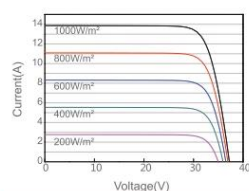
TYPE	JAM54S30 -390/MR	JAM54S30 -395/MR	JAM54S30 -400/MR	JAM54S30 -405/MR	JAM54S30 -410/MR	JAM54S30 -415/MR
Rated Max Power(P _{max}) [W]	294	298	302	306	310	314
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	34.62	34.75	34.88	35.12	35.23	35.37
Max Power Voltage(V _{mp}) [V]	28.87	29.08	29.26	29.47	29.72	29.89
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	10.89	10.96	11.03	11.10	11.16	11.22
Max Power Current(I _{mp}) [A]	10.18	10.25	10.32	10.38	10.43	10.50
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

OPERATING CONDITIONS

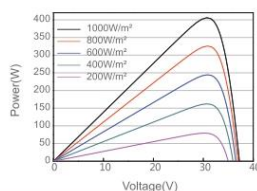
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40 °C ~+85 °C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112lb/ft ²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50lb/ft ²)
NOCT	45±2 °C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

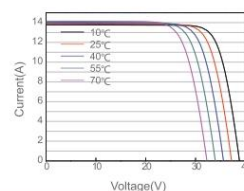
Current-Voltage Curve JAM54S30-405/MR



Power-Voltage Curve JAM54S30-405/MR

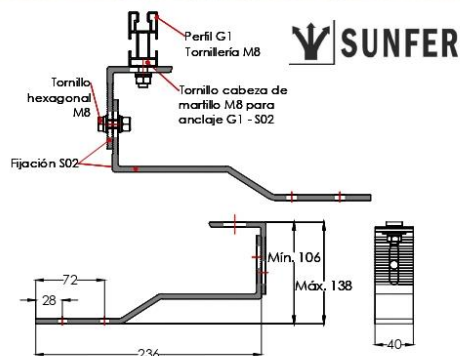


Current-Voltage Curve JAM54S30-405/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20201222



- Soporte coplanar para anclaje a losa de hormigón y/o madera.
- Válido para teja mixta
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- No recomendado para viguetas de hormigón pretensado.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

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

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

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.

Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Dos opciones:

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema Kit

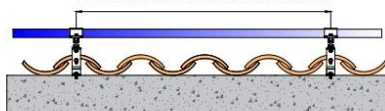
2279x1150 **Kit** (Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

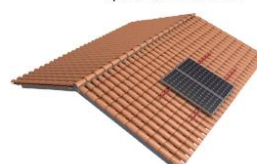
2400x1350 **PS** (Ver página 3)

Carga de nieve: 40 kg/m²

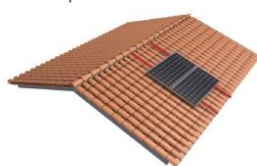
Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo



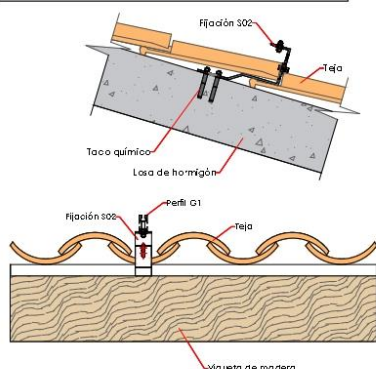
Tipos de cubierta



Perfiles paralelos a la cumbrera



Perfiles perpendiculares a la cumbrera



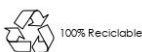
Par de apriete:
Tornillo Presor 7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal 20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal 40 Nm
Tornillo M4 2/4.8 Hexagonal 6 Nm

Nota: Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos. Los presores no se deben apretar con máquinas de impacto.

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Marcado ES19/86524 CE



R1-01/21

Ficha técnica - Sistema KIT

Para módulos de hasta 1150

Página 2

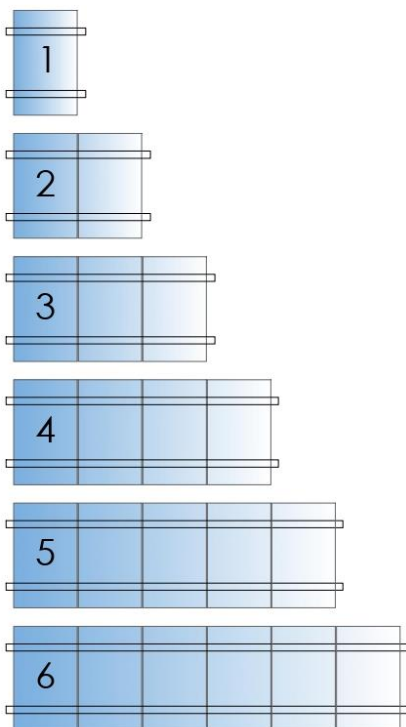
Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT

2279x1150



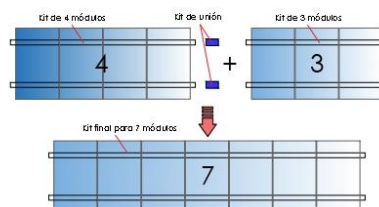
SUNFER

Kits disponibles:

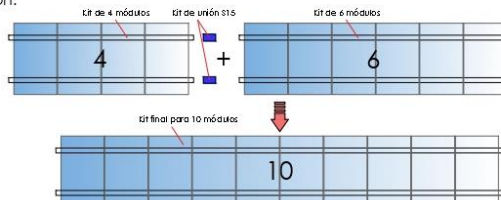


EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

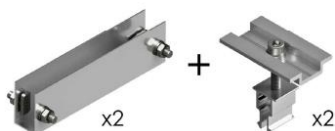
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



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



S15 Kit de unión



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

Marcado
ES19/86524 **CE**

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

R1-01/21

Ficha técnica - Sistema PS

Para módulos de gran formato hasta 1350

Página 3

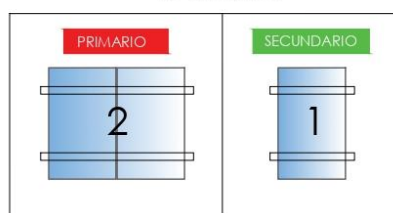
Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

2400x1350



SUNFER

Kits disponibles:



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

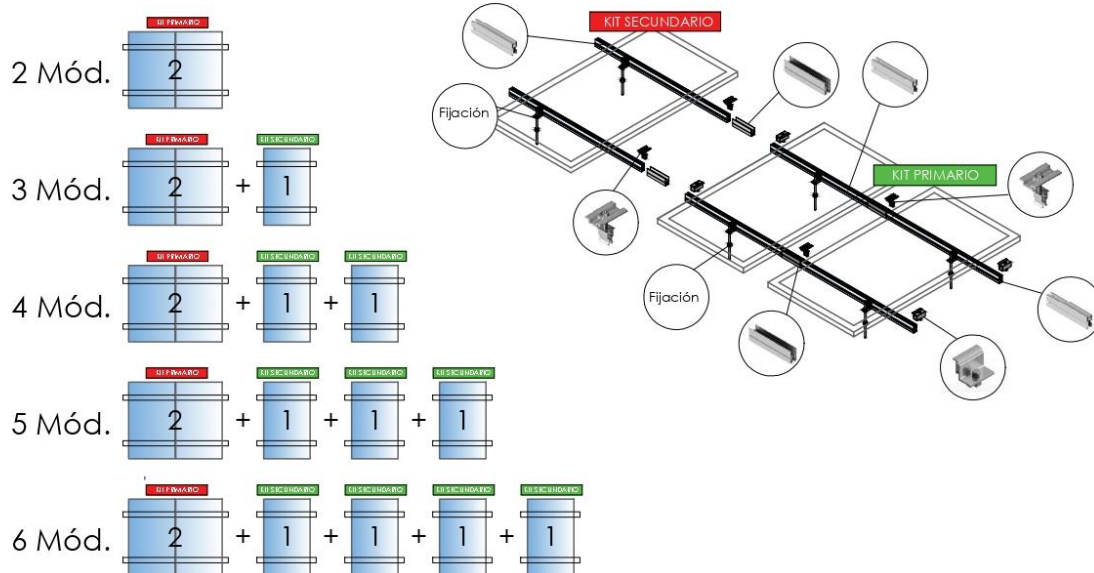
El sistema consta de **1 kit primario** y X número de **kit secundario**

El Kit primario es un Kit para 2 módulos.

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



EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN



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

Marcado **CE**
ES19/86524

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

R1-04/21

Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta

02V
Sistema kit

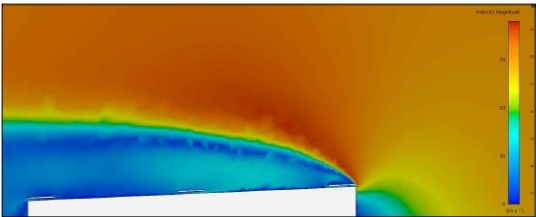


- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

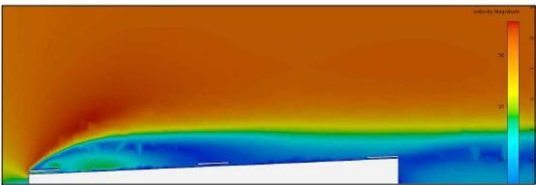
Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
2279x1150	150	150	150	150	150	150	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

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



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

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

Marcado ES19/86524 CE

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

R2-06/23

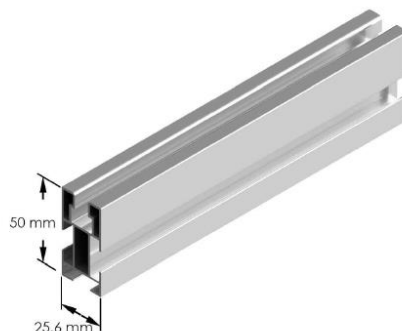
Ficha técnica

Perfil para guía de módulos

G1

Soportes compatibles con Perfil G1:

Coplanares	Inclinados
01V - 01H	08V
02V	09V - 09H
02.1V	10V
02.2V	11V - 11H
02.3V	12V
01.1V - 01.1H	13V
03V - 03H	40V
04V - 04H	42V



Accesorios compatibles con Perfil G1:



S10 - Presor lateral



S11 - Presor central



S12 - Presor lateral horizontal



S36 - Fijación triángulos a perfil



Tapa G1 - Embellecedor para perfil G1

Longitudes:

1230 mm
2200 mm
2350 mm
2400 mm
3600 mm
4400 mm
4800 mm

Fijaciones y triángulos compatibles con Perfil G1:



S01 - Tornillo doble rosca



S01.1 - Tornillo autofaladrante para anclaje a correas



S02 - Salvatejas



S02.1 - Salvatejas para pizarra



S02.2 - Salvatejas abrazavigas



S02.3 - Salvatejas teja árabe



S03 - Fijación para anclaje a correas



S04 - Fijación para anclaje a chapa



S40 - Fijación para anclaje a cubierta de junta alzada engatillada



Triángulo abierto



Triángulo cerrado

Unión guía UG1



Seguridad:


Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6

 Marcado
ES19/86524 CE

Sujeto a modificaciones. Las ilustraciones del producto son ejemplos y pueden diferir del original.

Smart Energy Center



Seguridad activa

Protección contra arcos eléctricos active con tecnología de IA



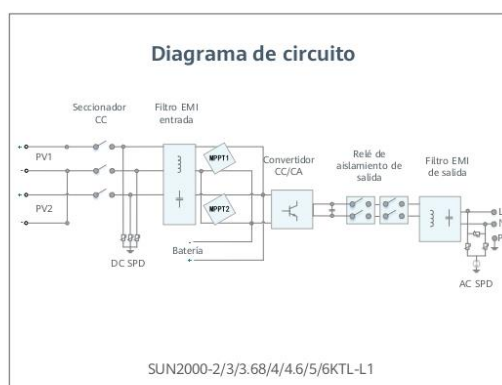
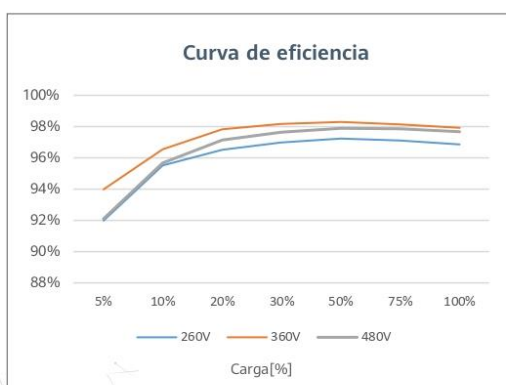
Mayor rendimiento

Hasta un 30 % más de energía con optimizadores



2x POTENCIA de Batería

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



Version No.:03-(20200622)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

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	3,500 W	3,500 W	3,500 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 10.000 Wp 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.

