



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR Y ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Alumno: César Higuera Canales

Tutor: D. Bartolomé Carrasco Hurtado

Depto.: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos.

Junio, 2023

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Título del trabajo: Diseño de un sistema de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar y estudio de rentabilidad

Autor: César Higuera

Tutor: Bartolomé Carrasco Hurtado

Autor: César Higuera	Tutor: Bartolomé Carrasco Hurtado
----------------------	-----------------------------------

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	7
2. MEMORIA	9
2.1. INTRODUCCIÓN	11
2.1.1. ANTECEDENTES	11
2.1.2. OBJETIVO	11
2.2. METODOLOGÍA.....	11
2.2.1. BASES DE DATOS	13
2.2.2. PROGRAMAS DE MODELADO	13
2.3. NORMATIVA	14
2.4. SISTEMAS DE AUTOCONSUMO	18
2.5. EMPLAZAMIENTO.....	19
2.6. PEFIL DE CONSUMO	20
2.7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	22
2.8. PRESUPUESTO	24
2.9. BIBLIOGRAFÍA	25
3. ANEXOS.....	26
3.1. ANEXO A: SISTEMAS DE AUTOCONSUMO	27
3.1.1. INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO.....	29
3.2. ANEXO B: ESTUDIO DEL EMPLAZAMIENTO	37
3.2.1. INTRODUCCIÓN	39
3.2.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	39
3.2.3. ANÁLISIS DEL SOMBREADO	41
3.3. ANEXO C: PERFIL DE CONSUMO DE LA VIVIENDA	48
3.3.1. ESTUDIO DEL CONSUMO.....	50
3.3.2. CONCLUSIONES	63

3.4. ANEXO D: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	65
3.4.1. INTRODUCCIÓN	67
3.4.2. CRITERIOS DE DISEÑO	67
3.4.3. BASES DE CÁLCULO DE PRODUCCIÓN	69
3.4.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES..	71
3.4.5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	76
3.4.6. RESULTADOS DE PVSYST	79
3.5. ANEXO E: CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS	89
3.5.1. INVERSOR	91
3.5.2. MÓDULO SOLAR	93
3.5.3. ESTRUCTURAS DE FIJACIÓN	95
3.6. ANEXO F: BALANCE ENERGÉTICO Y ESTUDIO ECONÓMICO	96
3.6.1. INTRODUCCIÓN	98
3.6.2. BALANCE ENERGÉTICO	98
3.6.3. ESTUDIO ECONÓMICO	104
3.7. ANEXO G: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	108
3.7.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	110
3.7.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	110
3.7.3. NORMATIVA	112
3.7.4. EMPLAZAMIENTO	115
3.7.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	115
3.7.6. PRESUPUESTO	116
3.7.7. PLAZO DE EJECUCIÓN	116
3.7.8. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	116
3.7.9. ANÁLISIS DE RIEGOS Y SU PREVENCIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	117

3.7.10. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	121
3.7.11. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	121
3.7.12. PLAN DE SEGURIDAD	122
3.7.13. OBLIGACIONES DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS	122
3.7.14. LIBRO DE INCIDENCIAS	123
3.7.15. FORMACIÓN.....	123
3.7.16. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	123
3.7.17. PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.....	123
3.7.18. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	124
3.7.19. MODIFICACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	124
3.7.20. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	125
3.7.21. PRESUPUESTO DE EBSS.....	125
4. PLANOS	126
4.1. EMPLAZAMIENTO.....	127
4.2. CATASTRO	127
4.3. DISTRIBUCIÓN.....	127
4.4. PLANTA INSTALACIÓN.	127
4.5. ALZADO.....	127
4.6. ESQUEMA UNIFILAR.	127
5. PLIEGO DE CONDICIONES	134
5.1. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	137
5.2. NORMATIVA	137
5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	140
5.4. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES	140
5.4.1. PROCEDENCIA.....	140
5.4.2. ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	140
5.4.3. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	141

5.4.4. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PLIEGO	141
5.4.5. EJECUCIÓN DE OBRAS	141
5.4.6. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO	141
5.4.7. REPLANTEO DE DETALLE DE LAS OBRAS	142
5.4.8. PROGRAMA DE TRABAJO	142
5.4.9. ACOPIOS.....	142
5.4.10. EQUIPOS, MAQUINARIAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS	143
5.4.11. REPOSICIÓN DE SERVICIOS, ESTRUCTURAS E INSTALACIONES AFECTADAS	143
5.4.12. UNIDADES DE OBRA NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO	143
5.4.13. UNIDADES DE OBRA QUE NO CUMPLAN LAS CONDICIONES DEFINIDAS EN EL PLIEGO	143
5.4.14. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	143
5.4.15. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	144
5.4.16. OBRAS NO DEFINIDAS COMPLETAMENTE EN ESTE PLIEGO	144
5.4.17. INCUMPLIMIENTO DE ÓRDENES Y OBRAS DEFECTUOSAS.....	145
5.5. PRUEBAS Y ENSAYOS	145
5.5.1. PRUEBAS A REALIZAR	146
5.5.2. CLASES DE ENSAYOS Y PRUEBAS	146
5.6. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	147
5.6.1. UNIDADES DE OBRA QUE HAN DE QUEDAR OCULTAS	147
5.6.2. OBRAS CONCLUIDAS Y OBRAS INCOMPLETAS	147
5.6.3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DEL TERRENO.....	148
5.6.4. UNIDADES DE OBRA COMPRENDIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO.....	148
5.6.5. UNIDADES DE OBRA NO ESPECIFICADAS EN EL PRESENTE PROYECTO	148
5.7. DISPOSICIONES GENERALES	148

5.7.1. SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS.....	148
5.7.2. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN	149
5.7.3. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	149
5.7.4. SUBCONTRATO DE LAS OBRAS.....	149
5.7.5. PLANOS COMPLEMENTARIOS DE DETALLE	149
5.7.6. AUTOCONTROL.....	149
5.7.7. MODIFICACIONES DEL PROYECTO	150
5.7.8. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	150
5.7.9. EMPLEO Y MANTENIMIENTO DE LOS MEDIOS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	151
5.7.10. MEDICIONES Y VALORACIÓN	153
5.7.11. PLAN DE OBRAS	153
5.7.12. RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATA	153
5.7.13. RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA Y CERTIFICADO FINAL DE OBRA	153
5.7.14. DISPOSICIÓN FINAL	154
5.8. PRESUPUESTO	154
6. PRESUPUESTO.....	155
6.1. MEDICIONES.....	156
6.2. PRESUPUESTO	157
6.3. RESUMEN PRESUPUESTO.....	158

1. RESUMEN

La energía solar fotovoltaica se presenta como una fuente de energía alternativa clave para contrarrestar el cambio climático. Con el objetivo de brindar una visión amplia tanto a nivel global como nacional sobre esta tecnología, se exponen las metas principales establecidas por organismos internacionales y nacionales para su desarrollo en los próximos años.

A lo largo del actual proyecto, se lleva a cabo una descripción de los sistemas actuales de autoconsumo fotovoltaico en España.

Se proporciona una descripción detallada de todos los componentes que intervienen en una instalación fotovoltaica de autoconsumo, junto con una explicación de su utilidad. La selección de estos dispositivos se ha basado en criterios técnicos, asegurando la compatibilidad eléctrica entre los componentes y maximizando la generación de energía. También se han considerado criterios económicos a través de un estudio de mercado, buscando obtener la mejor relación calidad-precio en la elección de los componentes.

Se evalúan las opciones disponibles según la ubicación y los requerimientos energéticos del usuario para implementar un sistema de autoconsumo solar en Marbella, Málaga.

Un aspecto crítico en este proyecto es tener acceso a datos de consumo energético reales de la vivienda, ya que esto permitirá que el diseño y las simulaciones sean concordantes con las necesidades genuinas de la demanda.

Se han fundamentado todas las facetas del diseño de la instalación. A continuación, se desglosan cada una de estas:

- Integración arquitectónica: Para mejorar el aspecto estético de la instalación solar en la vivienda, y minimizar el coste de estructuras, cableado y bandejas, se opta por un diseño que se alinea con la superficie de los tejados en las orientaciones este y oeste. Esto también reduce los gastos de mantenimiento, dado que la inclinación de 30 grados del tejado asegura que los módulos se limpien durante las lluvias.
- Orientación de los módulos: Se consideran tres opciones de orientación

para los módulos: este, oeste, y una combinación equilibrada de ambas. Tras analizar el patrón de consumo de la vivienda, se concluye que la mejor opción es la combinación equilibrada de orientación este y oeste. Esta conclusión se deriva al examinar la generación solar en las distintas opciones de diseño, notando que si los módulos están orientados al este, la generación es mayor en la mañana, y si están orientados al oeste, la generación alcanza su pico en la tarde. Dado que no hay picos de consumo significativos en la vivienda durante las horas de generación, se opta por equilibrar la producción de energía con una configuración mixta.

- Escala de la instalación: El sistema se planea con el propósito de neutralizar la parte variable de la factura durante el mes con la mayor generación solar y el menor consumo. Este criterio se selecciona porque la normativa actual permite compensar el excedente de energía mes a mes, y al neutralizar la parte variable de la factura, no se obtiene ganancia económica por la energía que se aporta a la red.

Después de realizar el diseño y fundamentar la elección de la instalación, se verifica la compatibilidad eléctrica entre los módulos y el inversor, y se identifican las protecciones eléctricas necesarias.

Se ha diseñado una instalación de 3.200 W_p de potencia pico distribuidos equitativamente en las dos orientaciones del tejado de la vivienda (noreste y suroeste), con el fin de uniformizar la generación de energía a lo largo del día.

Se ha simulado la instalación en el programa PVSyst obteniendo una producción anual de 4.936 kWh.

En términos energéticos se cubre gran parte del consumo de la vivienda al tener una autosuficiencia media del 91.47 %. Por otro lado, la energía excedente del sistema representa la cuarta parte de la energía generada. Dicha energía es compensada en función del precio horario de venta de la energía generada por la instalación fotovoltaica.

Teniendo en cuenta el análisis técnico-económico del proyecto, el presupuesto de la instalación asciende a 4.262,82 €. Los resultados obtenidos tras la simulación indican que se obtiene un beneficio económico anual de 394,23 €, lo que se traduce en un periodo de amortización de 8 años.

2. MEMORIA

ÍNDICE

2.1. INTRODUCCIÓN	11
2.1.1. Antecedentes.....	11
2.1.2. Objetivo	11
2.2. METODOLOGÍA	11
2.2.1. BASES DE DATOS	13
2.2.2. PROGRAMAS DE MODELADO	13
2.3. NORMATIVA.....	14
2.4. SISTEMAS DE AUTOCONSUMO.....	18
2.5. EMPLAZAMIENTO	19
2.6. PEFIL DE CONSUMO	20
2.7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	22
2.8. PRESUPUESTO.....	24
2.9. BIBLIOGRAFÍA.....	25

2.1. INTRODUCCIÓN

2.1.1. Antecedentes

El presente proyecto de ingeniería está planteado sobre una vivienda de uso particular. Se ha creído conveniente la ejecución de la instalación fotovoltaica debido a que permitirá reducir los picos de demanda energética, aligerando así el punto de conexión a la red eléctrica.

Por este motivo se ha utilizado una parte del espacio de la vivienda para realizar una instalación fotovoltaica para aprovechar la energía solar, beneficiándose del ahorro energético generado por el autoconsumo eléctrico, y colaborando con la generación de energías renovables.

2.1.2. Objetivo

El objetivo de este proyecto de ingeniería es describir las características de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con excedentes (tipología descrita en el artículo 4, del Real Decreto 244/2019) propuesta en la vivienda. La finalidad de la instalación es producir energía eléctrica mediante el campo de paneles fotovoltaicos, que introducirán la energía a la red eléctrica interna del consumo de la vivienda. Gracias a esta instalación se ahorrarán la necesidad de utilizar combustibles fósiles para la producción eléctrica, realizando un ahorro energético gracias al autoconsumo eléctrico directo.

2.2. METODOLOGÍA

De acuerdo con los objetivos planteados, se han propuesto las siguientes actividades para la realización del proyecto:

1. Estudio de los diferentes tipos de sistemas de autoconsumo: Se llevó a cabo una investigación exhaustiva y revisión bibliográfica de los diversos tipos de sistemas de autoconsumo disponibles en la literatura científica y técnica. Se analizaron las características, ventajas y limitaciones de cada tipo de sistema, así como los aspectos normativos y legales relacionados.
2. Características y datos climatológicos previos al diseño que puedan afectar al proyecto: Se realizó un análisis detallado de las características climatológicas del área de implementación del sistema de autoconsumo.

Se recopilaron y evaluaron datos climáticos históricos relevantes, como la radiación solar, las temperaturas y otras variables climáticas. Además, se consideraron las condiciones específicas del emplazamiento, incluyendo la orientación y las sombras proyectadas.

3. Propuestas de solución y análisis de alternativas: A partir de la información obtenida en los pasos anteriores, se generaron propuestas de solución para el diseño del sistema de autoconsumo. Se evaluaron diferentes alternativas, teniendo en cuenta criterios como la eficiencia energética, la capacidad de generación, la integración con la red eléctrica y la viabilidad económica. Se realizaron comparativas entre las opciones y se analizaron los beneficios y desventajas de cada una.
4. Diseño del sistema y componentes: Una vez seleccionada la propuesta de solución más adecuada, se procedió al diseño detallado del sistema de autoconsumo. Se definió la configuración y tamaño de los componentes, como los paneles solares, los inversores, los sistemas de almacenamiento de energía y otros dispositivos relevantes. Se tuvieron en cuenta aspectos técnicos, normativos y económicos para garantizar un diseño óptimo y seguro del sistema.

Las diferentes alternativas de diseño se han simulado mediante un software comercial (PVSyst) para optimizar la instalación, de acuerdo con los criterios de diseño establecidos en los objetivos del proyecto. Sin embargo, en el documento solo se recoge la simulación de la instalación final.

5. Estudio de viabilidad y rentabilidad: Con el objetivo de evaluar la viabilidad y rentabilidad del sistema de autoconsumo propuesto, se realizó un análisis financiero y económico exhaustivo. Se consideraron los costos de instalación, mantenimiento y operación, así como los ahorros esperados en la factura eléctrica y posibles incentivos o subvenciones disponibles. También se tuvo en cuenta el período de retorno de la inversión y se realizaron proyecciones a largo plazo para evaluar la sostenibilidad económica del proyecto.

2.2.1. BASES DE DATOS

Con el objetivo de obtener información precisa sobre las condiciones solares en una ubicación determinada, se emplea el concepto de "año meteorológico típico" (TMY), el cual recopila los valores climáticos característicos de dicha localización.

En el diseño de instalaciones fotovoltaicas, los parámetros principales que se consideran son la irradiancia horizontal y la temperatura ambiente. Aunque otros parámetros meteorológicos, como la velocidad del viento y la humedad, tienen cierta relevancia, su utilización durante la fase de diseño es menos frecuente.

Para determinar el TMY, se realizan mediciones en la ubicación de interés a intervalos regulares (generalmente de forma horaria) para obtener una visión general del clima local. Después de recopilar datos a lo largo de varios años y estimar la variabilidad de cada mes, se selecciona el mes más representativo estadísticamente durante el período de medición.

Es importante destacar que en ocasiones el emplazamiento de estudio puede no estar cerca de una estación meteorológica de medición. Sin embargo, gracias a técnicas de interpolación o a la generación sintética de datos, es posible obtener una estimación de las condiciones climáticas en dicha ubicación.

En la actualidad, existen diversas bases de datos gratuitas accesibles a través de internet. Por ejemplo, portales como la NASA (1), Meteonorm (2) o PVGIS (3) proporcionan bases de datos actualizadas para la mayoría de los países, facilitando así el acceso a información climática relevante para el diseño de instalaciones fotovoltaicas.

2.2.2. PROGRAMAS DE MODELADO

- PVGIS:

PVGIS es un portal que recopila datos de irradiancia solar para la Unión Europea. Permite al usuario calcular la disponibilidad del recurso solar en una ubicación específica, proporcionando datos horarios, diarios y mensuales. Además, ofrece información sobre las ventajas y desventajas de instalar diferentes tipos de plantas fotovoltaicas en función de la localización (3).

- PVSyst:

PVSyst es un software comercial ampliamente utilizado a nivel mundial en el diseño de instalaciones fotovoltaicas. Este programa ofrece una gran flexibilidad al permitir al usuario seleccionar los datos meteorológicos de partida, ya sea utilizando diversas bases de datos gratuitas o cargando datos propios o de pago (4). Una de las herramientas más útiles de PVSyst es su capacidad para calcular las pérdidas por sombreado teniendo en cuenta la trayectoria del Sol mediante una representación en 3D. Además, incluye opciones para realizar análisis económicos utilizando costos de referencia de los componentes.

En la actualidad, PVSyst es ampliamente utilizado en el ámbito comercial y se ha convertido en uno de los programas de simulación más populares. En el marco de este proyecto, se ha utilizado una licencia de estudiante de PVSyst para llevar a cabo los estudios presentados.

2.3. NORMATIVA

Normativa a nivel nacional

- Resolución de 05/12/2018, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de Endesa Distribución Eléctrica, SLU. BOE nº 313, de 28 de diciembre de 2018.
- Resolución de 29/01/2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de Edistribución Redes Digitales, SLU. BOE nº 39 de 15 de febrero de 2021.
- Resolución de 9 de enero de 2020, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-BT-02 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. BOE nº 14 de 16 de enero de 2020.
- Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, de 1 de julio de 2015, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el reglamento (UE) nº 302/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- RD 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes

disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial. BOE nº 172 de 20 de junio de 2020.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (texto consolidado). BOE nº 310 de 27 de diciembre de 2013.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. BOE nº 242 de 6 de octubre de 2018.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. BOE nº 423 de 10 de octubre de 2015.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. BOE nº 83 de 6 de abril de 2019
- 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 (texto consolidado). BOE nº 310 de 27 de diciembre de 2000.
- 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. BOE nº 3295 de 8 de diciembre de 2011.
- 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 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica. BOE nº 67 de 18 de marzo de 2008.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (texto consolidado). BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de

alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
BOE nº 139 de 9 de junio de 2014.

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (texto consolidado). BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2007.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de la Junta de Andalucía (texto consolidado). BOJA nº 143, de 20 de julio de 2007. BOE nº 190, de 9 de agosto de 2007.
- Real Decreto Legislativo 2/2004 de 5 de marzo por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales. BOE nº 59 de 9 de marzo de 2004.
- Ley 49/1960 de 21 de julio sobre propiedad horizontal (texto consolidado). BOE nº 176 de 23 de julio de 1960.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica Conectadas a Red, publicado por el IDAE. 2011.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (texto consolidado).
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Se aplicarán las normas UNE o UNE-EN que afecten a materiales e instalaciones incluidos en este proyecto, tales como:

- UNE-HD 60364-7-712:2017. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE-EN 60904. Sobre dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61727:1996 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

- UNE-HD 60364-4-43:2013 Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Real Decreto Ley 2/2003, de 25 de abril, de medidas de reforma económica. Capítulo II Artículo 13 sobre "Fomento de las Energías Renovables", y Artículo 14 "Fomento del aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del sol para autoconsumo.

Normativa a nivel autonómico

- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA núm. 80, de 24.11.2007) y corrección de errores.
- Decreto 50/2008, de 19 de febrero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la comunidad autónoma de Andalucía.
- Decreto 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías Renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía.
- Orden de 5 de marzo de 2013, por la que se dictan normas de desarrollo del Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos (PUES).
- ORDEN de 24 de octubre de 2005, por la que se regula el procedimiento electrónico para la puesta en servicio de determinadas instalaciones de Baja Tensión (TECI).
- Manual de la dirección general de industria, energía y minas para la tramitación administrativa de las instalaciones de generación de energía eléctrica en régimen de autoconsumo en la Comunidad Autónoma de Andalucía
- Decreto ley 2/2018, de 26 de junio, de simplificación de normas en materia de energía y fomento de las energías renovables en Andalucía.

2.4. SISTEMAS DE AUTOCONSUMO

El autoconsumo fotovoltaico en España ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por la publicación del Real Decreto 244/2019. Se ha observado un aumento de más del 200% en la potencia instalada para el autoconsumo entre 2018 y 2019. Este crecimiento se ha visto influenciado por políticas de fomento, la concienciación sobre energías renovables y la disminución del tiempo de retorno económico de las instalaciones.

Se espera un crecimiento anual del 10% en el sector del autoconsumo, según el "Anuario Fotovoltaico 2020" de ANPIER. Aunque las instalaciones sin almacenamiento presentan el coste nivelado de la electricidad más bajo, se proyecta que las instalaciones con almacenamiento se vuelvan más competitivas a medida que los precios de las baterías disminuyan hacia 2030.

El desarrollo del autoconsumo ha estado limitado por la falta de claridad regulatoria, pero el Real Decreto 244/2019 ha simplificado los trámites administrativos, especialmente para instalaciones de pequeña y mediana potencia. Se ha fomentado el autoconsumo colectivo, donde varios usuarios comparten una instalación de generación.

La gestión activa de la demanda juega un papel importante para mejorar la autosuficiencia y el autoconsumo. Las estrategias de gestión activa incluyen el almacenamiento de energía en baterías y la optimización del consumo de energía. Aunque aumenta la complejidad y los costos de inversión, la reducción en la facturación mensual de electricidad compensa estos aspectos.

El costo de las instalaciones fotovoltaicas ha disminuido considerablemente en los últimos años, lo que las hace más atractivas económicamente. Muchos ayuntamientos ofrecen incentivos fiscales para promover las instalaciones fotovoltaicas en viviendas. Los períodos de retorno de la inversión se sitúan entre 5 y 7 años, lo que establece al autoconsumo como una inversión rentable en el mercado.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) promueve la participación ciudadana en la generación de energía, permitiendo a los consumidores convertirse en "prosumidores" y aumentar su soberanía energética.

2.5. EMPLAZAMIENTO

En el estudio realizado en el Anexo B, se examinaron detalladamente las características geográficas y el sombreado de la vivienda ubicada en la Calle Alminar número 23 de Nueva Andalucía, Málaga, con un código postal de 29660. Las coordenadas UTM del lugar son X: 736576, Y: 3788275, Z: 31.

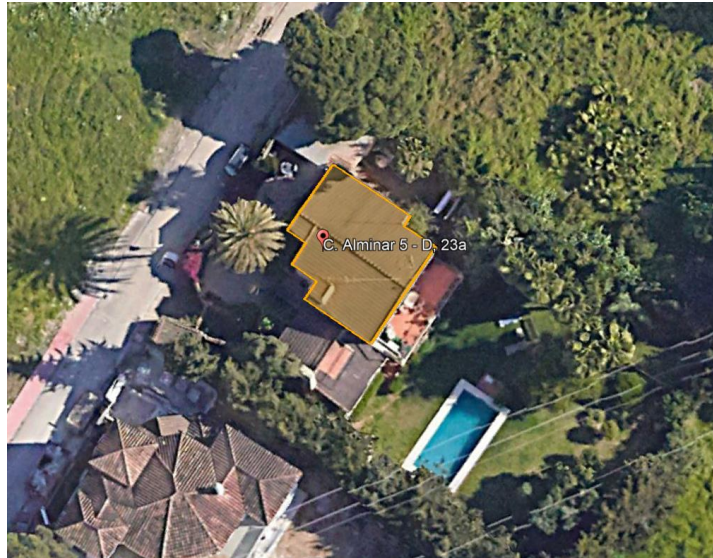


Figura 2.1 Vista aérea de la vivienda. Elaboración propia.

La vivienda es una construcción unifamiliar con tejado a dos aguas que presenta orientaciones noreste y suroeste. El tejado tiene un ancho de fachada de 12 metros y una profundidad de 12 metros, lo que resulta en una superficie total del panel orientado hacia el noreste de 57 metros cuadrados y para el panel orientado hacia el suroeste de 51 metros cuadrados. El ángulo de inclinación del tejado con respecto a la horizontal es de 11 grados.

Se realizó un análisis del sombreado proyectado por la vegetación existente en alrededor de la vivienda. El estudio concluyó que la vegetación circundante y los elementos propios de la vivienda no generan sombras significativas sobre el tejado, lo que permite utilizar la totalidad de la superficie disponible para la instalación de los paneles solares.

En cuanto a la radiación solar incidente, se utilizó la base de datos de Meteonorm para evaluar el recurso solar disponible. Comparando las orientaciones noreste y suroeste, se determinó que ambas reciben una cantidad similar de radiación solar a lo largo del año. Los datos de irradiación incidente en los paneles solares fueron obtenidos para cada mes

del año, mostrando la cantidad de radiación en kilovatios hora por metro cuadrado (kWh/m^2) para cada orientación.

Además, se realizó un análisis de la generación fotovoltaica en relación con la curva de consumo diario de la vivienda. Se destacó que, debido a la falta de almacenamiento de energía, la generación fotovoltaica no puede cubrir el consumo eléctrico en las últimas horas de la tarde y durante la noche.

MES	GLOBAL HORIZONTAL	ORIENTACIÓN NORESTE	ORIENTACIÓN SUROESTE
		Plano: inclinación 11.0°, azimut 38.0°	Plano: inclinación 11.0°, azimut -144.0°
	$\text{kWh/m}^2/\text{mes}$	kWh/m^2	kWh/m^2
Enero	82.7	98.6	65.6
Febrero	96.7	110.0	81.6
Marzo	140.6	152.9	125.8
Abril	169.5	175.2	160.8
Mayo	212.0	213.7	206.5
Junio	233.0	233.7	228.8
Julio	241.6	243.3	236.0
Agosto	206.3	212.7	197.0
Septiembre	159.1	170.0	145.6
Octubre	121.9	135.8	105.8
Noviembre	85.9	100.8	69.8
Diciembre	73.5	89.7	56.4
Año	1822.8	1936.3	1679.9

Tabla 2.1 Irradiación incidente sobre los planos de la vivienda. Elaboración propia.

2.6. PEFIL DE CONSUMO

El estudio del consumo de la vivienda se ha realizado utilizando la base de datos anual del consumo horario en el año 2019, obtenida a través del contador en la página web del distribuidor de energía. A partir de los datos reales disponibles a nivel horario, se ha calculado el consumo promedio diario por estaciones para modelar el patrón de consumo eléctrico a lo largo del día. Estas curvas de consumo horario se muestran en la Figura 2.2, proporcionando una representación visual del perfil de consumo eléctrico de la vivienda.

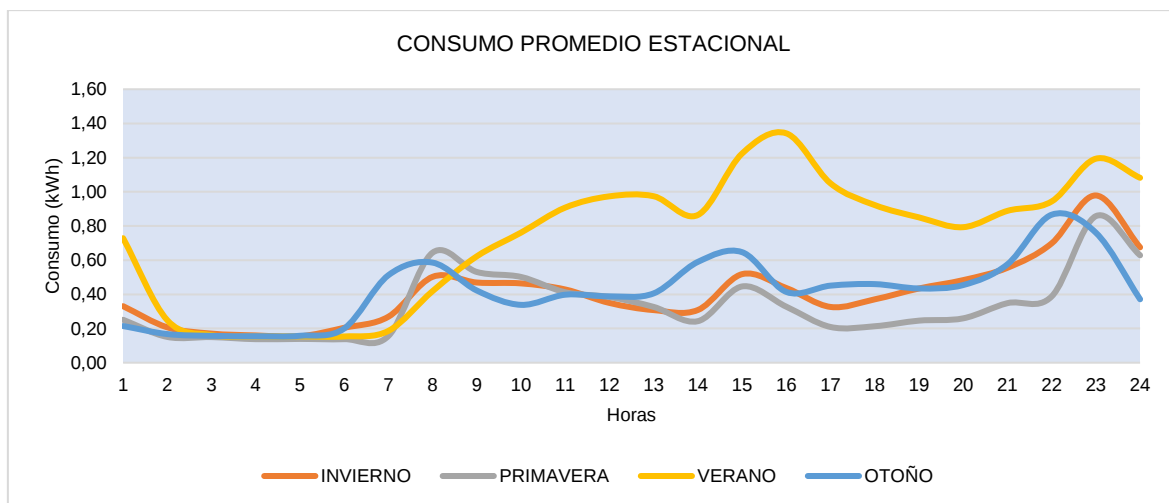


Figura 2.2 Consumo promedio diario de la vivienda por estaciones. Elaboración propia.

En la Figura 2.2, se observa que las curvas correspondientes al día promedio de las estaciones de invierno, primavera y otoño tienen una forma similar a lo largo del año.

En valor acumulado, la estación que menos demanda energética tiene es la primavera con 8.09 kWh diarios, mientras que la más demandante es el verano con 17.60 kWh.

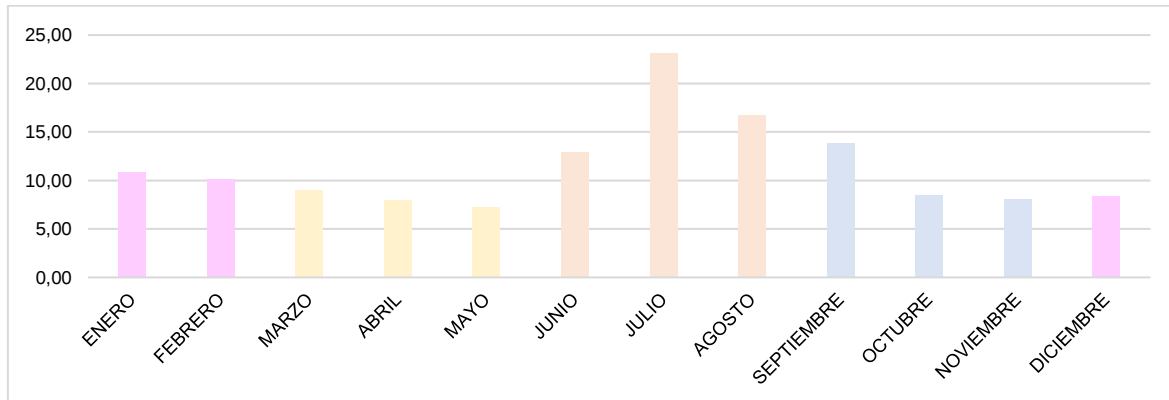


Figura 2.3 Consumo promedio diario de los distintos meses. Elaboración propia

En la Figura 2.3 se muestra el consumo medio diario de los distintos meses. Como se puede observar, el mayor consumo se da en julio con una demanda de 23.14 kWh, mientras que el mínimo se da en mayo con 7.22 kWh.

De este modo se concluye que la Sin embargo, la demanda sufre una gran variabilidad a lo largo del año, desde los 11,40 kWh diarios de promedio, a los 23.14 kWh diarios del mes de julio que representa una variabilidad del 102.87% respecto a la media.

2.7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Después de realizar los estudios de ubicación y demanda energética de la vivienda, se presentaron varias configuraciones preliminares para los módulos fotovoltaicos en términos de superficie disponible y orientación. En cuanto a la superficie disponible, se consideraron tres opciones: asumir sombra durante todo el año y maximizar la superficie, no tener sombra durante los meses de mayor producción (marzo-septiembre) y reducir la superficie, o no tener sombra en ningún momento del año. Por otro lado, en cuanto a la orientación, se evaluaron las opciones noreste (mayor generación por la mañana), suroeste (mayor generación por la tarde) y ambas (producción de energía más uniforme a lo largo del día).

Se ha realizado una estimación preliminar del número de módulos necesarios para satisfacer la demanda energética utilizando módulos Longi Solar de 400 Wp. Se emplea la herramienta PVGIS para obtener una estimación de la generación de los módulos en la ubicación específica.

Para la simulación de la instalación, se utilizó el programa PVSYST, que proporciona resultados precisos. Se muestran los parámetros principales utilizados en la simulación, como la orientación, inclinación, modelo y potencia de los módulos fotovoltaicos, el número de módulos y la potencia nominal del inversor.

Los resultados obtenidos incluyen la producción energética anual y específica, así como las pérdidas en el campo fotovoltaico y en el sistema por kWp instalados. También se muestra el índice de rendimiento PR.