Version No.:03-(20200622)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/



TOPSOLAR® PV H1ZZZ2-K

TÜV solar PV cable.

BASED ON: (EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502)

DESIGN



Conductor

Class 5 (flexible) tinned copper, based on EN 60228 and IEC 60228.

Insulation

Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber insulation.

Outer sheath

Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber outer sheath, red or black colour.

APPLICATIONS

The Topsolar® PV H1ZZZ2-K cable, which is TÜV certified according to IEC 62930 and EN 50618, is suitable for both fixed and mobile solar installations (solar farms, rooftop solar installations and floating plants).

It is a highly flexible cable compatible with all major connectors and specially designed for the connection of photovoltaic panels. This versatile single-conductor cable is designed to meet the varying needs of the solar industry. Suitable for wet, damp and humid locations.

- Solar PV installations - string cable.

PV WIRE ALSO
AVAILABLE



More information at: www.topcable.com

TOPSOLAR® PV H1ZZZ2-K

SOLAR CABLES

EN 2020ED001



FEATURES



Electrical performance

Low voltage: 1,5/1,5 1kV (1,8) kV DC.
1,0/1,0 kV (U_0/U).



Based on

EN 50618 / IEC 62930 / UTE C 32-502.



Standards and approvals

TÜV / RETIE / RoHS / CE.



CPR (Construction Products Regulation)

C_{ca} -s1b, d2, a1.



Thermal performance

Maximum service temperature: 120°C.
Maximum short-circuit temperature: 250°C (max. 5 s).
Minimum service temperature: -40°C (fixed and protected installations).



Fire performance

Flame non-propagation based on EN 60332-1 and IEC 60332-1-2.
Fire non-propagation based on EN 50399.
Reaction to fire CPR: C_{ca} -s1b, d2, a1, according to EN 50575.
LSHF (Low Smoke Zero Halogen) based on UNE-EN 60754-1 and IEC 60754-1.
Low smoke emission based on EN 61034 and IEC 61034: Light transmittance > 60%.
Low corrosive gases emission based on UNE-EN 60754-2 and IEC 60754-2.



Mechanical performance

Minimum bending radius: x5 cable diameter.
Impact resistance: AG2 Medium severity.



Chemical performance

Chemical & Oil resistance: Excellent.
Grease & mineral oils resistance: Excellent.

UV UV Resistant based on EN 50618.

O₃ Ozone resistant based on EN 50618.



Water performance

Water presence: AD8 submerged.



Other

Meter by meter marking.
Estimated lifetime 25 years based on EN 50618.
 Optional: rodent proof and termite proof.



Installation conditions

Open Air.
Buried.
On conduit.



Packaging

Available in rolls (lengths of 100 m) and reels.

More information at: www.topcable.com

SOLAR CABLES

TOPSOLAR® PV
H1Z2Z2-K



TOPSOLAR® PV
H1Z2Z2-K DUAL



TOPSOLAR® PV
AL 1500 V



TOPSOLAR® PV
AL 2kV PV WIRE



TOPSOLAR® PV H1Z2Z2-K

SOLAR CABLES

EN 2020 ED 001



DECLARATION OF PERFORMANCE

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

DoP Nr/ n°: **TC054** Rev.1

Code of the product-type / Código de producto tipo:
TOPSOLAR PV C H1Z2Z2-K

Identification of the product / Identificación del producto de construcción:
H1Z2Z2-K full range according to EN 50618

Intended use/s: / Uso/s previsto/s:
Supply of electricity in buildings and other civil engineering works with the objective of limiting the generation and spread of fire and smoke. Power Cables.

Suministro de electricidad en edificios y otras obras de ingeniería civil con el objetivo de limitar la generación y propagación de fuego y humo. Cables de potencia.

Authorized representative: / Representante autorizado: N/A
System/s of AVCP: / Sistema/s de EVCP: System 1+ / Sistema 1+
Harmonized standard: / Norma armonizada: EN 50575:2014 and EN 50575:2014/A1: 2016
Notified body/ies: / Organismo/s notificado/s: AENOR – 0099

Notified product certification body issued the Certificate of Constancy of Performances for characteristics of reaction to fire.

Organismo notificado de certificación de producto que ha emitido el Certificado de Constancia de las Prestaciones para las características de reacción al fuego.




Manufacturer / Fabricante:
 TOP CABLE S.A.
 Leonardo da Vinci, 1
 08191 Rubí (Barcelona) SPAIN
 Tel. +34 93 588 09 11
 Fax: +34 93 588 04 11
 Email: ventas@topcable.com

Declared performances: / Prestaciones declaradas:

Essential characteristics / Características esenciales	Performance / Prestaciones
Reaction to fire / Reacción al fuego	C_{ca} - s1b, d2, a1
Dangerous substances / sustancias peligrosas	NPD (Non Performance declaration / Prestación no determinada)

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performances. This declaration of performance is issued, in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) n° 305/2011, bajo la responsabilidad exclusiva del fabricante arriba identificado.

Signed for and on behalf of the manufacturer by / Firmado por y en nombre del fabricante por:

Felipe DIAZ RUBIO,
Technical Department



Rubí (Barcelona) Spain, 30/04/2020



Zertifikat

Certificate



Zertifikat Nr. Certificate No.
R 60113828

Blatt Page
0001

Ihr Zeichen Client Reference	Unser Zeichen Our Reference	Ausstellungsdatum Date of Issue	(day/mo/yr)
	0010--21243325 001	13.10.2016	

Genehmigungsinhaber License Holder
TOP CABLE S.A.
P.A.E. Can Sant Joan
Leonardo da Vinci 1
08191 Rubi - Barcelona
Spain

Fertigungsstätte Manufacturing Plant
AKAN Cables S.L.
P.L. Plans de la Sala, Parcela 11
08650 Barcelona
Spain

Prüfzeichen Test Mark



Geprüft nach Tested acc. to
EN 50618:2014

Zertifiziertes Produkt (Geräteidentifikation)
Certified Product (Product Identification)

Lizenzentgelte - Einheit
License Fee - Unit

PV-Cables

Identification:	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K	16
Code designation:	H1Z2Z2-K	
Rated diameter:	2,5 mm ² ; 4,0 mm ² ; 6,0 mm ² ; 10,0 mm ² ; 16,0 mm ² ; 25,0 mm ²	
Rated voltage:	AC U0/U 1,0/1,0 kV	
Rated voltage:	DC 1500 V (conductor-conductor and conductor-earth)	
Max. permitted voltage:	DC 1,8 kV	
Light transmission:	82,1 %	
Ambient temperature:	-40 °C to +90 °C	
max. Core temperature:	+120 °C @ 20.000 h	
Material of Insulation:	Halogene Free thermosetting rubber	
Material of Sheath:	Halogene Free thermosetting rubber	
Colour of Sheath:	black	

16

Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsordnung zugrunde und es bestätigt die Konformität des Produktes mit den oben genannten Standards und Prüfgrundlagen. Zusätzliche Anforderungen in Ländern, in denen das Produkt in Verkehr gebracht werden soll, müssen zusätzlich betrachtet werden. Die Herstellung des zertifizierten Produktes wird überwacht.
This certificate is based on our Testing and Certification Regulation and states the conformity of the product with the standards and testing requirements as indicated above. Any additional requirements in countries where the product is going to be marketed have to be considered additionally. The manufacturing of the certified product is subject to surveillance.

TÜV Rheinland LGA Products GmbH, Tillystraße 2, 90431 Nürnberg
Tel.: +49 221 806-1371 e-mail: cert-validity@de.tuv.com
Fax: +49 221 806-3935 http://www.tuv.com/safety



Zertifikat**Certificate**

Zertifikat Nr. Certificate No.
R 60113828

Blatt Page
0002

Ihr Zeichen Client Reference

Unser Zeichen Our Reference
0010--21243325 002

Ausstellungsdatum Date of Issue
29.11.2016 (day/mo/yr)

Genehmigungsinhaber License Holder

TOP CABLE S.A.
P.A.E. Can Sant Joan
Leonardo da Vinci 1
08191 Rubi - Barcelona
Spain

Fertigungsstätte Manufacturing Plant

AKAN Cables S.L.
P.L. Plans de la Sala, Parcela 11
08650 Barcelona
Spain

Prüfzeichen Test Mark



Type Approved
Safety
Regular Production
Surveillance

www.tuv.com
ID 1111210601

Geprüft nach Tested acc. to
EN 50618:2014

Zertifiziertes Produkt (Geräteidentifikation)
Certified Product (Product Identification)

Lizenzentgelte - Einheit
License Fee - Unit

PV-Cables

as page 0001
Amendment

additional Colour of sheath: RED

Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsordnung zugrunde und es bestätigt die Konformität des Produktes mit den oben genannten Standards und Prüfgrundlagen. Zusätzliche Anforderungen in Ländern, in denen das Produkt in Verkehr gebracht werden soll, müssen zusätzlich betrachtet werden. Die Herstellung des zertifizierten Produktes wird überwacht.
This certificate is based on our Testing and Certification Regulation and states the conformity of the product with the standards and testing requirements as indicated above. Any additional requirements in countries where the product is going to be marketed have to be considered additionally. The manufacturing of the certified product is subject to surveillance.

TÜV Rheinland LGA Products GmbH, Tillystraße 2, 90431 Nürnberg

Tel.: +49 221 806-1371 e-mail: cert-validity@de.tuv.com
Fax: +49 221 806-3935 http://www.tuv.com/safety

Zertifizierungsstelle



Guido Volberg



DECLARATION OF PERFORMANCE

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

DoP Nr/ n°: **TC054** Rev.1

Code of the product-type / Código de producto tipo:
TOPSOLAR PV C H1Z2Z2-K

Identification of the product / Identificación del producto de construcción:
H1Z2Z2-K full range according to EN 50618

Intended use/s: / Uso/s previsto/s:
Supply of electricity in buildings and other civil engineering works with the objective of limiting the generation and spread of fire and smoke. Power Cables.

Suministro de electricidad en edificios y otras obras de ingeniería civil con el objetivo de limitar la generación y propagación de fuego y humo. Cables de potencia.

Authorized representative: / Representante autorizado: N/A
System/s of AVCP: / Sistema/s de EVCP: System 1+ / Sistema 1+
Harmonized standard: / Norma armonizada: EN 50575:2014 and EN 50575:2014/A1: 2016
Notified body/ies: / Organismo/s notificado/s: AENOR – 0099

Notified product certification body issued the Certificate of Constancy of Performances for characteristics of reaction to fire.

Organismo notificado de certificación de producto que ha emitido el Certificado de Constancia de las Prestaciones para las características de reacción al fuego.




Manufacturer / Fabricante:
 TOP CABLE S.A.
 Leonardo da Vinci, 1
 08191 Rubí (Barcelona) SPAIN
 Tel. +34 93 588 09 11
 Fax: +34 93 588 04 11
 Email: ventas@topcable.com

Declared performances: / Prestaciones declaradas:

Essential characteristics / Características esenciales	Performance / Prestaciones
Reaction to fire / Reacción al fuego	C_{ca} - s1b, d2, a1
Dangerous substances / sustancias peligrosas	NPD (Non Performance declaration / Prestación no determinada)

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performances. This declaration of performance is issued, in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) n° 305/2011, bajo la responsabilidad exclusiva del fabricante arriba identificado.

Signed for and on behalf of the manufacturer by / Firmado por y en nombre del fabricante por:

Felipe DIAZ RUBIO,
Technical Department



Rubí (Barcelona) Spain, 30/04/2020



TOXFREE ZH RZ1-K (AS)



TOXFREE ZH RZ1-K (AS)

Cable flexible de potencia, libre de halógenos, para locales de pública concurrencia.

IEC 60502-1 / UNE 21123-4

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE).

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

1 x	Natural
2 x	Azul + Marrón
3 G	Azul + Marrón + Amarillo/Verde
3 x	Marrón + Negro + Gris
3 x + 1 x	Marrón + Negro + Gris + Azul (sección reducida)
4 G	Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde
4 x	Marrón + Negro + Gris + Azul
5 G	Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde
6 ó más	negros numerados + Amarillo/Verde (*)

(*) Cable ZIZI-K (AS) con aislamiento especial de poliolefina, con baja emisión de humos y libre de halógenos.

Cubierta

Poliolefina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.



B2_{ca} -s1a, d1, a1
C_{ca} -s1a, d1, a1

POTENCIA XLPE / LSZH

APLICACIONES

El Toxfree ZH RZ1-K (AS) es un cable libre de halógenos, con baja emisión de humos y no propagador del incendio. Su instalación es de uso obligado en locales de pública concurrencia como: hospitales, escuelas, museos, aeropuertos, estaciones de autobús, comercios en general.


www.topcable.com

41

TOXFREE ZH RZI-K (AS)



CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 0,6/1kV



Norma de referencia

IEC 60502-1 / UNE 21123-4



ITC y certificaciones

ITC: 9/14/15/20/28/30/31

Certificados

CE
SEC
AENOR
RoHS
KEMA-KEUR



BZ_{ca}-s1a, d1, a1 (según sección)
C_{ca}-s1a, d1, a1 (según sección)



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C (*)
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C
(estático con protección).

(*) Cable ZIZI-K (AS) temperatura máxima del conductor: 70°C.



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
No propagación del incendio según UNE-EN 60332-3, IEC 60332-3 y EN 50399.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034.
Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR, BZ_{ca}-s1a, d1, a1 y C_{ca}-s1a, d1, a1 según la norma EN 50575 (según sección).



Características mecánicas

Radio de curvatura: 5 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a los ataques químicos: aceptable.
Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD5 chorros de agua.



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.



Aplicaciones

Uso industrial.
Locales de pública concurrencia.

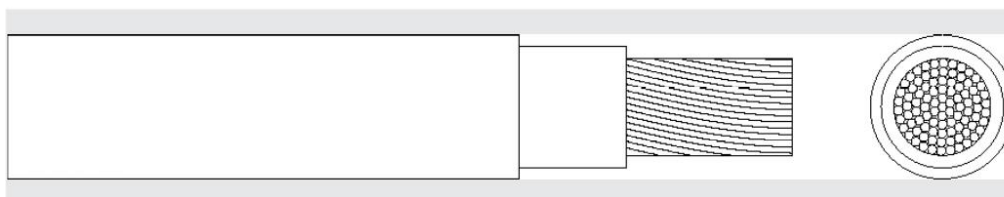


Embalaje

Disponible en rollos de 100m -con film retractilado- y bobinas.



TOXFREE ZH RZI-K (AS)



DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	6,1	57	29	29	17,7
1 x 4	6,7	73	40	37	11
1 x 6	7,1	93	53	46	7,32
1 x 10	8,1	136	74	61	4,23
1 x 16	9,1	192	101	79	2,68
1 x 25	11	288	135	101	1,73
1 x 35	12,1	380	169	122	1,23
1 x 50	13,8	520	207	144	0,86
1 x 70	15,9	716	268	178	0,603
1 x 95	17,6	924	328	211	0,457
1 x 120	19,4	1.167	383	240	0,357
1 x 150	21,5	1.456	444	271	0,286
1 x 185	24,1	1.762	510	304	0,235
1 x 240	26,9	2.283	607	351	0,178
1 x 300	29,6	2.851	703	396	0,142
1 x 400	33,8	3.735	823	464	0,108
1 x 500	38	4.845	946	525	0,085
1 x 630	43,1	6.311	1.088	596	0,064
2 x 1,5	8,3	97	26	26	34
2 x 2,5	9,2	127	36	34	20,4
2 x 4	10,2	168	49	44	12,7
2 x 6	11,1	217	63	56	8,45
2 x 10	13	323	86	73	4,89
2 x 16	15,8	490	115	95	3,1
3 G 1,5	9	116	26	26	34
3 G 2,5	9,8	151	36	34	20,4
3 G 4	11	206	49	44	12,7
3 G 6	11,9	269	63	56	8,45
3 G 10	14,1	412	86	73	4,89
3 x 16	16,9	624	100	79	2,68
3 x 25	20,6	953	127	101	1,73
3 x 35	23,4	1.276	158	122	1,23
3 x 50	26,8	1.752	192	144	0,86
3 x 70	31,5	2.436	246	178	0,603
3 x 95	35,5	3.230	298	211	0,457
3 x 120	39,8	4.110	346	240	0,357
3 x 16 + 1 x 10	18	724	100	79	2,68
3 x 25 + 1 x 16	21,8	1.097	127	101	1,73
3 x 35 + 1 x 16	24,1	1.405	158	122	1,23
3 x 50 + 1 x 25	28,1	1.970	192	144	0,86
3 x 70 + 1 x 35	32,6	2.722	246	178	0,603
3 x 95 + 1 x 50	37	3.597	298	211	0,457
3 x 120 + 1 x 70	41,5	4.609	346	240	0,357
3 x 150 + 1 x 70	44,9	5.579	399	271	0,286
3 x 185 + 1 x 95	51,5	6.926	456	304	0,235
3 x 240 + 1 x 120	58,8	9.030	538	351	0,178
4 G 1,5	9,7	136	23	22	29,5
4 G 2,5	10,8	184	32	29	17,7
4 G 4	12	252	42	37	11
4 G 6	13,2	334	54	46	7,32
4 G 10	15,4	513	75	61	4,23
4 x 16	18,7	783	100	79	2,68
4 x 25	23,1	1.204	127	101	1,73
4 x 35	25,5	1.616	158	122	1,23
4 x 50	30,3	2.242	192	144	0,86
4 x 70	35,3	3.119	246	178	0,603
4 x 95	39,4	4.035	298	211	0,457
4 x 120	43,6	5.104	346	240	0,357
4 x 150	49,8	6.569	399	271	0,286
4 x 185	56,5	8.063	456	304	0,235
4 x 240	63,1	10.421	538	351	0,178
5 G 1,5	10,3	159	23	22	29,5
5 G 2,5	11,6	217	32	29	17,7
5 G 4	13	302	42	37	11
5 G 6	14,4	404	54	46	7,32
5 G 10	16,9	627	75	61	4,23
5 G 16	20,4	956	100	79	2,68
5 G 25	25,1	1.469	127	101	1,73
5 G 35	28,1	1.968	158	122	1,23
5 G 50	33,7	2.779	192	144	0,86
5 G 70	39,3	4.046	246	178	0,603
5 G 95	45	5.271	298	211	0,457
7 G 1,5	11,3	200	26	26	33,9
7 G 2,5	12,8	280	36	34	20,4
8 G 1,5	12,4	225	26	26	33,9
8 G 2,5	13,9	315	36	34	20,4
10 G 1,5	13,4	265	26	26	33,9
10 G 2,5	14,9	375	36	34	20,4
12 G 1,5	14,1	305	26	26	33,9
12 G 2,5	17,2	460	36	34	20,4
14 G 1,5	15,8	360	26	26	33,9
14 G 2,5	17,8	505	36	34	20,4
16 G 1,5	16,3	400	26	26	33,9
16 G 2,5	18,5	570	36	34	20,4
19 G 1,5	17	450	26	26	33,9
19 G 2,5	19,5	650	36	34	20,4
24 G 1,5	19,2	550	26	26	33,9
24 G 2,5	24,7	850	36	34	20,4
27 G 1,5	20,4	600	26	26	33,9
27 G 2,5	24,2	890	36	34	20,4

POTENCIA XLPE / LSZH

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP).

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

Cable ZIZI-K (AS)

www.topcable.com

43






PHOTOVOLTAIC

FUSE LINKS & FUSE HOLDERS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

gPV CYLINDRICAL

fuse links

CYL

10x38







10x38

14x51

10x85

10x14x85

22x65

dfelectric.es



RATED VOLTAGE
1000V DC

RATED CURRENT
1A...20A

BREAKING CAPACITY
30kA

STANDARDS
IEC/EN 60269-1
IEC/EN 60269-6
UL248-1
UL248-19



Cylindrical fuse links for photovoltaic applications

gPV 10x38 cylindrical fuse links from DF Electric have been developed to offer a compact, safety and economic protection of photovoltaic modules (string protection) with voltages up to 1.000V DC.

The range comprises the following fuse links:

→ Size 10x38 1000V DC 1A to 20A

They provide protection against overloads as well as short-circuit (gPV class according to the requirements of IEC60269-6 and UL248-19 Standards).

Made with ceramic tube with high withstand to internal pressure and thermal shock, that allows a high breaking capacity in a reduced physical space.

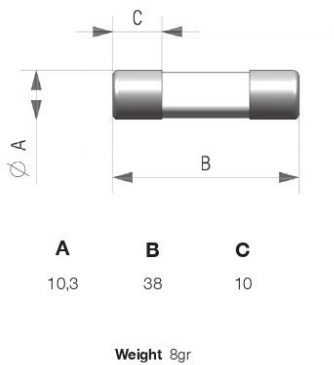
Contacts are made in silver plated copper and melting elements are made in pure silver in order to avoid the aging and thus keep unalterable the electric characteristics.

For these fuse links we recommend the utilization of 10x38 PMX-PV fuse holders.

UL Listed (File E355019).



Dimensions



Range

I_n (A)	REFERENCE	PACKING Unr./BOX
1	491601	10/100
2	491602	10/100
3	491604	10/100
4	491605	10/100
5	491606	10/100
6	491610	10/100
8	491615	10/100
10	491620	10/100
12	491625	10/100
15	491629	10/100
16	491630	10/100
20	491635	10/100



Technical data

Rated voltage	1000V DC
Rated current	1A...20A
Rated breaking capacity	30kA
Utilization category	gPV
Minimum interrupt rating	1A → 1,45·I _n 2A...20A → 1,35·I _n
Non fusing current	1,13·I _n
Storage temperature	-40°C ... 90°C
Operating temperature *	-40°C ... 80°C

* For ambient temperatures higher than 25°C it is necessary to apply a derating in maximum current.

Standards

IEC/EN 60269-1
IEC/EN 60269-6
UL248-1
UL248-19
RoHS Compliant



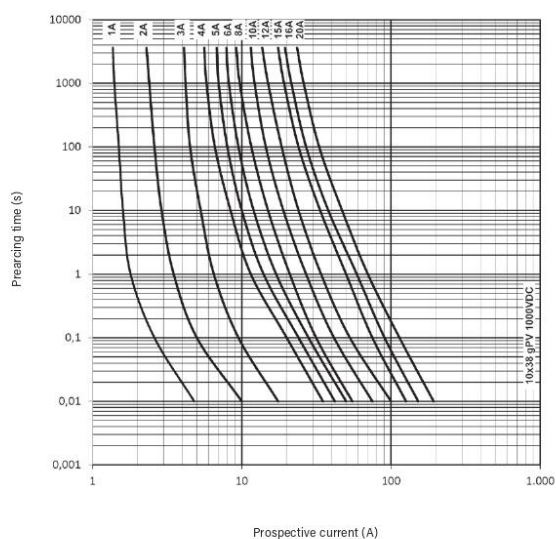
Certifications



Power dissipation

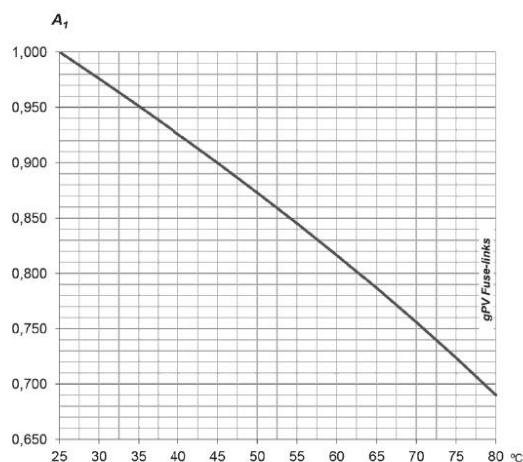
I _n	PREARcing I _p t	OPERATING F _t	POWER DISSIPATION 0,7 · I _n	POWER DISSIPATION I _n
(A)	(A ² S)	(A ² S)	(W)	(W)
1	0,35	1,2	0,31	0,76
2	0,62	1,0	0,78	1,45
3	1,9	3,1	0,66	1,66
4	6,9	11	0,64	1,57
5	14	22	0,60	1,65
6	24	38	0,77	1,84
8	7	17	0,82	2,00
10	15	38	0,94	2,20
12	27	68	0,98	2,40
15	62	115	1,05	2,65
16	89	165	1,10	2,70
20	168	294	1,33	3,20

t-I characteristics





Ambient temperature derating factor



t_a (°C)	A_1
25	1,00
30	0,98
35	0,96
40	0,93
45	0,90
50	0,87
55	0,84
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69

Selection and applications guide

In photovoltaic plants, there are a special installation and working conditions that must be considered to select the appropriate fuse links.