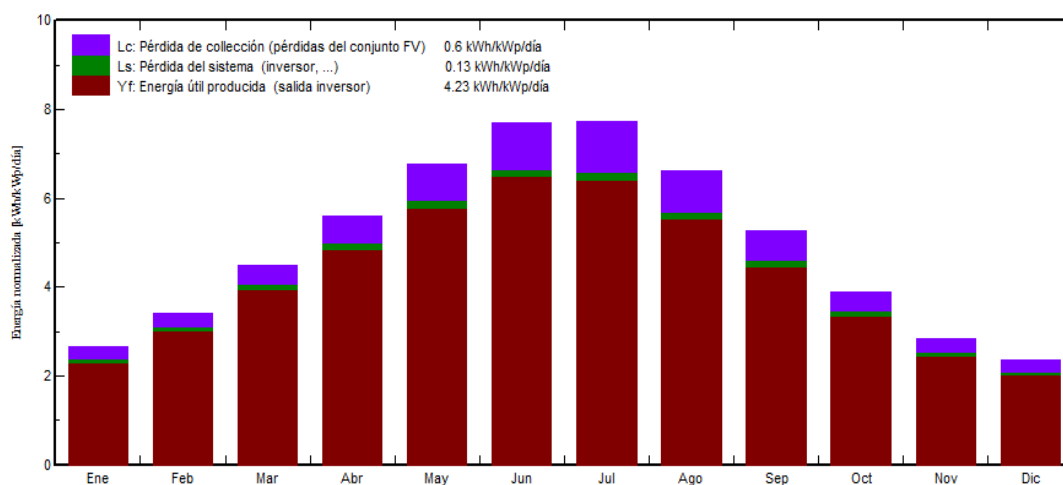


Figura 2.4 Gráfico de producciones, pérdidas en el campo y en el sistema per kWp instalados

En relación a la descripción de la instalación y los equipos principales, se proporcionan los siguientes detalles técnicos:

- El módulo fotovoltaico seleccionado es el modelo LR5-54HIB-400M fabricado por Longi Solar. Este módulo tiene una potencia de 400 Wp y utiliza tecnología de silicio monocristalino (Si-Mono). Cumple con todas las especificaciones de calidad y seguridad requeridas para su aplicación en sistemas de conexión a la red eléctrica.
- La instalación cuenta con un campo fotovoltaico compuesto por 8 módulos LR5-54HIB-400M, lo que da una potencia pico total de 3,20 kWp. La distribución de los módulos y el inversor se detallan en los planos adjuntos.
- En cuanto al inversor fotovoltaico, se ha elegido el modelo CSI-5KTL1P-GI-FL fabricado por Canadian Solar Inc. Tiene una potencia nominal de 5 kW, limitada electrónicamente a 3,50 kW. Este inversor permite que el campo de módulos opere en sincronía con la red eléctrica, tanto en voltaje como en frecuencia. Sus funciones principales son transformar la corriente continua generada por el campo fotovoltaico en corriente alterna utilizable para la red eléctrica, así como proteger las instalaciones eléctricas en ambos lados de la conexión mediante sistemas de seguridad y control.
- El sistema de fijación utilizado para los módulos fotovoltaicos está compuesto por perfiles y piezas de unión de aluminio especialmente diseñados para instalaciones fotovoltaicas. Este sistema garantiza un anclaje correcto a la cubierta de la vivienda sin añadir inclinación adicional. Además, cumple con los requisitos de resistencia estática establecidos por la normativa en cuanto a sobrecarga de viento y nieve en la zona, de acuerdo con los códigos técnicos de edificación y los códigos europeos sobre cargas de viento y nieve en estructuras.

Además, se describen las instalaciones de interconexión a la red eléctrica, el sistema DC, el sistema AC y la puesta a tierra.

2.8. PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UD	PRECIO	IMPORTE
MODULOS				
Suministro y montaje de módulos fotovoltaicos SOLAR PROFIT	8	ud	186,30 €	1.490,40 €
Sistema de bloqueo para anidación de aves	1	ud	218,18 €	218,18 €
INVERSOR				
Suministro y montaje de inversor fotovoltaicos SOLAR PROFIT	1	ud	608,73 €	608,73 €
Energy Meter del sistema inversor para visualización de consumos	1	ud	100,00 €	100,00 €
ESTRUCTURA				
Suministro de estructura de aluminio específica para instalaciones fotovoltaicas para fijar en sobrecubierta el conjunto de paneles	2	ud	150,74 €	301,48 €
CIRCUITOS				
Conjunto de cableado para conexión corriente continua color negro y rojo de sección 4mm ² , conectores de derivación y pequeño material.	80	m	0,95 €	76,00 €
Conjunto de cableado para conexión de corriente alterna tipo RZ1(AS)-K 0,6/KV i sección 3x6mm ² .	62	m	1,55 €	96,10 €
CUADROS				
Suministro de cuadro superficial de protecciones del inversor con protecciones magnetotérmicas y diferencial.	1	ud	275,37 €	275,37 €
INGENIERÍA				
Redacción de proyectos o memorias técnicas	1	ud	450,00 €	450,00 €
OBRAS				
Ejecución de obra	1	ud	646,56 €	646,56 €

TOTAL EJECUCION MATERIAL 4.262,82 €

El presupuesto total de ejecución material asciende a CUATRO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS (4.262,82 €).

2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. **Energy, NASA Prediction Of Worldwide.** NASA Prediction Of Worldwide Energy. [En línea] [Citado el: 01 de 06 de 2023.] <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>.
2. **Meteonorm.** Meteonorm, Irradiation data for every place on Earth. [En línea] [Citado el: 01 de 06 de 2023.] <https://meteonorm.com/en/> (accedido ene. 26, 2021)..
3. **PVGIS.** Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). [En línea] EU Science Hub - European Commission. [Citado el: 01 de 06 de 2023.] <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>.
4. **PVSyst.** PVSyst. [En línea] [Citado el: 12 de 05 de 2023.] <https://www.pvsyst.com/>.
5. **Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes y memoria democrática.** BOE-A-2019-5089. [En línea] [Citado el: 10 de 05 de 2023.] Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-5089>.
6. **ANPIER.** *Anuario Fotovoltaico 2020.* s.l. : ANPIER (Asociación nacional de productores de energía fotovoltaica), dic. 2020.
7. **C. Kost, S. Shammugam, V. Jülch, H.-T. Nguyen, y T. Schlegl.** *Levelized Cost of Electricity- Renewable Energy Technologies. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems.* 2018.
8. **Caso práctico de Autoconsumo para Vivienda.** [En línea] [Citado el: 10 de 05 de 2023.] https://www.tutiendaenergetica.es/blog/94_placas-solares-autoconsumo-ejemplo.
9. **Platform., European Technology & Innovation.** *The True Competitiveness Of Solar PV a European Case Study.* 2017.
10. **Martín, M. E. Caamaño.** *Apuntes de Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. Sistemas conectados a red.* 2020. 2020.
11. **ETSIT, UPM.** Magic Box. [En línea] [Citado el: 10 de 05 de 2023.] <http://magicbox.etsit.upm.es/>.
12. **PVEducation, Mismatch Effects in Arrays |.** [En línea] [Citado el: 13 de 05 de 2023.] <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/modules-and-arrays/mismatch-effects-in-arrays>.
13. **Análisis | ESIOS electricidad · datos · transparencia.** [En línea] 15 de 06 de 2023. <https://www.esios.ree.es/es>.

3. ANEXOS

3.1. ANEXO A: SISTEMAS DE AUTOCONSUMO

ÍNDICE

3.1.1. INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO.....	29
---	----

3.1.1. INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

En los últimos años, el autoconsumo fotovoltaico en España ha experimentado un notable crecimiento, impulsado en gran medida por la publicación del Real Decreto 244/2019 (5). La Figura 3.1 muestra la tendencia de crecimiento de los últimos años, así como una proyección para el año 2021. Se puede apreciar un incremento de más del 200% en la potencia instalada para el autoconsumo entre 2018 y 2019.

Diversos factores han influido en este crecimiento. En primer lugar, las políticas de fomento han jugado un papel fundamental al proporcionar incentivos y marcos regulatorios favorables para el desarrollo de instalaciones de autoconsumo. Además, la concienciación de la sociedad sobre la necesidad de buscar alternativas al actual modelo socioeconómico basado en el consumo de combustibles fósiles ha generado un mayor interés en las energías renovables, incluyendo el autoconsumo fotovoltaico.

Asimismo, la disminución del tiempo de retorno económico de las instalaciones también ha contribuido al aumento de la adopción de sistemas de autoconsumo. Los avances tecnológicos, la reducción de costos en los componentes fotovoltaicos y la mejora en la eficiencia de los sistemas han permitido acortar el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial, lo que resulta atractivo para los consumidores.

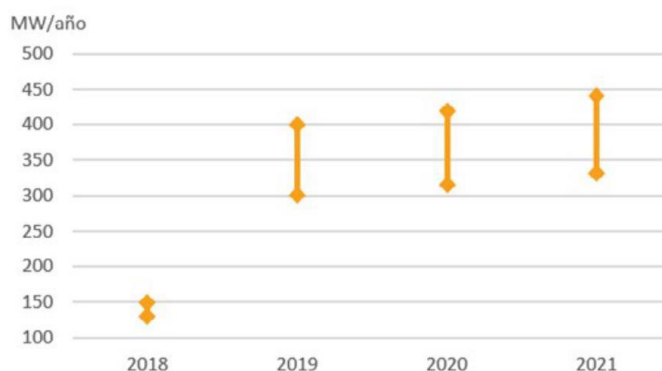


Figura 3.1 Estimación de la potencia anual instalada en la modalidad de autoconsumo (6).

Según el "Anuario Fotovoltaico 2020" publicado por ANPIER (Asociación Nacional de Productores de Energía Fotovoltaica) [20], se espera un crecimiento anual del 10% en el sector del autoconsumo, en relación a la potencia instalada actual. Estas perspectivas de crecimiento indican un escenario optimista para el sector. Este aumento se atribuye a la reducción del coste nivelado de la electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés) en pequeñas instalaciones de autoconsumo.

Un informe publicado por el instituto Fraunhofer (7) señala que, en 2018, la configuración óptima para una instalación de autoconsumo sería aquella sin almacenamiento, como se ilustra en la Figura 3.2, ya que presenta el LCOE más bajo. Esto se debe a que, a pesar de que las baterías permiten una gestión activa de la energía almacenada, su precio en la actualidad es considerablemente elevado.

Sin embargo, las proyecciones para 2030 indican un escenario más competitivo para las instalaciones de autoconsumo con almacenamiento, debido a la disminución del precio de las baterías. A pesar de ello, la instalación sin almacenamiento seguiría presentando el LCOE más bajo. La viabilidad de las instalaciones con baterías dependerá de factores como la evolución del mercado eléctrico y la necesidad de una gestión activa de la demanda.

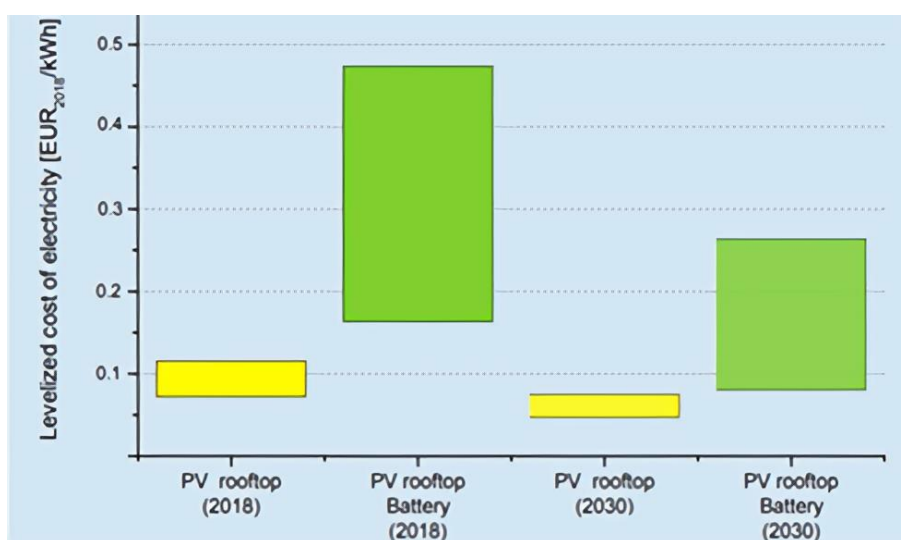


Figura 3.2 LCOE del autoconsumo fotovoltaico en 2018, y predicción para el 2030 (7).

El desarrollo de las instalaciones de autoconsumo ha experimentado un período de estancamiento durante varios años debido a la falta de claridad regulatoria. Sin embargo, la publicación del Real Decreto 244/2019 (5) ha marcado un punto de inflexión al abrir un nuevo escenario para el desarrollo del autoconsumo, simplificando los trámites administrativos, especialmente para instalaciones de pequeña y mediana potencia.

Una novedad importante de esta regulación es el fomento del autoconsumo colectivo, donde varios usuarios se asocian a una misma instalación de generación y comparten la energía generada de acuerdo con coeficientes establecidos.

La transición energética requiere la transformación de industrias y la diversificación del mix de generación eléctrica para promover la eficiencia energética y aumentar la producción de energías renovables. Esto, a su vez, impulsa la creación de empleos y oportunidades comerciales en la financiación, producción y comercialización de diferentes sistemas de autoconsumo.

La gestión activa de la demanda está adquiriendo cada vez más importancia en este contexto. Como resultado, están surgiendo nuevos modelos de negocio, como las Empresas de Servicios Energéticos (ESE), que se dedican a financiar e incrementar la eficiencia de las instalaciones existentes en hogares y pymes, con el objetivo de lograr ahorros económicos para los clientes.

La Figura 3.3 ilustra un esquema típico de una instalación fotovoltaica en un hogar. Este tipo de instalaciones permite que los ciudadanos se conviertan en los verdaderos protagonistas de la transición energética, empoderándolos para generar y consumir su propia energía renovable de manera sostenible.

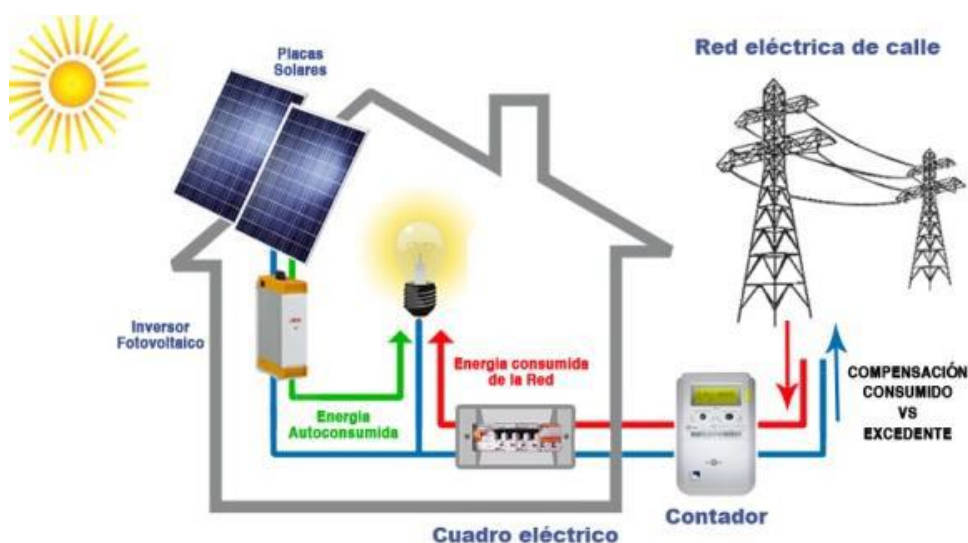


Figura 3.3 Esquema de una instalación de autoconsumo en vivienda (8).

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) fomenta activamente la participación de la ciudadanía en la generación de energía, promoviendo la transición de ser consumidores pasivos sin capacidad de decisión a convertirse en "prosumidores". Como prosumidores, los individuos se convierten en productores de energía para su propio consumo y adquieren la capacidad de tomar decisiones en relación a su producción energética, lo que a su vez contribuye a aumentar su soberanía energética.

El autoconsumo, ya sea individual o colectivo, reduce la dependencia energética de los ciudadanos en la red de distribución, lo que se traduce en una disminución de sus facturas energéticas.

En el caso de las instalaciones de autoconsumo colectivas, los ciudadanos que forman parte de la comunidad pueden beneficiarse de la energía fotovoltaica al compartir la capacidad de generación. La normativa actual permite que la compensación por esta energía compartida sea proporcional a la inversión realizada por cada individuo. No obstante, en comunidades energéticas, se pueden establecer acuerdos y fórmulas alternativas para dicha compensación.

Los costes de las instalaciones fotovoltaicas están experimentando una reducción significativa, como se muestra en la Figura 3.4, que presenta el precio por vatio pico para cuatro tipos de instalaciones desde 2016 hasta las previsiones hasta 2050.

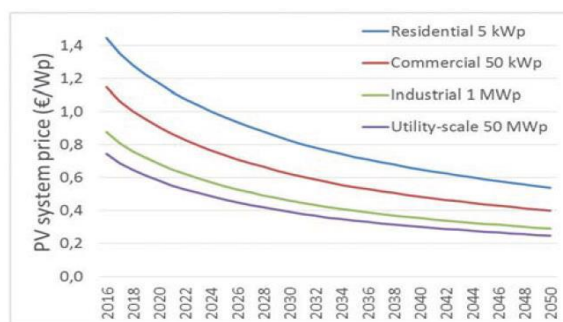


Figura 3.4 Precio por vatio pico del sistema fotovoltaico en distintas modalidades (9).

Entre las diferentes modalidades de instalaciones, la opción residencial con una potencia instalada inferior a 5 kWp se considera la más costosa. En la actualidad, el precio por vatio pico para esta modalidad se sitúa en 1,1 €/Wp, sin embargo, las proyecciones para 2050 muestran un escenario altamente competitivo, con un costo inferior a 0,6 €/Wp.

Asimismo, las modalidades de instalaciones comerciales, industriales y de escala también se verán beneficiadas por la disminución de los costes de instalación, lo que convertirá la energía fotovoltaica en una opción aún más competitiva desde el punto de vista económico.

Con el objetivo de apoyar las instalaciones residenciales, muchos ayuntamientos están incentivando la implementación de sistemas fotovoltaicos en viviendas mediante bonificaciones fiscales en el Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI) y el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO).

Como resultado de la reducción de costes, la simplificación de trámites administrativos y la compensación simplificada, los períodos de retorno de la inversión se sitúan entre 5 y 7 años, e incluso pueden ser inferiores a 5 años para ciertos tipos de instalaciones (6). Dado que la vida útil de una instalación fotovoltaica es aproximadamente de 25-30 años, el autoconsumo se establece como una inversión rentable en el mercado. Además, su modularidad permite adaptar la instalación a las necesidades específicas de la ubicación y la demanda del usuario.

El informe "The True Competitiveness of Solar PV" realizado por la plataforma europea de tecnología e innovación ha concluido que en España, bajo las condiciones actuales del mercado eléctrico, el ahorro máximo en la factura de electricidad podría alcanzar el 79%. Esta cifra posiciona al país en una posición rezagada en comparación con otros que podrían lograr un mayor ahorro (9).

Con el fin de analizar el impacto de la energía fotovoltaica en las viviendas, se definen dos parámetros clave: el autoconsumo y la autosuficiencia.

- Autoconsumo: Fracción de la energía procedente de la generación fotovoltaica que se consume in situ. Está relacionado con el grado de aprovechamiento de la instalación.

$$\text{Autoconsumo} = \frac{C}{A + C} \quad (1)$$

- Autosuficiencia: Fracción del consumo que es abastecido localmente con la energía proveniente de la generación fotovoltaica.

$$\text{Autosuficiencia} = \frac{C}{C + B} \quad (2)$$

Donde:

A: Exceso de la energía generada por el sistema fotovoltaico.

B: Energía obtenida de la red.

C: Fracción de la energía generada por el sistema fotovoltaico consumida in situ.

Con el objetivo de ilustrar cada una de las componentes, se presenta la Figura 3.5 las variables involucradas.

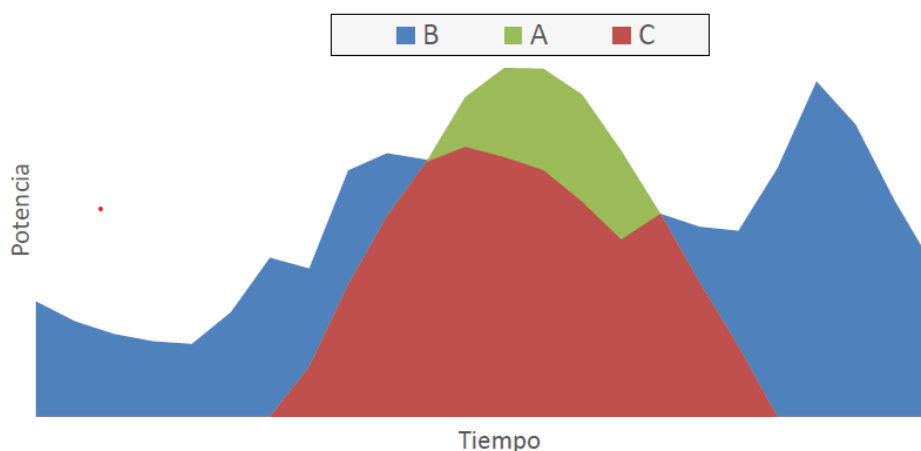


Figura 3.5 Componentes energéticas en la modalidad de autoconsumo. Elaboración propia

Existen estrategias que permiten mejorar la autosuficiencia y el autoconsumo una vez que la instalación fotovoltaica ha sido realizada. Todas estas estrategias se basan en el concepto de la gestión activa de la demanda.

La gestión activa de la demanda tiene como objetivo lograr un uso sostenible de la energía al desplazar la curva de consumo y adaptarla, en la medida de lo posible, a la generación fotovoltaica. Esto se traduce en una mayor eficiencia del sistema.

En el caso de las instalaciones con almacenamiento, la energía generada puede ser almacenada en baterías para su uso en momentos en los que no hay generación fotovoltaica disponible. Además, desde un punto de vista económico, puede resultar beneficioso utilizar la energía almacenada en lugar de comprarla de la red eléctrica durante ciertos periodos, especialmente teniendo en cuenta las fluctuaciones de precios a lo largo del día.

A continuación, se presenta en la Figura 3.6 un esquema simplificado de los componentes involucrados en las instalaciones de autoconsumo, tanto con como sin almacenamiento. En el caso de realizar una gestión activa de la demanda con almacenamiento, el esquema eléctrico de la instalación se complica al incluir las baterías y el inversor bidireccional necesario para cargar y descargar la energía almacenada.

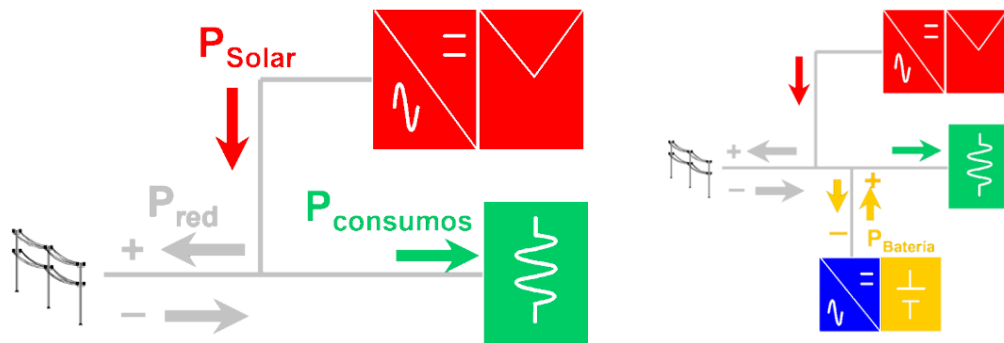


Figura 3.6 Esquema eléctrico y flujo de carga en una vivienda con almacenamiento (derecha) y sin almacenamiento (izquierda) (10)

En la Figura 3.6 se denota con flechas el flujo de energía entre los distintos componentes que conforman la instalación:

- Módulo e inversor: rojo
- Carga: verde
- Baterías: azul
- Inversor bidireccional: amarillo

Con el fin de realizar una cuantificación visual y analítica de las curvas de energía, se presentan en la Figura 2.11 tres casos reales basados en datos empíricos obtenidos del prototipo de vivienda "Magic Box" desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid (11).

- A. Sin control de la demanda: la energía generada por el sistema fotovoltaico se consume según se genera.
- B. Con control de la demanda sin almacenamiento: misma situación que en A, desplazando el consumo a horas de generación.
- C. Con control de la demanda y con almacenamiento (C): misma situación que en B, almacenando la energía excedente para ser usada otros periodos.

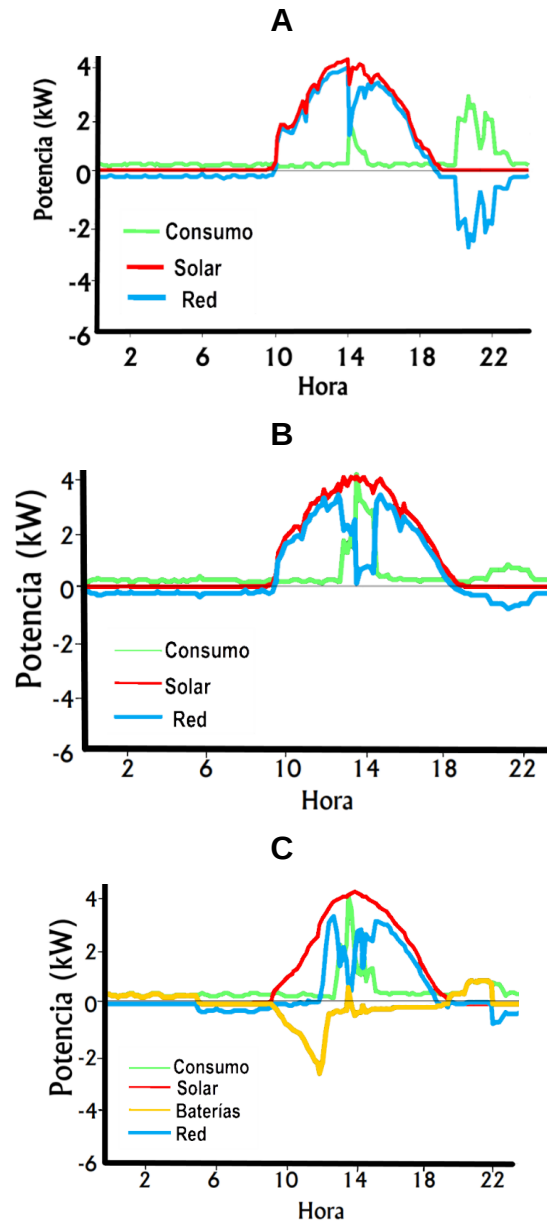


Figura 3.7 Curvas energéticas de las 3 modalidades de la Magic Box (11).

Se han obtenido valores de autosuficiencia del 30% para el caso A, 60% para el caso B y 90% para el caso C. Estos resultados indican que, mediante una gestión activa de la demanda, es posible aumentar la proporción del consumo eléctrico de la vivienda que se cubre mediante generación fotovoltaica.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que mejorar la autosuficiencia implica un aumento en la complejidad de la instalación y del control energético, así como en los costos de inversión inicial. A pesar de esto, el balance general resulta positivo al reducir la facturación mensual de electricidad.

3.2. ANEXO B: ESTUDIO DEL EMPLAZAMIENTO

ÍNDICE

3.2.1. INTRODUCCIÓN	39
3.2.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	39
3.2.3. ANÁLISIS DEL SOMBREADO	41

3.2.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este anexo se realiza un estudio de las características geográficas específicas del emplazamiento con el fin de dimensionar correctamente la instalación fotovoltaica. También se analizan las sombras que inciden sobre la superficie disponible, con el objetivo de determinar el área que maximice la generación del generador fotovoltaico y evite pérdidas asociadas al sombreado.

Dado que existen dos orientaciones diferentes, se examina cuál de ellas optimiza la instalación en función de la energía incidente en cada plano de captación y la adaptación de la generación eléctrica a la curva de consumo diaria real de la vivienda.

Finalmente, siguiendo los criterios de diseño establecidos, se define la instalación en detalle, especificando sus parámetros eléctricos y mecánicos.

3.2.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La presente instalación se encuentra situada en la vivienda ubicada en Calle Alminar número 23 de Nueva Andalucía - Málaga, con código postal 29660 y coordenadas UTM (X: 736576, Y: 3788275, Z: 31)

Se trata de una vivienda unifamiliar con tejado a dos aguas de orientaciones noreste y suroeste. En la Figura 3.8 se muestra una vista aérea de la vivienda donde el polígono naranja representa la superficie disponible para la instalación fotovoltaica.

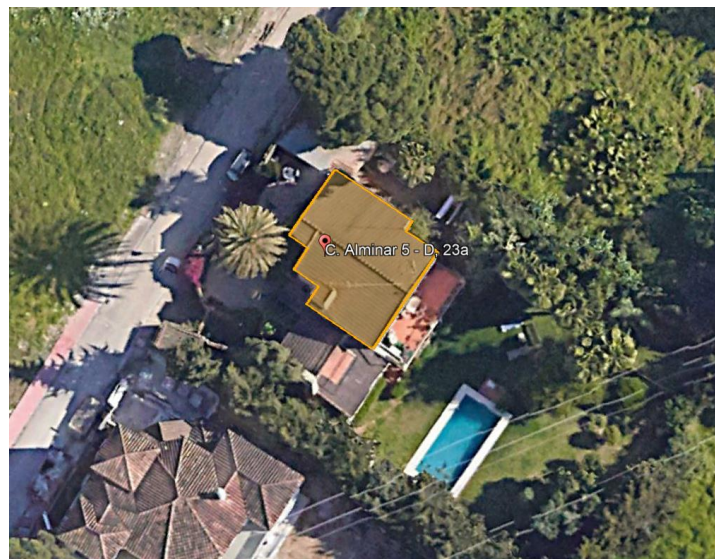


Figura 3.8 Vista aérea de la vivienda. Elaboración propia.

A continuación, se visualiza en la Figura 3.9, el modelado 3D de la vivienda, la cual cuenta con un ancho de fachada de 12 m y una profundidad de 12 m, obteniéndose una superficie total del paño orientado en sentido noreste de 57 m² y para el paño orientado en sentido suroeste de 51 m², con un ángulo de inclinación de 11° respecto a la horizontal.

Así mismo se ha modelado la vegetación existente en la zona, dada la presencia de dos palmeras y tres árboles de gran porte.

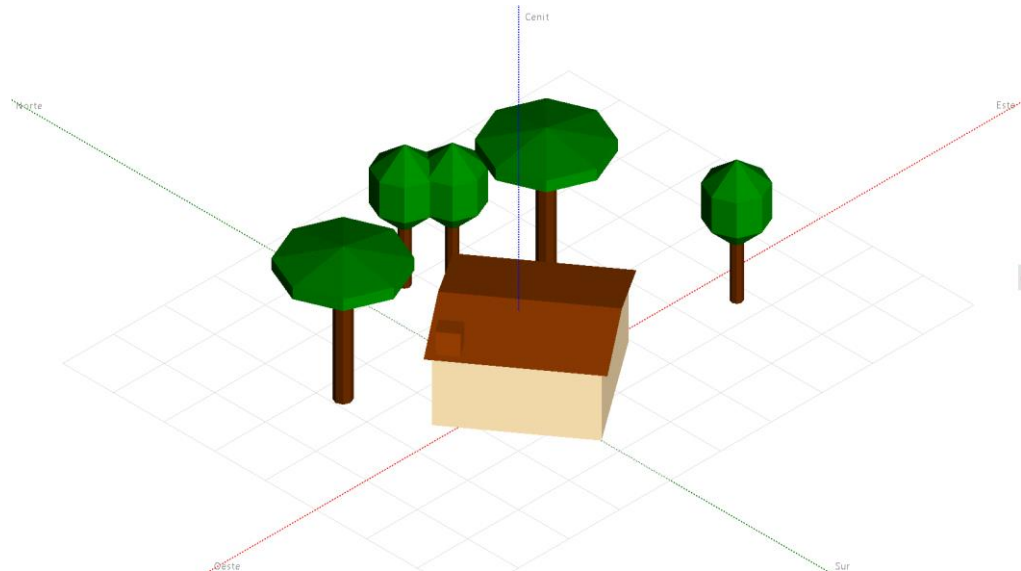


Figura 3.9 Modelado 3D Vivienda. Elaboración propia.

El tejado de la casa tiene dos orientaciones: noreste (38 °) y suroeste (-144°), las cuales no coinciden con el origen y el fin de la trayectoria solar a lo largo del día, como puede verse en la Figura 3.10. Por ello, la irradiancia incidente sobre ambas fachadas será distinta en función del momento del día, hecho que se deberá tener en cuenta en el dimensionado.

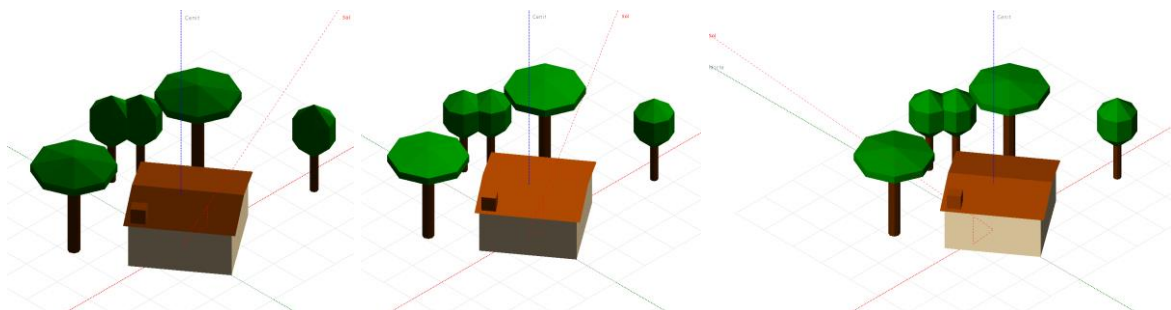


Figura 3.10 Iluminación sobre el techo de la vivienda por la mañana (izquierda), mediodía (medio) y tarde (derecha). Elaboración propia.

3.2.3. ANÁLISIS DEL SOMBREADO

En caso de que la superficie tenga un patrón uniforme de irradiancia, la generación de tensión y corriente de las células es la misma, si tienen características eléctricas idénticas. Para que la energía a la salida del generador pueda ser utilizada, se necesitan tensiones superiores a la de célula, por ello se conectan en serie.

Sin embargo, si existe una sombra que afecta a una de las células, la generación se ve comprometida puesto que la corriente generada es proporcional a la irradiancia incidente. Al estar todas las células conectadas en serie, se produce una limitación en corriente (12), puesto que la intensidad de salida se ve acotada por la menor de la corriente generada por las células, cuyo efecto puede apreciarse en la Figura 3.11.