These fuses are usually placed inside plastic watertight boxes, where high ambient temperatures are reached. This condition force to reduce the maximum current that can circulate through the fuse links, otherwise it would be have premature aging. To avoid undesired operation of fuse links it is necessary to apply a derating when select the appropriate rated current.

On the other hand, the day/night cycles as well as the pass of clouds cause a constant current changes that generates continuous heating and cooling, and this cause a thermal stress in fuselinks materials, especially in the melting elements. To avoid premature aging another derating must be applied (DF Electric recommend a value of 0,80 for this application).

With these considerations it is possible to select the suitable fuse.

To verify that the rated voltage of fuse link is sufficient, the following points must be taken into account:

- Open circuit voltage $V_{OC\ STC}$ of PV modules.
- Numbers of modules connected in series (M).
- Safety factor (20%) to take into account the rise of open circuit voltage at very low temperatures.

According to this, rated voltage in DC of fuse links must be:

$$V_{DC}(\text{fuse link}) \geq V_{OC}(\text{STC}) \cdot M \cdot 1,2$$

Open circuit voltage $V_{OC\ STC}$ of PV modules is the maximum voltage that a Photovoltaic module can deliver when is working without load, measured under standard test conditions (STC).

This information is given by the manufacturer of PV modules.

To choose rated current of fuse links, points to be taken into account are the following:

- Short circuit current of PV modules $I_{SC\ STC}$
- Derating factor for ambient temperature (A_1).
- Derating factor for current variation (A_2).

Short circuit current of PV modules $I_{SC\ STC}$ is the maximum current that one module can deliver measured under standard test conditions (STC). This data is also given by the manufacturer of PV modules.

Recommended derating factor for current variation (A_2): 0,80.

Ambient temperature inside boxes where are placed protections can reach easily 40°C or 45°C (for tropical countries it is necessary to consider higher values).

It should be applied a derating factor (A_1) as function of ambient temperature.

With previous considerations, rated current of fuse-link should be:

$$I_N(\text{fuse link}) \geq \frac{I_{SC\ STC}}{A_1 \cdot A_2}$$

For example, if we consider a maximum ambient temperature of 45°C, the rating to use would be:

$$I_N(\text{fuse link}) \geq \frac{I_{SC\ STC}}{0,90 \cdot 0,80} \geq I_{SC\ STC} \cdot 1,4$$



HEAD OFFICE AND FACTORY
SILICI, 67-69
08940 CORNELLA DE LLOBREGAT
BARCELONA
SPAIN
Tel. +34 93 377 85 85
Fax +34 93 377 82 82

INTERNATIONAL SALES
Tel. +34 93 475 08 64
Fax +34 93 480 07 75
export@dfelectric.es

NATIONAL SALES
Tel. 93 475 08 64
Fax 93 480 07 76
comercial@dfelectric.es

dfelectric.es



The data reflected in this technical record are subject to the correct installation of the product in accordance with manufacturer's instructions, relevant installation standards and professional practices, maintained and used in applications for which they were made.

The products described in this document have been designed, developed and tested in accordance with specific standard. They are considered components that are integrated as part of installation, machine or equipment. The correct general operation of the referred product is responsibility of the manufacturer of the installation, machine or equipment.

DF ELECTRIC cannot guarantee the characteristics of an installation, machine or equipment that has been designed by a third party. Once a product has been selected the user must verify that it is appropriate for its application, through the verifications and/or tests that it deems appropriate.

DF ELECTRIC retains the right to change the dimensions, specifications, materials or design of its products at any time with or without notice.

©2017 DF Electric. All rights reserved



**PROTECTING
THE WORLD**



Descripción

Magnetotérmico Corriente continua 2P 20A 1000V DC MCB CC

Magnetotérmico DC MCB de corriente continua CC para carril DIN ideal para utilizarse en sistemas solares con string hasta 1000 voltios. Los magnetotérmicos DC MCB pueden utilizarse para desconectar los strings de los paneles solares en el conexionado a inversores, sistemas de bombeo solar e incluso para el uso como elemento de corte en baterías. La ventaja de la utilización de magnetotérmicos de corriente continua frente a los fusibles es la posibilidad de rearme económico, rápido y seguro ante un disparo. Los fusibles son caros al cambiarlos y tenerlos disponibles.

DC MCB de energía solar, fotovoltaica PV

Consúltenos para otras potencias o voltajes

Características principales del magnetotérmico

- Referencia: LAU-MADC-2P20A
- Intensidad nominal del magnetotérmico: 20A
- Número de polos: 2
- Empleo del magnetotérmico: instalaciones DC, energías renovables
- Poder de corte del magnetotérmico: 6kA
- Tensión de servicio: 1000Vdc
- Curva de disparo: C
- Vida mecánica: >1500 operaciones
- Normativa: IEC60947-2
- Marcado: CE
- Capacidad de conexión: cable 25mm²
- Ancho: 2 módulos (2x17,8mm)
- Temperatura de servicio: -5°C / +40°C

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interrupor diferencial; Acti9 iID; 2P; 25A; 300mA AC

A9R84225

Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iID40
Tipo de producto o componente	Interrupor diferencial (RCCB)
Nombre corto del dispositivo	iID
Número de polos	2P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	25 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	300 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	220...240 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	Idm 1500 A Im 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Corriente de sobretensión	250 A
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	4
Altura	91 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	73,5 mm
Peso del producto	0,21 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 15000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo 1...35 mm ² rígido Terminal simple arriba o abajo 1...25 mm ² flexible Terminal simple arriba o abajo 1...25 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Grado de protección IP	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 (envolvente modular) conforming to IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 250 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	4,0 cm
Paquete 1 Ancho	8,2 cm
Paquete 1 Longitud	10,0 cm
Paquete 1 Peso	216 g
Tipo de unidad de paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	54
Paquete 2 Altura	30,0 cm
Paquete 2 Ancho	30,0 cm
Paquete 2 Longitud	40,0 cm
Paquete 2 Peso	12,105 kg
Tipo de unidad de paquete 3	P12
Número de unidades en el paquete 3	432

Paquete 3 Altura	44,4 cm
Paquete 3 Ancho	80 cm
Paquete 3 Longitud	120 cm
Paquete 3 Peso	108,840 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interrupor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 2P; 25 A; curva C; 6000 A/10 kA

A9F79225

Principal

Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Gama	Acti9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	iC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
[In] Corriente nominal	25 A
Tipo de red	AC Corriente continua
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	6000 A Icn en 400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 36 kA Icu en 12...60 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en <= 125 V corriente continua acorde a Icu 10 kA Icu en 380...415 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 20 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 6 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 36 kA Icu en 100...133 V AC 50/60 Hz acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A acorde a HB1 Categoría A acorde a En > 50 A
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN 60898-1 Sí acorde a HB1 Sí acorde a IEC 60898-1 Sí acorde a En > 50 A
Normas	En > 50 A IEC 60898-1 HB1 EN 60898-1

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%
[Ics] poder de corte en servicio	15 kA 75 % acorde a HB1 - 220...240 V AC 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a HB1 - 380...415 V AC 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a HB1 - 440 V AC 50/60 Hz 15 kA 75 % acorde a En > 50 A - 220...240 V AC 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a En > 50 A - 380...415 V AC 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a En > 50 A - 440 V AC 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a En > 50 A - 12...133 V AC 50/60 Hz

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

05-may-2023

Life is On | Schneider
Electric

1

27 kA 75 % acorde a HB1 - 12...133 V AC 50/60 Hz
 6000 A 100 % acorde a EN 60898-1 - 400 V AC 50/60 Hz
 6000 A 100 % acorde a IEC 60898-1 - 400 V AC 50/60 Hz
 10 kA 100 % acorde a En> 50 A - 72...125 V corriente continua
 10 kA 100 % acorde a HB1 - 72...125 V corriente continua

Clase de limitación	3 acorde a EN 60898-1 3 acorde a IEC 60898-1
[U] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a HB1 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a HB1 6 kV acorde a En> 50 A
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
SopORTE de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Arriba o abajo, estado 1 Sí
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,25 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...25 mm² rígido Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...16 mm² flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

Entorno

Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP20 acorde a EN 60529
Grado de contaminación	3 acorde a HB1 3 acorde a En> 50 A
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
------------------------------------	-----

Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	3,500 cm
Paquete 1 Ancho	7,300 cm
Paquete 1 Longitud	9,200 cm
Paquete 1 Peso	232,000 g
Tipo de unidad de paquete 2	BB1
Número de unidades en el paquete 2	6
Paquete 2 Altura	8,200 cm
Paquete 2 Ancho	10,000 cm
Paquete 2 Longitud	22,400 cm
Paquete 2 Peso	1,446 kg
Tipo de unidad de paquete 3	S03
Número de unidades en el paquete 3	66
Paquete 3 Altura	30,000 cm
Paquete 3 Ancho	30,000 cm
Paquete 3 Longitud	40,000 cm
Paquete 3 Peso	16,426 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

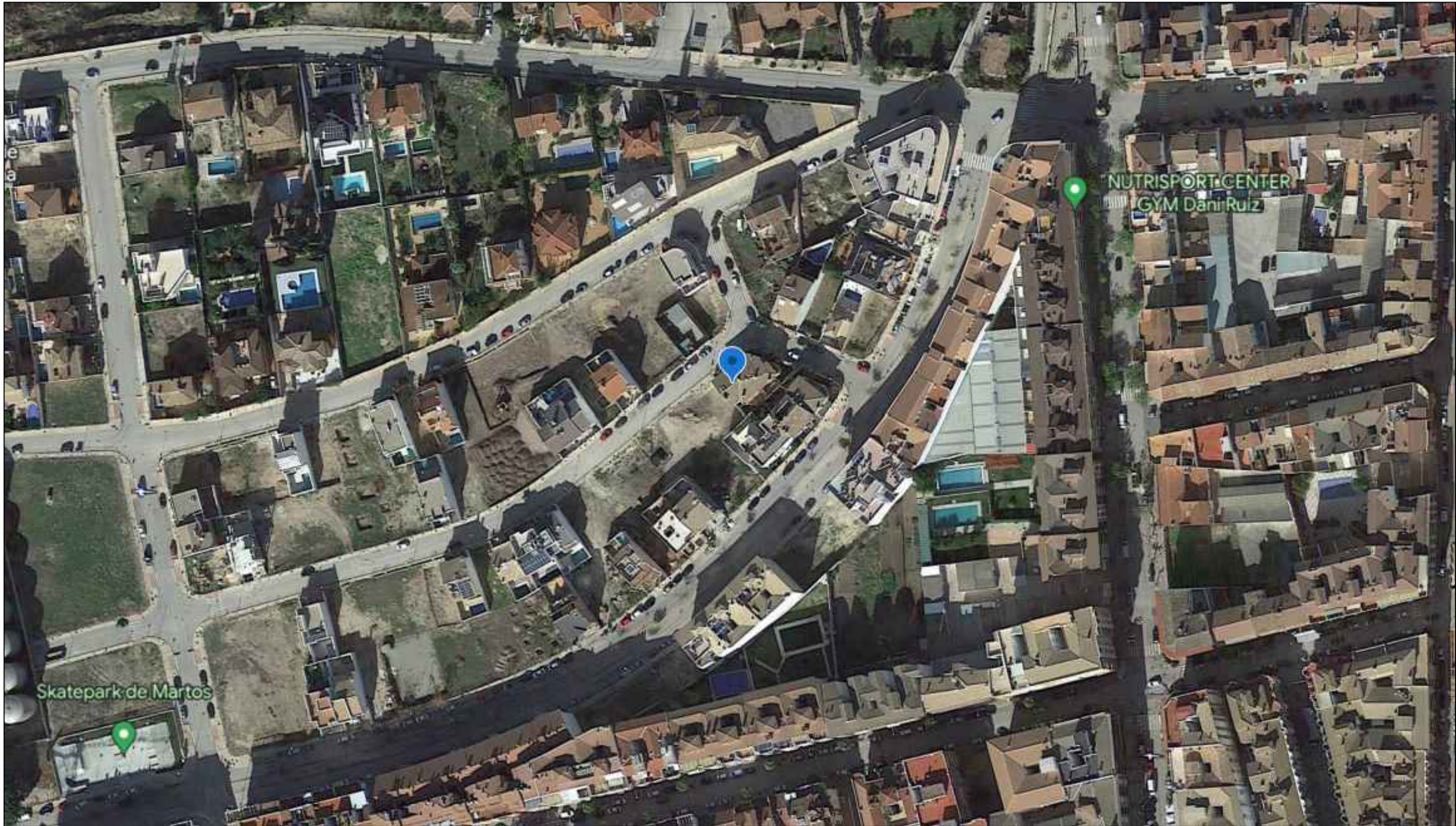
Documento 3: Planos.