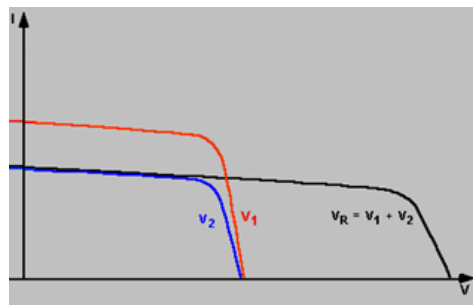


Figura 3.11 Desajuste en la corriente total generada por un módulo con una célula sombreada (12).

El efecto mencionado anteriormente sucede, por ejemplo, cuando el módulo está parcialmente iluminado, como consecuencia de la sombra proyectada por algún objeto de su entorno, efecto que se visualiza en la Figura 3.12. En ella, se puede observar cómo disminuye la corriente de salida, puesto que se ve limitada por las células que menos generan, al estar conectadas en serie. Además, la energía que genera el resto de las células se disipa en forma de calor en aquellas menos iluminadas, cuya consecuencia es el deterioro del módulo.

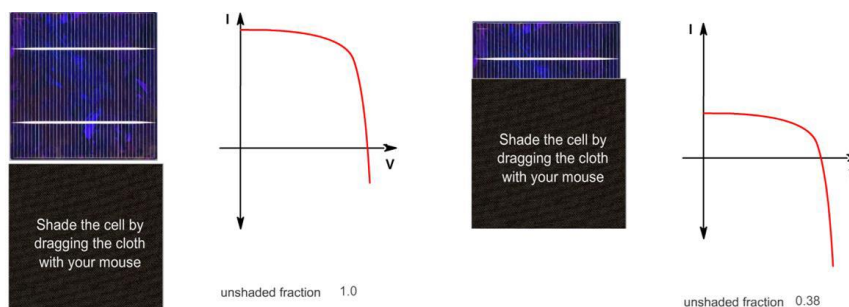


Figura 3.12 Efecto sobre la curva I-V, al sombrear un módulo (12).

Con el objetivo de no limitar la corriente, se instalan diodos de paso. Estos diodos se acoplan en antiparalelo cada cierto número de células. De este modo, al aparecer una sombra sobre una de ellas, el diodo se polariza en directa y cortocircuita la rama de tal forma que la corriente de salida no se vea afectada, pero se disminuye la tensión.

Cuando la corriente circula por los diodos de paso, se produce un calentamiento por efecto Joule, lo que se traduce en una disminución de su resistencia, alterando el circuito equivalente de la matriz. Por lo cual, la rama que tenga menor resistencia se verá afectada por un mayor flujo de energía lo que puede derivar en el deterioro de componentes, al no estar dimensionados para ello. En la Figura 3.13 se muestra como la existencia de diodos de paso deriva la corriente al existir sombreados parciales.

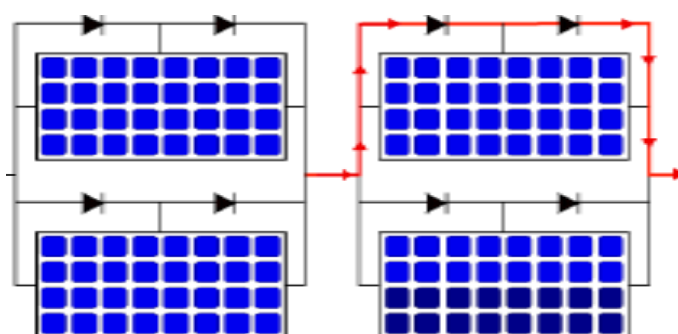
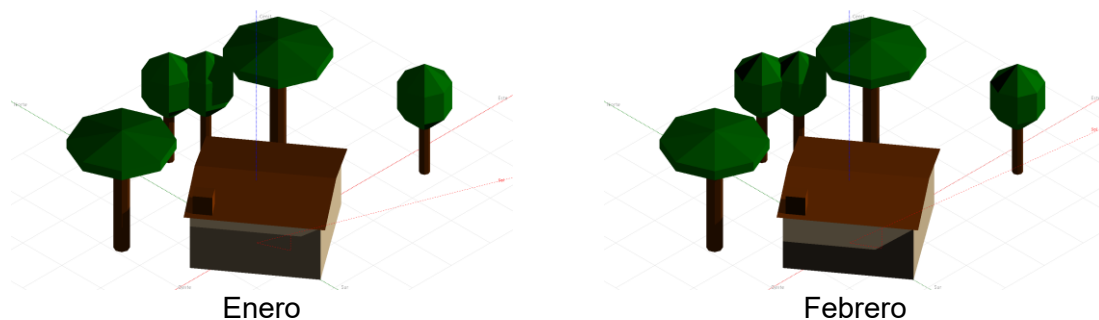


Figura 3.13 Flujo de corriente al tener un módulo sombreado parcialmente con diodos bypass (12).

3.2.3.1. SOMBRAS

Para determinar la superficie para la instalación del generador fotovoltaico, se ha calculado la sombra proyectada por la vegetación existente en la parcela sobre el tejado de la vivienda. La Figura 3.14 muestra las proyecciones de la sombra cada mes del año sobre el tejado. En ella puede observarse como la vegetación existente en la zona no genera zonas de sombreados sobre el tejado de la vivienda por lo que será despreciable desde el punto de vista de cálculo.



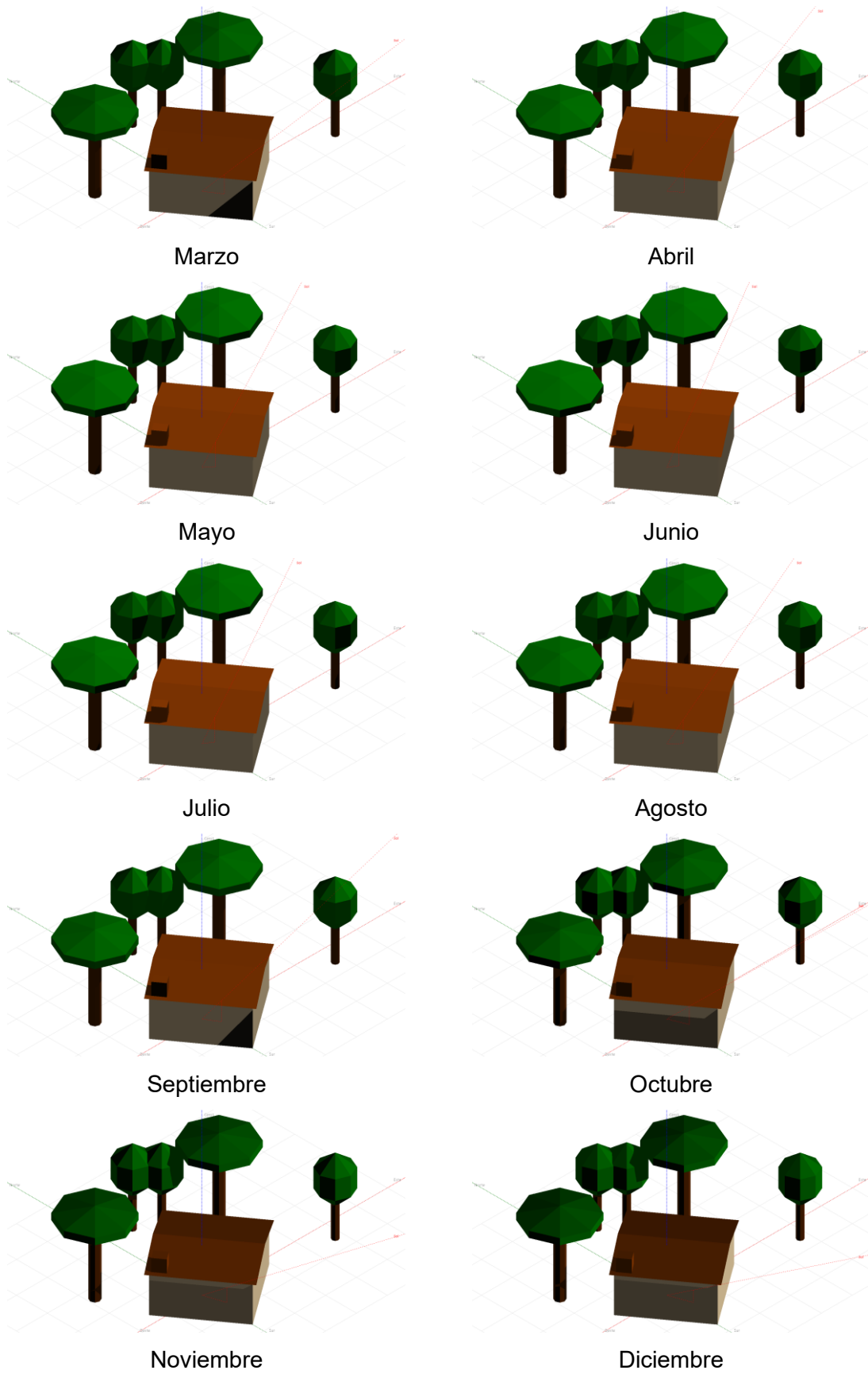


Figura 3.14 Sombra proyectada por las vegetación sobre el techo. Elaboración propia

Tras analizar las proyecciones de sombras, se ha determinado la superficie disponible para la instalación de los módulos fotovoltaicos. Se ha concluido que la totalidad del tejado puede ser utilizada, ya que el análisis de sombras previo ha demostrado que los elementos circundantes y los propios de la vivienda no generan sombras sobre el tejado.

En la Figura 3.15 se muestra el diagrama solar del emplazamiento, una herramienta útil para evaluar el impacto del sombreado en la generación de electricidad. Cada curva representa la trayectoria solar en una fecha específica del año, lo que indica que el Sol atraviesa la región sombreada en amarillo para la ubicación seleccionada.

Los ejes x e y del diagrama representan el acimut y la altura solar, respectivamente. Cada punto del diagrama refleja la posición solar relativa a la instalación en un momento determinado del año. Al ubicar los obstáculos que proyectan sombra sobre los módulos en su posición relativa, es posible cuantificar las pérdidas debidas al sombreado.

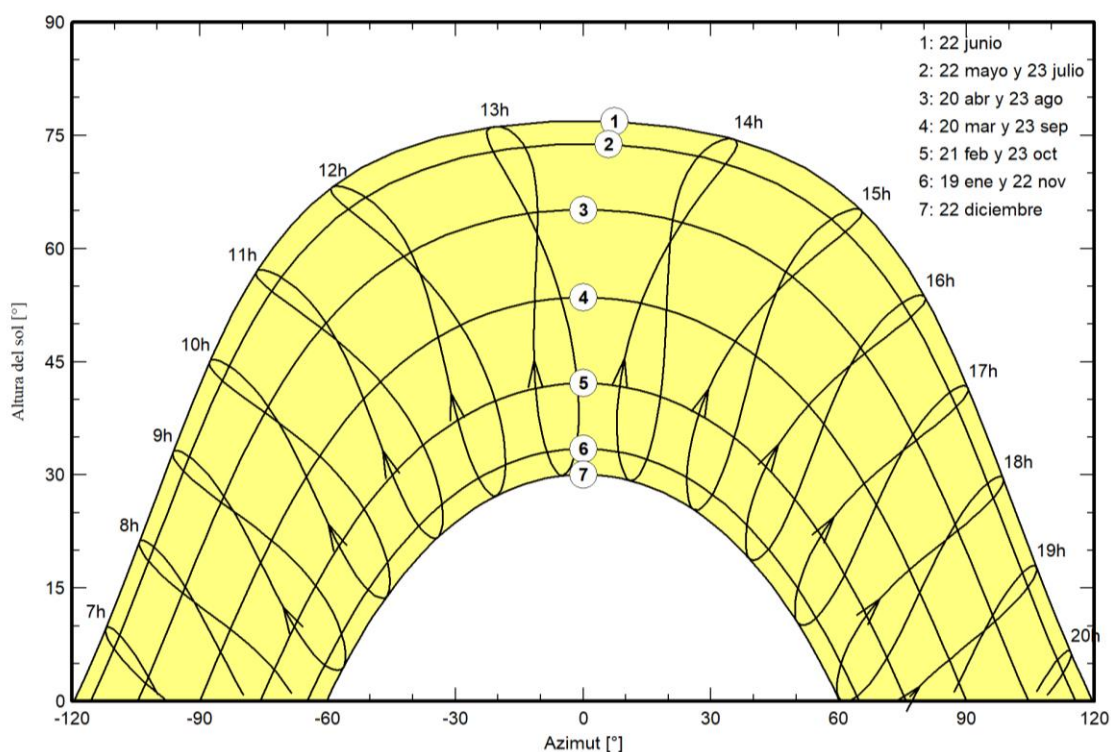


Figura 3.15 Trayectoria Solar en el emplazamiento (4).

3.2.3.2. RADIACIÓN INCIDENTE

Con el fin de evaluar el recurso solar disponible, se realizó un estudio de la radiación incidente en relación con las orientaciones del tejado (noreste y suroeste) para determinar cuál es más favorable en términos de generación energética.

En este proyecto, se optó por utilizar la base de datos de Meteonorm (2) debido a que, tras llevar a cabo un análisis comparativo entre diversas bases de datos, se encontró que Meteonorm presenta el menor error relativo (1.9%) en comparación con la media de las bases de datos estudiadas, que incluyen NASA (4.4%) y PVGIS (5.5%).

Mediante el uso de PVSyst, se obtuvieron los datos climatológicos de la base de datos de Meteonorm, lo que permitió determinar la radiación incidente para ambas orientaciones.

Los resultados obtenidos, como se muestra en la Tabla 3.1, indican que no existe una orientación óptima en particular, ya que ambas reciben prácticamente la misma cantidad de radiación tanto en términos de la suma anual global como en el acumulado mensual.

MES	GLOBAL HORIZONTAL	ORIENTACIÓN NORESTE	ORIENTACIÓN SUROESTE
		Plano: inclinación 11.0°, azimut 38.0°	Plano: inclinación 11.0°, azimut -144.0°
	kWh/m ² /mes	kWh/m ²	kWh/m ²
Enero	82.7	98.6	65.6
Febrero	96.7	110.0	81.6
Marzo	140.6	152.9	125.8
Abril	169.5	175.2	160.8
Mayo	212.0	213.7	206.5
Junio	233.0	233.7	228.8
Julio	241.6	243.3	236.0
Agosto	206.3	212.7	197.0
Septiembre	159.1	170.0	145.6
Octubre	121.9	135.8	105.8
Noviembre	85.9	100.8	69.8
Diciembre	73.5	89.7	56.4
Año	1822.8	1936.3	1679.9

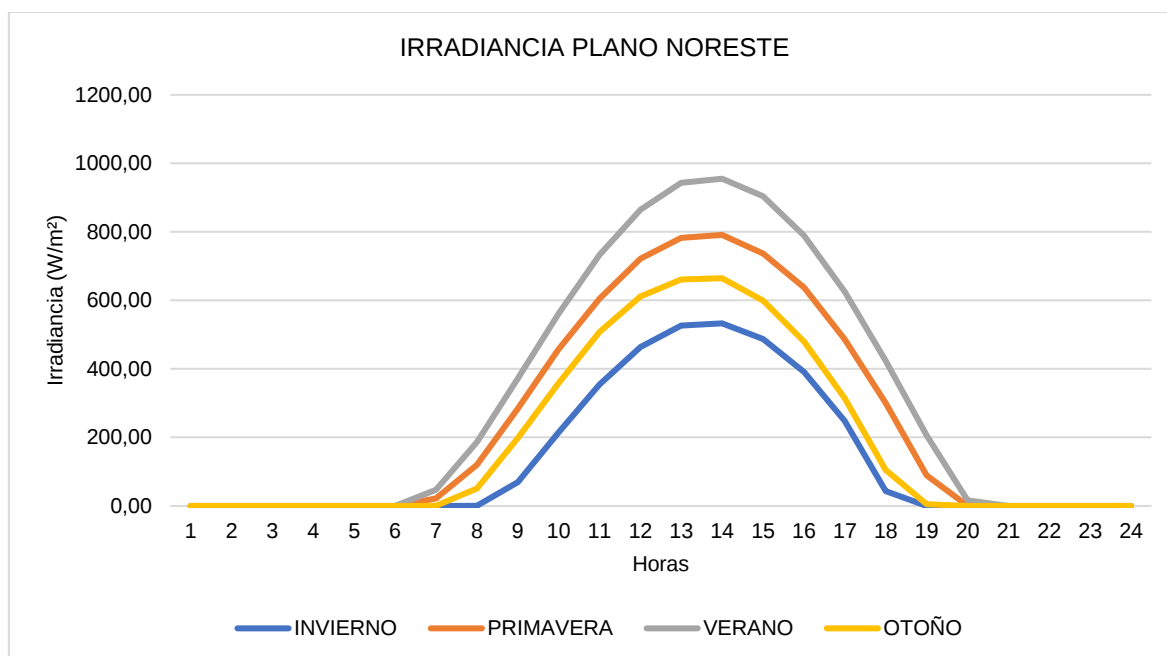
Tabla 3.1 Irradiación incidente sobre los planos de la vivienda. Elaboración propia.

De la Tabla 3.1 deduce que la generación eléctrica será máxima durante el verano, ya que el recurso solar en dicho periodo alcanza los valores más elevados, por lo que se debe priorizar la generación en los meses que comprenden dicha estación.

Sin embargo, al analizar la curva de irradiancia, se observa que a pesar de que la irradiancia mensual sea similar, la forma de la curva de irradiancia horaria varía según la orientación. Esto implica que la generación eléctrica también varía. Este aspecto es crucial en el diseño de la instalación, ya que, al no contar con almacenamiento, la generación eléctrica debe ajustarse lo mejor posible a la curva de consumo de la vivienda.

A continuación, se muestra la irradiancia promedio en las diferentes estaciones del año para un plano de captación inclinado 11° con respecto a la horizontal. La curva presentada corresponde al promedio de los tres meses que conforman cada estación.

La Figura 3.16 Irradiancia incidente en los planos de orientación. este, oeste y ambos. representa en primer lugar la orientación este, seguida de las curvas estacionales para la orientación oeste, y finalmente, la combinación de ambas, que simula una instalación mixta y equitativa entre ambas orientaciones.



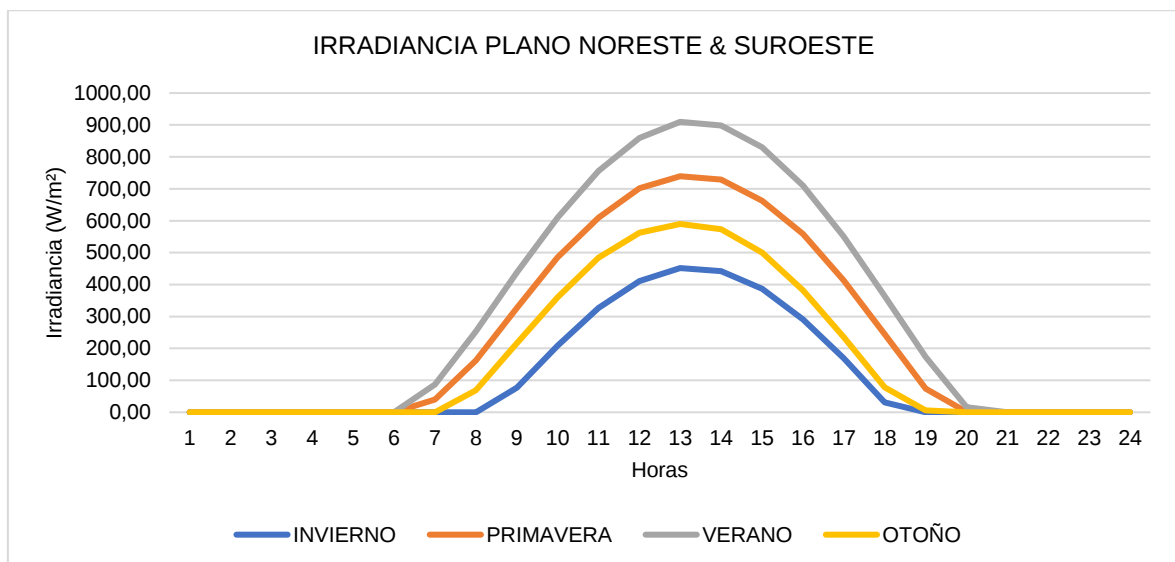
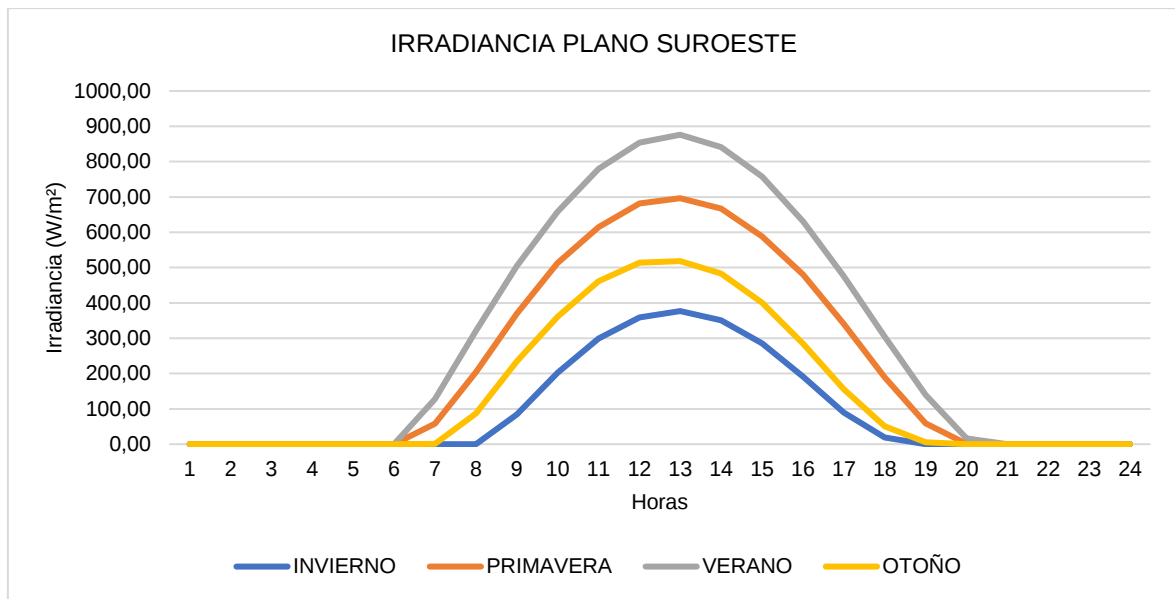


Figura 3.16 Irradiación incidente en los planos de orientación. este, oeste y ambos.

Puesto que el recurso solar en ambas orientaciones es muy parecido, se deberá escoger en función de la curva horaria del consumo eléctrico de la vivienda. La orientación este sería la óptima si el consumo fuese superior por la mañana, la noreste por la tarde, y en caso de que se quisiese una generación más constante, se instalarían módulos fotovoltaicos en ambas orientaciones para homogeneizar la captación de la radiación y generación de energía eléctrica durante el día.

Sin embargo, como solo se dispone del recurso solar entre las 8 de la mañana y las 8 de la tarde, el consumo a últimas horas de la tarde y durante la noche no puede cubrirse con generación fotovoltaica.

3.3. ANEXO C: PERFIL DE CONSUMO DE LA VIVIENDA

ÍNDICE

3.3.1. ESTUDIO DEL CONSUMO.....	50
3.3.2. CONCLUSIONES	63

3.3.1. ESTUDIO DEL CONSUMO

En este apartado se realizará el estudio del consumo experimental de la vivienda durante el año anterior. Estos datos son obtenidos a través de la página web de Endesa en el área de clientes, y se exportan en formato Excel, proporcionando información detallada sobre el precio y el consumo de energía por horas para cada día. En caso de contar con discriminación horaria, también se muestra el precio correspondiente a cada franja horaria.

Una vez obtenidos los datos de consumo de energía, se organizarán en una tabla para su análisis. Sin embargo, es posible que haya algunos datos faltantes en la hoja Excel descargada de la compañía suministradora. En esos casos, se calculará el promedio de consumo en la hora correspondiente en la que falta el dato, a fin de mantener una representación más precisa.

Con los datos de consumo mensual disponibles, se podrá realizar el dimensionamiento adecuado de la instalación fotovoltaica. Además, mediante el análisis de estos datos experimentales, será posible identificar los hábitos de consumo de los residentes en la vivienda, como los horarios de mayor demanda debido al uso de aires acondicionados, las horas de las comidas, así como los horarios de menor consumo, que pueden coincidir con el horario de trabajo o las horas de sueño.

Estos datos de consumo experimental son de gran relevancia, ya que permiten optimizar el rendimiento de la instalación fotovoltaica y adaptar la generación solar a los patrones de consumo específicos de los residentes. Esto se traduce en una mayor eficiencia energética al generar la mayor cantidad de energía durante los períodos de mayor demanda, lo que a su vez reduce la dependencia de la red eléctrica convencional y maximiza el autoconsumo.

Además, estos datos son fundamentales para calcular el tiempo de retorno de la inversión y evaluar la viabilidad económica de la instalación. Al conocer los patrones de consumo, es posible estimar los ahorros en la factura de electricidad y determinar el período de tiempo necesario para recuperar la inversión inicial. Esto proporciona a los propietarios de viviendas información precisa para tomar decisiones informadas sobre el tamaño y la configuración de su sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta tanto sus necesidades energéticas como las condiciones económicas.

3.3.1.1. Enero

Tabla de consumo de energía del mes de enero:

	CONSUMO DIARIO [Wh]																															
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	31	
1	126	296	193	508	1111	511	511	235	348	376	226	436	282	420	796	121	100	1335	226	368	1096	207	228	247	275	172	366	306	285	305	488	
2	135	207	207	222	564	233	221	721	210	180	270	445	156	224	585	124	103	968	182	238	254	179	252	205	215	131	137	224	158	179	191	
3	359	133	187	165	135	151	182	151	156	296	172	210	137	154	378	103	119	329	154	173	173	212	196	187	168	137	133	147	152	299	128	
4	238	133	315	147	128	140	161	151	137	158	140	152	131	135	224	102	112	140	151	151	163	165	177	285	147	189	131	140	147	182	138	
5	131	130	152	135	128	133	145	277	133	152	131	142	131	131	159	102	98	159	158	151	159	165	317	298	131	159	156	140	137	149	144	
6	151	147	145	131	147	133	137	156	133	145	137	130	135	130	289	110	100	319	180	147	140	144	214	196	242	156	142	145	130	151	144	
7	147	145	128	137	147	142	137	151	142	128	147	126	147	131	196	123	98	593	161	144	135	142	166	156	228	144	142	151	128	144	156	
8	126	123	123	145	401	275	299	252	147	123	1393	1174	1227	145	142	109	100	301	166	154	137	133	161	133	149	222	126	144	144	131	247	
9	126	121	121	222	767	179	306	291	448	123	1363	747	891	432	1248	100	117	228	184	313	151	151	172	135	144	371	837	140	1202	123	257	
10	123	319	873	383	187	131	711	289	1699	333	681	872	870	751	1622	98	110	235	459	236	306	1435	224	142	362	572	957	301	1141	1082	282	
11	156	522	1169	389	130	1691	128	446	1367	466	240	215	194	268	1010	96	95	728	273	469	513	2198	1243	385	301	884	931	527	530	837	420	
12	453	494	1258	182	142	1260	124	408	674	382	151	130	179	124	154	114	95	392	158	415	588	1838	1033	868	252	282	336	574	287	978	264	
13	443	471	357	373	247	1202	168	429	452	319	144	145	158	124	490	247	95	380	200	382	518	1197	1188	313	347	340	224	268	347	324	271	
14	494	210	494	508	170	457	186	238	200	301	170	306	165	142	317	308	96	280	249	429	261	369	1010	173	383	249	124	532	530	891	466	
15	366	228	208	1066	187	252	319	289	144	1575	928	919	557	572	368	291	231	429	460	1881	154	333	616	130	1468	453	303	1160	382	369	347	
16	753	224	144	207	865	263	1867	618	131	2014	261	404	203	418	266	100	438	471	1418	1390	1306	305	446	154	2685	1276	579	471	611	121	964	
17	263	182	137	198	296	354	172	208	131	943	341	494	203	259	124	114	655	1710	1027	998	977	821	166	212	674	380	340	345	357	236	268	
18	476	179	128	180	359	362	284	312	130	348	424	364	194	193	109	130	460	1722	1120	1162	485	184	268	331	795	390	488	425	385	193	301	
19	455	182	424	180	520	926	401	522	151	541	826	411	585	476	102	322	438	1024	443	383	490	476	457	791	123	352	306	469	488	189	324	
20	565	194	373	180	147	870	152	429	149	555	338	236	625	380	224	359	551	740	2270	436	613	798	553	1734	838	427	931	445	313	259	1706	
21	1104	310	313	198	193	397	179	375	133	548	450	259	294	308	177	124	3091	653	2536	529	571	585	520	4459	1269	354	1370	520	289	455	1206	
22	616	306	459	285	126	842	361	277	184	508	324	450	166	397	107	123	3304	978	2781	502	586	464	544	1923	1099	348	1150	562	392	611	530	
23	152	184	574	1750	124	2455	2086	137	436	1138	896	453	1811	2620	103	107	3150	2728	1071	546	817	1948	1118	513	417	355	418	418	1472	553	2620	
24	126	186	751	1747	453	595	1157	135	343	1757	443	593	635	1565	105	98	1124	898	802	490	581	431	607	292	256	558	1078	460	401	525	585	

Tabla 3.2 Consumo diario en el mes de enero

3.3.1.2. Febrero

Tabla de consumo de energía del mes de febrero:

HORA	CONSUMO DIARIO [Wh]																											
	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
1	277	340	205	208	380	415	249	2165	138	194	221	264	226	1138	282	1057	490	394	401	254	245	172	177	263	135	382	102	103
2	194	182	317	170	147	147	156	158	137	163	172	149	158	184	264	333	261	233	161	189	147	166	156	144	137	158	100	116
3	151	149	243	312	158	147	142	142	142	159	144	152	152	147	261	196	177	168	303	151	154	194	145	140	154	144	102	103
4	135	145	184	212	350	158	131	277	303	138	138	152	147	158	172	191	165	147	196	147	149	273	229	137	152	133	109	95
5	128	140	159	163	250	158	131	156	200	152	158	144	145	152	180	152	149	144	154	264	130	168	240	140	145	135	238	93
6	126	161	151	151	177	296	147	133	844	138	173	151	152	154	196	156	156	140	147	221	140	142	159	238	133	131	149	96
7	126	175	147	159	189	161	151	341	149	291	186	161	142	147	163	175	161	151	147	138	130	130	152	205	131	149	105	215
8	287	383	1869	315	334	158	144	226	1363	1736	599	308	1250	137	149	308	1593	1264	1542	133	140	324	333	371	301	1360	114	156
9	184	152	917	205	154	760	394	166	1045	896	170	257	886	408	305	165	1047	1129	746	175	1017	159	303	131	415	1229	117	96
10	215	154	243	137	280	327	704	530	1852	236	466	492	1850	432	275	320	273	462	893	327	1111	275	201	231	366	222	110	98
11	322	383	418	252	424	249	588	296	432	453	310	847	782	455	434	432	249	249	485	252	1211	380	236	175	280	243	96	110
12	151	231	240	354	240	714	434	135	299	362	259	315	816	494	383	196	480	306	387	308	884	345	270	194	166	271	95	105
13	142	256	222	296	201	665	369	179	207	201	294	271	635	317	156	322	404	305	170	420	693	201	189	159	277	401	96	91
14	189	161	214	161	198	271	530	306	145	172	1253	166	263	280	149	285	315	170	138	133	175	354	142	140	326	1297	110	91
15	434	296	280	406	149	151	187	800	130	763	1386	779	165	1678	1451	319	284	669	233	133	159	541	1358	280	354	606	116	91
16	347	179	660	810	411	142	175	238	476	259	212	235	161	1384	424	550	492	574	564	137	182	166	182	467	599	333	98	100
17	333	317	380	299	424	145	156	380	294	340	191	214	166	397	348	417	368	212	217	151	175	249	261	221	320	504	93	112
18	327	532	490	315	658	210	245	156	623	301	205	572	222	301	280	576	429	357	145	147	154	252	222	396	315	354	91	102
19	224	366	2077	460	376	319	574	215	560	285	410	385	378	546	240	397	299	541	343	131	151	291	138	390	494	121	96	89
20	308	1089	1293	429	320	389	408	413	641	350	569	529	488	401	280	462	404	544	599	242	278	341	166	315	558	102	112	89
21	793	996	422	408	371	443	298	812	546	558	408	452	406	310	457	667	555	513	537	214	511	348	319	536	469	102	109	89
22	994	879	378	1026	1365	530	193	455	859	448	387	544	420	2226	476	606	585	600	492	397	578	352	704	1475	714	109	91	105
23	1153	793	410	390	2557	418	1456	1152	1129	303	3945	1349	156	3334	1360	1152	1810	1120	1545	1708	1922	4305	1906	2027	824	121	93	109
24	1759	284	956	308	1437	614	1451	305	887	1559	1951	588	264	1789	1864	1097	1285	1211	1285	1703	389	2405	2116	1159	1320	119	95	89

Tabla 3.3 Consumo diario en el mes de febrero

3.3.1.3. Marzo

Tabla de consumo de energía del mes de marzo:

	CONSUMO DIARIO [Wh]																															
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	31	
1	273	140	308	311	261	912	303	248	278	147	192	138	317	309	243	165	156	180	531	158	116	297	141	177	159	144	173	183	219	165	212	
2	134	116	282	284	128	110	279	132	192	132	140	117	165	221	135	116	113	126	249	122	125	140	116	117	114	156	114	258	146	108	140	
3	246	108	264	267	129	114	263	111	138	240	134	114	263	191	129	242	113	120	156	126	260	137	116	125	119	179	120	141	123	125	120	
4	161	110	255	257	119	123	252	113	128	138	128	128	251	192	128	129	111	123	113	125	125	134	116	125	125	165	131	129	176	122	114	
5	159	117	252	254	105	123	248	110	113	138	123	125	185	153	122	114	128	108	117	248	117	141	126	107	123	114	128	131	210	116	110	
6	141	125	263	266	105	108	258	129	113	123	138	123	149	116	122	119	240	105	123	152	110	252	132	107	245	111	111	111	132	107	119	
7	153	120	270	269	105	101	267	123	129	108	213	122	141	111	110	117	144	104	126	122	107	135	539	113	129	122	120	105	125	105	126	
8	2186	1236	206	203	120	1001	215	1419	1508	591	338	114	144	1064	345	1428	209	332	342	125	105	849	1118	113	120	125	129	1025	1055	1094	1008	
9	996	1011	170	171	233	140	168	770	1043	1077	243	138	140	917	167	738	417	284	210	291	396	338	932	215	167	221	143	761	1053	651	612	
10	275	644	162	162	336	674	159	198	717	855	276	534	450	411	327	101	236	380	345	200	341	1002	864	654	231	434	272	944	350	788	647	
11	933	354	152	153	419	866	150	164	240	362	188	1260	410	195	623	132	300	554	302	296	1038	474	165	1554	318	293	246	129	134	134	126	
12	330	218	134	134	417	701	134	228	395	863	210	1038	342	275	161	213	182	759	240	201	1268	255	140	1725	174	233	510	690	188	210	182	
13	242	107	236	234	384	143	239	1019	284	177	281	299	903	189	150	155	201	279	194	197	267	224	123	810	152	207	336	108	122	170	147	
14	101	119	237	239	122	273	236	161	156	114	120	291	338	123	222	108	161	245	213	212	294	204	126	174	134	131	146	126	104	141	330	
15	552	273	228	230	2628	329	225	368	729	111	653	198	156	1893	615	366	117	542	123	471	224	1164	567	258	236	183	1262	855	482	1136	1062	
16	173	233	215	216	354	560	212	323	368	125	266	228	155	773	206	411	140	3069	240	855	392	161	641	155	288	129	336	248	146	123	179	
17	129	158	209	209	282	317	206	308	278	225	122	207	162	113	183	342	195	194	129	165	785	111	327	152	197	167	216	144	305	153	150	
18	194	329	210	209	146	237	206	302	291	209	194	197	297	143	159	266	222	182	126	380	195	264	204	146	428	210	213	123	296	129	146	
19	360	311	222	219	303	248	218	353	192	795	257	300	281	149	224	206	236	266	123	281	221	426	413	131	450	132	275	128	249	114	144	
20	387	236	423	413	545	240	392	356	234	375	126	242	260	348	276	191	507	326	302	147	401	431	282	129	381	147	458	183	224	122	273	
21	395	384	590	581	447	486	545	350	389	507	132	504	453	353	374	219	1199	276	887	140	452	134	105	389	444	528	573	234	240	122	323	
22	534	380	609	594	537	405	600	509	441	387	470	590	516	371	432	342	156	351	531	366	465	128	113	419	1470	1302	2013	308	294	570	314	
23	1628	1593	323	321	3582	1260	312	1278	780	789	1604	579	3413	2231	795	2679	135	1203	2156	2138	1748	114	122	576	273	2691	2735	737	639	389	297	
24	332	1236	329	329	1331	374	320	834	1181	1157	357	1616	2408	1461	410	218	200	1634	249	1380	2283	1121	176	1056	293	153	924	461	849	1482	201	

Tabla 3.4 Consumo diario en el mes de marzo

3.3.1.4. Abril

Tabla de consumo de energía del mes de abril:

HORA	CONSUMO DIARIO [Wh]																													
	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
1	120	1062	195	200	152	189	962	344	174	171	347	161	234	215	281	266	221	155	195	281	216	195	215	231	188	201	282	378	237	165
2	111	111	135	141	122	126	126	189	108	123	159	132	147	122	132	116	134	110	132	189	140	120	122	161	194	134	107	212	117	116
3	227	113	134	122	236	126	125	186	107	129	114	119	249	108	120	108	123	126	129	122	147	110	123	141	209	123	108	131	111	242
4	189	126	117	116	128	116	111	176	218	132	123	111	132	107	107	105	125	126	114	117	234	108	119	257	137	111	125	131	114	170
5	135	123	110	113	123	164	111	266	182	254	125	110	129	107	105	105	126	123	111	116	135	108	107	173	129	222	126	108	128	113
6	138	129	108	114	122	212	110	185	108	161	122	108	128	111	117	225	110	111	113	131	131	122	105	135	116	186	108	108	128	129
7	126	224	107	125	113	128	117	1346	108	116	114	536	110	122	125	161	194	110	111	129	110	231	105	132	111	114	107	110	117	131
8	305	129	119	1503	297	281	572	176	107	1545	1482	1095	369	572	270	105	198	1095	699	995	993	338	111	141	1260	1029	1187	333	1496	123
9	131	122	129	863	134	108	1133	1290	180	921	897	713	276	1050	104	543	189	657	360	918	753	114	236	282	860	605	777	194	735	108
10	122	657	1400	134	114	311	756	1065	212	174	128	113	213	800	405	1197	290	719	887	590	1086	195	249	1475	203	732	800	161	242	330
11	191	1128	3788	108	195	662	197	174	483	974	186	770	207	204	308	894	704	644	168	138	147	135	408	1097	165	140	146	144	162	1172
12	1050	1104	686	105	162	396	197	240	1269	153	1385	254	135	120	308	545	1490	191	251	342	128	110	384	158	479	372	152	131	146	674
13	144	147	167	207	873	780	162	185	804	158	222	174	107	867	345	201	3854	117	564	224	108	117	377	123	117	192	155	126	1031	276
14	128	195	129	1458	893	129	117	813	234	117	117	111	138	101	101	333	1728	111	135	572	108	213	264	230	108	114	153	341	486	122
15	461	144	117	857	1146	402	789	114	111	107	564	141	429	684	233	162	696	350	363	633	252	116	221	191	587	129	126	815	168	113
16	257	138	111	233	1467	168	167	138	110	116	140	108	383	281	173	128	108	152	221	191	348	123	180	659	297	657	108	179	114	129
17	207	131	225	231	239	131	428	356	120	122	149	129	209	132	134	129	309	125	231	173	398	174	201	201	153	284	104	161	150	129
18	204	131	242	188	216	212	164	159	233	239	149	243	272	149	200	128	365	114	306	206	168	243	285	255	140	333	116	140	185	237
19	228	131	431	207	300	276	221	687	158	233	138	266	141	240	254	153	261	108	228	180	381	152	348	279	156	336	125	230	177	132
20	170	138	354	365	224	189	317	240	165	212	204	404	141	227	254	225	263	179	167	183	326	108	416	258	177	398	120	143	110	125
21	135	1532	329	288	285	156	422	140	368	261	317	468	170	236	506	131	233	210	834	174	239	309	494	870	123	333	267	285	327	110
22	249	584	336	156	267	401	506	191	468	321	393	399	258	285	128	300	365	417	341	239	339	258	293	309	296	386	657	222	272	108
23	122	1053	594	381	1176	539	2045	218	929	1565	591	1653	702	701	126	587	1140	948	875	335	1271	119	1884	348	803	443	384	272	992	203
24	246	942	390	282	1167	264	384	153	251	366	1008	297	1371	312	149	1130	929	918	1608	620	530	119	350	206	380	332	509	368	659	384

Tabla 3.5 Consumo diario en el mes de abril

3.3.1.5. Mayo

Tabla de consumo de energía del mes de junio:

	CONSUMO DIARIO [Wh]																															
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	31	
1	278	116	179	209	219	288	194	203	243	206	161	455	143	251	335	179	195	177	231	150	224	269	287	213	185	318	375	192	375	288	177	
2	119	113	111	261	254	135	239	233	147	179	122	162	113	170	173	111	138	117	150	129	146	195	270	129	135	147	132	144	215	188	129	
3	116	90	108	201	195	243	192	188	134	129	117	135	125	113	116	108	128	137	134	119	123	255	195	137	120	131	140	144	185	129	126	
4	135	92	111	128	125	195	134	137	129	122	113	131	123	108	131	111	114	128	134	122	138	162	138	137	117	125	134	144	162	143	125	
5	134	110	126	119	120	126	116	129	254	111	128	119	119	110	132	251	116	111	126	251	138	122	132	135	117	141	122	134	152	138	134	
6	110	113	126	117	131	119	113	116	150	212	123	108	164	123	107	168	135	114	141	186	260	134	123	119	131	137	113	119	149	125	137	
7	108	96	107	132	135	117	111	114	117	198	114	110	212	122	107	110	128	134	255	120	174	135	122	114	131	152	113	114	141	116	251	
8	219	92	276	540	929	287	920	219	969	977	533	308	644	119	210	1446	1562	321	1178	975	125	441	1332	282	723	1526	897	206	873	917	465	
9	357	93	320	1001	584	200	738	272	608	638	1038	272	984	173	363	854	809	242	849	1197	258	1052	899	183	542	948	1032	237	669	720	558	
10	269	113	282	740	719	162	870	335	783	681	906	311	798	338	345	143	192	320	804	344	278	710	524	129	327	342	867	345	962	1271	1229	
11	1485	107	168	140	147	164	344	281	164	171	213	179	108	266	276	132	149	281	188	185	486	272	201	239	425	140	396	332	449	312	920	
12	965	93	522	174	156	140	248	278	144	293	135	161	528	330	648	126	176	207	179	131	279	1275	432	144	300	138	228	162	380	297	209	
13	132	96	228	336	168	168	206	209	114	623	272	156	207	389	413	251	164	126	285	173	272	1578	233	123	161	135	219	183	236	302	282	
14	105	96	171	408	125	246	227	176	132	620	146	221	141	117	162	122	120	179	132	156	510	206	311	132	344	135	345	305	263	213	233	
15	99	116	792	839	569	203	263	294	690	275	459	552	134	111	320	756	1128	480	165	110	248	255	399	131	1131	122	135	239	159	321	206	
16	99	110	188	212	293	575	189	264	177	189	143	216	116	113	1169	150	216	278	183	134	1131	1295	225	128	177	837	138	216	570	789	213	
17	120	95	216	207	210	192	185	200	255	272	137	114	105	123	161	183	107	222	174	185	879	279	275	116	144	176	129	248	246	203	402	
18	116	93	191	159	149	278	207	276	222	290	135	287	116	123	219	194	141	198	309	380	192	282	158	114	149	170	126	315	290	306	404	
19	99	104	282	135	156	327	218	267	321	291	170	447	168	122	188	335	143	276	311	231	201	294	122	120	174	281	266	321	300	360	272	
20	98	114	290	143	191	236	212	260	294	480	248	300	417	108	164	360	303	291	254	168	254	306	191	141	143	188	323	330	240	479	254	
21	197	119	321	177	287	264	387	257	299	602	303	416	306	201	186	165	488	219	225	287	270	263	239	162	219	303	518	282	249	288	269	
22	162	440	165	300	285	458	288	188	303	396	527	579	366	309	282	261	258	215	156	381	189	305	224	149	284	377	495	189	369	273	311	
23	99	779	146	609	318	1203	297	1079	377	362	593	338	1376	320	399	852	156	299	422	204	216	728	243	1499	485	467	320	1151	369	629	567	
24	99	384	281	876	359	632	482	1473	222	344	1310	219	464	371	290	1398	203	366	257	134	230	1229	464	507	320	363	174	389	438	293	357	

Tabla 3.6 Consumo diario en el mes de abril

3.3.1.6. Junio

Tabla de consumo de energía del mes de junio:

HORA	CONSUMO DIARIO [Wh]																													
	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
1	176	197	299	126	98	165	180	239	266	543	125	678	158	279	284	246	269	239	161	222	264	786	1583	2450	146	485	1025	278	2534	209
2	132	137	234	125	102	131	140	128	167	198	444	245	129	156	141	156	137	150	137	165	273	177	152	662	746	171	135	141	195	116
3	249	249	206	125	120	122	137	129	150	138	129	189	132	140	128	146	134	132	233	143	192	134	119	114	185	177	227	152	141	197
4	189	194	222	114	117	122	251	123	144	131	143	162	134	137	122	146	131	132	180	137	146	131	116	114	135	147	185	147	156	186
5	122	143	144	93	101	137	186	123	251	120	155	153	257	134	189	126	243	131	138	137	140	126	122	221	170	146	140	135	156	135
6	119	123	144	209	96	137	138	141	191	119	252	147	197	135	200	131	155	129	135	135	143	114	134	186	149	143	137	120	156	135
7	125	122	141	180	104	140	138	291	144	120	207	126	264	254	135	146	312	204	134	872	284	113	131	138	119	125	135	120	258	134
8	462	281	741	126	119	555	965	1409	549	1446	152	128	1239	261	1413	920	470	366	132	675	1214	237	296	239	117	212	602	498	1355	437
9	1325	504	1340	110	116	587	1056	995	516	863	309	242	821	1077	1107	1335	240	246	908	654	993	153	350	114	120	288	1443	329	710	555
10	812	1086	944	102	96	365	482	452	317	381	291	747	368	1166	285	489	258	401	846	444	422	227	264	113	140	582	914	180	125	183
11	309	747	372	98	95	386	249	327	117	515	638	2385	1392	354	275	1425	297	797	720	140	270	180	231	114	149	537	2060	131	119	137
12	191	360	276	104	108	269	347	489	123	332	227	3057	2577	456	392	1442	285	939	488	125	239	119	225	123	1772	348	3345	129	122	131
13	179	188	251	117	116	350	180	3063	128	171	233	2043	2139	311	149	317	296	308	762	122	171	119	234	128	2430	143	1815	119	128	132
14	348	353	251	116	108	246	282	2651	128	170	783	308	152	237	251	278	195	207	191	123	128	117	236	129	587	135	291	117	131	387
15	246	729	359	99	99	2138	324	2234	228	174	180	3480	1850	1124	1626	162	402	179	548	470	125	125	239	129	3344	135	3117	117	129	4631
16	524	503	1086	99	98	2169	213	2378	3305	3051	267	2471	1454	4416	693	1098	686	846	186	1058	123	129	2136	227	2553	135	2202	3744	131	3339
17	239	164	248	113	114	206	314	860	3683	3249	218	1905	1043	1217	213	206	189	245	947	1100	132	131	2430	152	1544	134	1775	2169	230	2360
18	308	182	344	123	120	293	306	128	122	2469	173	1422	1443	273	246	147	263	300	911	1097	132	132	2366	122	1242	236	815	1913	173	1901
19	215	204	230	113	108	500	335	143	524	2022	170	447	1061	314	237	233	287	528	512	470	132	126	1167	128	389	171	1092	1773	126	1503
20	153	179	233	98	99	396	234	276	1433	458	188	438	356	425	203	330	513	453	267	1104	131	116	209	132	167	138	830	1206	122	1605
21	158	185	174	99	330	405	197	225	266	365	971	267	344	1554	254	140	339	261	467	180	126	116	173	134	132	132	266	360	3564	1119
22	245	263	143	117	485	201	2748	776	194	401	960	1313	242	170	405	257	125	143	360	428	117	210	266	131	393	243	879	321	2850	1685
23	429	2729	129	119	1446	1857	386	1271	353	134	156	1728	168	200	660	612	186	144	2321	471	350	2235	224	128	2696	3348	1205	714	2097	1593
24	257	671	131	105	887	282	318	344	2741	129	140	449	2067	1290	458	323	222	137	393	911	375	2153	860	116	1928	1760	972	2015	1676	1400

Tabla 3.7 Consumo diario en el mes de junio

3.3.1.7. Julio

Tabla de consumo de energía del mes de julio:

	CONSUMO DIARIO [Wh]																															
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	31	
1	1067	1245	1934	1137	890	1437	1623	438	1104	1140	617	1221	1085	597	1208	1511	1352	2897	129	137	125	131	2759	209	1808	738	2193	789	1161	878	1290	
2	141	252	311	209	201	126	228	135	230	162	219	425	579	167	240	1080	450	599	117	117	110	116	701	159	162	176	728	143	249	186	432	
3	141	200	204	180	159	149	206	131	144	162	168	186	212	167	161	165	147	183	116	119	111	122	140	162	159	237	156	158	254	156	167	
4	138	156	204	167	161	143	230	129	212	162	164	197	212	162	257	162	146	179	116	119	119	123	140	156	158	236	158	152	197	146	162	
5	138	153	201	263	143	122	165	126	207	161	162	194	159	159	212	158	146	177	102	119	122	122	135	248	158	165	156	152	161	144	159	
6	138	147	173	218	137	129	164	131	138	245	165	192	158	156	165	168	246	176	104	107	120	119	135	176	156	158	153	149	156	246	158	
7	137	146	170	149	126	248	146	137	135	189	141	980	293	273	801	165	209	174	102	105	119	119	137	146	152	158	143	260	152	198	164	
8	1431	138	162	639	599	1473	1139	1088	132	138	810	1080	1070	299	764	165	161	341	108	104	116	119	143	150	153	302	296	162	146	155	131	
9	1350	131	810	1118	435	743	822	1008	1266	314	1026	422	650	300	858	458	158	753	114	104	119	111	231	153	150	155	1691	1064	744	453	128	
10	476	333	983	612	269	1401	240	300	1392	1122	1739	980	849	386	657	1160	824	1566	114	116	111	108	191	633	1898	2462	1529	1910	639	981	1506	
11	383	414	1587	131	206	224	149	1181	947	1554	2355	153	1197	183	3056	1305	2706	168	114	116	105	107	1152	1119	3125	2574	2681	1311	2573	1224	1064	
12	374	707	140	137	183	131	144	1419	2037	1707	2340	125	2265	137	2592	1398	2352	119	114	116	107	108	2964	1008	3351	2541	2567	138	2252	2298	723	
13	276	2931	137	132	137	129	164	362	1584	1965	2433	1116	1971	134	1346	1572	2279	107	101	116	105	108	3030	2720	2763	2984	1829	386	2591	2435	2004	
14	3696	2397	137	132	317	129	224	125	1581	372	2343	3219	1797	122	218	551	1923	105	101	113	107	113	827	2703	2081	2367	1781	2594	2477	1797	2474	
15	792	2790	134	1707	4736	3701	2216	407	1487	131	2208	3368	1320	2337	2267	161	2885	105	101	104	116	117	116	225	2096	2045	1968	2513	2385	1745	3113	
16	152	3546	132	3564	2687	3497	3252	3857	2472	233	1932	2237	1208	3785	2255	141	1799	108	105	104	117	120	117	131	2243	2447	1701	2105	3144	1613	1664	
17	264	2055	132	3021	2136	2393	2136	2213	1251	167	2082	2322	1224	2385	1760	141	1541	119	119	105	119	120	131	134	2355	1866	1748	2009	2127	1547	1979	
18	536	1763	125	1742	2168	2168	1641	1557	1389	132	2118	2249	1403	1911	1947	144	1779	117	117	108	119	119	131	131	2618	1589	1880	1821	1341	1632	1881	
19	329	1401	162	1551	2115	2315	1026	1350	1716	128	2003	1911	1443	1568	1583	132	1734	117	117	119	119	119	222	131	2532	1626	2099	1838	1704	1776	1479	
20	1134	1677	279	1065	1848	2030	345	1410	1371	170	1857	1736	1470	1460	1466	521	1571	119	116	119	120	120	179	1530	1575	1518	2007	1709	1835	1533	1646	
21	1154	1026	1856	138	1592	249	201	1182	2018	4458	1842	1818	1323	1419	1607	2951	2319	212	108	119	116	117	132	3966	1584	1383	1727	1346	2169	1206	1514	
22	872	1151	1638	125	1481	687	657	1320	1958	3578	1445	761	1428	1370	1341	2328	3215	132	105	213	110	111	2601	3333	1511	243	1557	1388	1736	2366	864	
23	3356	3057	2378	1595	2256	1518	1812	1568	2333	2411	1580	1413	1311	2510	1794	2180	2271	126	105	177	110	198	3429	3048	1532	246	1518	1620	1643	1389	1292	
24	2384	2204	3204	1697	1628	2664	1206	1241	2876	1917	1320	950	1779	1527	1722	1887	2175	140	125	138	131	189	2672	3068	1428	281	1113	1259	1323	1049	1443	

Tabla 3.8 Consumo diario en el mes de julio

3.3.1.8. Agosto

Tabla de consumo de energía del mes de agosto:

	CONSUMO DIARIO [Wh]																														
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	31
1	1368	1595	120	102	116	137	120	117	192	132	161	114	137	113	114	728	1227	950	1298	884	981	854	807	905	738	179	1088	680	848	758	173
2	1626	303	111	104	116	107	111	119	125	113	170	114	192	107	116	167	219	498	620	141	141	176	168	228	623	180	251	209	155	168	179
3	182	218	114	114	113	108	116	119	123	116	122	117	158	116	210	159	177	188	275	173	141	281	182	239	141	167	150	171	156	162	171
4	144	167	114	116	105	107	119	119	117	116	119	116	113	116	143	153	210	170	242	146	146	228	162	170	144	161	141	165	177	179	152
5	203	161	113	116	107	108	119	119	117	120	117	114	110	116	113	156	183	170	167	149	258	195	161	168	176	162	138	164	266	153	132
6	224	158	107	116	105	111	119	119	117	117	117	116	107	116	108	155	174	162	165	182	240	176	183	183	300	161	141	164	198	138	135
7	162	369	99	114	105	119	119	110	119	119	116	108	105	113	111	239	153	158	204	152	155	162	159	165	314	170	153	161	150	132	233
8	134	489	99	110	114	117	119	110	117	116	114	104	113	104	116	207	239	155	281	134	146	158	158	162	615	807	491	252	812	249	155
9	938	102	105	101	114	119	119	108	119	117	108	102	114	102	117	156	203	1331	2241	240	144	465	267	161	2037	1389	1412	1892	1092	3407	1110
10	2237	98	113	102	116	114	117	111	117	116	105	102	114	104	117	434	453	1487	3420	894	519	2129	1935	2085	2364	2219	1161	1793	1256	2372	1106
11	2387	113	113	102	114	117	117	108	117	116	105	110	114	107	116	483	2096	2550	2358	1983	633	2252	3336	2297	2390	1854	831	1916	204	2312	1736
12	1964	201	111	110	116	117	113	117	117	116	104	116	114	114	116	1893	2598	2079	1388	2198	1343	2519	2420	2501	2465	1425	2720	1748	155	1661	1436
13	1922	164	113	198	113	116	111	116	117	117	107	116	108	116	213	2199	2142	2066	1329	824	2163	2114	2252	1913	2529	1352	2670	1706	1491	1454	1319
14	1595	111	107	164	113	177	108	116	119	111	114	114	102	114	165	2313	1842	1739	1473	150	2223	1794	1935	1944	2496	1607	1661	1644	2400	1625	1359
15	1913	104	101	119	105	164	111	204	117	108	116	116	101	116	123	2324	3284	1365	1946	138	1587	2507	1590	1937	2796	2274	2514	2030	2162	1242	1481
16	1658	101	104	117	108	120	111	165	119	111	116	113	104	114	119	2114	1880	1343	1287	123	1689	1295	1727	2469	2393	1377	3053	1401	1701	1319	1205
17	1508	99	101	107	105	120	114	123	117	110	116	104	116	110	113	2123	1454	1271	1295	122	1650	1223	1764	1577	2255	1392	1646	1727	1527	1352	2004
18	1727	113	114	105	107	119	114	120	119	108	116	105	113	105	111	1770	1611	1304	1439	228	1680	1658	1601	1533	2138	1368	1496	1455	1548	1379	1556
19	1857	113	116	107	117	119	119	120	114	110	116	104	114	105	110	1416	1689	1430	1667	186	1359	1562	1733	1503	2126	1401	1718	1619	1349	1242	1427
20	1572	113	114	105	117	113	117	119	114	114	116	111	114	104	107	1326	1625	1346	1551	138	1224	1743	1848	1329	1980	1707	1737	1677	1368	1278	294
21	1661	113	114	113	117	113	116	113	116	116	108	114	114	110	108	1278	1466	1029	1262	1832	1239	1484	1548	1229	2049	1467	1637	1700	1445	1184	963
22	2186	111	114	116	117	111	123	116	114	117	105	117	110	120	201	1301	1301	1517	1428	2162	1517	1607	1457	1572	2172	1140	2375	1215	1524	1038	1304
23	2765	98	125	114	116	119	137	128	111	140	107	116	113	135	1116	1407	1256	2684	1143	1695	1421	1769	1929	1088	1899	1140	1451	1184	1301	779	585
24	2163	119	119	138	122	131	138	185	134	132	126	122	126	137	2487	1377	1299	1355	1095	1584	1268	1515	1392	1068	1970	1019	1164	1328	1182	1293	1253

Tabla 3.9 Consumo diario en el mes de agosto

3.3.1.9. Septiembre

Tabla de consumo de energía del mes de septiembre:

HORA	CONSUMO DIARIO [Wh]																													
	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
1	471	171	158	1098	189	185	185	158	246	326	215	272	174	132	132	113	126	156	153	188	146	251	135	141	171	207	204	192	168	144
2	243	161	257	477	215	182	164	156	167	138	210	177	158	249	146	137	138	165	138	161	141	189	135	125	140	147	141	143	149	123
3	200	171	212	267	179	155	173	153	150	131	156	171	152	219	131	128	246	117	249	143	245	135	131	131	135	153	135	140	140	129
4	161	155	159	230	176	275	158	264	176	177	155	189	149	159	131	239	134	120	192	141	216	131	131	131	221	134	143	152	137	114
5	177	146	183	173	173	197	155	209	149	197	153	173	146	131	126	186	129	146	165	137	147	135	143	131	198	134	242	137	131	219
6	155	125	156	164	173	162	155	159	128	137	147	155	527	126	126	137	141	135	135	891	155	116	128	128	158	134	189	119	128	174
7	423	569	149	164	719	812	797	651	846	132	137	1565	1163	1298	1434	393	128	131	1500	1061	1482	1187	612	128	150	134	1142	774	1328	693
8	1311	1407	143	384	909	863	1178	1116	1104	129	137	786	1080	717	1176	1361	189	137	824	924	939	1386	1095	326	129	134	1026	1449	1230	1112
9	809	645	609	1343	710	582	717	579	741	171	962	260	125	119	452	623	342	381	114	183	153	362	734	231	263	134	263	821	195	623
10	146	140	1289	2568	179	132	177	129	126	168	1139	341	119	117	236	119	218	1239	125	134	147	119	185	348	171	134	131	116	141	111
11	236	188	3129	2133	966	1272	1223	909	1038	153	1065	1019	119	200	132	125	482	1496	125	131	143	125	129	272	353	134	126	233	126	110
12	269	1925	2177	1811	2964	1196	1320	966	894	480	1014	878	123	179	129	125	329	1626	126	122	137	231	126	261	1032	134	113	192	123	111
13	2241	1868	1871	1517	2678	2417	2798	1086	1187	131	1092	948	123	129	129	119	153	429	125	117	236	188	126	239	246	134	122	134	117	116
14	1973	1577	1826	1938	3176	2823	3335	3183	2208	131	761	2178	216	501	158	135	228	387	774	335	213	170	518	224	1731	134	953	614	122	150
15	1493	785	1701	1827	1649	2475	1919	1806	2133	230	1050	2642	171	564	455	209	180	2178	1871	381	315	423	570	141	650	134	1604	744	285	176
16	1274	891	1514	1740	1799	1872	2390	1934	1508	135	779	1436	501	171	149	177	140	411	644	264	296	257	215	132	281	134	449	161	165	137
17	1478	1088	1571	1526	2444	1919	2256	1628	1211	125	1007	1458	875	267	233	174	135	921	854	320	398	287	810	158	299	134	465	141	389	236
18	1346	1332	1532	1416	2658	1830	1952	1400	1073	128	687	1586	1115	336	378	171	132	351	338	279	263	318	458	198	306	134	800	261	155	135
19	1488	143	1922	1316	1643	1929	1868	1293	1118	128	408	1175	269	321	315	248	134	315	437	398	302	162	126	342	189	134	222	147	234	255
20	1341	173	1716	1331	1349	1907	1536	1145	1028	126	1709	1271	231	146	248	464	131	320	341	306	338	357	129	668	305	134	275	162	164	366
21	1196	341	1850	1007	2070	1664	1355	1082	410	126	810	1305	239	312	233	227	131	438	252	963	311	125	702	362	377	134	378	383	218	380
22	920	2982	1464	1841	1709	1757	1616	1110	872	272	1167	1427	351	443	453	114	174	260	345	1230	260	236	1284	171	347	134	299	2343	348	258
23	2163	1634	1187	1091	1104	1823	1242	1280	666	1671	1308	1014	290	338	392	152	260	236	693	377	1181	279	224	168	240	134	297	522	273	258
24	614	336	150	1179	1025	233	432	171	507	735	203	801	197	182	195	210	201	177	177	243	188	215	284	131	191	299	270	327	239	257

Tabla 3.10 Consumo diario en el mes de septiembre

3.3.1.10. Octubre

Tabla de consumo de energía del mes de octubre:

	CONSUMO DIARIO [Wh]																														
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	31
1	183	258	168	264	153	147	168	186	243	711	218	189	174	209	240	171	135	377	377	165	192	149	155	198	149	162	288	219	330	224	209
2	116	189	147	182	159	273	158	117	191	176	218	135	134	135	203	146	120	363	216	128	113	147	183	128	138	269	216	207	143	213	206
3	129	168	128	140	137	189	149	119	156	179	176	125	131	113	224	120	116	360	162	129	128	162	237	146	260	204	204	140	128	209	198
4	219	146	137	153	137	146	122	128	126	158	131	116	126	113	192	117	129	359	164	132	126	125	188	116	188	162	177	137	128	207	185
5	188	143	252	129	120	141	119	132	120	143	125	116	113	254	123	131	129	360	134	156	114	125	155	105	135	251	182	134	140	296	186
6	129	143	221	125	188	138	116	258	116	267	137	131	218	233	122	128	128	377	132	237	107	123	149	105	353	231	323	126	159	221	183
7	114	158	1601	1032	428	465	608	156	288	983	1341	153	404	690	134	126	306	369	369	429	801	140	150	938	258	402	497	119	134	483	624
8	111	111	1062	783	581	465	641	116	242	959	1013	135	318	599	135	170	822	261	501	282	1178	345	171	1031	383	375	1404	257	126	317	384
9	165	230	255	686	243	120	207	216	248	668	113	309	119	266	2025	1128	327	215	146	191	653	312	380	960	488	267	981	330	545	192	218
10	173	332	120	146	239	105	137	410	477	159	111	1406	149	107	1062	1629	732	210	119	191	122	677	1592	224	209	210	287	284	1164	321	321
11	257	140	114	248	219	218	134	305	351	164	117	935	213	108	401	3218	129	203	246	129	234	662	1176	105	134	207	315	326	1155	306	269
12	542	162	114	185	230	189	126	567	302	173	237	567	128	114	150	786	108	198	125	122	138	569	869	113	132	209	147	354	471	195	197
13	240	1062	120	131	237	135	134	290	252	177	182	348	126	239	521	462	105	258	125	102	111	296	146	122	132	243	149	333	234	480	194
14	249	1877	366	680	243	161	174	1263	1119	993	161	129	171	641	504	179	401	248	225	128	122	206	141	122	153	374	146	276	209	1002	192
15	195	188	660	1419	198	623	141	173	702	788	446	126	482	444	233	176	605	228	434	696	171	201	815	488	983	1577	141	224	192	818	510
16	188	194	279	188	300	147	137	273	245	228	338	111	110	143	186	176	135	221	168	126	155	200	822	129	336	234	141	222	1029	228	239
17	183	330	306	279	189	125	140	402	272	467	317	111	110	230	180	150	222	231	174	131	107	198	246	251	311	225	143	221	230	239	299
18	182	396	284	293	138	137	138	258	441	435	363	374	123	381	176	177	318	287	195	173	243	273	312	279	264	255	141	213	261	414	323
19	179	312	257	396	135	213	377	149	273	324	252	566	123	341	233	672	626	404	276	108	419	602	347	495	299	416	138	287	453	348	398
20	170	434	308	212	132	207	516	140	269	158	188	414	111	123	857	797	182	608	240	105	321	506	384	371	308	467	138	545	401	455	345
21	153	470	936	465	332	210	378	135	1152	162	278	386	260	224	624	558	333	623	579	164	174	366	506	321	390	456	213	449	549	1485	714
22	146	1884	813	365	383	584	806	209	569	443	116	404	440	1367	381	471	549	600	533	620	147	416	438	990	578	491	408	308	521	2270	1185
23	224	2109	2291	383	2258	1106	317	1308	873	1136	225	435	290	242	381	290	239	447	1499	272	249	374	293	1224	1482	1295	326	353	1301	1013	806
24	236	425	762	729	264	741	720	239	758	779	215	185	212	326	147	285	204	405	405	846	213	315	207	180	837	848	827	783	995	641	249

Tabla 3.11 Consumo diario en el mes de octubre

3.3.1.11. Noviembre

Tabla de consumo de energía del mes de noviembre:

HORA	CONSUMO DIARIO [Wh]																													
	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
1	201	168	138	86	80	126	225	126	116	263	429	282	240	336	323	177	228	213	789	113	180	104	104	113	104	110	123	158	141	156
2	143	125	138	86	96	113	131	126	128	195	258	174	257	224	255	150	227	135	131	123	110	213	104	104	113	102	138	149	147	153
3	140	125	137	98	93	111	123	246	150	140	128	129	153	168	198	149	221	123	117	129	107	167	105	102	120	102	135	131	165	167
4	144	152	132	98	84	117	125	174	282	114	125	126	186	152	221	158	263	116	117	119	108	110	224	104	105	104	150	146	134	128
5	125	132	255	210	78	126	108	117	158	156	137	132	194	149	192	140	330	117	119	111	122	107	150	122	102	116	258	237	125	125
6	123	350	365	102	77	333	317	287	119	134	122	158	390	275	372	417	542	245	129	107	120	114	104	459	101	116	150	371	320	317
7	393	350	477	99	189	422	392	398	132	468	129	131	701	638	450	381	689	195	129	104	105	119	114	692	101	99	816	437	332	491
8	293	719	275	98	150	290	1496	444	126	434	224	399	1211	434	387	530	132	119	257	123	102	105	117	998	117	99	1815	431	938	381
9	359	555	215	92	81	246	963	107	665	419	401	1164	966	122	377	320	125	138	150	122	102	102	104	740	114	99	1166	263	543	192
10	297	272	198	80	78	240	263	140	218	227	518	851	393	128	390	218	114	221	116	105	105	101	99	440	201	99	200	126	387	224
11	302	209	188	84	80	180	192	117	188	197	288	344	206	132	423	215	113	344	129	104	119	102	99	344	129	116	209	134	195	143
12	258	207	186	87	96	248	200	120	197	185	308	281	194	129	254	215	111	402	126	104	113	120	110	354	114	216	209	135	209	134
13	314	203	189	95	95	138	200	128	825	326	318	390	186	263	221	207	122	233	108	116	102	111	119	369	120	126	191	135	213	120
14	693	411	215	95	80	117	360	111	675	507	365	591	354	176	218	194	126	111	107	122	101	101	108	518	107	116	192	132	224	786
15	320	207	875	92	78	125	321	678	530	515	213	956	555	318	1449	438	405	153	108	111	101	101	99	915	102	119	540	1004	623	825
16	312	327	350	80	78	113	225	392	443	506	207	360	453	231	384	218	333	309	125	104	120	102	102	516	102	107	422	339	315	284
17	281	294	1353	80	78	104	204	380	374	411	218	291	354	440	311	458	398	146	128	107	120	122	104	575	105	101	437	236	462	348
18	251	456	1101	78	93	191	294	309	495	495	228	371	437	368	471	260	468	510	117	105	108	114	117	695	120	101	498	494	543	470
19	572	338	372	86	207	344	311	263	572	498	552	551	276	359	699	192	350	273	108	123	102	102	119	659	114	104	587	387	446	398
20	570	335	104	95	732	422	362	255	534	435	545	558	287	297	621	555	248	366	108	122	104	101	102	761	101	471	660	240	677	369
21	1230	501	104	93	771	902	798	464	582	1095	477	731	842	1379	879	2103	305	230	117	105	114	102	657	1155	102	645	816	336	672	555
22	1616	1016	102	78	528	342	1515	2118	1608	1286	1002	4241	1370	2382	2072	1490	275	197	477	105	120	113	189	2148	101	2132	623	1748	1397	564
23	881	1082	87	77	354	219	221	990	984	989	498	1304	965	3069	1028	1943	272	791	177	105	110	120	731	1313	111	533	360	1002	741	699
24	327	278	749	86	80	185	156	128	213	284	299	174	248	353	855	234	290	222	219	114	215	104	105	597	105	119	183	198	677	762

Tabla 3.12 Consumo diario en el mes de noviembre

3.3.1.12. Diciembre

Tabla de consumo de energía del mes de diciembre:

	CONSUMO DIARIO [Wh]																															
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	31	
1	185	131	140	209	183	177	176	255	209	179	255	300	192	417	189	191	135	251	335	150	156	144	135	164	143	236	135	126	173	477	102	
2	168	110	251	155	158	135	116	224	408	179	308	186	188	311	182	146	132	179	275	161	123	174	125	153	158	114	120	119	119	125	102	
3	135	135	162	150	144	261	135	146	203	203	215	122	171	149	135	150	129	135	197	278	122	144	128	143	257	122	116	117	117	123	102	
4	134	122	140	165	137	137	128	147	239	162	164	164	114	146	134	155	140	129	156	155	126	135	131	132	129	126	116	197	116	122	102	
5	119	126	147	164	114	135	173	159	287	144	116	129	113	143	131	144	146	119	155	152	246	128	129	131	128	123	114	194	117	162	105	
6	108	114	134	152	114	120	212	128	267	146	114	902	1073	359	852	365	113	114	419	357	398	326	447	129	126	119	114	186	156	129	113	
7	711	620	149	138	354	110	1410	116	1802	159	126	1074	881	249	1800	512	123	116	300	324	281	647	222	551	126	204	1037	123	231	300	113	
8	1245	279	120	173	221	306	1125	116	1092	350	416	956	869	710	885	540	326	1058	348	453	489	663	284	1146	1181	309	756	312	600	1628	105	
9	1050	117	1337	398	207	396	110	129	278	1943	1482	231	120	200	138	446	249	978	126	332	168	135	317	845	1173	380	857	261	627	1410	99	
10	240	126	1185	347	189	504	114	311	134	728	830	158	188	146	138	207	216	744	116	321	132	137	344	378	255	551	573	282	941	272	96	
11	135	117	284	312	162	282	128	449	122	939	248	150	339	144	137	143	221	324	116	218	135	129	333	267	539	543	135	168	1328	170	96	
12	132	107	189	338	174	155	119	260	185	399	500	149	255	144	135	138	464	365	113	224	122	128	302	326	380	570	165	209	461	209	95	
13	111	200	230	258	293	185	108	305	203	359	309	135	225	144	125	149	515	218	120	225	116	138	237	546	308	585	318	230	263	117	200	
14	108	171	861	152	254	165	149	156	161	1380	422	152	225	167	251	210	444	740	278	228	116	138	132	509	122	201	212	197	399	116	170	
15	113	1062	770	140	122	171	249	108	471	714	1076	890	1137	270	369	1472	492	1212	624	761	497	704	431	690	125	111	135	237	138	114	104	
16	126	234	335	137	134	159	143	108	204	215	141	371	401	150	171	387	639	449	351	312	375	395	293	410	122	113	134	230	135	107	98	
17	122	366	293	329	333	257	114	140	216	327	249	524	398	168	153	354	393	465	378	236	402	350	347	431	135	132	129	210	122	102	96	
18	273	512	741	726	636	288	105	308	548	383	380	738	510	153	149	383	327	432	737	290	375	336	603	513	216	270	126	306	123	99	96	
19	549	546	681	618	1317	330	213	486	818	288	455	1062	684	234	246	335	464	467	704	518	252	569	606	692	125	452	291	263	122	101	95	
20	483	567	551	377	300	653	426	461	719	294	368	533	581	494	395	354	402	191	710	386	185	455	896	659	122	437	248	219	468	122	104	
21	594	300	423	449	264	630	755	414	606	617	782	581	617	560	479	438	534	135	806	203	129	306	459	120	120	539	231	371	1179	129	132	
22	426	246	230	1620	117	768	1655	1476	1505	671	887	525	587	561	590	1235	441	662	1878	1962	1425	1721	135	131	174	410	456	458	534	116	132	
23	339	236	281	1230	110	404	341	602	371	363	929	258	257	327	431	839	372	564	1088	1448	383	1212	174	129	500	434	450	447	416	116	122	
24	200	195	246	365	267	198	318	275	261	354	254	314	200	291	191	209	545	390	284	279	942	210	252	231	129	531	251	434	305	456	107	

Tabla 3.13 Consumo diario en el mes de diciembre

3.3.2. CONCLUSIONES

El estudio del consumo de la vivienda se ha realizado utilizando la base de datos anual del consumo horario en el año 2019, obtenida a través del contador en la página web del distribuidor de energía. A partir de los datos reales disponibles a nivel horario, se ha calculado el consumo promedio diario por estaciones para modelar el patrón de consumo eléctrico a lo largo del día. Estas curvas de consumo horario se muestran en la Figura 3.17, proporcionando una representación visual del perfil de consumo eléctrico de la vivienda.

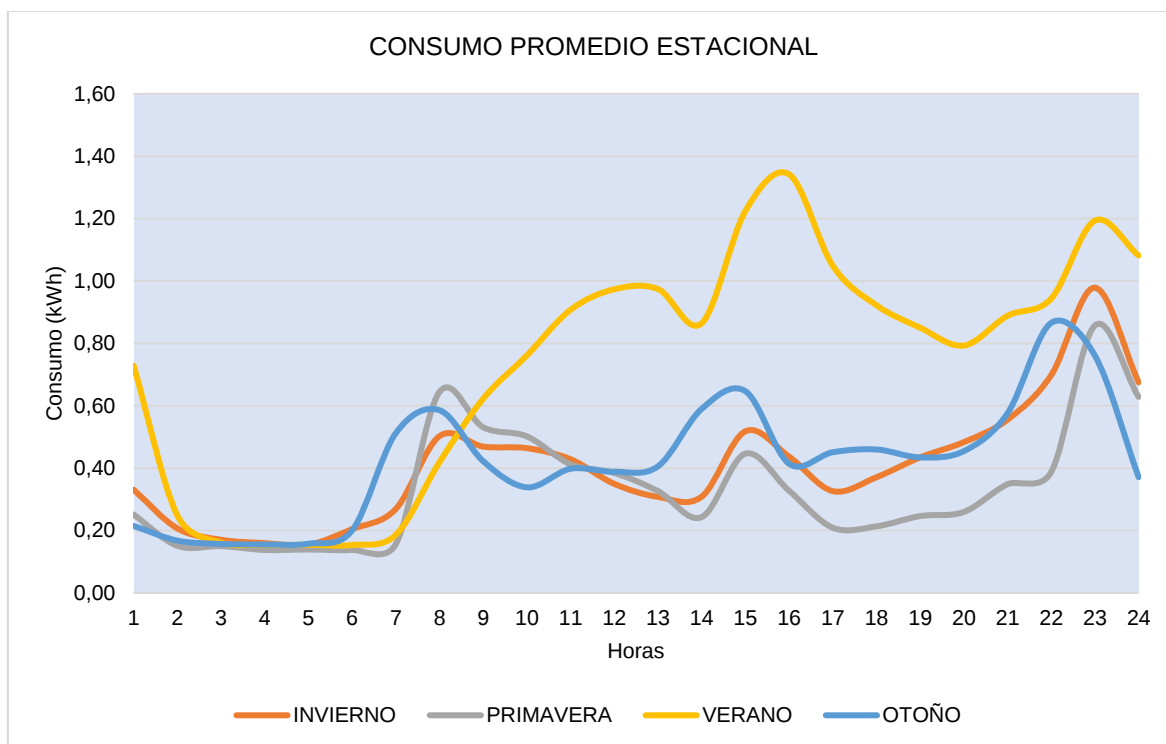


Figura 3.17 Consumo promedio diario de la vivienda por estaciones. Elaboración propia.

En la Figura 3.17, se observa que las curvas correspondientes al día promedio de las estaciones de invierno, primavera y otoño tienen una forma similar a lo largo del año.

Los patrones de consumo revelan que en la vivienda se observa un pico de consumo por la mañana alrededor de las 8:00 a.m., durante la hora del desayuno. Similarmente, durante la hora del almuerzo, entre las 14:00 y las 15:00 horas, se registra otro pico de consumo, coincidiendo con la preparación de alimentos y el uso de electrodomésticos. Se puede apreciar una situación similar entre las 22:00 y las 23:00 horas, cuando se realizan tareas domésticas y se aprovecha la tarifa de discriminación horaria, como poner la lavadora y el lavavajillas.

Durante los meses de verano, se observa un aumento en el consumo de energía por la tarde, alrededor de las 16:00 horas, principalmente debido al uso de aires acondicionados. Es importante destacar que el consumo en general, especialmente en el mes de julio, es más elevado debido al período vacacional y la mayor ocupación de la vivienda.

En valor acumulado, la estación que menos demanda energética tiene es la primavera con 8.09 kWh diarios, mientras que la más demandante es el verano con 17.60 kWh.

En la Figura 3.18 se muestra el consumo medio diario de los distintos meses. Como se puede observar, el mayor consumo se da en julio con una demanda de 23.14 kWh, mientras que el mínimo se da en mayo con 7.22 kWh.

De este modo se concluye que la Sin embargo, la demanda sufre una gran variabilidad a lo largo del año, desde los 11,40 kWh diarios de promedio, a los 23.14 kWh diarios del mes de julio que representa una variabilidad del 102.87% respecto a la media.

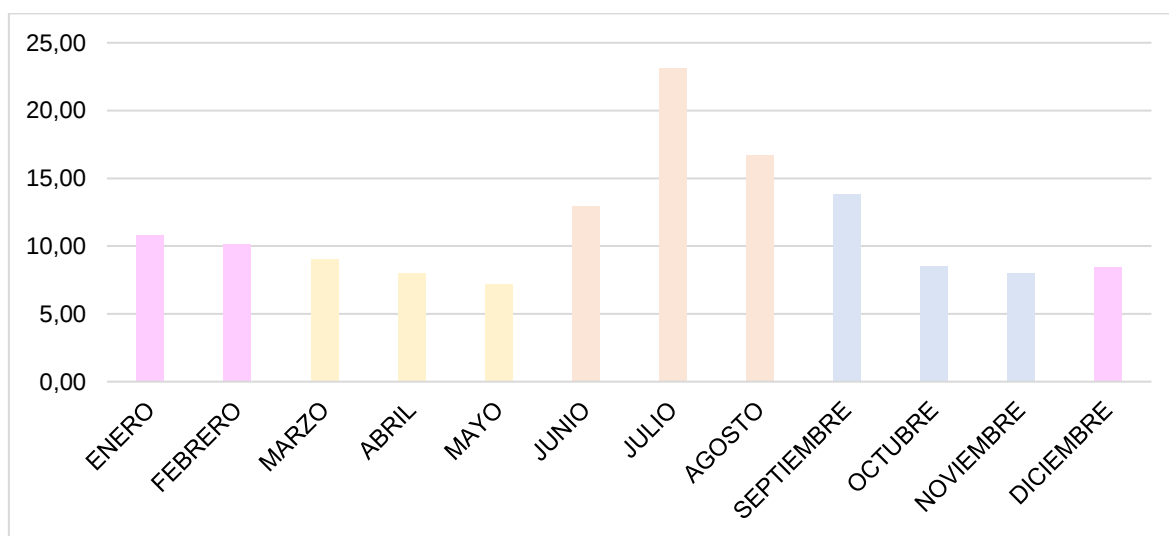


Figura 3.18 Consumo promedio diario de los distintos meses. Elaboración propia

3.4. ANEXO D: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

ÍNDICE

3.4.1. INTRODUCCIÓN	67
3.4.2. CRITERIOS DE DISEÑO	67
3.4.3. BASES DE CÁLCULO DE PRODUCCIÓN	69
3.4.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES..	71
3.4.5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	76
3.4.6. RESULTADOS DE PVSYST	79

3.4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se describen los distintos componentes que conforman la instalación fotovoltaica, así como la selección de dispositivos basada en un análisis de mercado realizado entre diversos distribuidores minoristas. Se verifica la compatibilidad eléctrica entre los módulos y el inversor seleccionados, y se define su ubicación en el sistema. Además, se estiman los metrajes y las secciones del cableado requerido, junto con las medidas de protección eléctrica necesarias para la instalación.

3.4.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Después de completar los estudios de ubicación y demanda energética de la vivienda, se presentan varias configuraciones preliminares en términos de superficie disponible y orientación de los módulos fotovoltaicos.

- Superficie disponible:
 - 1) Asumir sombra durante todo el año y maximizar la superficie.
 - 2) No tener sombra durante los meses que más se produce (marzo-septiembre) disminuyendo la superficie.
 - 3) No tener sombra en ningún momento a lo largo del año.
- Orientación:
 - 1) Noreste: Se genera más energía por la mañana.
 - 2) Suroeste: Se genera más energía por la tarde.
 - 3) Ambas: Permite tener una producción de energía más uniforme.

Antes de proceder con las simulaciones en PVSyst, es importante realizar una estimación preliminar del número de módulos necesarios para satisfacer la demanda energética. Para este propósito, se ha considerado el uso de los módulos Longi Solar de 400 Wp. Utilizando la herramienta PVGIS, se puede obtener una estimación de la generación de X módulos en una ubicación específica con una inclinación y orientación determinadas. La curva de generación resultante para un solo módulo en la ubicación seleccionada se muestra en la Figura 3.19.

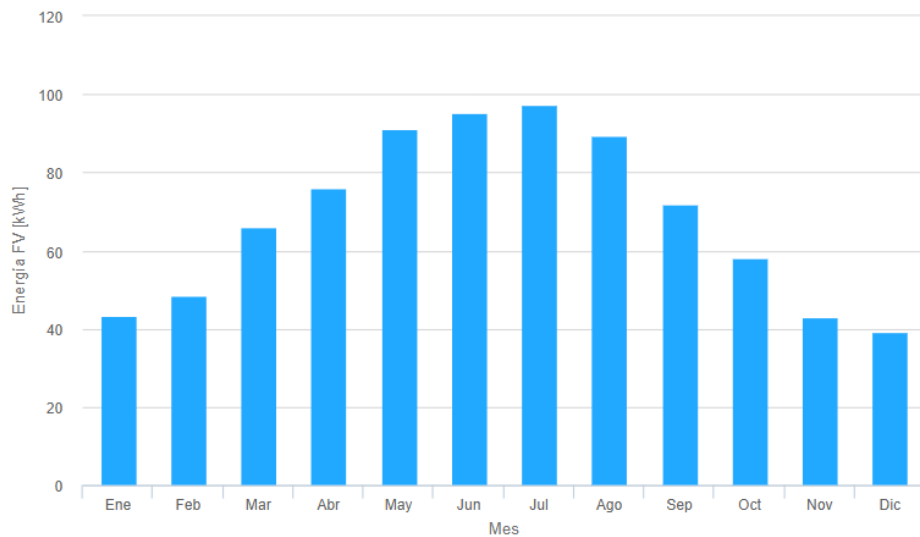


Figura 3.19 Producción mensual (3).

En la Tabla 3.14 se detalla cuantitativamente en la primera columna los valores obtenidos del consumo mensual, mientras que en la segunda columna se muestra la generación media de un módulo en la instalación propuesta, es decir, recoge los valores expuestos en el diagrama de barras de la Figura 3.19. Finalmente, se muestra en la tercera columna el número de módulos necesarios que harían falta para satisfacer toda la demanda energética, obtenidos como el cociente de las dos anteriores columnas.

Mes	Consumo Diario (kWh)	Generación Media (kWh)	Módulos necesarios
Enero	12,39	1,02	13,00
Febrero	11,61	1,26	10,00
Marzo	12,04	1,55	8,00
Abril	10,69	1,84	6,00
Mayo	9,63	2,14	5,00
Junio	17,22	2,31	8,00
Julio	30,85	2,28	14,00
Agosto	22,33	2,09	11,00
Septiembre	18,46	1,74	11,00
Octubre	11,33	1,37	9,00
Noviembre	10,71	1,04	11,00
Diciembre	11,22	0,92	13,00

Tabla 3.14 Consumo y producción media diaria de cada mes. Elaboración propia.

El cálculo anterior no es del todo riguroso para instalaciones conectadas a red, puesto que se está realizando solo en base a datos promedios y no horarios, y además se sobredimensiona el sistema al considerar que todo el consumo eléctrico de la vivienda debe ser cubierto con generación fotovoltaica, lo cual no es posible en cómputo instantáneo sin mecanismos de acumulación o gestión de la demanda. Sin embargo, sirve para hacernos una idea de las dimensiones del prediseño.

Como criterio del prediseño, se opta que la potencia de la instalación sea tal que cubra el consumo del mes en el cual se necesite un número de módulos promedio (8 módulos para el mes de marzo, ya que es el mes que menor relación consumo/generación tiene). Esta decisión se toma dado que, si se instalase una potencia más elevada, habría un excedente de energía considerable. Este excedente se estaría vertiendo a la red eléctrica sin retribución económica, puesto que ya se habría compensado la parte variable de la factura.

A pesar de esta estimación inicial, en apartados posteriores el número de módulos puede variar ya que, si se profundiza sobre la curva de consumo, y se realiza un balance de energía consumida y generada, pueden encontrarse excesos o defectos de energía. Este cálculo inicial es orientativo para conocer la relación entre la superficie necesaria para ubicar el generador y el área disponible.

Cada módulo tiene una superficie de casi 2 m², por lo que se requerirían 16 m² en el tejado. Como la opción de diseño que permite no tener sombras a lo largo del año tiene 108 m² de superficie, se elige esa configuración para maximizar la producción.

La instalación se dividirá en las dos orientaciones para tener una generación homogénea de energía durante el día, puesto que como se ha visto, el consumo de la vivienda permanece prácticamente constante durante las horas en las cuales se genera energía con la fotovoltaica y no hay ningún pico de demanda a satisfacer.

3.4.3. BASES DE CÁLCULO DE PRODUCCIÓN

La simulación de la instalación se ha realizado mediante un programa de reconocida reputación y amplia utilización por parte de las ingenierías del sector fotovoltaico (PVSYST). Este programanos permite extraer los resultados de la simulación en cualquier instante y durante todo el año.

Los resultados extraídos son de gran precisión y gran ayuda a la hora de poder realizar el estudio económico adecuado. A continuación, se muestran los parámetros básicos para la elaboración de la simulación.

3.4.3.1. PARÁMETROS PRINCIPALES DE LA SIMULACIÓN

Estos son los parámetros principales de la simulación para obtener los valores de producción:

PARÁMETROS PRINCIPALES				
Sombras próximas	No existen	Tipo sistema	Conexión a red	
Orientación del campo 1	Inclinación	11°	Orientación	38°
Módulos FV 1	Modelo	LR5-54HIB-400M	Pot. Nominal	400 Wp
Campo FV 1	Nº módulos		4	Pot. Nom. total 1.600 Wp
Orientación del campo 2	Inclinación	11°	Orientación	-144°
Módulos FV 2	Modelo	LR5-54HIB-400M	Pot. Nominal	400 Wp
Campo FV 2	Nº módulos		4	Pot. Nom. total 1.600 Wp
Inversor 1	Unidades: 1	CSI-5KTL1P-GI-FL	Pot. Nominal	5 kW

3.4.3.2. RESULTADOS OBTENIDOS. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Los resultados obtenidos son los siguientes:

RESULTADOS PRINCIPALES OBTENIDOS				
Producción del sistema	Energía producida:	4.936 kWh/año	Específica:	1.543 kWh/kWp/año

En la Figura 3.20 se indican las producciones, pérdidas en el campo fotovoltaico y perdidas en el sistema por kWp instalados:

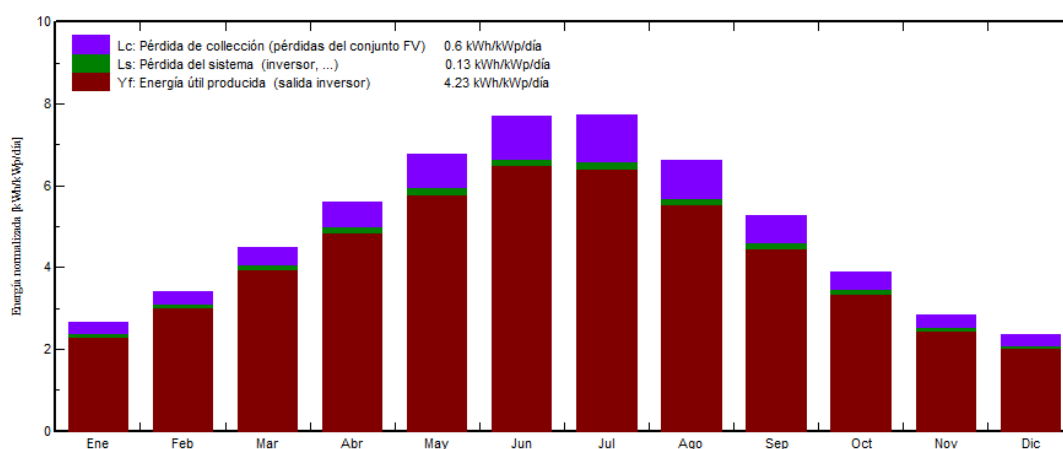


Figura 3.20 Gráfico de producciones, perdidas en el campo y en el sistema per kWp instalados

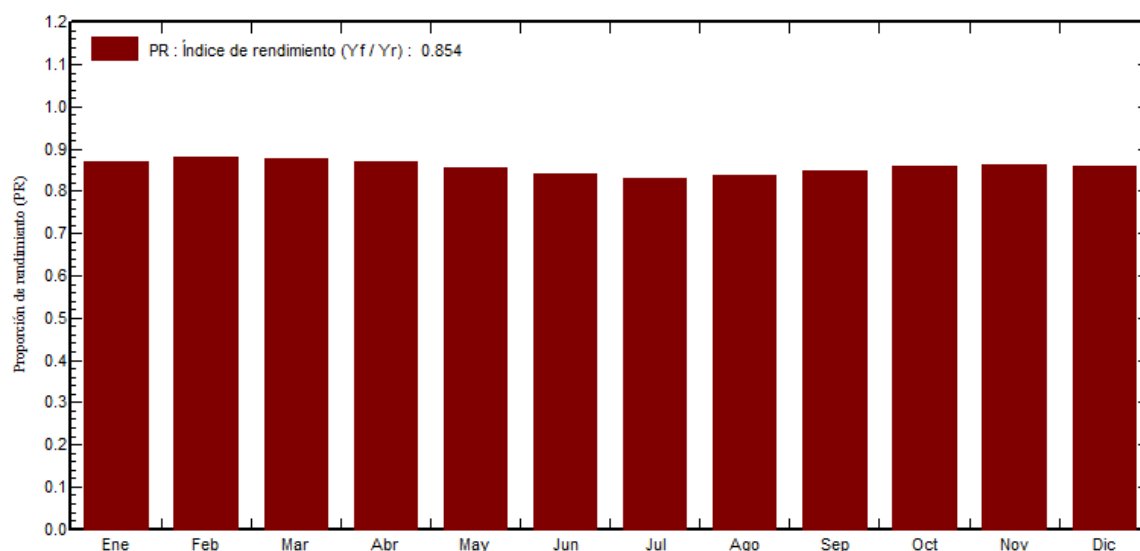


Figura 3.21 Gráfico del índice de rendimiento PR

3.4.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

3.4.4.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES

3.4.4.1.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO

El módulo escogido es del fabricante Longi Solar, y el modelo es el LR5-54HIB-400M, con una potencia de 400 Wp con tecnología Si-Mono que utiliza células solares de silicio monocristalino. Este módulo cumple con todas las especificaciones de calidad y seguridad requeridas a los módulos fotovoltaicos destinados a aplicaciones de conexión a la red.

El campo fotovoltaico estará formado por 8 módulos, una potencia pico en condiciones standard total de 3,20 kWp. La distribución de los módulos y del inversor vienen definidos a los planos adjuntos.

CONFIGURACIÓN DE LOS ELEMENTOS CAPTADORES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA			
MODELO	Nº	POTENCIA PICO DEL MÓDULO	POTENCIA TOTAL DE LA PLANTA
LR5-72HIH-550M G2	8	400 Wp	3,20 kWp

Tabla 3.15 Configuración de los elementos captadores de la planta fotovoltaica

3.4.4.1.2. INVERSOR FOTOVOLTAICO

El inversor escogido es del fabricante Canadian Solar Inc., el modelo CSI-5KTL1P-GI-FL, con una potencia de 5 kW, limitado electrónicamente a 3,50 kW.

El inversor permitirá al campo de módulos operar en sincronismo con la red eléctrica, tanto en voltaje como en frecuencia. Las funciones básicas que realiza este elemento serán las siguientes:

- Realizar la transformación de la corriente generada por el campo fotovoltaico (corriente continua) en corriente aprovechable para la red eléctrica (corriente alterna).
- Proteger las instalaciones eléctricas en ambos lados de la conexión mediante sistemas de seguridad y control.

Para el sistema inversor, se propone la instalación de un equipo del fabricante Canadian Solar Inc. Este equipo está diseñado para trabajar exclusivamente en paralelo con la red eléctrica.

El inversor se instala protegido de la lluvia y del resto de adversidades climáticas. El cableado de corriente continua de los módulos hasta el inversor se canaliza correctamente y cumple con la normativa. El cableado de corriente alterna del inversor hasta el cuadro general de protecciones, está realizado mediante una canalización destinada a tal efecto.

El inversor, tal y como especifica la normativa, incluye un sistema de control de máxima y mínima tensión, y de máxima y mínima frecuencia. Para su configuración de control y mantenimiento, incorpora una conexión remota a través de internet que proporciona información del sistema, así como avisos y cambios de estado del mismo.

Las características básicas del inversor utilizado son las siguientes:

INVERSOR	CSI-5KTL1P-GI-FL
Altura	563 mm
Anchura	310 mm
Profundidad	219 mm
Consumo propio	< 1 W
Eficiencia energética	Máxima 98,7%

INVERSOR	CSI-5KTL1P-GI-FL
Grado de protección	IP 65
Cond. Ambientales: Temperatura	-25 °C / +60 °C
Cond. Ambientales: Humedad	0% / 100%
Aislamiento galvánico	NO
Protección contra sobretensiones	DC y AC

Tabla 3.16 Características del inversor.

3.4.4.1.3. FACTOR DE POTENCIA

Dado que el factor de potencia de la energía suministrada a la red de la empresa distribuidora debe ser lo más próximo a la unidad, y en todo caso, superior a 0,98 cuando la instalación trabaje a potencias superiores al 25% de su potencia nominal, exponemos la potencia contratada actual del suministro y la potencia nominal del equipo inversor instalado. En cualquier caso, el factor de potencia del inversor es próximo a 1.

POTENCIAS	
Contratada	4,1 kW
Instalada	3,2 kW

Tabla 3.17 Potencias contratada e instalada.

3.4.4.1.4. SISTEMA DE FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS

Se utiliza un sistema de fijación formado por perfiles y piezas de unión de aluminio especialmente diseñado para instalaciones fotovoltaicas para poder asegurar un correcto anclaje a la cubierta de la vivienda sin añadir inclinación adicional. Este sistema asegura el cumplimiento de los requerimientos de esfuerzos estáticos por normativa de sobrecarga de viento y nieve a la zona, definidos por el Código Técnico de la Edificación y los Códigos Europeos EN sobre acciones de carga de viento y nieve en estructuras.

Los tornillos utilizados serán de acero inoxidable para obtener un buen contacto entre las diferentes estructuras, por seguridad en frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador o efectos inducidos por descargas atmosféricas.

En los planos correspondientes se puede ver la implementación en el edificio.

3.4.4.1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE INTERCONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

Para la protección del sistema completo, se propone la conexión de un cuadro de protección de la instalación de generación, al cuadro general de protección de baja tensión existente en la instalación eléctrica de la vivienda, aguas abajo del ICP.

Para la protección contra sobreintensidades se ha previsto un magnetotérmico de intensidad inferior a la máxima permitida por el cable, de acuerdo con las Instrucciones ITC BT 06, ITC BT 07 y ITC BT 19 según corresponda. Los valores elegidos se pueden comprobar en los esquemas.

Para la protección contra contactos indirectos existen diferenciales con sensibilidad que aseguran la protección de las personas, de acuerdo con la ITC BT-24.

Para la protección contra contactos directos, se evitará la accesibilidad a partes activas de la instalación por medio de barreras o envolventes, según ITC BT-24.

Para la protección de locales húmedos y mojados, se han montado las canalizaciones en tubo rígido y aislamientos necesarios, de acuerdo con la ITC BT-30.

3.4.4.1.6. SISTEMA DC

Cada uno de los sub-strings de los diferentes módulos en serie irán conectados al inversor, tal y como se muestra en los planos. Este inversor dispondrá de un interruptor seccionador para desconectar los strings del sistema.

Además de las protecciones que se han comentado, le inversor dispone de protecciones contra polarización inversa, mediante diodos de cortocircuito, y varistores para las sobretensiones.

En el esquema unifilar, se muestra los dispositivos y las conexiones del circuito DC.

3.4.4.1.7. SISTEMA AC

La salida del inversor irá a un pequeño cuadro donde se protegerá la línea mediante un interruptor magnetotérmico seccionador y un diferencial para evitar posibles fugas en la línea. El inversor dispone de protección contra sobretensiones también en el sentido de alterna.

Además, el inversor dispone de protecciones contra sobretensiones transitorias, vigilancia de la frecuencia de la red y un sistema electrónico equivalente a la separación galvánica entre el circuito de continua y el circuito de alterna.

3.4.4.1.8. PUESTA A TIERRA

Las características de la puesta a tierra del conjunto de la instalación se realizan siguiendo las Instrucciones técnicas complementarias ITC BT 18 y ITC BT 40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La primera nos indica que todas las partes metálicas de la instalación tendrán que ser conectadas a tierra para evitar que un defecto de aislamiento de la instalación pueda afectar a la seguridad de las personas en caso de contacto con la parte metálica de la instalación.

La instrucción ITC BT 40 indica que las masas de la instalación deberán estar conectadas a una tierra independiente del que incorpora el neutro de la red de distribución.