Índice de planos

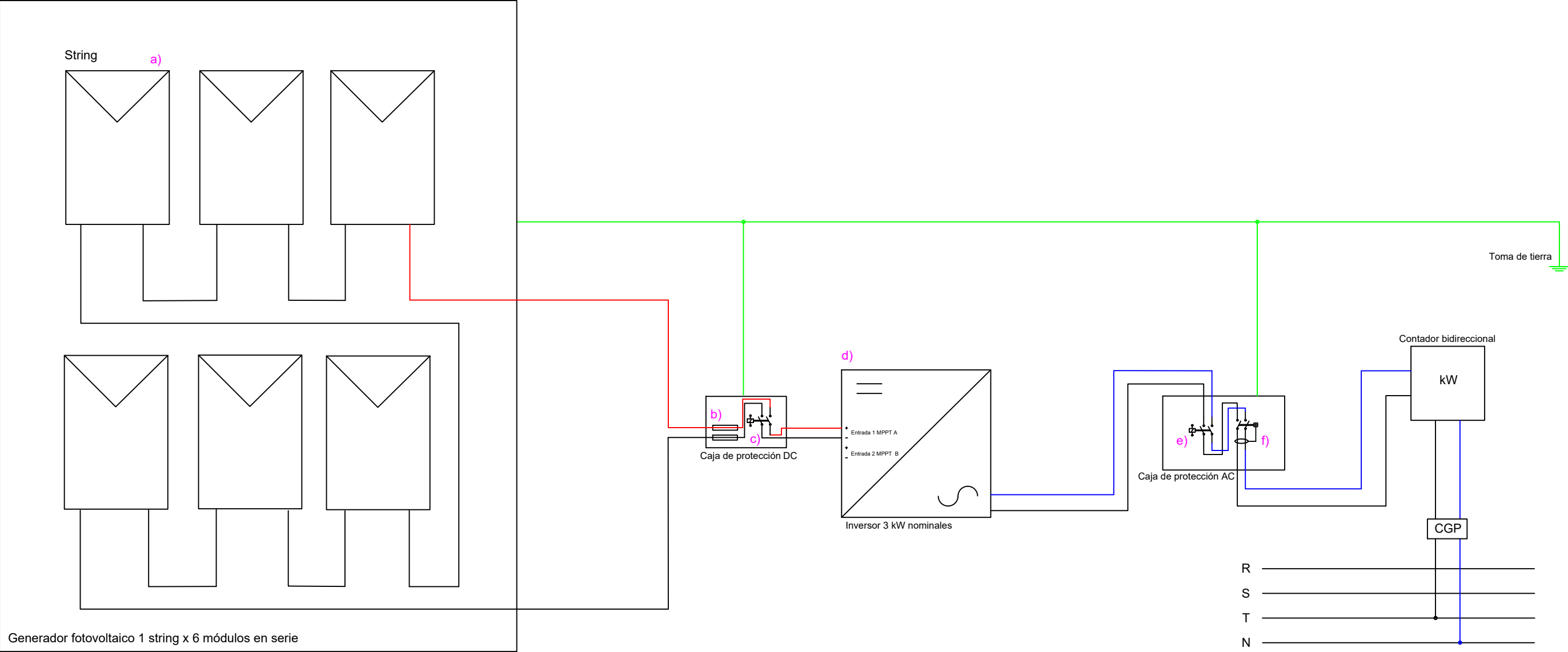
Plano 1. Emplazamiento, vista general de Martos.	221
Plano 2. Emplazamiento, vista aumentada de la situación de la vivienda.	222
Plano 3. Esquema unifilar.....	223
Plano 4. Planta de instalación de los módulos fotovoltaicos.	224
Plano 5. Perfil de instalación de los módulos fotovoltaicos.	225



 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO			
	Diseño de un sistema fotovoltaico de autoconsumo para cubrir la demanda en una vivienda			
	TITULO DE PLANO			
	Emplazamiento, vista general de Martos			
	ESCALA	1:10000	AUTOR	Alberto Lara Cano
FECHA	01/07/2024	REVISADO	María Jesús Ortega Jódar	



PROYECTO			
Diseño de un sistema fotovoltaico de autoconsumo para cubrir la demanda en una vivienda			
TITULO DE PLANO			
Emplazamiento, vista aumentada de la situación de la vivienda			
ESCALA	1:1000	AUTOR	Alberto Lara Cano
FECHA	01/07/2024	REVISADO	María Jesús Ortega Jódar
			PLANO No. 2



Leyenda

a) Panel Solar JA Solar 405W Deep Blue 3.0 Mono. Voltaje a máxima potencia (VMPP) de 31,21V, intensidad a máxima potencia de 12,98A, voltaje en circuito a bierto (VOC) de 37,23V, e intensidad en cortocircuito (ISC) de 13,87A. Potencia pico de 405W, medidas de 1722 x 1134 x 30mm y peso de 21,5 kg.

b) Fusibles de protección 10x38, 1000V DC, 20A, 30kA, gPV.

c) Interruptor automático magnetotérmico modelo LAU-MADC-2P20A, 20A, 2 polos, DC, 1000v.

d) Inversor monofásico de potencia nominal 3kW, con sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). Grado de protección II según EN / IEC 61643-11. Dispone de una eficiencia máxima del 98.3%. Medidas de 365mm x 365mm x 156 mm. Grado de protección IP65.

e) Interruptor automático magnetotérmico bipolar modelo Acti9 iC60N; 2P; 25 A; curva C; 6000 A/10 kA.

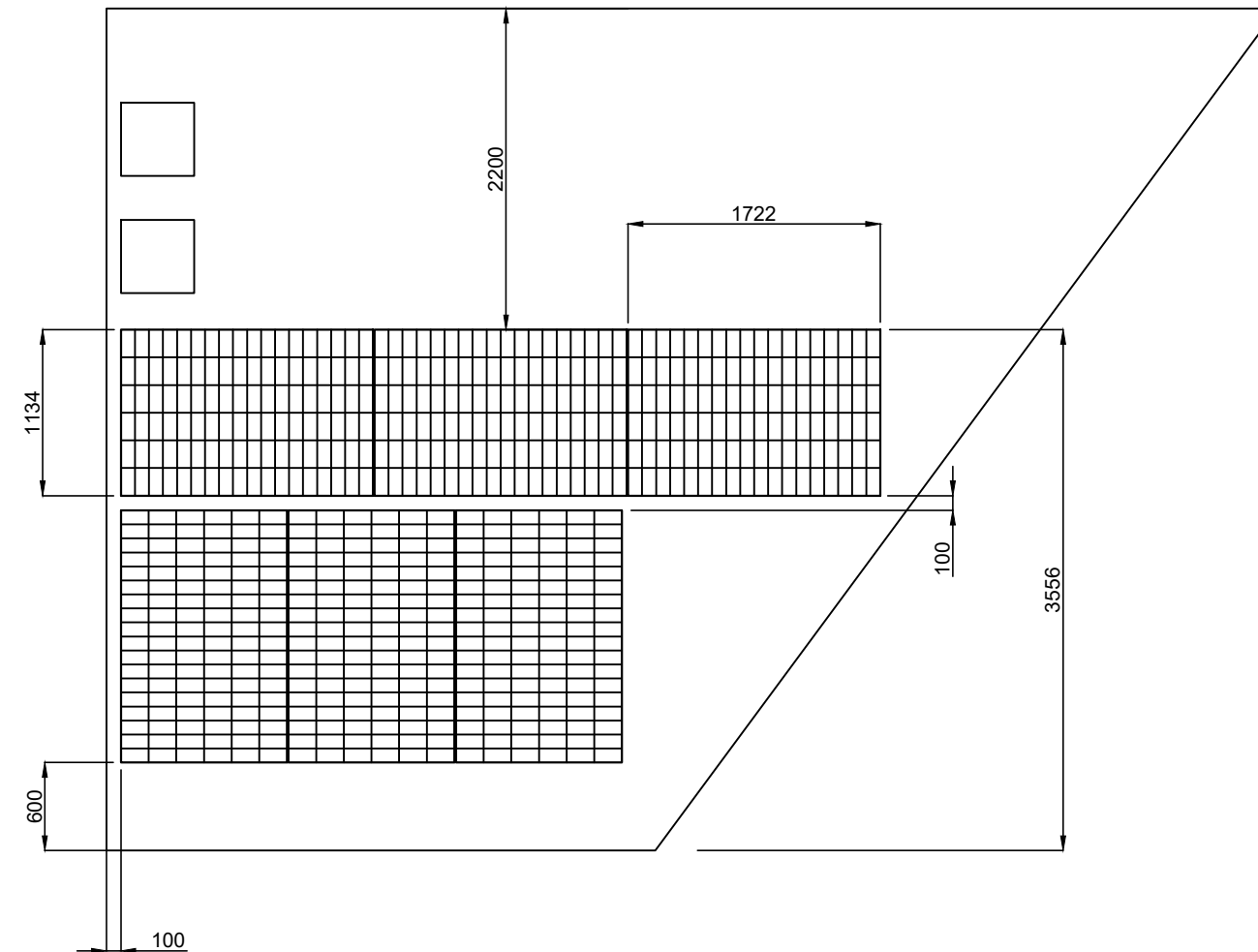
f) Interruptor automático diferencial bipolar modelo Acti9 iID; 2P; 25A; 300mA AC.

Fusible.

Interruptor automático magnetotérmico bipolar.

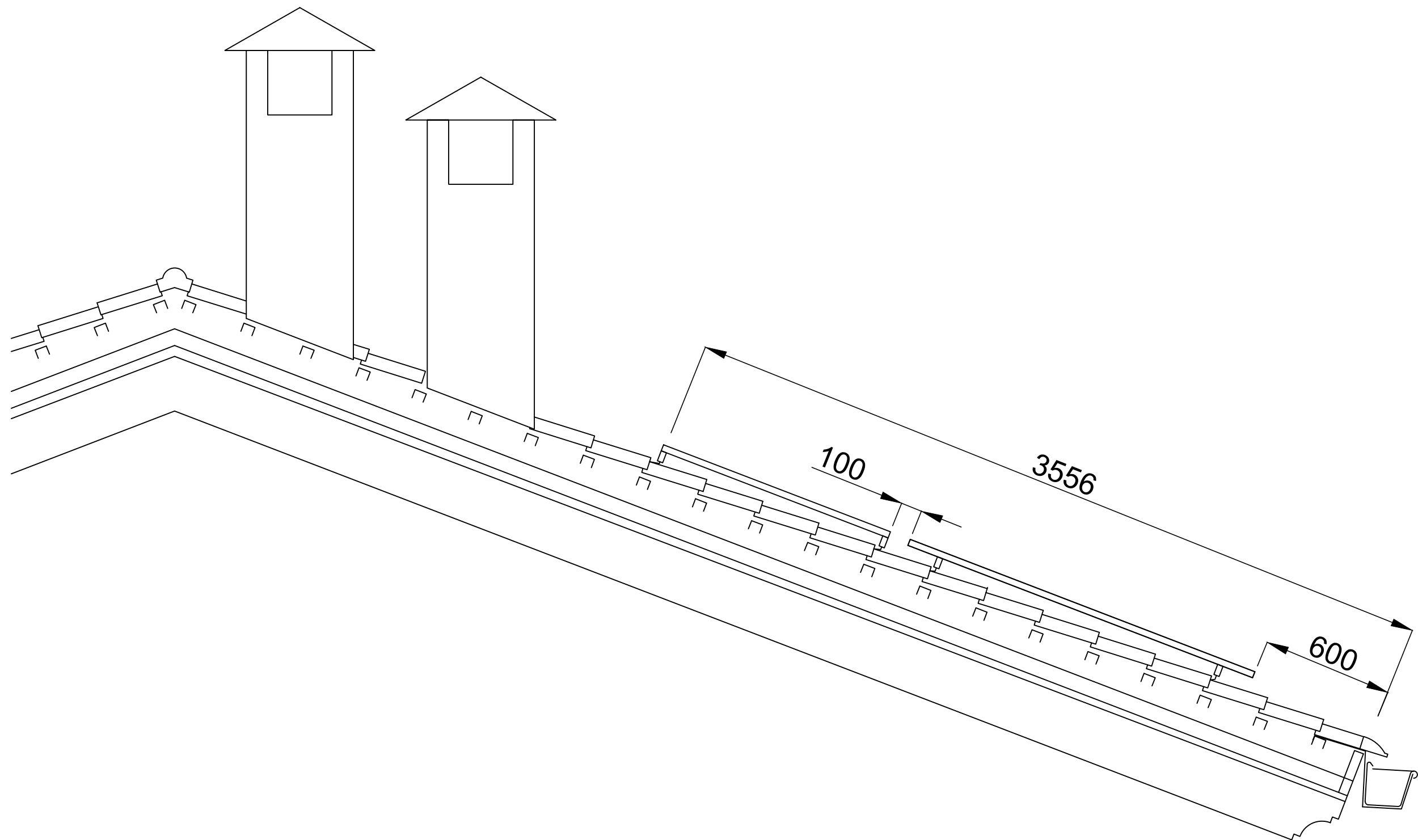
Interruptor automático diferencial bipolar.