La parte de la instalación que trabaja en sistema AC, se conecta a la tierra del mismo edificio, no siendo necesario una tierra independiente y exclusiva para esta parte, así como al resto de la instalación que utiliza el sistema DC.

Por último, tal y como indica la ITC BT 40 se tendrá de garantizar que los diferentes sistemas de tierra no se acoplen en caso de defecto de tierra en alguna parte de la instalación, para evitar así posibles tensiones de defecto en el resto de las redes de tierra. Para su cumplimiento se seguirán las premisas descritas en la guía de aplicación del REBT en el apartado 10 de la ITC BT 40.

3.4.4.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDA PARA EL SEGUIMIENTO DE PRODUCCIONES

3.4.4.2.1. CONTADOR

El contador en el punto de frontera a utilizar es existente y cumple con las características indicadas en el Real Decreto 1110/2007, siendo bidireccional.

3.4.5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.4.5.1. JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE CIRCUITOS

Se aplica la siguiente expresión para calcular la caída de tensión en la parte continua:

$$\varepsilon_{CC} = \frac{L \cdot I_S}{K \cdot S \cdot U_S} \quad (1)$$

Donde:

L es la longitud del cableado positivo y negativo (m)

I_S es la intensidad que circula por el string determinado (A)

K es la conductividad (m/Ω·mm²)

S es la sección del cableado (mm²)

U_S es la tensión del string (V)

Para calcular la caída de tensión en la parte alterna se utiliza la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_{CA} = \frac{2 \cdot L \cdot I_L}{K \cdot S \cdot U_L} \quad (2)$$

Donde:

L es la longitud del cableado en alterna (m)

I_L es la intensidad que circula por el string determinado (A)

K es la conductividad (m/Ω·mm²)

S es la sección del cableado (mm²)

U_L es la tensión del string (V)

3.4.5.2. CÁLCULOS Y TENSIONES DE TRABAJO

A continuación, se adjuntan los cálculos eléctricos realizados utilizando las fórmulas que se han observado anteriormente.

Por parte continua de paneles al inversor:

Inversor	Línea DC	Longitud (m)	Módulos Paralelo	Módulos Serie	Módulos Total	Imp A	Vmpp V	Potencia Wp	Cdt %	St mm ²	Sr mm ²	dV %	dV V
I1	1	30	1	4	4	13,72	37,68	5680	2	1,30	4	0,65	2,70
I1	2	30	1	4	4	13,72	37,68	4540	2	1,79	4	0,90	2,70
PÉRDIDAS EN DC:												0,90 %	

Por parte alterna del inversor a protecciones del inversor:

Inversor	Línea AC	Longitud (m)	Potencia W	Tensión V	Intensidad A (+25 %)	cdt %	St mm ²	Sr mm ²	dV %	dV V
1	T	2	7890	400	14,24	1,5	0,15	4	0,06	0,22
PÉRDIDAS DEL INVERSOR A LAS PROTECCIONES DEL INVERSOR:										0,13 %

Por parte de la alterna de protecciones del inversor al ICP:

Inversor	Línea AC	Longitud (m)	Potencia W	Tensión V	Intensidad A (+25 %)	cdt %	St mm ²	Sr mm ²	dV %	dV V
1	T	25	10890	400	30,54	1,5	4,96	6	1,14	4,54
PÉRDIDAS DE PROTECCIONES DEL INVERSOR AL ICP:										1,14 %

Las pérdidas totales en AC son de 1,27 %

3.4.5.3. PROTECCIONES DE CC Y DE CA

El inversor dispone de las siguientes protecciones:

- Seccionador de desconexión al lado CC del equipo.
- Monitorización de la toma a tierra y de red (interno al equipo inversor).
- Protección contra polarizaciones inversas de continua y de resistencia al cortocircuito en corriente alterna (interno al equipo inversor).
- Protección contra polarizaciones inversas de los strings con diodos de protección de 5A.
- Protecciones contra sobretensiones en DC de tipo y según IEC 62103 y en AC de tipo III según IEC 60664-1.
- Interruptor general automático (IGA) de 400V de tensión nominal, 25A de corriente nominal y un poder de corte de 6kA.
- Interruptor diferencial (ID) de 40A de corriente nominal y una sensibilidad de 30mA.
- Interruptor de control de potencia (ICP) de 400V de tensión nominal, 25A de corriente nominal y un poder de corte de 6kA.

3.4.5.4. REDES DE PUESTA A TIERRA

Para el cálculo de la puesta a tierra de la instalación, se han utilizado las premisas marcadas por el ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

- Tensión de tierra máxima permitida en locales húmedos: 24 V
- Interruptor diferencial: 0,03 A

La resistencia de tierra tiene que ser más pequeña que R

Actualmente hay instaladas dos piquetas de tierra de 2m de largo y de 14mm de diámetro.

$$R = e / (L1 + (L2/2)) \quad (3)$$

Donde:

R = Resistencia de tierra (Ohm).

e = Resistividad del terreno (Ohm·m).

L1 = Longitud de las piquetas. L2 = Longitud del cable.

$$R = e / (L1 + (L2/2)) = 50 / ((2 \times 2) + (2/2)) = 10 \text{ ohms}$$

Según el REBT la resistencia a tierra tiene que ser inferior a 80 Ohms. Si se coloca un interruptor diferencial a la alimentación de la instalación, con una sensibilidad de 30mA es suficiente para asegurar las derivaciones de tierra al lado AC.

3.4.6. RESULTADOS DE PVSYST



Versión 7.3.4

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: TFG Cesar

Variante: Demo 1

Sin escena 3D definida, sin sombras

Potencia del sistema: 3200 Wp

C. Alminar 23, 29660 Marbella, Málaga - Spain

| Author

**PVsyst V7.3.4**

VCO, Fecha de simulación:
19/06/23 13:38
con v7.3.4

Proyecto: TFG Cesar

Variante: Demo 1

Resumen del proyecto**Sitio geográfico**

C. Alminar 23, 29660 Marbella, Málaga
España

Situación

Latitud 36.50 °N
Longitud -4.97 °W
Altitud 33 m
Zona horaria UTC+1

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

C. Alminar 23, 29660 Marbella, Málaga
Meteonorm 8.1 (1996-2015), Sat=100% - Sintético

Resumen del sistema**Sistema conectado a la red****Orientación campo FV**

Planos fijos 2 orientaciones
Inclin./azimuts 11 / 38 °
11 / -144 °

Sin escena 3D definida, sin sombras**Sombreados cercanos**

Sin sombreados

Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

Información del sistema**Generador FV**

Núm. de módulos 8 unidades
Pnom total 3200 Wp

Inversores

Núm. de unidades 1 unidad
Pnom total 5.00 kWca
Proporción Pnom 0.640

Resumen de resultados

Energía producida 4936.31 kWh/año Producción específica 1543 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 85.36 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Resultados principales	4
Diagrama de pérdida	5
Gráficos predefinidos	6
Evaluación P50 - P90	7
Diagrama unifilar	8
Costo del sistema	9
Balance de emisiones de CO ₂	10

**PVsyst V7.3.4**

VCO, Fecha de simulación:
19/06/23 13:38
con v7.3.4

Proyecto: TFG Cesar

Variante: Demo 1

Parámetros generales

Sistema conectado a la red		Sin escena 3D definida, sin sombras	
Orientación campo FV		Configuración de cobertizos	
Orientación		Modelos usados	
Planos fijos	2 orientaciones	Sin escena 3D definida	Transposición Perez
Inclin./azimuts	11 / 38 °		Difuso Perez, Meteonorm
	11 / -144 °		Circunsolar separado
Horizonte		Sombreados cercanos	
Horizonte libre		Necesidades del usuario	
		Carga ilimitada (red)	

Características del generador FV

Módulo FV		Inversor	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	LR5-54HIB-400M	Modelo	CSI-5KTL1P-GI-FL
(Base de datos PVsyst original)		(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	400 Wp	Unidad Nom. Potencia	5.00 kWca
Número de módulos FV	8 unidades	Número de inversores	2 * MPPT 50% 1 unidad
Nominal (STC)	3200 Wp	Potencia total	5.0 kWca
Módulos	2 Cadenas x 4 En series	Voltaje de funcionamiento	90-520 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Pnom (CC:CA)	0.64
Pmpp	2929 Wp	No hay reparto de potencia entre MPPTs	
U mpp	112 V		
I mpp	26 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC)	3.20 kWp	Potencia total	5 kWca
Total	8 módulos	Número de inversores	1 unidad
Área del módulo	15.6 m²	Proporción Pnom	0.64
Área celular	14.4 m²		

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC		Pérdida de calidad módulo				
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global		Frac. de pérdida				
Uc (const)	20.0 W/m²K	70 mΩ		-0.4 %				
Uv (viento)	0.0 W/m²K/m/s	Frac. de pérdida		1.5 % en STC				
Pérdidas de desajuste de módulo								
Frac. de pérdida		2.0 % en MPP						
Factor de pérdida IAM								
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario								
0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.754	0.000



Proyecto: TFG Cesar

Variante: Demo 1

PVsyst V7.3.4

VC0, Fecha de simulación:

19/06/23 13:38

con v7.3.4

Resultados principales

Producción del sistema

Energía producida

4936.31 kWh/año

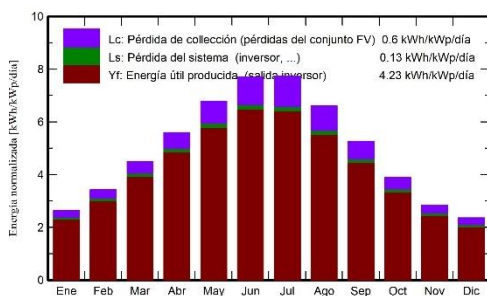
Producción específica

1543 kWh/kWp/año

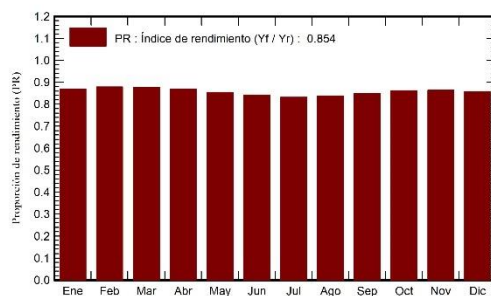
Proporción rend. PR

85.36 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	proporción
Enero	82.7	32.12	10.92	82.0	77.3	237.1	228.2	0.870
Febrero	96.7	37.05	11.97	95.7	91.9	278.5	269.3	0.879
Marzo	140.6	59.12	14.59	139.3	135.2	402.6	390.6	0.877
Abril	169.5	70.04	16.85	167.9	164.2	480.4	466.9	0.869
Mayo	212.0	76.09	20.08	210.1	205.9	590.2	574.5	0.855
Junio	233.0	71.73	23.32	231.1	227.1	639.3	623.1	0.842
Julio	241.6	64.07	25.83	239.5	235.2	653.7	637.3	0.832
Agosto	206.3	74.11	26.01	204.8	200.8	563.9	549.0	0.838
Septiembre	159.1	57.62	22.58	157.7	153.9	441.5	429.0	0.850
Octubre	121.9	50.83	19.31	120.7	116.5	343.2	332.3	0.861
Noviembre	85.9	36.39	14.52	85.3	81.0	244.9	235.9	0.864
Diciembre	73.5	26.99	12.01	73.0	68.4	208.8	200.3	0.858
Año	1822.8	656.15	18.20	1807.1	1757.3	5084.1	4936.3	0.854

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E_Grid Energía inyectada en la red

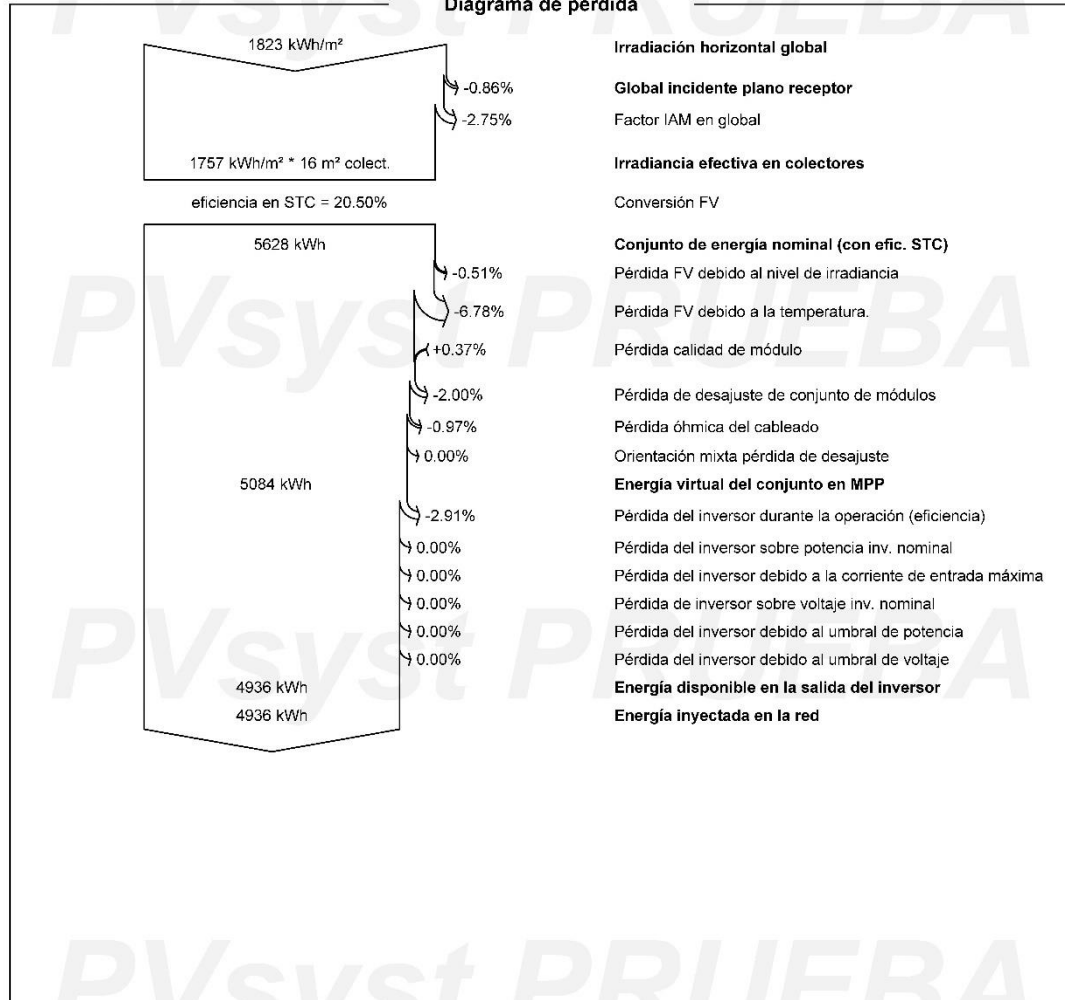
PR Proporción de rendimiento



PVsyst V7.3.4

VC0, Fecha de simulación:
19/06/23 13:38
con v7.3.4

Diagrama de pérdida

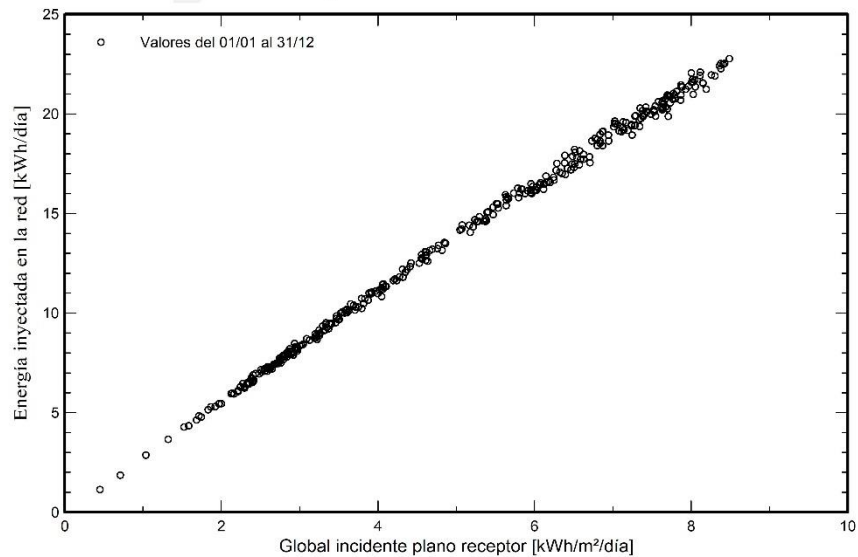




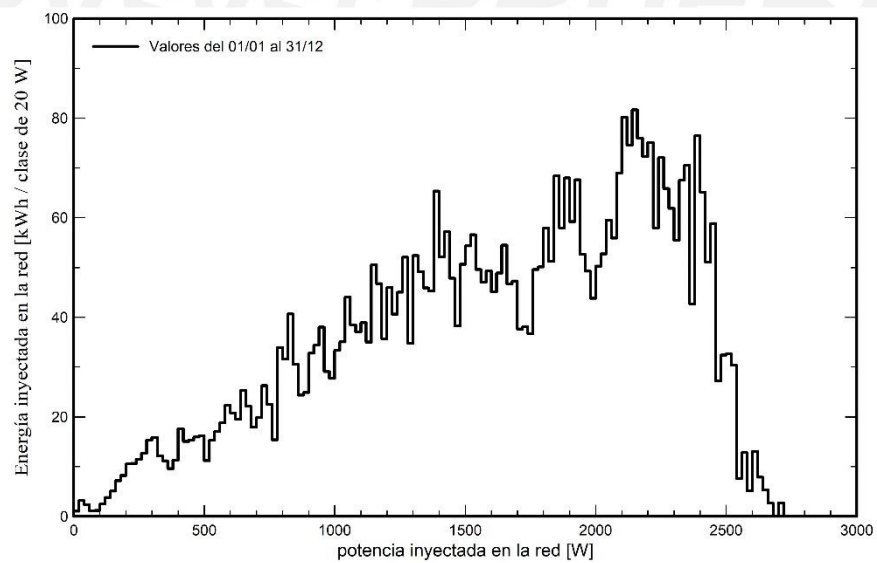
PVsyst V7.3.4

VC0, Fecha de simulación:
19/06/23 13:38
con v7.3.4

Gráficos predefinidos
Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





PVsyst V7.3.4

VC0, Fecha de simulación:
19/06/23 13:38
con v7.3.4

Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente Meteonorm 8.1 (1996-2015), Sat=100%

Tipo Promedios mensuales

Sintético - Promedio multianual

Variabilidad año a año(Varianza) 3.3 %

Desviación especificada

Cambio climático 0.0 %

Variabilidad global (meteo y sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.8 %

Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %

Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %

Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %

Incertidumbre de degradación 1.0 %

Probabilidad de producción anual

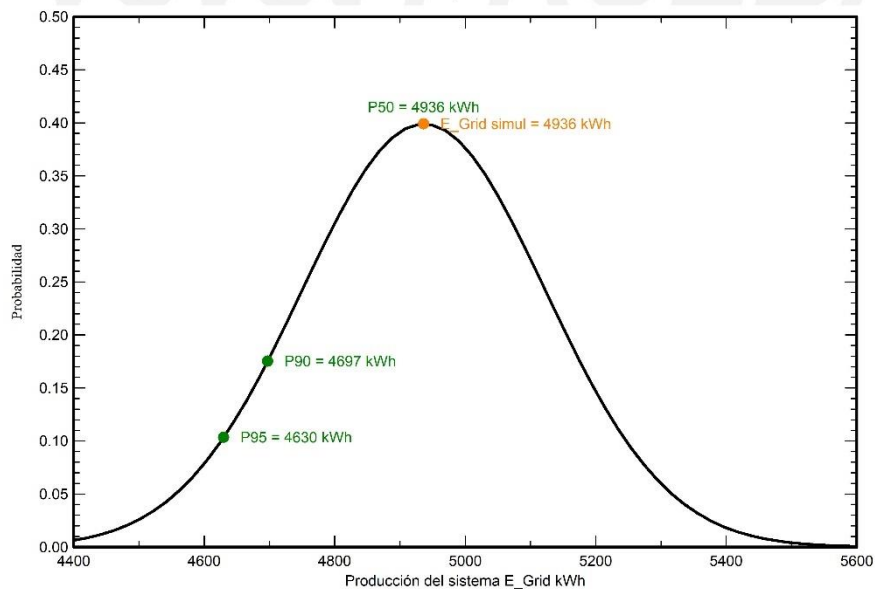
Variabilidad 187 kWh

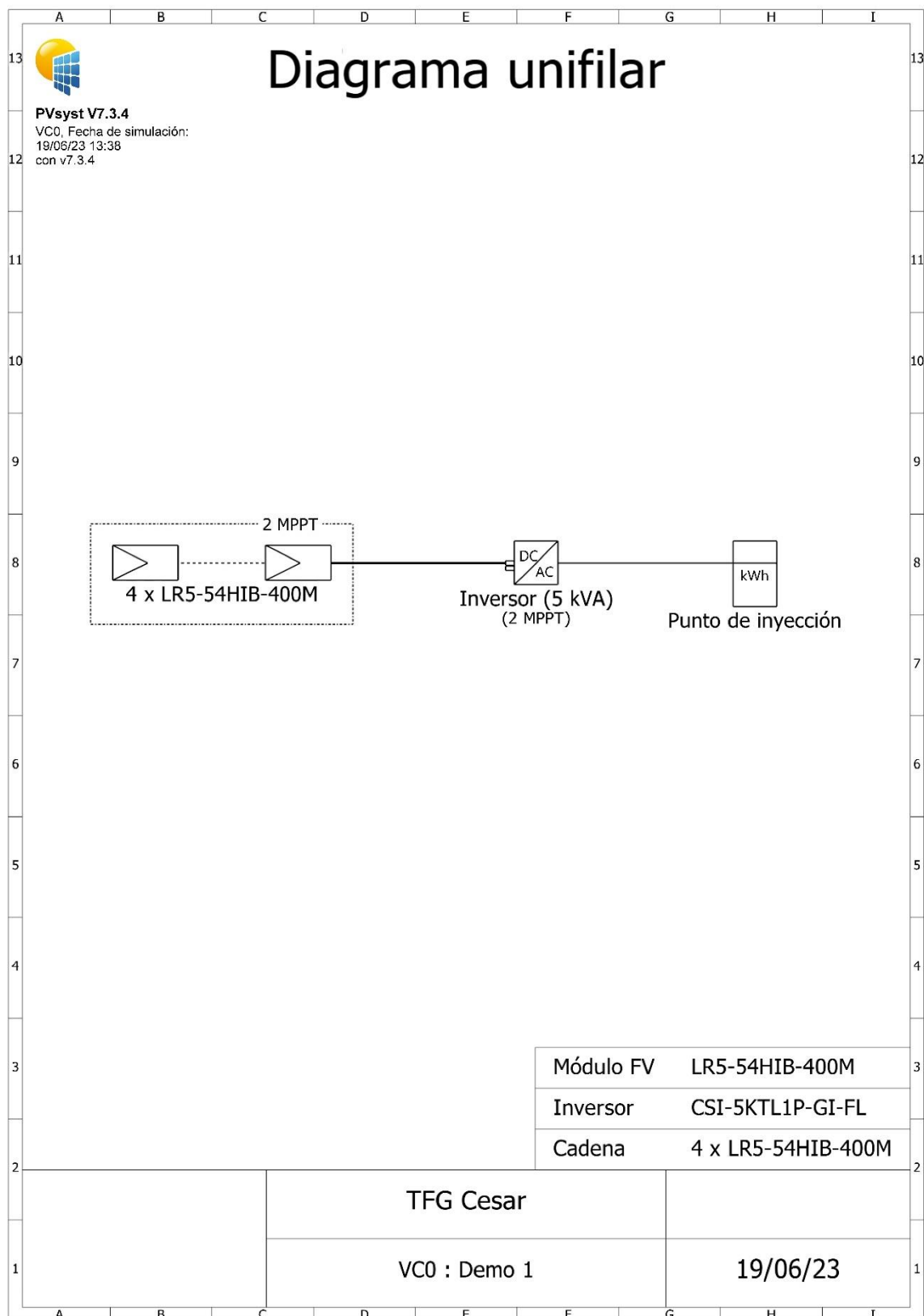
P50 4936 kWh

P90 4697 kWh

P95 4630 kWh

Distribución de probabilidad







PVsyst V7.3.4

VCO, Fecha de simulación:
19/06/23 13:38
con v7.3.4

Proyecto: TFG Cesar

Variante: Demo 1

Costo del sistema

Costes de instalación

Artículo	Cantidad	Costo	Total
	unidades	EUR	EUR
		Total	0.00
		Activo amortizable	0.00

Costos de operación

Artículo	Total
	EUR/año
Total (OPEX)	0.00

Resumen del sistema

Costo total de instalación	0.00 EUR
Costos de operación	0.00 EUR/año
Energía producida	4936 kWh/año
Costo de la energía producida (LCOE)	0.000 EUR/kWh



PVsyst V7.3.4

VC0, Fecha de simulación:
19/06/23 13:38
con v7.3.4

Balance de emisiones de CO₂

Total: 15.5 tCO₂

Emisiones generadas

Total: 21.33 tCO₂

Fuente: Cálculo detallado de la siguiente tabla

Emisiones reemplazadas

Total: 42.5 tCO₂

Sistema de producción: 4936.31 kWh/año

Emisiones del ciclo de vida de la red: 287 gCO₂/kWh

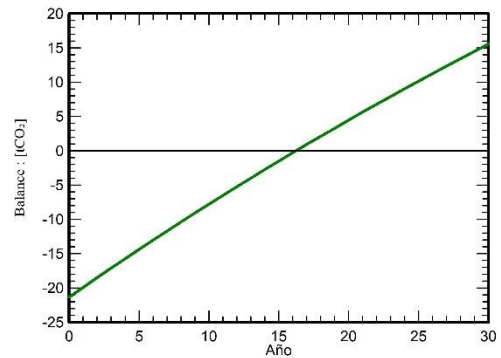
Fuente: Lista IEA

País: Spain

Toda la vida: 30 años

Degradación anual: 1.0 %

Emisión de CO₂ ahorrada vs tiempo



Detalles de emisiones del ciclo de vida del sistema

Artículo	LCE	Cantidad	Subtotal
			[kgCO ₂]
Módulos	2355 kgCO ₂ /kWp	8.80 kWp	20724
Soportes	1.91 kgCO ₂ /kg	220 kg	421
Inversores	190 kgCO ₂ /	1.00	190

3.5. ANEXO E: CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

ÍNDICE

3.5.1. INVERSOR.....	91
3.5.2. MÓDULO SOLAR	93
3.5.3. ESTRUCTURAS DE FIJACIÓN	95

3.5.1. INVERSOR

Hi-MO 5m

LR5-54HIB 395~415M

- Suitable for distributed projects
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer • Integrated Segmented Ribbons • 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- Aesthetic appearance with all black module design

12 12-year Warranty for Materials and Processing

25 25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730
ISO9001:2015: ISO Quality Management System
ISO14001: 2015: ISO Environment Management System
ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety
TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGI



21.3%
MAX MODULE
EFFICIENCY

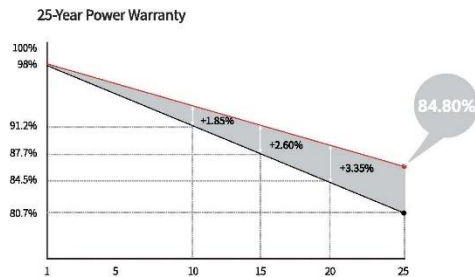
0~3%
POWER
TOLERANCE

<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.55%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

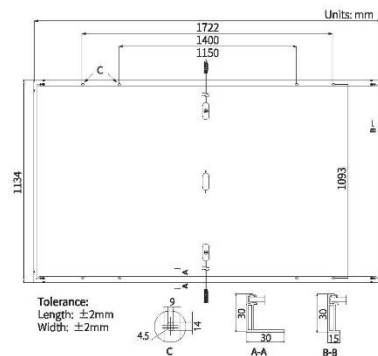
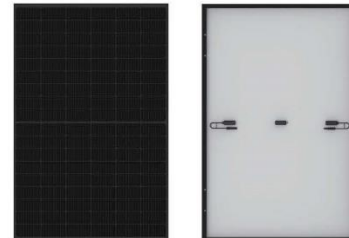
HALF-CELL
Lower operating temperature

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	108 (6×18)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , 1200mm
Connector	MC4 EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	20.8kg
Dimension	1722×1134×30mm
Packaging	36pcs per pallet / 216pcs per 20' GP / 936pcs per 40' HC



Electrical Characteristics	STC: AM1.5 1000W/m ² 25°C				NOCT: AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±3%	
	LR5-54HIB-395M		LR5-54HIB-400M		LR5-54HIB-405M		LR5-54HIB-410M		LR5-54HIB-415M	
Module Type	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Testing Condition	395	295.2	400	299.0	405	302.7	410	306.5	415	310.2
Maximum Power (Pmax/W)	36.65	34.46	36.90	34.70	37.15	34.93	37.40	35.17	37.65	35.40
Open Circuit Voltage (Voc/V)	13.66	11.04	13.72	11.09	13.78	11.14	13.84	11.19	13.91	11.24
Short Circuit Current (Isc/A)	30.70	28.52	30.94	28.74	31.18	28.96	31.42	29.19	31.66	29.41
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	12.87	10.35	12.93	10.40	12.99	10.45	13.05	10.50	13.11	10.55
Current at Maximum Power (Imp/A)	20.2		20.5		20.7		21.0		21.3	
Module Efficiency(%)										

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1000V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.265%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.340%/°C

3.5.2. MÓDULO SOLAR



SINGLE PHASE STRING INVERTER

CSI-4KTL1P-GI-FL | CSI-5KTL1P-GI-FL

KEY FEATURES

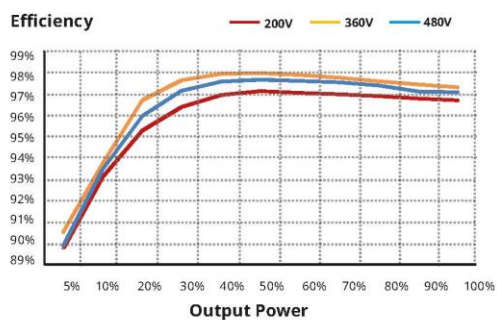
- Max. efficiency up to 98%, wide Input voltage range
- Integrated DC switch
- Transformerless topology
- Compact design
- Flexible communication connection: supports RF, WiFi, Ethernet



Standard warranty, extension up to 20 years

EFFICIENCY CURVE

CSI-5KTL1P-GI @220 Vac



HIGH RELIABILITY

- Advanced thermal design and convection cooling
- Built in over-voltage and over-current protection
- DC reverse polarity and AC short circuit protection

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 30 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. is one of the most bankable solar companies worldwide.

*For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada | www.canadiansolar.com

TECHNICAL DATA		
MODEL NAME	CSI-4KTL1P-GI-FL	CSI-5KTL1P-GI-FL
DC INPUT		
Max. PV power	4.6KW	5.8KW
Max. DC input voltage	600V	
Start-up DC Input Voltage	120V	
Number of MPP Trackers	2/2	
MPPT Voltage Range	90-520V	
Max. Input Current (Imp)	11A	
Max. Short Circuit Current (Isc)	17.2A	
Number of DC Inputs	1/1	
DC Disconnection Type	Load rated DC switch	
Nominal DC Voltage	330V	
Max. Power per MPPT	4KW	4KW
MPPT Full Power Voltage Range	187-520V	234-520V
AC OUTPUT		
Rated AC Output Power	4KW	5KW
Max. AC Output Power	4.4KW	5KW
Rated Output Voltage	220V/230V	
OUTPUT VOLTAGE RANGE		
Grid Connection Type	1 Φ / PE	
Rated Grid Output Current	18.2/17.4A	22.7/21.7A
Max. Output Current	21A	25A (21.7 for AUS)
Rated Output Frequency	50HZ/60HZ	
Output Frequency Range	47-52HZ OR 57-62HZ	
Power Factor	0.8 Leading ... 0.8 Lagging	
Current THD	<1.5%	
DC Injection Current	<0.5% In	
Max. Apparent Output Power	4.4KVA	5KVA
SYSTEM		
Topology	Transformerless	
Max. Efficiency	98.1%	
EU Efficiency	97.3%	
MPPT Efficiency	>99.5%	
Night Consumption	<1W (Night)	
ENVIRONMENT		
Protection Degree	IP65	
Cooling	Natural convection	
Operating Ambient Temperature Range	-25°C to +60°C	
Storage Temperature Range	-40°C to +70°C	
Operating Humidity	0~100%	
Operating Altitude	4000m	
Noise Emission{typical}	<20dB	
GENERAL DATA		
Display	LCD, 2×20 Z	
Communication Connections	WiFi/RS485 Optional	
Dimensions (W×H×D)	310W*543H*160D (mm)	
Net Weight	11.5kg	
Installation Angle	90 degrees from horizontal	
DC Inputs	MC4	
Warranty	5 Years	
SAFETY		
Safty and EMC Standard	IEC62109-1/-2, NB/T 32004	
Grid Standard	EN50438, G83/2, G59/3, AS4777.2:2015, VDE0126-1-1, IEC61727, VDE N4105, NBR-16149/NBR-16150	

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV equipment requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the product.

CANADIAN SOLAR INC.