 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO			
	Diseño de un sistema fotovoltaico de autoconsumo para cubrir la demanda en una vivienda			
	TITULO DE PLANO			
	Esquema unifilar			
	ESCALA	-	AUTOR	Alberto Lara Cano
FECHA	01/07/2024	REVISADO	María Jesús Ortega Jódar	
				3



UNIVERSIDAD DE JAÉN

PROYECTO			
Diseño de un sistema fotovoltaico de autoconsumo para cubrir la demanda en una vivienda			
TITULO DE PLANO			
Planta de instalación de los módulos fotovoltaicos			
ESCALA	1:50	AUTOR	Alberto Lara Cano
FECHA	01/07/2024	REVISADO	María Jesús Ortega Jódar
			PLANO No. 4



UNIVERSIDAD DE JAÉN

PROYECTO Diseño de un sistema fotovoltaico de autoconsumo para cubrir la demanda en una vivienda			
TITULO DE PLANO Perfil de instalación de los módulos fotovoltaicos			
ESCALA	1:20	AUTOR	Alberto Lara Cano
FECHA	01/07/2024	REVISADO	María Jesús Ortega Jódar
			PLANO No. 5

Documento 4: Pliego de condiciones.

Índice del pliego de condiciones

1. Objeto.	228
2. Documentos que definen las obras.	228
3. Reglamentación y normativa.	229
4. Materiales y elementos constitutivos.	231
4.1. Módulos fotovoltaicos.	231
4.2. Estructura soporte.	232
4.3. Inversor.	233
4.4. Cableado.	234
4.4.1. Cableado DC.	234
4.4.2. Cableado AC.	235
4.5. Conexión a red.	236
4.6. Medidas.	236
4.7. Protecciones.	237
4.8. Toma de tierra.	237
5. Condiciones de ejecución de obras.	237
5.1. Replanteo de obra.	237
5.2. Ejecución de obra.	237
5.3. Estructuras y fijación de módulos.	238
5.4. Conexionado.	238
6. Recepción y pruebas.	238
12. Mantenimiento.	239
12.1. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.	239
12.2. Requerimientos de mantenimiento al usuario.	240
13. Garantías.	241
13.1. Plazos.	241
13.2. Condiciones económicas.	242
13.3. Anulación de la garantía.	242
13.4. Lugar y tiempo de prestación.	242

1. Objeto.

El presente pliego de condiciones detalla los requisitos técnicos específicos para la instalación fotovoltaica en la vivienda. Esto incluye la potencia requerida, la ubicación de los paneles solares, la capacidad del inversor, los componentes eléctricos y los detalles técnicos necesarios para el funcionamiento del sistema.

Además, establece la cantidad y los estándares de calidad que deben cumplir todos los materiales y equipos utilizados en la instalación. Esto garantiza que los componentes sean de alta calidad y que el sistema funcione de manera eficiente y segura a lo largo del tiempo.

En cuanto a la conformidad con las regulaciones legales y normativas, proporciona detalles sobre los requisitos específicos que deben cumplirse en función de las leyes y normativas locales para que se puedan.

Así mismo, se especifica el mantenimiento pertinente a la instalación fotovoltaica, además de las garantías para esta.

2. Documentos que definen las obras.

Los documentos contractuales que describen y establecen los detalles del proyecto, y que la propiedad proporcionará al Contratista, incluyen, en orden de relevancia según la UNE157001:

- Planos
- Pliego de Condiciones
- Presupuesto
- Memoria

Cualquier modificación significativa en el plan de la obra que difiera de lo originalmente proyectado debe ser comunicada al diseñador o al técnico competente. Este profesional debe aprobarla, si es apropiada, y elaborar un nuevo proyecto que refleje los cambios necesarios.

En situaciones en las que los Planos y el Pliego de Condiciones presenten discrepancias, las especificaciones indicadas en los Planos tendrán prioridad sobre el Pliego de Condiciones.

3. Reglamentación y normativa.

El presente Pliego de Condiciones se aplica expresamente a instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red. Quedan excluidas del estudio las instalaciones fotovoltaicas aisladas.

El contratista se verá obligado al cumplimiento de la normativa vigente que aplique a las instalaciones fotovoltaicas, en particular la siguiente:

- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- PCT-C-REV de julio 2011, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.

- Declaración responsable para instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo (Hasta 100 kW), según lo establecido en el Decreto-Ley 26/2021, de 14 de diciembre para la localidad de Martos (Jaén).
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- Real Decreto-ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural.

4. Materiales y elementos constitutivos.

4.1. Módulos fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos deben llevar el marcado CE, de acuerdo con la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deben cumplir con las normas:

- UNE-EN 50380:2018: Requisitos de marcado y de documentación para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN IEC 61215-1-1:2022: Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-1: Requisitos especiales de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino.
- UNE-EN IEC 61730-1:2019: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción.
- UNE-EN IEC 61730-2:2019: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos.

El cumplimiento de estas normas garantiza que los módulos fotovoltaicos cumplan con los estándares de seguridad y calidad establecidos para su utilización.

Los paneles deberán estar equipados con diodos de derivación para prevenir posibles fallos en las células y sus circuitos debido a sombreados parciales, así como

tener un grado de protección IP65. En caso de que haya marcos laterales, estos han de estar fabricados de aluminio o acero inoxidable.

Todos los paneles que formen parte de la instalación tendrán que ser del mismo modelo y tener las mismas características de células, incluyendo aspectos físicos como color y dimensiones.

Para que un panel sea aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, en condiciones estándar, deberán estar dentro de un margen del $\pm 3\%$ de los valores nominales indicados en el catálogo. Se rechazarán paneles que presenten defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus componentes, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

4.2. Estructura soporte.

La estructura que sostiene los módulos debe ser capaz de resistir las fuerzas del viento y la acumulación de nieve una vez que los módulos estén instalados, de acuerdo con las pautas establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE). El diseño y la construcción de esta estructura, así como el sistema de sujeción de los módulos, deben permitir la expansión y contracción causada por cambios de temperatura sin transmitir cargas que puedan dañar los módulos, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para los paneles solares deben ser suficientes en número, considerando el área de apoyo y la disposición relativa de los módulos, de modo que no se generen flexiones que excedan las especificaciones proporcionadas por el fabricante y los estándares homologados para el tipo de módulo utilizado.

El diseño de la estructura debe estar adaptado a la orientación y al ángulo de inclinación específicos del generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje, desmontaje y la posible necesidad de reemplazar elementos.

Para la fijación, se utilizará tornillería de acero inoxidable. En el caso de que la estructura esté galvanizada, se permiten tornillos galvanizados, a excepción de los utilizados para sujetar los módulos, que deben ser de acero inoxidable.

Es importante que los elementos de sujeción de los módulos y la propia estructura no proyecten sombras sobre los módulos, ya que esto podría reducir la eficiencia del sistema.

La estructura de soporte debe ser calculada de acuerdo con las normativas del Código Técnico de la Edificación (CTE) para resistir cargas extremas debidas a condiciones climáticas adversas, como viento, nieve, dilataciones por altas temperaturas, etc.

4.3. Inversor.

El inversor utilizado debe ser del tipo adecuado para conectarse a la red eléctrica y debe tener la capacidad de variar su potencia de entrada de manera que pueda extraer constantemente la máxima potencia que el generador fotovoltaico pueda proporcionar a lo largo del día.

Las principales características requeridas para este inversor son las siguientes:

- Principio de funcionamiento basado en fuente de corriente.
- Debe ser auto conmutado, lo que significa que puede cambiar automáticamente su funcionamiento según las condiciones.
- Debe ser capaz de realizar un seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador fotovoltaico (MPPT), lo que asegura una eficiencia óptima de conversión.
- No debe funcionar de modo aislado, es decir, no debe operar de forma independiente de la red eléctrica, asegurando así la seguridad y el cumplimiento de las regulaciones de conexión a la red.

La caracterización del inversor se llevará a cabo de acuerdo con las siguientes normas:

- UNE-EN 61683:2001: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE-EN 62093:2006: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales (IEC 62093:2005)

- UNE-EN 62116:2014 V2: Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red
- UNE-EN IEC 62093:2022: Equipos de conversión de potencia para sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y homologación.

El inversor debe cumplir con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, ambas certificadas por el fabricante, e incorporar protecciones contra:

- Cortocircuitos en la red eléctrica en AC.
- Voltaje de la red eléctrica fuera de rango.
- Frecuencia de la red eléctrica fuera de rango.
- Sobretensiones, utilizando varistores u otros dispositivos similares.
- Perturbaciones en la red eléctrica, como microcortes, pulsos, fallos en ciclos, pérdida y restauración de la red, etc.

El inversor debe contar con las señalizaciones necesarias para su funcionamiento adecuado y debe incorporar controles automáticos esenciales que aseguren su supervisión y operación adecuadas.

Además, debe tener al menos los siguientes controles manuales:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz de corriente alterna (AC).

4.4. Cableado.

4.4.1. Cableado DC.

Los cables empleados en el sistema deberán ser de cobre y tener una sección adecuada para evitar pérdidas de tensión y calentamientos causados por amperajes superiores a los que estos pueden soportar.

Los cables positivos y negativos de cada grupo de módulos deberán conducirse de forma separada y protegidos de acuerdo con las regulaciones actuales.

La longitud de los cables debe ser la adecuada para evitar la generación de tensiones innecesarias entre el conexionado de los distintos componentes y para prevenir cualquier posibilidad de enganche debido al tránsito normal de personas.

Los cables utilizados deben cumplir con las normativas vigentes en términos de aislamiento y grado de protección. En particular, deben tener un aislamiento nominal de más de 1000V y ser de doble aislamiento (clase II). Todo el cableado de corriente continua debe tener doble aislamiento y ser apto para su uso en condiciones climáticas al aire libre o enterrado, además estar de acuerdo con las normas IEC 62930 y EN 50618.

Los cables utilizados para interconectar los módulos fotovoltaicos en cada uno de los paneles deben estar protegidos contra la degradación causada por la exposición a la intemperie, incluyendo la radiación solar, los rayos ultravioleta (UV) y condiciones ambientales de alta temperatura.

Se establecerá una codificación de sus circuitos de forma que se pueda proceder en todo momento a reparaciones, operaciones de medida, operaciones de mantenimiento, etc.

Para ello el cableado de esta red estará identificado en sus extremos de manera que se identifique fácilmente el módulo o string al que están conectados. El código de colores para los cables de la red CC será negro para el polo negativo y rojo para el polo positivo.

4.4.2. Cableado AC.

La identificación de los conductores se realizará a través de los colores de sus aislamientos: el conductor de fase se identificará con el color marrón únicamente al ser unipolar, el conductor neutro llevará el color azul, y el de protección o tierra con los colores amarillo/verde.