March 2019 | All rights reserved | Inverter Product Datasheet V1.1

3.6. ANEXO F: BALANCE ENERGÉTICO Y ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE

3.6.1. INTRODUCCIÓN	98
3.6.2. BALANCE ENERGÉTICO.....	98
3.6.3. ESTUDIO ECONÓMICO.....	104

3.6.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta un análisis detallado de los resultados energéticos del sistema a lo largo de las diferentes estaciones, así como un examen exhaustivo de los resultados obtenidos. Además, se realiza un estudio económico de la instalación basado en el presupuesto del proyecto y los gastos eléctricos anuales, con el objetivo de determinar el beneficio económico mensual y el tiempo necesario para amortizar la inversión.

3.6.2. BALANCE ENERGÉTICO

La Tabla 3.18 muestra el consumo real de la vivienda, junto con la energía producida por el sistema fotovoltaico estimada en PVSyst. El balance energético del sistema se ha calculado como la diferencia de las dos anteriores.

MES	CONSUMO	GENERACIÓN	BALANCE
ENERO	335,95	230	-106,35
FEBRERO	284,41	271	-13,91
MARZO	280,01	392	111,89
ABRIL	240,55	468	227,35
MAYO	223,83	576	351,67
JUNIO	387,36	624	236,24
JULIO	717,25	638	-79,45
AGOSTO	519,12	550	30,88
SEPTIEMBRE	415,35	430	14,85
OCTUBRE	263,53	334	70,17
NOVIEMBRE	241,08	237	-3,88
DICIEMBRE	260,89	202	-59,29

Tabla 3.18 Consumo, generación y balance de energía total en kWh por meses. Elaboración propia.

3.6.2.1. INVIERNO (ENERO, FEBRERO Y DICIEMBRE)

En la Figura 3.22 se muestra de forma gráfica los resultados correspondientes a los meses invernales. Se puede apreciar un déficit de energía, ya que el consumo eléctrico (881,25 kWh) supera la generación (701,70 kWh). No obstante, es importante destacar que se observa un excedente de energía durante las horas centrales del día.

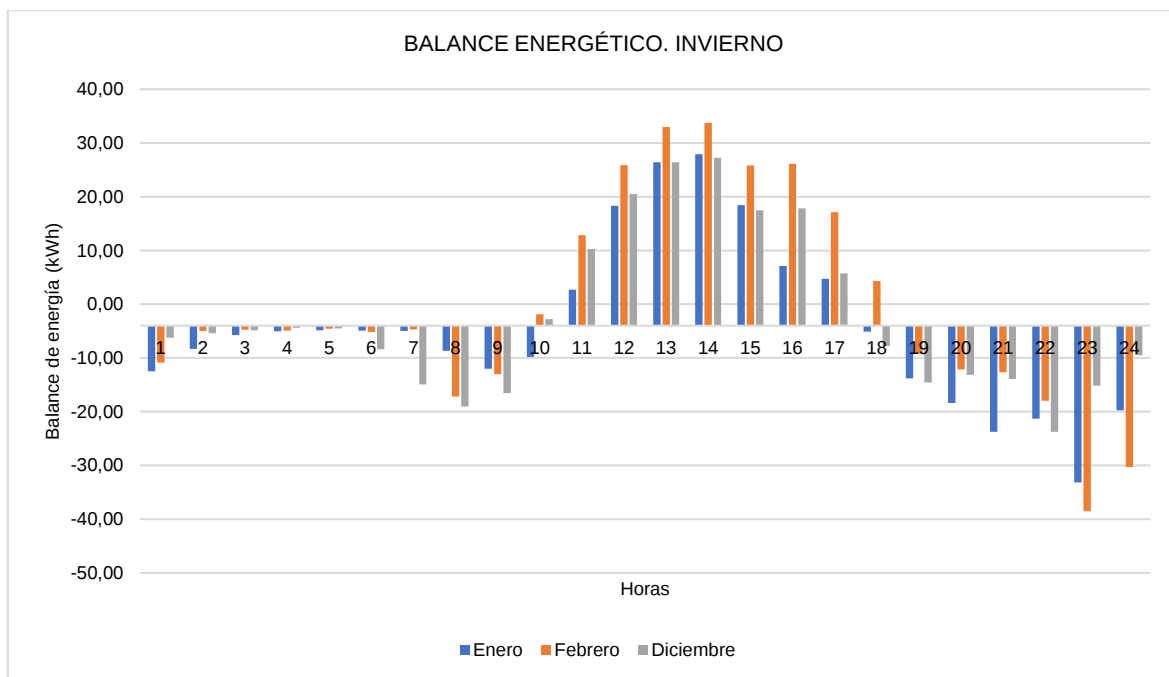


Figura 3.22 Balance Energético horario de los meses de invierno. Elaboración propia.

En la Figura 3.23, se observa cómo en el día promedio de invierno, no hay excedentes de energía. No obstante, no se puede afirmar que no exista un excedente de energía en un día puntual, ya que se representa el día promedio.

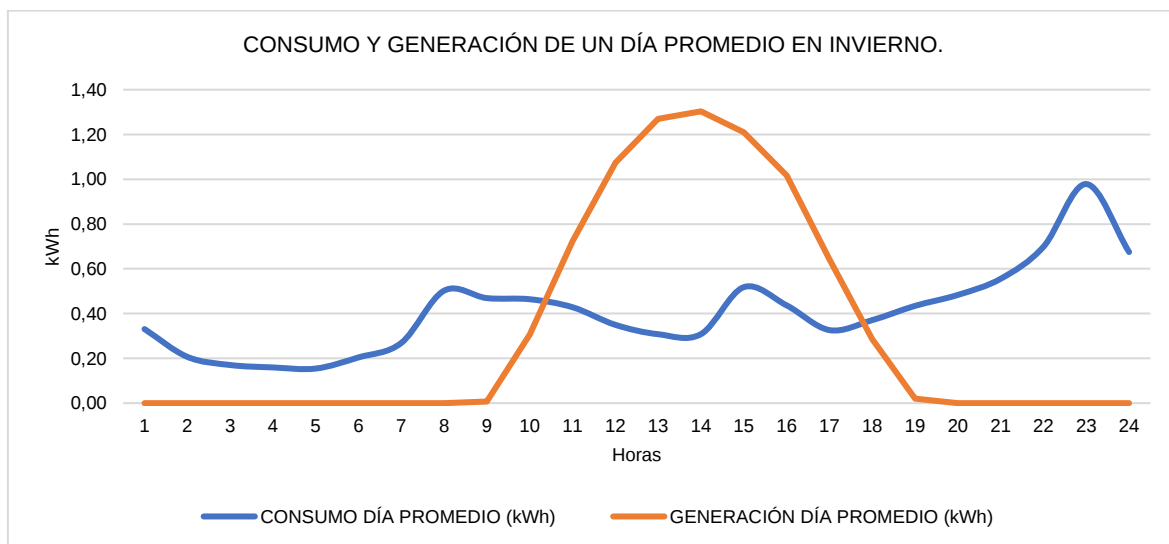


Figura 3.23 Consumo y generación de un día promedio en invierno. Elaboración propia.

3.6.2.2. PRIMAVERA (MARZO, ABRIL Y MAYO)

En la Figura 3.24 está representado el balance energético en la estación de primavera. En comparación con la estación invernal, se observa como existe un excedente de energía desde las 8 de la mañana hasta las 7 de la tarde como consecuencia del aumento de generación fotovoltaica. En términos energéticos, se consumen 744,39 kWh y se producen 1435,30 kWh.

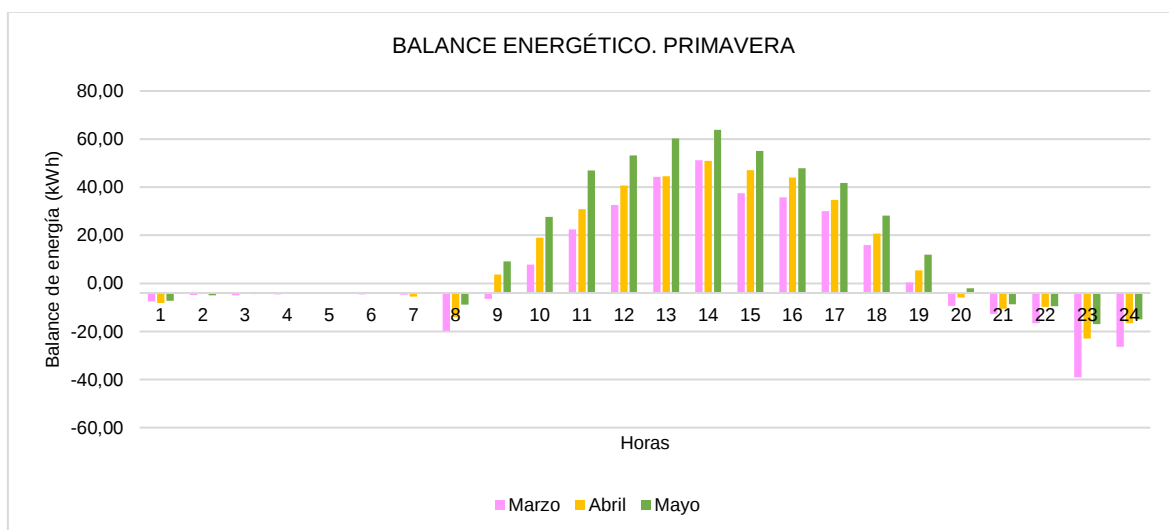


Figura 3.24 Balance Energético horario de los meses de primavera. Elaboración propia.

Adicionalmente, como se puede apreciar en la Figura 3.25, la generación fotovoltaica experimenta un incremento del 205% en comparación con la estación invernal.

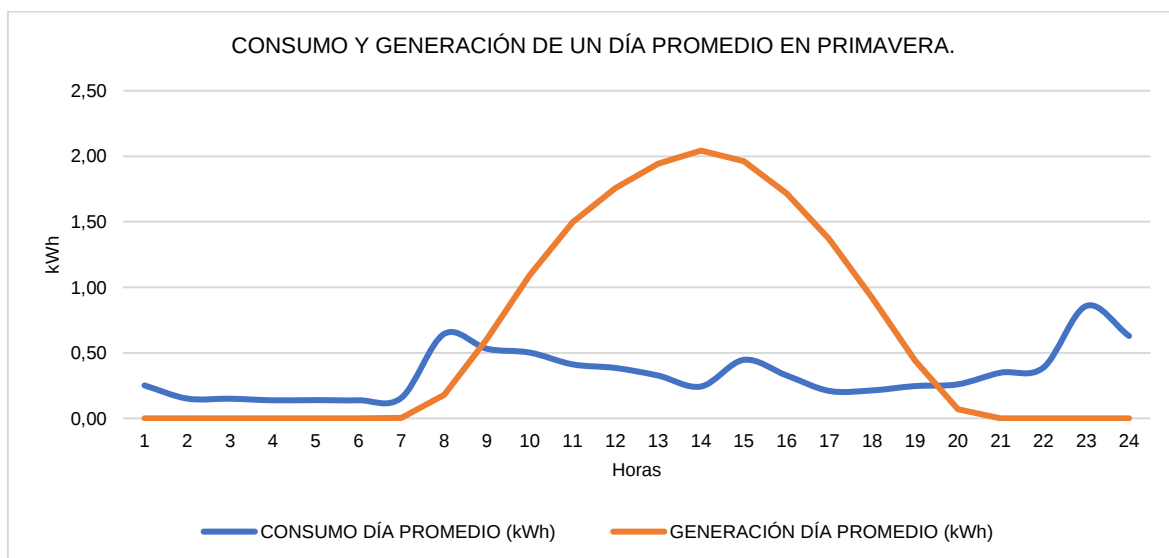


Figura 3.25 Consumo y generación de un día promedio en primavera. Elaboración propia.

3.6.2.3. VERANO (JUNIO, JULIO Y AGOSTO)

En la Figura 3.26 se representa la estación óptima desde el punto de vista energético, el verano, donde se registra un consumo elevado debido al uso de los aparatos de aire acondicionado de 1623,73 kWh y una producción de 1811,40 kWh. Durante este período, el excedente de energía generado desde las 7 hasta las 19 horas se traducirá en un balance económico positivo, ya que se estará inyectando energía a la red.

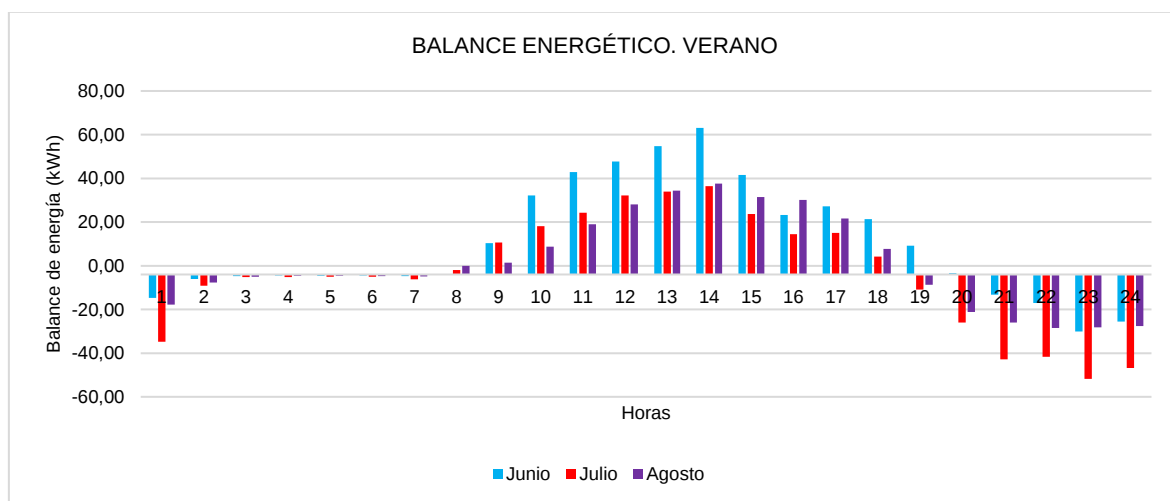


Figura 3.26 Balance Energético horario de los meses de verano. Elaboración propia.

La Figura 3.27 ilustra que, en promedio, se registra un exceso de energía (187.67 kWh) durante las horas de generación fotovoltaica. Esto resulta en un valor de autoconsumo inferior en comparación con otras estaciones, como se detallará al final de esta sección.

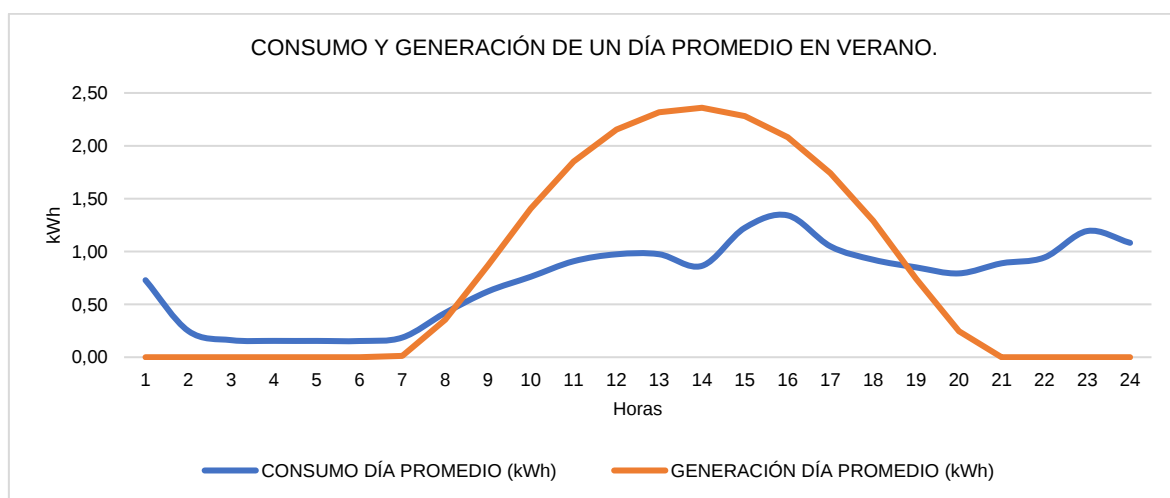


Figura 3.27 Consumo y generación de un día promedio en verano. Elaboración propia.

3.6.2.4. OTOÑO (SEPTIEMBRE, OCTUBRE Y NOVIEMBRE)

En la Figura 3.28 se muestra el balance energético de los meses correspondientes a la estación de otoño. Como era de esperar, el exceso de energía es menor en comparación con el verano, debido a la disminución de la producción energética. Esto se debe a una disminución en la producción (1001,10 kWh) y un aumento en el consumo (919,96 kWh).

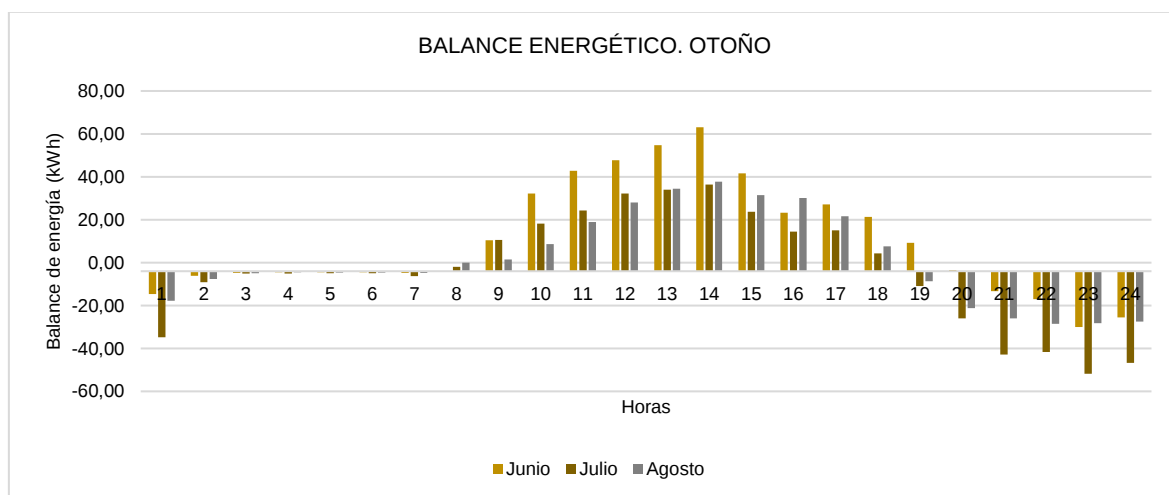


Figura 3.28 Balance Energético horario de los meses de otoño. Elaboración propia.

La discrepancia entre las curvas de consumo y generación durante el otoño es de menor magnitud en comparación con las estaciones de primavera y verano. Este efecto se puede observar en la Figura 3.29. En otras palabras, la producción de energía se ajusta más a las necesidades de la vivienda, lo que resulta en un aumento del autoconsumo.

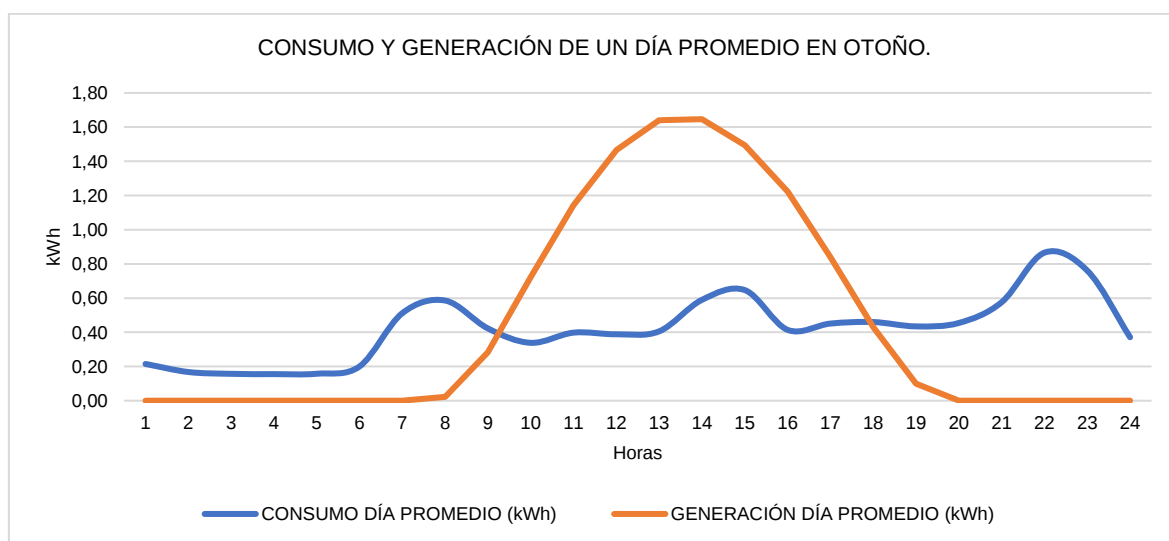


Figura 3.29 Consumo y generación de un día promedio en otoño. Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 3.30, se presenta la contribución de cada estación al balance energético anual total según la hora del día. Este resultado es útil para identificar las horas promedio en las que se registra un exceso o déficit de energía. No obstante, es importante tener en cuenta que las curvas del balance energético varían día a día debido a las condiciones climáticas y de consumo en cada momento, y que la compensación energética se realiza únicamente a nivel mensual en la factura.

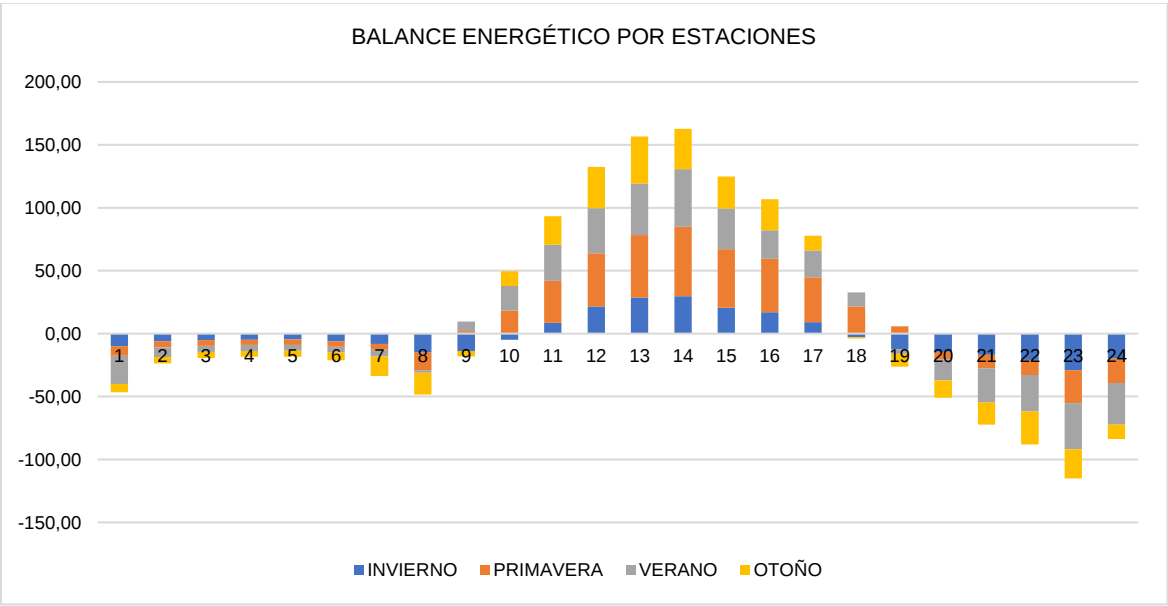


Figura 3.30 Balance energético por estaciones. Elaboración propia.

Los valores agregados de autoconsumo y autosuficiencia para las distintas estaciones se representan en la Figura 3.31. Dichos parámetros son de utilidad para cuantificar el aprovechamiento de la energía generada en función del consumo.

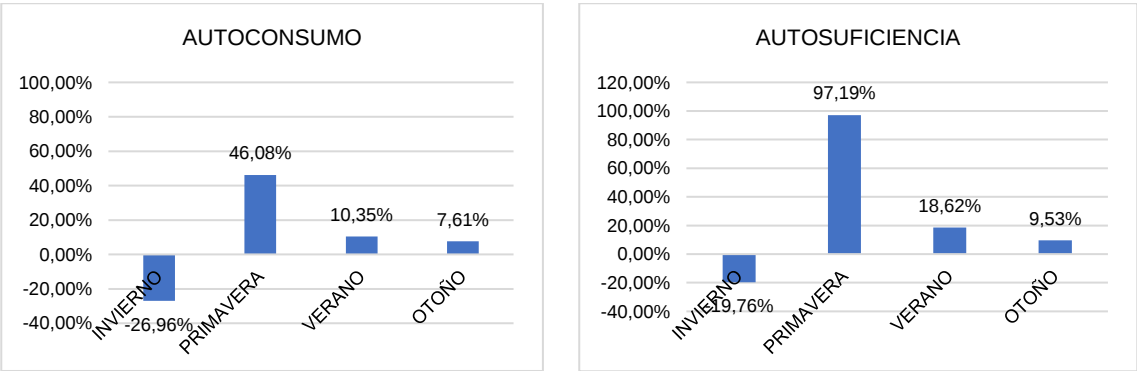


Figura 3.31 Autosuficiencia y autoconsumo para las distintas estaciones. Elaboración propia.

3.6.3. ESTUDIO ECONÓMICO

En esta sección se proporciona una explicación de los diferentes conceptos que están incluidos en la factura eléctrica, así como un desglose de los pagos fijos y variables que se encuentran en la facturación mensual. Para llevar a cabo esta explicación, se utilizan facturas reales correspondientes al año 2019 de la vivienda, las cuales están sujetas a la tarifa 2.0A. Esta tarifa establece que el precio de la electricidad varía en cada hora y día, de acuerdo con el PVPC (Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor).

3.6.3.1. DESGLOSE DE FACTURA ELÉCTRICA

A continuación, se detalla un desglose de la factura:

- Costes fijos:

1. Facturación de potencia contratada:

Comprende la facturación por peaje de acceso (resultado de multiplicar los kW contratados por el precio de potencia del peaje de acceso y del número de días del periodo de facturación) y la facturación por margen de comercialización fijo.

2. Alquiler de equipos de medida y control:

Precio establecido por los equipos de medida y control, depende del número de días de la facturación.

- Costes variables:

1. Facturación por energía consumida:

- a. Paje de acceso de energía: resultado de multiplicar la energía consumida en el periodo de facturación por el precio de la energía del peaje de acceso.
- b. Coste de energía: resultado de multiplicar la energía consumida por el precio del término del coste horario de energía del PVPC8.

2. Aplicación del bono social:

Descuento por bono social sobre la facturación de potencia contratada y la facturación de la energía consumida. Para el caso de la vivienda, dicho descuento es del 25% por ser familia numerosa.

3. Impuesto de la electricidad:

Impuesto especial al tipo 5.11269632% sobre la facturación de la electricidad suministrada.

4. IVA:

Impuesto aplicado sobre todos los precios anteriores, 21% en España.

Se ha realizado un análisis de los datos proporcionados por Red Eléctrica de España (13) sobre los precios de mercado de las variables mencionadas durante el año 2019. El objetivo fue estimar el precio de la energía adquirida de la red en función de la hora del día. Aunque se disponía de precios de compra de energía a lo largo del año en intervalos horarios, se decidió realizar un promedio mensual para visualizar las fluctuaciones en el precio.

La Figura 3.32 muestra el precio medio en euros por kWh a lo largo del día y para los diferentes meses. Se observa que durante el año 2019, la evolución del precio de la energía a lo largo del día siguió una tendencia similar en todos los meses. Sin embargo, es importante destacar el aumento del precio durante el mes de enero, alcanzando valores máximos de 0.092 €/kWh.

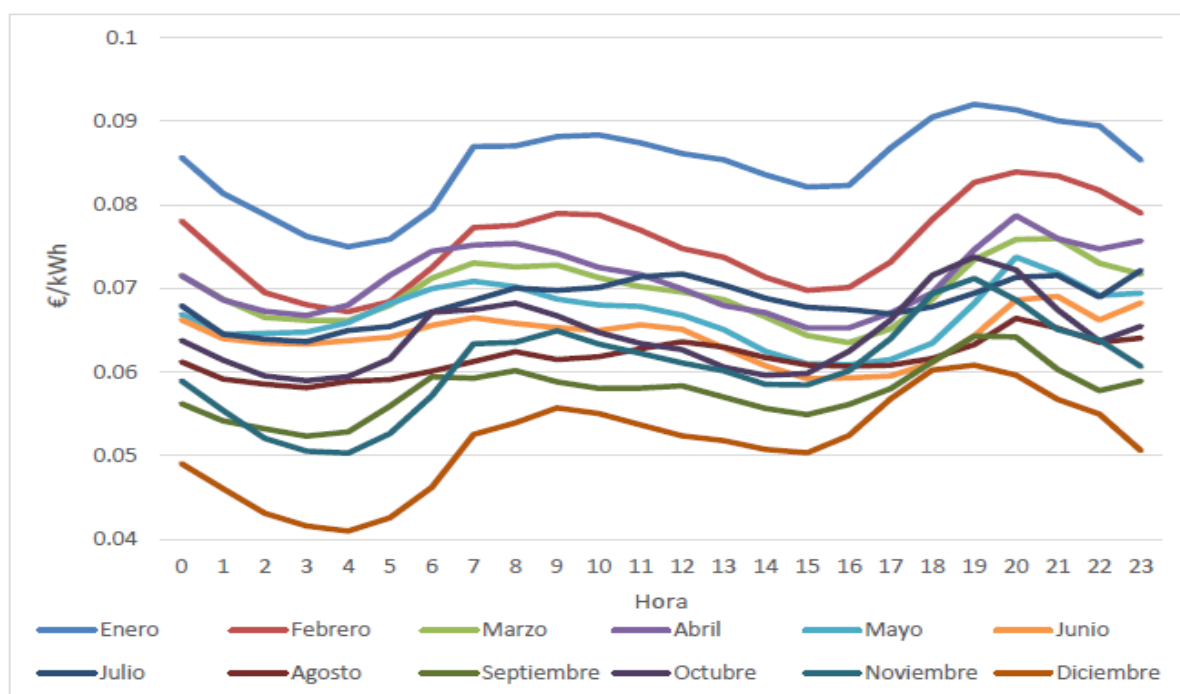


Figura 3.32 Precio medio de la energía en 2019. Fuente: REE [12]

A continuación, se muestra en la Tabla 3.19 las componentes fijas, que intervienen en la factura, como son el peaje de acceso a potencia, el precio de comercialización, y el precio por el alquiler de equipos de medida y control.

PEAJE DE ACCESO A POTENCIA	PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN	EQUIPOS DE MEDIDA Y CONTROL
0.104229 €/kW día	0.008529 €/kW día	0.025625 €/día

Tabla 3.19 Precio de las componentes fijas de la facturación. Elaboración propia.

3.6.3.2. BALANCE ECONÓMICO

Tras llevar a cabo el estudio energético utilizando datos reales de consumo y considerando la energía que generaría el sistema fotovoltaico propuesto, cuyos resultados fueron obtenidos mediante el uso de PVSyst, se procede a realizar un análisis del estudio económico a nivel horario para el año 2019, basado en precios reales correspondientes a dicho período.

El actual marco regulatorio de compensación simplificada ofrece la posibilidad de reducir la parte variable de la factura eléctrica, e incluso eliminarla por completo, mientras que la parte fija se mantiene constante. En la Tabla 3.20 se presentan los costes fijos mensuales, los costes variables con y sin autoconsumo, y los ahorros mensuales que se obtendrían al instalar los módulos fotovoltaicos en la factura eléctrica.

MES	C.FIJO (€)	C.VARIABLE SIN AUTOCONSUMO (€)	C.VARIABLE CON AUTOCONSUMO (€)	AHORRO (€)
ENERO	25,00 €	40,32 €	12,77 €	27,55 €
FEBRERO	25,00 €	31,29 €	1,54 €	29,75 €
MARZO	25,00 €	28,01 €	0,00 €	28,01 €
ABRIL	25,00 €	26,47 €	0,00 €	26,47 €
MAYO	25,00 €	22,39 €	0,00 €	22,39 €
JUNIO	25,00 €	38,74 €	0,00 €	38,74 €
JULIO	25,00 €	71,73 €	7,95 €	63,78 €
AGOSTO	25,00 €	51,92 €	0,00 €	51,92 €
SEPTIEMBRE	25,00 €	37,39 €	0,00 €	37,39 €
OCTUBRE	25,00 €	26,36 €	0,00 €	26,36 €
NOVIEMBRE	25,00 €	24,11 €	0,39 €	23,72 €
DICIEMBRE	25,00 €	23,49 €	5,34 €	18,15 €
TOTAL	300,00 €	422,22 €	27,99 €	394,23 €

Tabla 3.20 Facturas eléctricas con y sin autoconsumo. Elaboración propia.

La Tabla 3.20 muestra el gran potencial de la tecnología solar fotovoltaica con la modalidad de autoconsumo, puesto que el ahorro con respecto a no tener autoconsumo es de 394,23 € anuales, lo que supone un ahorro del 54,5% en la factura total anual. Cabe destacar el nulo coste variable desde marzo a octubre, en los cuales se verterá energía a la red, salvando el mes de julio, debido al incremento en el consumo por el uso del aire acondicionado.

Para visualizar cualitativamente la diferencia entre la modalidad sin y con autoconsumo, se muestra en la Figura 3.33 la distribución de costes fijos y variables para cada una de ellas.