Los cuadros eléctricos se diseñarán de acuerdo con los dispositivos de protección que se deben incluir según las especificaciones del proyecto y se construirán siguiendo las pautas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Para proteger los cuadros contra sobrecargas y corrientes excesivas, se emplearán interruptores magnetotérmicos, de acuerdo con las especificaciones establecidas en el proyecto para su ajuste. La protección contra corrientes de defecto a tierra se logrará mediante el uso de interruptores diferenciales.

4.5. Conexión a red.

La instalación debe estar en conformidad con las regulaciones establecidas en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Además, se deben seguir las pautas proporcionadas por la compañía distribuidora de energía, en concreto el Capítulo II: Acceso y conexión de las instalaciones a la red de distribución.

Es importante destacar que en el circuito de generación que se extiende desde el sistema fotovoltaico hasta el equipo de medición no se permite la inserción de ningún elemento de generación diferente al fotovoltaico, ni de almacenamiento ni de consumo.

4.6. Medidas.

Todos los componentes del equipo de medición, tanto los que controlan la entrada como los que supervisan la salida de energía, serán sellados por la empresa distribuidora de electricidad. El instalador autorizado solo podrá retirar estos sellos si cuenta con el consentimiento por escrito de la empresa distribuidora. No obstante, en situaciones de peligro, los sellos pueden ser retirados sin necesidad de consentimiento previo, pero en este caso es obligatorio informar de inmediato a la empresa distribuidora.

La instalación cumplirá con el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, y por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Además de las mencionadas disposiciones, los equipos de medición deben cumplir con todas las especificaciones establecidas por la empresa distribuidora de electricidad.

4.7. Protecciones.

La instalación cumplirá el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, en concreto el artículo 14 referente a Protecciones.

4.8. Toma de tierra.

La instalación cumplirá el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, en concreto el artículo 15 referente a Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones.

5. Condiciones de ejecución de obras.

5.1. Replanteo de obra.

Antes de iniciar la construcción, se requiere realizar un replanteo de la ubicación de las obras, prestando una atención especial a los puntos críticos.

Esto incluye proporcionar detalles sobre la disposición de las cimentaciones y arquetas, así como puntos de anclaje de la estructura en el tejado, donde posteriormente irán instalados los paneles solares, posicionamiento del inversor y cuadro de protecciones, trayectoria del cableado, etc.

El propósito es establecer de manera completa y definitiva la posición de todas las instalaciones antes de dar inicio a la construcción.

5.2. Ejecución de obra.

El trato al material de obra deberá realizarse de forma que este no sufra daños físicos ni se vea alterado durante su depósito en el área de trabajo, manipulación o colocación. De lo contrario, deberá retirarse y sustituirse por material nuevo y sin daños, esto para un correcto funcionamiento de la instalación y no dar lugar a fallos de rendimiento por material dañado.

Además de esto, se deberán realizar las siguientes acciones:

- Comprobación de los distintos equipos y componentes antes de la instalación para verificar su correcto funcionamiento.
- Confirmación de la fijación segura y estable de la estructura soporte al tejado de la vivienda.
- Verificación de la correcta instalación de los módulos solares, revisando anclajes, alineación, inclinación, orientación, etc.
- Revisión del correcto conexionado del cableado y componentes
- Comprobación de la estética de la instalación.
- Verificación del cumplimiento del proyecto en su totalidad.

5.3. Estructuras y fijación de módulos.

Queda bajo responsabilidad del instalador la correcta fijación de la estructura soporte, revisando el correcto anclaje de tornillos, pernos arandelas, tuercas, etc.

Esta revisión será necesaria y se realizará de manera exhaustiva para garantizar que la estructura no se vea afectada por condiciones externas como el clima adverso o agentes externos.

5.4. Conexionado.

El conexionado de los cables entre sí y con los aparatos deberá realizarse mediante conectores con la respectiva protección IP para garantizar un correcto flujo de corriente sin recalentamientos por mala conexión.

Nunca se deberán unir puntas de conectores desnudos mediante vueltas y sin protección alguna para evitar desconexiones indeseadas producidas por la baja garantía de unión de este método.

Se comprobará el correcto funcionamiento de la conexión en todo momento, verificando la continuidad de la corriente mediante un multímetro.

6. Recepción y pruebas.

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la

instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar como copia. Se entregará, además, un documento donde figure un manual de funcionamiento.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores), éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad. Las pruebas a realizar por el instalador, serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación.

El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado.

En caso de que se identifiquen problemas o deficiencias durante el proceso de Recepción Provisional, se deben abordar y corregir antes de que se considere la instalación como aceptada.

12. Mantenimiento.

12.1. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.

Se establecerá un acuerdo de mantenimiento que abarcará un período mínimo de tres años y será llevado a cabo por personal técnico altamente capacitado bajo la responsabilidad de la empresa que realizó la instalación. Todas las actividades de mantenimiento serán documentadas en un registro de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo, como mínimo, implicará una revisión anual exhaustiva e incluirá todas las tareas de mantenimiento recomendadas por los

fabricantes de los diversos componentes. El plan de mantenimiento preventivo debe abordar al menos los siguientes aspectos:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Inspección del cableado, conexiones, placas, terminales, entre otros.
- Evaluación del estado de los módulos.
- Inspección de la estructura de soporte en busca de daños causados por factores ambientales, oxidación, y otros.
- Evaluación del estado del inversor, incluyendo la revisión de indicadores y alarmas.
- Comprobación de las caídas de tensión en el cableado de corriente continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones, como las conexiones a tierra y el funcionamiento de los interruptores de seguridad y fusibles, entre otros.

El plan de mantenimiento correctivo incluirá todas las acciones necesarias para garantizar que el sistema funcione adecuadamente durante su vida útil. Esto comprenderá:

- La respuesta inmediata a las solicitudes de los usuarios en caso de una falla grave en la instalación, con un plazo máximo de 48 horas si la instalación está completamente fuera de servicio, o de una semana si la falla no afecta significativamente el funcionamiento.
- Un análisis y presupuesto detallado de las reparaciones y reemplazos necesarios para restaurar el funcionamiento óptimo del sistema en su totalidad.
- Los costos económicos asociados con el mantenimiento correctivo, de acuerdo con el alcance especificado, formarán parte del costo anual del contrato de mantenimiento. Sin embargo, la mano de obra y los reemplazos de equipos que estén fuera del período de garantía podrían no estar incluidos.

12.2. Requerimientos de mantenimiento al usuario.

Es necesario que, para el correcto funcionamiento y según indiquen las instrucciones del instalador, el usuario realice un mantenimiento preventivo a la instalación. Este abarcará como mínimo los siguientes puntos:

- **Revisión visual:** Comprobación de la instalación externa para verificar que no hay nada extraño a simple vista en esta.
- **Limpieza:** Es primordial que los módulos fotovoltaicos se mantengan lo más limpios posible para que estos funcionen a niveles de eficiencia óptimos. Esto incluye el retirado de objetos externos como podrían ser ramas y la eliminación del polvo acumulado cada cierto tiempo.
- **Comprobación del funcionamiento:** El usuario revisará la producción en el inversor para comprobar que recibe energía en forma de corriente continua del generador fotovoltaica y la transforma en corriente alterna.
- **Verificación de cifras:** Se corroborará que la instalación ofrece los valores esperados de producción, así como el balance en la factura mensual eléctrica de forma periódica para detectar posibles fallos que afectan directamente al costo de esta.

13. Garantías.

La instalación y todos sus componentes están cubiertos por una garantía de al menos dos años contra defectos de fabricación, instalación o elección de componentes, excepto los módulos fotovoltaicos, que tienen una garantía de al menos 10 años a partir de la fecha de la Recepción Provisional.

Incluso después de que expire la garantía, el instalador se compromete a reparar cualquier mal funcionamiento causado por problemas ocultos en diseño, construcción, materiales o montaje sin costo adicional, de acuerdo con las leyes vigentes sobre defectos ocultos.

La garantía se otorga al comprador de la instalación y se respalda con un certificado de garantía con la fecha de entrega de la instalación. Además, la instalación será reparada según estas condiciones generales si sufre un fallo debido a un error en el montaje o en cualquiera de sus componentes, siempre que haya sido manipulada de acuerdo con las instrucciones del manual del usuario.

13.1. Plazos.

El proveedor se compromete a asegurar que la instalación permanezca en funcionamiento durante al menos 3 años, cubriendo tanto los materiales utilizados

como el proceso de montaje. En el caso de los paneles solares, la garantía se extenderá por un período de 8 años.

Si, por causas atribuibles al proveedor, se requiere detener la operación del sistema o llevar a cabo reparaciones necesarias para cumplir con los términos de la garantía, el período de garantía se prolongará por la totalidad de la duración de dichas interrupciones.

13.2. Condiciones económicas.

La garantía cubre tanto la reparación o reemplazo de componentes y piezas que puedan presentar defectos como la mano de obra necesaria. Esto incluye los siguientes gastos:

- Costos de desplazamiento, transporte, depreciación de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros recursos y posibles gastos de envío y devolución de equipos para su reparación en las instalaciones del fabricante.
- Mano de obra y materiales requeridos para realizar ajustes y posibles ajustes en el funcionamiento de la instalación.

13.3. Anulación de la garantía.

La garantía puede quedar sin efecto en situaciones en las que la instalación haya sido reparada, alterada o desmontada, incluso parcialmente, por personas que no estén relacionadas con el suministrador o los servicios de asistencia técnica de los fabricantes que no hayan sido expresamente autorizados por este, excepto que se haya producido un incumplimiento por parte del suministrador.

13.4. Lugar y tiempo de prestación.

El suministrador responderá al aviso dentro de un plazo de 48 horas si la instalación ha dejado de funcionar, o en un plazo de una semana si el fallo no afecta el funcionamiento.

Las fallas en las instalaciones serán reparadas en el lugar donde estén ubicadas por el suministrador. Si alguna de las partes defectuosas no puede ser reparada en el lugar de uso, dicha parte deberá ser enviada al taller oficial designado por el fabricante, siendo los costos de envío por cuenta y responsabilidad del suministrador.

Documento 5: Mediciones.

Índice de mediciones

Documento de mediciones 1. Mediciones.	245
---	-----

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
Capítulo 01 Generador fotovoltaico						
U001	u JAM54S30 Ud. Panel Solar JA Solar 405W Deep Blue 3.0 Mono destacado por su eficiencia del 20,7%, gracias a células monocristalinas PERC de la gama JAM54S30. Las características eléctricas clave incluyen un voltaje a máxima potencia (VMPP) de 31,21V, intensidad a máxima potencia (IMPP) de 12,98A, voltaje en circuito abierto (VOC) de 37,23V, e intensidad en cortocircuito (ISC) de 13,87A. Con potencia pico de 405W, medidas de 1722 x 1134 x 30mm, y un peso de 21,5 kg. Incorpora tecnología de medias células y un marco de aluminio resistente.					6,00
Capítulo 02 Inversor						
U002	u Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W Ud. Inversor monofásico de potencia nominal 3kW, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). Grado de protección II según EN / IEC 61643-11. Dispone de una eficiencia máxima del 98.3%. Indicadores LED, WLAN integrado + aplicación FunsionSolar. Medidas de 365mm x 365mm x 156 mm. Grado de protección IP65. Cumplimiento estándar EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2.					1,00
Capítulo 03 Cuadros eléctricos						
U003	u Cuadro entrada inversor Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 2 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con Interruptor seccionador de corte bipolar adaptado para fotovoltaica.					1,00
U004	u Cuadro salida inversor Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Alterna (AC) apta para la entrada y protección de 9 conductores cuatripolares, con una tensión máxima de entrada de 500 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 30 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.					1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
Capítulo 04 Cableado y canalizaciones						
U011	u Conductor unión módulos con inversor ml. GENERAL CABLE TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K 6mm Basado en: EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502 Conductor Clase 5 (flexible) de cobre estañado, según EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF). Cubierta externa Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF), de color rojo o negro.					4,00
U012	u Conductor unión salida inversor con cuadro general AC ml. GENERAL CABLE RZ1-K 0,6/1KV 3G4 LIBRE HALOGENOS Conductor Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE). Cubierta Poliolefina ignífuga, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.					1,00
U013	u Toma de tierra independiente con pica ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm ² , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.					1,00
Capítulo 05 Verificación						
U014	u Verificación instalación Ud. Verificación del funcionamiento, parámetros y mediciones del sistema fotovoltaico una vez instalado y terminado, realizado por un Técnico competente y la ayuda de un Oficial 1a Electricista.					1,00
Capítulo 06 Seguridad y salud						
PA	u Seguridad y salud Partida alzada de Seguridad y Salud. Incluye botas, cascos, equipamiento, línea de vida de todos los trabajadores.					1,00

Documento 6: Presupuesto.

Índice del presupuesto

Documento de presupuesto 1. Cuadro de precios unitarios.....	249
Documento de presupuesto 2. Cuadro de precios 1.	252
Documento de presupuesto 3. Presupuesto y mediciones.	255
Documento de presupuesto 4. Resumen de presupuesto.	258

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
Capítulo 01 Generador fotovoltaico					
U001	JAM54S30 u Ud. Panel Solar JA Solar 405W Deep Blue 3.0 Mono destacado por su eficiencia del 20,7%, gracias a células monocristalinas PERC de la gama JAM54S30. Las características eléctricas clave incluyen un voltaje a máxima potencia (VMPP) de 31,21V, intensidad a máxima potencia (IMPP) de 12,98A, voltaje en circuito abierto (VOC) de 37,23V, e intensidad en cortocircuito (ISC) de 13,87A. Con potencia pico de 405W, medidas de 1722 x 1134 x 30mm, y un peso de 21,5 kg. Incorpora tecnología de medias células y un marco de aluminio resistente.				
PS001	Panel solar JAM54S30	1,000 u	122,21	122,21	
PS002	Estructura soporte	1,000 u	26,30	26,30	
PS003	Pequeño material	1,000 u	1,35	1,35	
MO03	Peón ordinario	0,100 h	16,70	1,67	
MO05	Oficial primera	0,100 h	19,64	1,96	
MQ01	Tráiler grúa	0,016 h	138,49	2,22	
TOTAL PARTIDA					155,71
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS					
Capítulo 02 Inversor					
U002	Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W u Ud. Inversor monofásico de potencia nominal 3kW, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). Grado de protección II según EN / IEC 61643-11. Dispone de una eficiencia máxima del 98.3%. Indicadores LED, WLAN integrado + aplicación Fusionsolar. Medidas de 365mm x 365mm x 156 mm. Grado de protección IP65. Cumplimiento estándar EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2.				
PS003	Pequeño material	1,000 u	1,35	1,35	
PS004	Inversor Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W	1,000 u	796,88	796,88	
MO01	Oficial 1er electricista	0,500 h	19,04	9,52	
TOTAL PARTIDA					807,75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
Capítulo 03 Cuadros eléctricos					
U003	Cuadro entrada inversor u Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 2 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con Interruptor seccionador de corte bipolar adaptado para fotovoltaica.				
PS005	Fusible cilíndrico 10x38 20A 1000V DC	4,000 u	5,51	22,04	
PS006	Magnetotérmico DC 20A 2P 1000V CC MCB	2,000 u	32,00	64,00	
PS003	Pequeño material	1,000 u	1,35	1,35	
PS007	Base portafusibles 10x38	4,000 u	1,32	5,28	
MO01	Oficial 1er electricista	0,500 h	19,04	9,52	
TOTAL PARTIDA					102,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS					

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U004	Cuadro salida inversor Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Alternativa (AC) apta para la entrada y protección de 9 conductores cuatripolares, con una tensión máxima de entrada de 500 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 30 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.	u			
PS008	Interrupor Diferencial 2P 25A 300 mA Clase AC Schneider A9R84225	1,000 u	43,50	43,50	
PS009	Magnetotérmico SCHNEIDER A9F79225 iC60N Acti9, 2P, 25 A, curva C, 6000 A, 10 kA	1,000 u	14,40	14,40	
PS003	Pequeño material	3,000 u	1,35	4,05	
MO01	Oficial 1er electricista	0,500 h	19,04	9,52	
TOTAL PARTIDA					71,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS					

Capítulo 04 Cableado y canalizaciones

U011	Conductor unión módulos con inversor ml. GENERAL CABLE TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K 6mm Basado en: EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502 Conductor Clase 5 (flexible) de cobre estañado, según EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF). Cubierta externa Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF), de color rojo o negro.	u			
PS011	CABLE TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K 6mm	15,000 m	3,06	45,90	
PS003	Pequeño material	1,000 u	1,35	1,35	
MO02	Ayudante electricista	0,100 h	17,81	1,78	
TOTAL PARTIDA					49,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con TRES CÉNTIMOS					
U012	Conductor unión salida inversor con cuadro general AC ml. GENERAL CABLE RZ1-K 0,6/1KV 3G4 LIBRE HALOGENOS Conductor Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE). Cubierta Poliolefina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.	u			
PS012	CABLE RZ1-K 0,6/1KV 3G4 LIBRE HALOGENOS	20,000 m	8,81	176,20	
PS003	Pequeño material	5,000 u	1,35	6,75	
MO02	Ayudante electricista	0,100 h	17,81	1,78	
TOTAL PARTIDA					184,73
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS					

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U013	Toma de tierra independiente con pica ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm2, unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.	u			
PS013	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	1,000 u	19,18	19,18	
PS014	Conductor cobre desnudo 35mm2	20,000 m	2,91	58,20	
PS015	Registro de comprobación + tapa	1,000 u	22,60	22,60	
PS016	Puente de prueba	1,000 u	8,06	8,06	
PS003	Pequeño material	1,000 u	1,35	1,35	
MO02	Ayudante electricista	0,500 h	17,81	8,91	
MO03	Peón ordinario	0,500 h	16,70	8,35	
TOTAL PARTIDA					126,65

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTISÉIS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Capítulo 05 Verificación

U014	Verificación instalación Ud. Verificación del funcionamiento, parámetros y mediciones del sistema fotovoltaico una vez instalado y terminado, realizado por un Técnico competente y la ayuda de un Oficial 1a Electricista.	u			
MO0	Ingeniero energía fotovoltaica	1,000 h	18,86	18,86	
MO05	Oficial primera	1,000 h	19,64	19,64	
TOTAL PARTIDA					38,50

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

Capítulo 06 Seguridad y salud

PA	Seguridad y salud Partida alzada de Seguridad y Salud. Incluye botas, cascos, equipamiento, línea de vida de todos los trabajadores.	u			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA					100,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO EUROS

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	PRECIO
0001	U001	u	Ud. Panel Solar JA Solar 405W Deep Blue 3.0 Mono destacado por su eficiencia del 20,7%, gracias a células monocristalinas PERC de la gama JAM54530. Las características eléctricas clave incluyen un voltaje a máxima potencia (VMPP) de 31,21V, intensidad a máxima potencia (IMPP) de 12,98A, voltaje en circuito abierto (VOC) de 37,23V, e intensidad en cortocircuito (ISC) de 13,87A. Con potencia pico de 405W, medidas de 1722 x 1134 x 30mm, y un peso de 21,5 kg. Incorpora tecnología de medias células y un marco de aluminio resistente.	CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	155,71
0002	U002	u	Ud. Inversor monofásico de potencia nominal 3kW, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). Grado de protección II según EN / IEC 61643-11. Dispone de una eficiencia máxima del 98.3%. Indicadores LED, WLAN integrado + aplicación FunsionSolar. Medidas de 365mm x 365mm x 156 mm. Grado de protección IP65. Cumplimiento estándar EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2.	OCHOCIENTOS SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	807,75
0003	U003	u	Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 2 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con Interruptor seccionador de corte bipolar adaptado para fotovoltaica.	CIENTO DOS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	102,19

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	PRECIO
0004	U004	u	Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Alterna (AC) apta para la entrada y protección de 9 conductores cuatripolares, con una tensión máxima de entrada de 500 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 30 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.	SETENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	71,47
0005	U011	u	ml. GENERAL CABLE TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K 6mm Basado en: EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502 Conductor Clase 5 (flexible) de cobre estañado, según EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF). Cubierta externa Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF), de color rojo o negro.	CUARENTA Y NUEVE EUROS con TRES CÉNTIMOS	49,03
0006	U012	u	ml. GENERAL CABLE RZ1-K 0,6/1KV 3G4 LIBRE HALOGENOS Conductor Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Poliétileno reticulado (XLPE). Cubierta Poliolefina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.	CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS	184,73
0007	U013	u	ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm ² , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.	CIENTO VEINTISÉIS EUROS con SESENTA Y CINCO	126,65
1 julio 2024					2

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	PRECIO
				CÉNTIMOS	
0008	U014	u	Ud. Verificación del funcionamiento, parámetros y mediciones del sistema fotovoltaico una vez instalado y terminado, realizado por un Técnico competente y la ayuda de un Oficial 1a Electricista.		38,50
				TREINTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Capítulo 01 Generador fotovoltaico								
U001	u JAM54S30	Ud. Panel Solar JA Solar 405W Deep Blue 3.0 Mono destacado por su eficiencia del 20,7%, gracias a células monocristalinas PERC de la gama JAM54S30. Las características eléctricas clave incluyen un voltaje a máxima potencia (VMPP) de 31,21V, intensidad a máxima potencia (IMPP) de 12,98A, voltaje en circuito abierto (VOC) de 37,23V, e intensidad en cortocircuito (ISC) de 13,87A. Con potencia pico de 405W, medidas de 1722 x 1134 x 30mm, y un peso de 21,5 kg. Incorpora tecnología de medias células y un marco de aluminio resistente.						
						6,00	155,71	934,26
TOTAL Capítulo 01								934,26
Capítulo 02 Inversor								
U002	u Huawei SUN2000-3KTL-L1 3000W	Ud. Inversor monofásico de potencia nominal 3kW, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). Grado de protección II según EN / IEC 61643-11. Dispone de una eficiencia máxima del 98.3%. Indicadores LED, WLAN integrado + aplicación FunsionSolar. Medidas de 365mm x 365mm x 156 mm. Grado de protección IP65. Cumplimiento estándar EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2.						
						1,00	807,75	807,75
TOTAL Capítulo 02								807,75
Capítulo 03 Cuadros eléctricos								
U003	u Cuadro entrada inversor	Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 2 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con Interruptor seccionador de corte bipolar adaptado para fotovoltaica.						
						1,00	102,19	102,19
U004	u Cuadro salida inversor	Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Alterna (AC) apta para la entrada y protección de 9 conductores cuatripolares, con una tensión máxima de entrada de 500 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 30 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.						
						1,00	71,47	71,47
TOTAL Capítulo 03								173,66

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Capítulo 04 Cableado y canalizaciones								
U011	u Conductor unión módulos con inversor ml. GENERAL CABLE TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2-K 6mm Basado en: EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502 Conductor Clase 5 (flexible) de cobre estañado, según EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF). Cubierta externa Goma reticulada de baja emisión de humos y cero halógenos (LSHF), de color rojo o negro.							
						4,00	49,03	196,12
U012	u Conductor unión salida inversor con cuadro general AC ml. GENERAL CABLE RZ1-K 0,6/1KV 3G4 LIBRE HALOGENOS Conductor Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228. Aislamiento Poliétileno reticulado (XLPE). Cubierta Polioléfina ignífuga, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.							
						1,00	184,73	184,73
U013	u Toma de tierra independiente con pica ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm ² , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.							
						1,00	126,65	126,65
TOTAL Capítulo 04								507,50
Capítulo 05 Verificación								
U014	u Verificación instalación Ud. Verificación del funcionamiento, parámetros y mediciones del sistema fotovoltaico una vez instalado y terminado, realizado por un Técnico competente y la ayuda de un Oficial 1a Electricista.							
						1,00	38,50	38,50
TOTAL Capítulo 05								38,50

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Capítulo 06 Seguridad y salud								
PA	u Seguridad y salud							
	Partida alzada de Seguridad y Salud. Incluye botas, cascos, equipamiento, línea de vida de todos los trabajadores.							
						1,00	100,00	100,00
	TOTAL Capítulo 06							100,00
	TOTAL.....							2.561,67

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
Capítulo 01	Generador fotovoltaico	934,26	36,47
Capítulo 02	Inversor	807,75	31,53
Capítulo 03	Cuadros eléctricos	173,66	6,78
Capítulo 04	Cableado y canalizaciones.....	507,50	19,81
Capítulo 05	Verificación	38,50	1,50
Capítulo 06	Seguridad y salud.....	100,00	3,90
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		2.561,67	
13,00 % Gastos generales		333,02	
6,00 % Beneficio industrial.....		153,70	
Suma		486,72	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		3.048,39	
21% IVA		640,16	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		3.688,55	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de TRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

, 01 de julio de 2024.