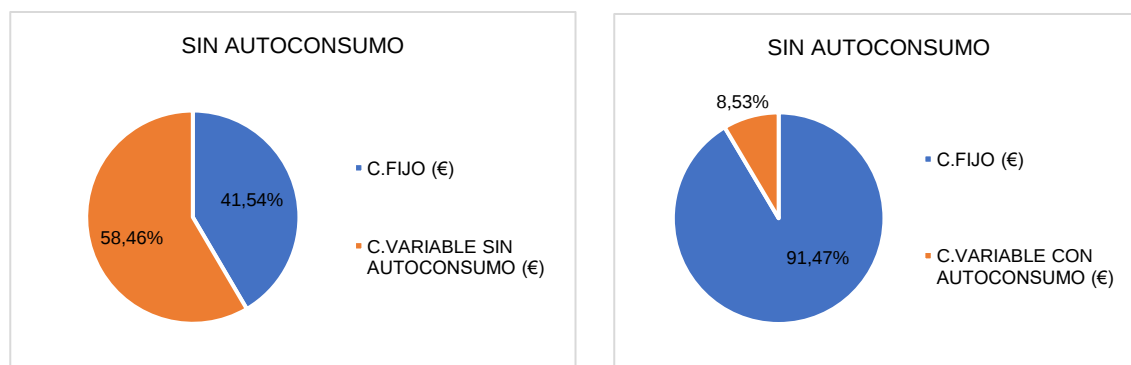


Figura 3.33 Distribución de precios con y sin autoconsumo. Elaboración propia.

En la Figura 3.33 se aprecia una disminución de los costes variables, desde un 58.46% a un 8.53% con respecto al importe total.

3.6.3.3. TIEMPO DE AMORTIZACIÓN

El tiempo de amortización es un parámetro fundamental para cualquier inversión, ya que indica el período necesario para recuperar la inversión inicial. En este caso, se ha considerado una pérdida de ganancias anual del 1% debido a la degradación de los módulos, así como un aumento del 3% anual en el precio de la electricidad. Teniendo en cuenta todas estas suposiciones, se muestra en la Figura 3.34 el flujo de caja a lo largo de los 25 años de vida útil de la instalación.

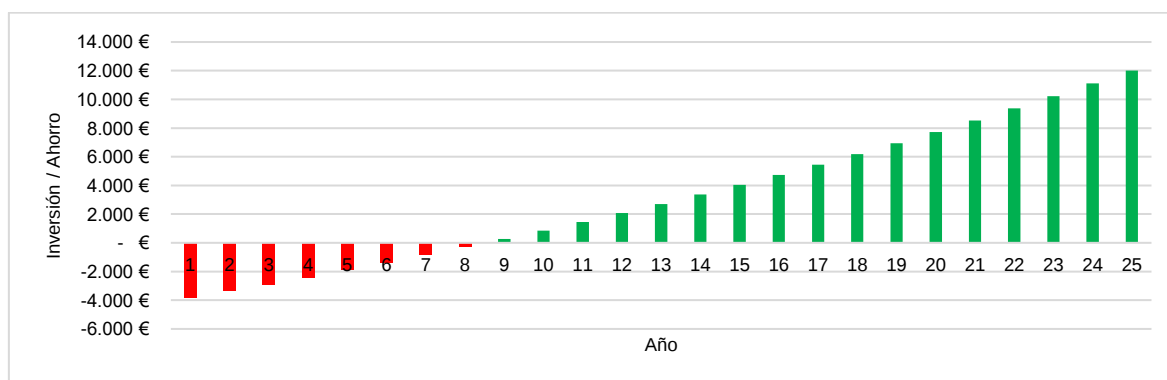


Figura 3.34 Flujo de caja de la instalación a los 25 años. Periodo no amortizado (en rojo), periodo amortizado (en verde). Elaboración propia.

A partir de la Figura 3.34 se puede observar que el periodo de amortización para la instalación propuesta oscila entre 8 y 9 años. Este resultado se encuentra dentro de lo esperado para una instalación de autoconsumo en una vivienda sin almacenamiento.

3.7. ANEXO G: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

3.7.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	110
3.7.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	110
3.7.3. NORMATIVA.....	112
3.7.4. EMPLAZAMIENTO	115
3.7.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	115
3.7.6. PRESUPUESTO	116
3.7.7. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	116
3.7.8. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	116
3.7.9. ANÁLISIS DE RIEGOS Y SU PREVENCIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	117
3.7.10. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	121
3.7.11. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	121
3.7.12. PLAN DE SEGURIDAD	122
3.7.13. OBLIGACIONES DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS	122
3.7.14. LIBRO DE INCIDENCIAS	123
3.7.15. FORMACIÓN.....	123
3.7.16. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	123
3.7.17. PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.....	123
3.7.18. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	124
3.7.19. MODIFICACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	124
3.7.20. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	125
3.7.21. PRESUPUESTO DE EBSS.....	125

3.7.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El Estudio de Seguridad y Salud sirve para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

El promotor está obligado a elaborar un Estudio Básico de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en los que no se den alguno de los supuestos siguientes:

- Presupuesto de ejecución por Contrata superior a 450.759.08 €.
- Duración estimada de los trabajos superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores.
- Volumen de mano de obra superior a 500 jornadas.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Al no contemplar ninguno de los anteriores supuestos, se redacta un Estudio Básico de Seguridad y Salud

3.7.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el presente Estudio de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Estos riesgos y sus medidas de prevención y protección tendrán que ser tenidos en consideración por el contratista cuando elabore o actualice el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo de la obra que estará en función del proceso y tecnología que empleará.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de la creación de un Libro de Incidencias, con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras o, en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de 24 horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social. También se deben notificar las anotaciones en el libro al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijada en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las no observaciones que fueren imputables a éstos.

La Inspección de Trabajo de la Seguridad Social puede comprobar, en cualquier momento, la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la Dirección Facultativa.

3.7.3. *NORMATIVA*

- Directiva 92/57/CEE de 24 de Junio (DO:26/08/92). Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles.
- RD 1627/97 de 24 de Octubre (BOE: 25/10/97). Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.
- Transposición de la Directiva 92/57/CEE. Deroga el RD 555/86 sobre obligatoriedad de inclusión de Estudio de Seguridad e Higiene en proyectos de edificaciones y obras públicas.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre (BOE: 10/11/95). Prevención de riesgos laborales.
- Desarrollo de la Ley a través de las siguientes disposiciones:
- RD 39/97 de 17 de Enero (BOE: 31/01/97). Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 485/97 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). Disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 486/97 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 487/97 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- RD 488/97 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- RD 485/97 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). Disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo. RD 664/97 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97).
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

- RD 665/97 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97). Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- RD 773/97 de 30 de mayo (BOE: 12/06/97). Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/97 de 18 de julio (BOE: 07/08/97). Disposiciones de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- O. de 20 de mayo de 1952 (BOE: 15/06/52). Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la industria de la Construcción. Modificaciones: O. de 10 de diciembre de 1953 (BOE: 22/12/53). O. de 23 de septiembre de 1953 (BOE: 01/10/66)
- O. de 31 de enero de 1940. Andamios: Cap. VII, artº 66º a 74º (BOE: 03/02/40). Reglamento general sobre Seguridad e Higiene.
- O. de 28 de agosto de 1970. Art. 1º a 4º, 183º a 291º y Anexos I y II (BOE: 05/09/70; 09/09/70). Ordenanza del trabajo para las industrias de la Construcción, vidrio y cerámica. Corrección de errores: BOE: 17/10/70.
- O. de 20 de septiembre de 1986 (BOE: 13/10/86). Modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene. Corrección de errores: BOE: 31/10/86
- O. de 16 de diciembre de 1987 (BOE: 29/12/87). Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación.
- O. de 31 de agosto de 1987 (BOE: 18/09/87). Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- O. de 23 de mayo de 1977 (BOE: 14/06/77). Reglamento de aparatos elevadores para obras. Modificaciones: O. de 7 de marzo de 1981 (BOE: 14/03/81).
- O. de 28 de junio de 1988 (BOE: 07/07/88). Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a

grúas-torre desmontables para obras. Modificaciones: O. de 16 de abril de 1990 (BOE: 24/04/90)

- O. de 31 de octubre de 1984 (BOE: 07/11/84). Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto.
- O. de 7 de enero de 1987 (BOE: 15/01/87). Normas complementarias del Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto.
- RD 1316/89 de 27 de octubre (BOE: 02/11/89). Protección a los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- O. de 9 de marzo de 1971 (BOE: 16 y 17/03/71). Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Corrección de errores: BOE: 06/04/71. Modificación: BOE: 02/11/89.
- O. de 12 de enero de 1998 (DOG: 27/01/98). Se aprueba el modelo de Libro de incidencias en obras de construcción.
- Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores.
- R. de 14 de diciembre de 1974 (BOE: 30/12/74): N.R. MT-1: Cascos no metálicos.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 01/09/75): N.R. MT-2: Protectores auditivos.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 02/09/75): N.R. MT-3: Pantallas para soldadores. (Modificación: BOE: 24/10/75).
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 03/09/75): N.R. MT-4: Guantes aislantes de electricidad. (Modificación: BOE: 25/10/75).
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 04/09/75): N.R. MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. (Modificación: BOE: 27/10/75).
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 05/09/75): N.R. MT-6: Banquetas aislantes de maniobras. (Modificación: BOE: 28/10/75).
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 06/09/75): N.R. MT-7: Equipos de protección personas de vías respiratorios. Normas comunes y adaptadores faciales.

(Modificación: BOE: 29/10/75).

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 08/09/75): N.R. MT-8: Equipos de protección personal vías respiratorias: filtros mecánicos. (Modificación: BOE: 30/10/75).
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 09/09/75): N.R. MT-9: Equipos de protección personal de vías respiratorias: mascarillas auto-filtrantes. (Modificación: BOE: 31/10/75).
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 10/09/75): N.R. MT-10: Equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros químicos y mixtos contra amoníaco. (Modificación: BOE: 01/11/75)
- Normativa de ámbito local (Ordenanzas Municipales).

3.7.4. EMPLAZAMIENTO

La instalación se llevará a cabo en el inmueble ubicada en Calle Alminar número 23 de Nueva Andalucía - Málaga, con código postal 29660 y coordenadas UTM (X: 736576, Y: 3788275, Z: 31)

3.7.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Se ejecutará una instalación solar fotovoltaica, estará conformada por 8 paneles solares de 400 Wp cada uno, con un total de 3.200 Wp, que conectarán con un inversor monofásico Canadian Solar Inc CSI-5KTL1P-GI-FL de 5 kW de potencia nominal.

La instalación dispondrá de un contador bidireccional inteligente, ya que la instalación podrá verter electricidad a la red.

Los paneles solares se dispondrán de forma coplanar sobre una estructura metálica prefabricada con raíles. Esta estructura se dispondrá en la cubierta plana del inmueble

La estructura se fijará al tejado del inmueble mediante perforación con taladro y fijado con taco químico.

3.7.6. PRESUPUESTO

El presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) del proyecto asciende a CUATRO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS (4.262,82 €).

3.7.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se estima una duración de las obras de 3 días.

3.7.8. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Los principios generales de aplicación son:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo

efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

- La cooperación entre los contratistas, subcontratas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

3.7.9. ANÁLISIS DE RIEGOS Y SU PREVENCIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

3.7.9.1. Instalación eléctrica

Riesgos más frecuentes:

- Caída de material de altura.
- Caída de personal de altura.
- Cortes en las manos.
- Electrocuciones por contactos directos o indirectos por el uso de herramientas portátiles accionadas eléctricamente.

Medidas preventivas:

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón para evitar la caída a otro nivel.
- Las plataformas móviles estarán protegidas con barandillas y tendrán un sistema de bloqueo en las ruedas.
- Las escaleras manuales estarán en buen estado y se apoyarán sobre elementos antirresbaladizos.
- Se señalará con cinta la zona de trabajo si esta es en altura.
- Las conexiones se harán siempre sin tensión. La instalación eléctrica que se construye y los elementos para darle tensión han de permanecer bloqueados mientras dure el trabajo. Se quitarán los fusibles de la caja

general de protección.

- Las herramientas manuales se revisarán periódicamente para evitar cortes o golpes en su uso.

Protección individual:

- Mono de trabajo.
- Casco aislado homologado.
- Herramientas manuales con aislamiento hasta 450V.

3.7.9.2. Albañilería

Riesgos más frecuentes:

- Golpes y cortes por herramientas manuales, máquinas y objetos en manipulación.
- Golpes contra objetos inmóviles
- Golpes contra objetos móviles
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por y entre objetos
- Pisadas sobre objetos
- Electrocución
- Inhalación de ambientes con polvo
- Sobre-esfuerzos

- Estrés térmico

Medidas preventivas:

- Utilizar la herramienta adecuada para trabajo.
- Las herramientas a utilizar estarán en perfecto estado, sustituyéndose inmediatamente aquellas que se hayan deteriorado durante los trabajos por otras en buenas condiciones, para evitar los riesgos por fallo de la herramienta.
- Mantener orden y limpieza en el lugar de trabajo. Retirar los objetos innecesarios para cada trabajo. Marcar y señalizar los objetos que no puedan ser retirados. El puesto de trabajo dispondrá de espacio suficiente, libre de obstáculos, para realizar el trabajo con holgura y seguridad.
- Se prohíbe durante el desarrollo de toda la obra arrojar escombros en los huecos existentes en las plataformas.
- En el transporte de material, evitar la obstaculización de la visibilidad del recorrido con la carga.
- Colocación de redes perimetrales en cubierta y andamios que permitan recoger objetos.
- Manejar correctamente la carga, planificando adecuadamente el levantamiento de esta, ayudándonos de herramientas de transporte o levantamiento auxiliares para evitar sobreesfuerzos.
- No pasar por debajo de andamios.
- Se tenderán cables de amarre sujetos a puntos fuertes de seguridad, distribuidos adecuadamente, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad durante las operaciones a ejecutar sobre la plataforma móvil de instalación.
- Mantener una buena iluminación y señalización.
- Respetar los procedimientos de trabajo establecidos.

- Emplear equipos con conexión a tierra para evitar electrocuciones.
- En las épocas más calurosas, programar los trabajos de manera que se reduzca la exposición al sol.

Protección individual:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón porta-herramientas.
- Faja de protección lumbar.
- Cinturón de seguridad para los trabajos de altura.

3.7.9.3. Trabajos en altura

Riesgos más frecuentes:

- Caída de material durante la manipulación
- Caída de material por desprendimiento
- Caída de personal de altura
- Riesgos asociados a condiciones climáticas adversas

Medidas preventivas:

- Uso y mantenimiento adecuado de las cuerdas
- Uso de dispositivos de regulación de cuerda Tipo “B” y “C”
- Fijación correcta del cabo de anclaje
- Uso de mosquetones con seguro automático

- Uso de casco de seguridad con barboquejo
- Uso de arnés integral o completo
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón para evitar la caída a otro nivel.

3.7.10. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

La obra se encuentra ubicada en una zona en la que no se prevé concentración humana ajena a la obra.

No obstante, se señalizará de acuerdo con la normativa vigente el alcance de la zona de obras y se adoptarán las medidas de seguridad que cada caso requieran.

Riesgos más frecuentes:

- Golpes.
- Heridas.
- Atropellos, colisiones y golpes de máquinas.

Medidas preventivas:

- Existirá una señalización sencilla y clara prohibiendo la entrada a personas no autorizadas.
- Señalización conveniente de las zonas de trabajo.

3.7.11. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Antes del comienzo de las obras es necesario conocer todos los servicios afectados (agua, gas, electricidad, teléfonos y alcantarillado), para estar prevenidos ante cualquier eventualidad.

Es la obra no se prevé la presencia de ningún servicio público que pueda interferir en la realización de las fases de obra.

3.7.12. PLAN DE SEGURIDAD

En el cumplimiento del artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud y adaptará este estudio básico de seguridad y salud a sus medios y métodos de ejecución.

Cada plan de seguridad y salud tendrá que ser aprobado, antes del inicio de las obras, por el coordinador en materia de seguridad y salud en ejecución de obra.

Este plan de seguridad y salud se hará llegar a los interesados, según establece el Real Decreto 1627/1997, con la finalidad de que puedan presentar las sugerencias y las alternativas que les parezcan oportunas.

Cualquier modificación que introduzca el contratista en el plan de seguridad y salud, como resultado de las alteraciones e incidencias que puedan producirse en el transcurso de la ejecución de la obra o bien por variaciones en el proyecto de ejecución que ha servido de base para elaborar este estudio básico de seguridad y salud, requerirá la aprobación del coordinador.

3.7.13. OBLIGACIONES DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS

Los contratistas y Subcontratistas están obligados a:

- Cumplir los principios que se recogen en la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales”, en particular a los indicados en el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Informar a los trabajadores autónomos sobre las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

3.7.14. LIBRO DE INCIDENCIAS

En la obra habrá un libro de incidencias, bajo el control del coordinador de seguridad en fase de ejecución, y a disposición de la dirección facultativa, la autoridad laboral o el representante de los trabajadores, los cuales pueden hacer las anotaciones que consideren oportunas con la finalidad de control de cumplimiento.

3.7.15. FORMACIÓN

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la obra, según lo dispuesto en la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales” y los Reales Decretos que la desarrollan.

3.7.16. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

Se dispondrá de un botiquín con el material indicado en el Real Decreto 486/1997 de 14 de abril. El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

Se tendrá que informar con un rótulo visible en la obra de la situación más cercana de los diversos centros médicos (servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, hospitales, etc.) donde avisar o, si es el caso, llevar el posible accidentado para que reciba un tratamiento rápido y efectivo.

3.7.17. PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD

Todo el personal, incluyendo las visitas, la dirección facultativa, etc., usará casco de seguridad para circular por la obra.

En caso de algún accidente en que se necesite asistencia facultativa, aunque sea leve, la asistencia médica y se reduzca a una primera cura, el responsable de seguridad del contratista realizará una investigación técnica de las causas de tipo humano y de las condiciones de trabajo que han posibilitado el accidente.

Además de los trámites establecidos oficialmente, la empresa pasará un informe a la dirección facultativa de la obra, donde se especificará:

Nombre del accidentado; categoría profesional; empresa para la cual trabaja.

- Hora, día y lugar del accidente; descripción del accidente; causas de tipo personal.
- Causas de tipo técnico; medidas preventivas para evitar que se repita.
- Fechas límite de realización de medidas preventivas.

Este informe se pasará a la dirección facultativa y al coordinador de seguridad en fase de ejecución el día siguiente del accidente como muy tarde.

La dirección facultativa y el coordinador de seguridad podrán aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

3.7.18. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Cada contratista llevará el control de la entrega de los equipos de protección individual (EPI) de la totalidad del personal que interviene en la obra. Todos serán homologados.

Todos los equipos de protección individual (EPI) y sistemas de protección colectiva (SPC) tendrán fijado un periodo de vida útil.

Cuando, por circunstancias de trabajo, se produzca un deterioro más rápido de una determinada pieza o equipo, ésta se repondrá, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega.

Aquellas piezas que por su uso hayan adquirido más juego o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una pieza o de un equipo de protección nunca representará un riesgo por sí mismo.

3.7.19. MODIFICACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando se presente una modificación en el procedimiento de actuación en la obra debido a circunstancias imprevistas o mejoras adoptadas a posteriori de la realización del Plan de Seguridad y Salud, se comunicará al Departamento de Contratista Principal.

3.7.20. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Los técnicos responsables de la obra dispondrán de cobertura de responsabilidad civil profesional.

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor.

3.7.21. PRESUPUESTO DE EBSS

El presupuesto del Estudio Básico de Seguridad y Salud del proyecto es de DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS (250 €).

4. PLANOS

ÍNDICE

4.1. EMPLAZAMIENTO

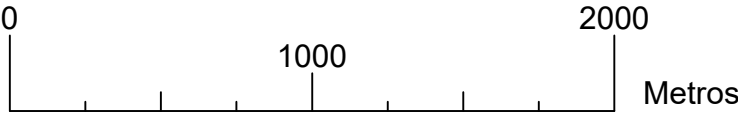
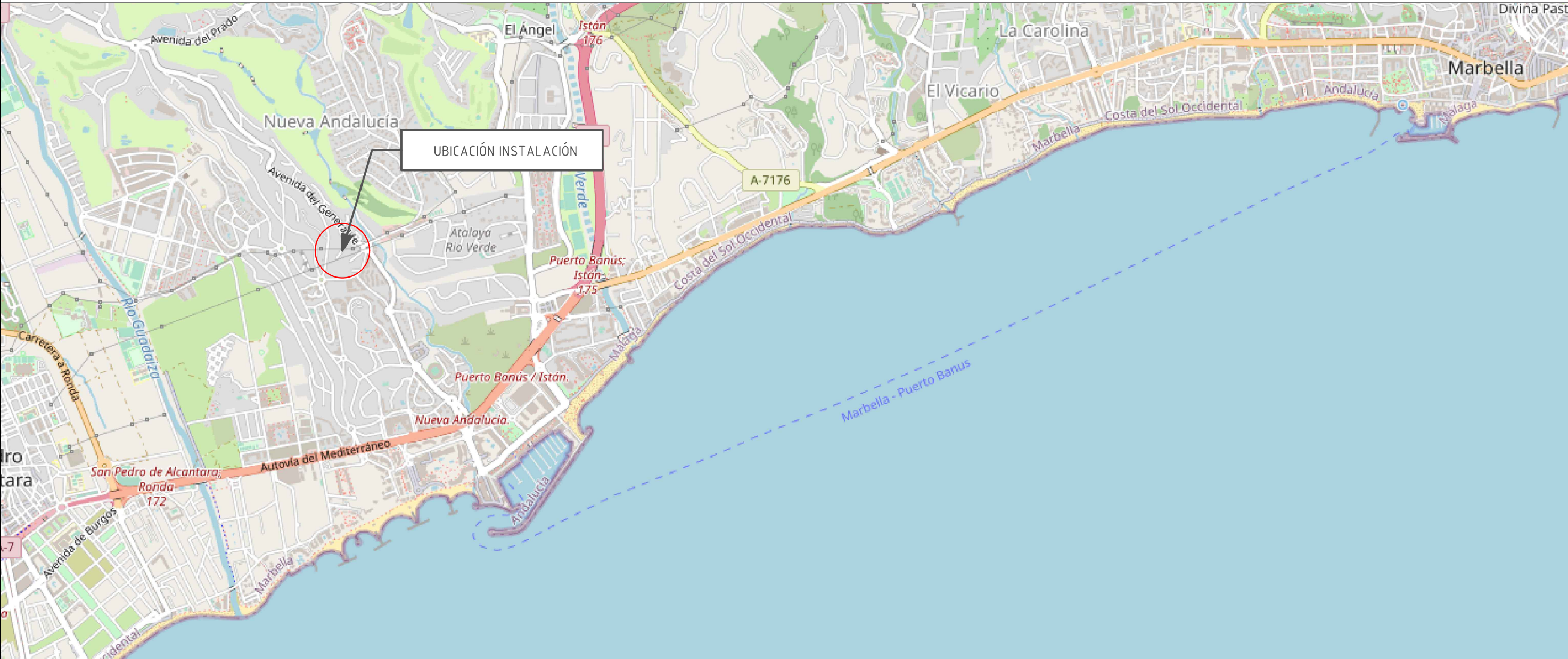
4.2. CATASTRO

4.3. DISTRIBUCIÓN

4.4. PLANTA INSTALACIÓN.

4.5. ALZADO.

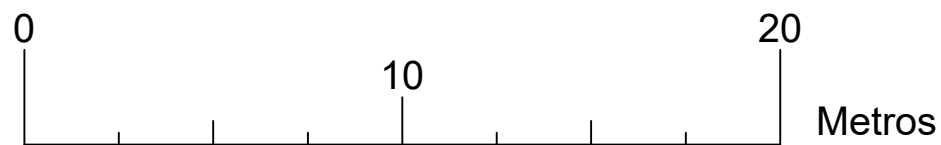
4.6. ESQUEMA UNIFILAR.



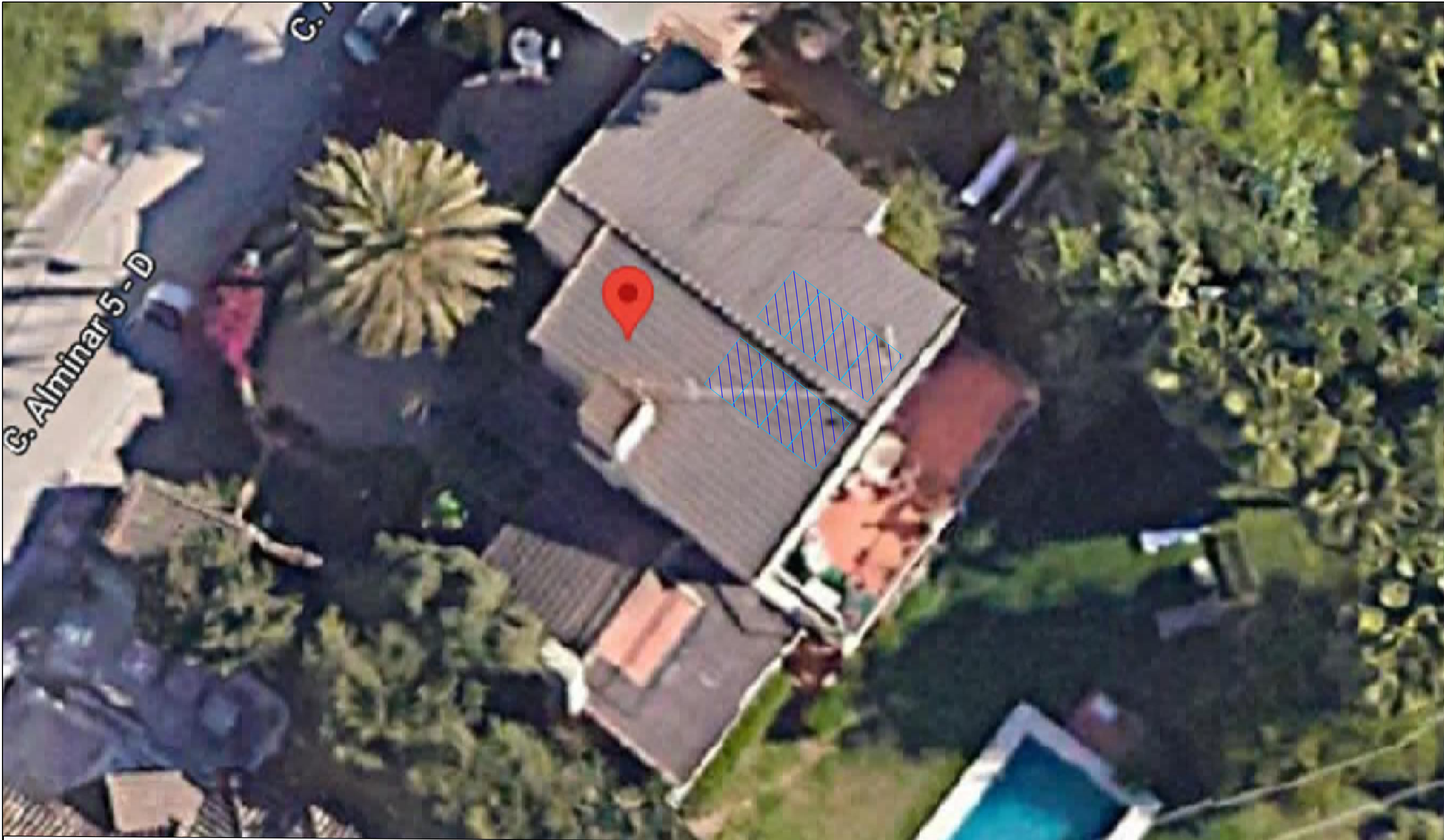
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	01/06/23	César Higuera		
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG Diseño de un sistema de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar y estudio de rentabilidad			Nº PLANO 1/6
1:25.000	Título del Plano SITUACIÓN			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



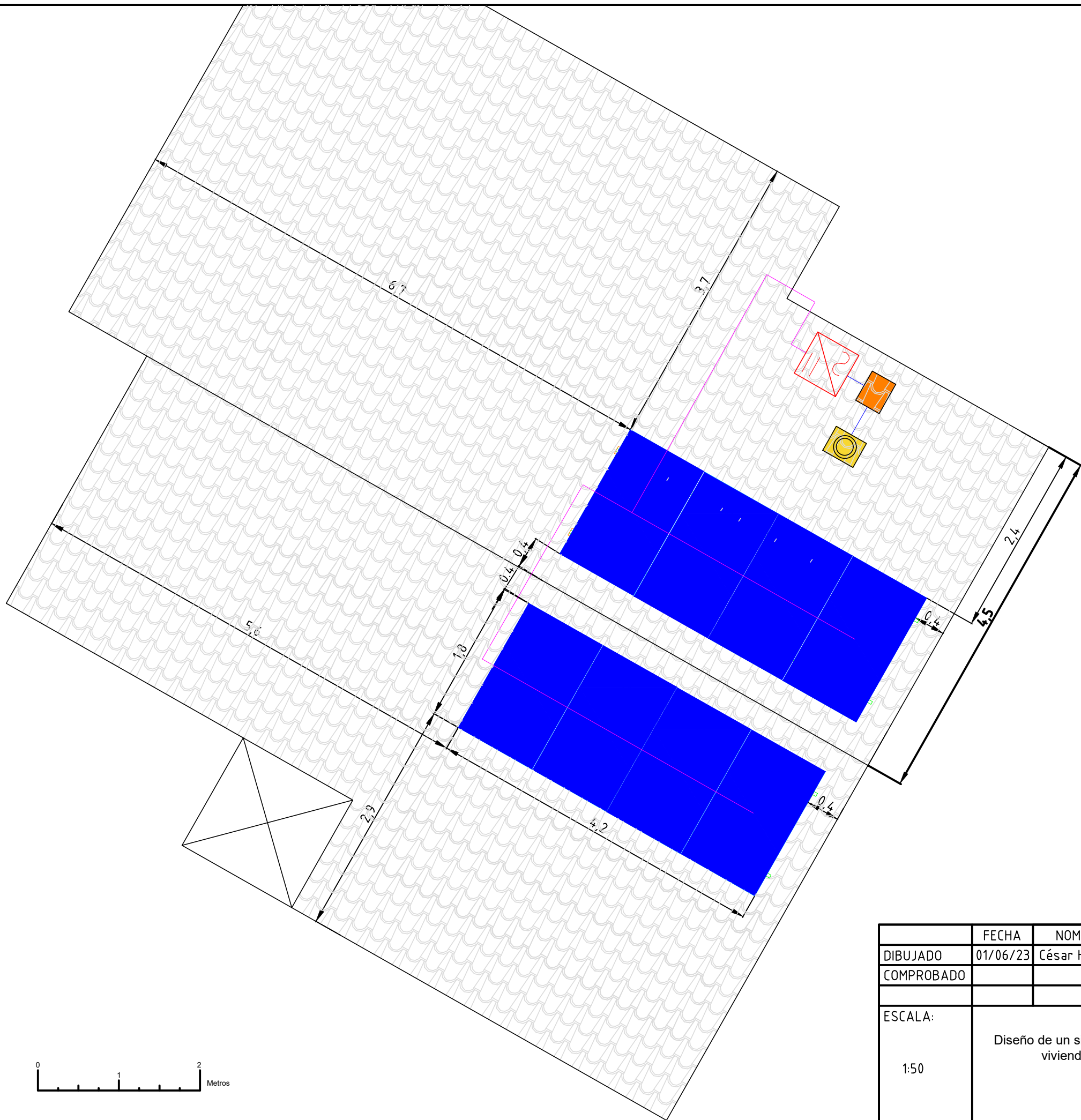
Parcela Catastral: 4112132UF2441S



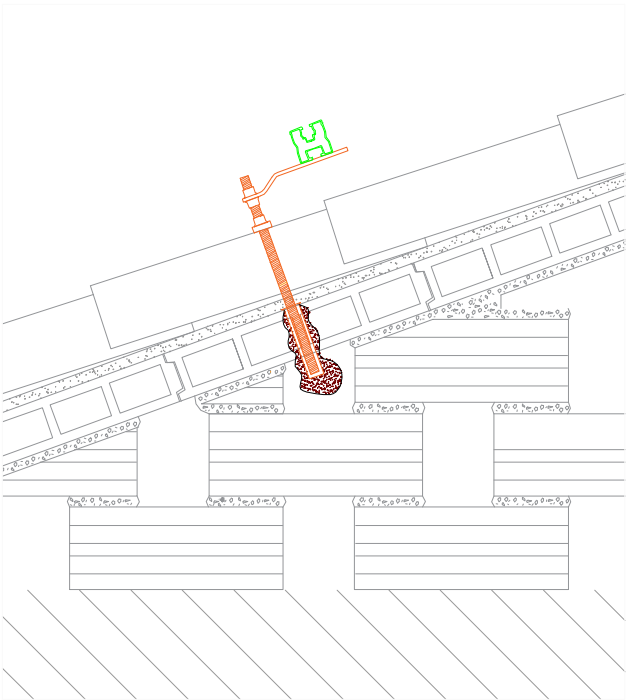
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	01/06/23	César Higuera			
COMPROBADO					
ESCALA:	Título del TFG Diseño de un sistema de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar y estudio de rentabilidad			Nº PLANO 2/6	
1:200				SUSTITUYE A:	
	Título del Plano PARCELA CATASTRAL			SUSTITUIDO POR:	



0510 Metros		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
	DIBUJADO	01/06/23	César Higuera			
	COMPROBADO					
ESCALA: 1:100		Título del TFG Diseño de un sistema de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar y estudio de rentabilidad				Nº PLANO 3/6
		Título del Plano DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS				SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:



SISTEMA DE ANCLAJE

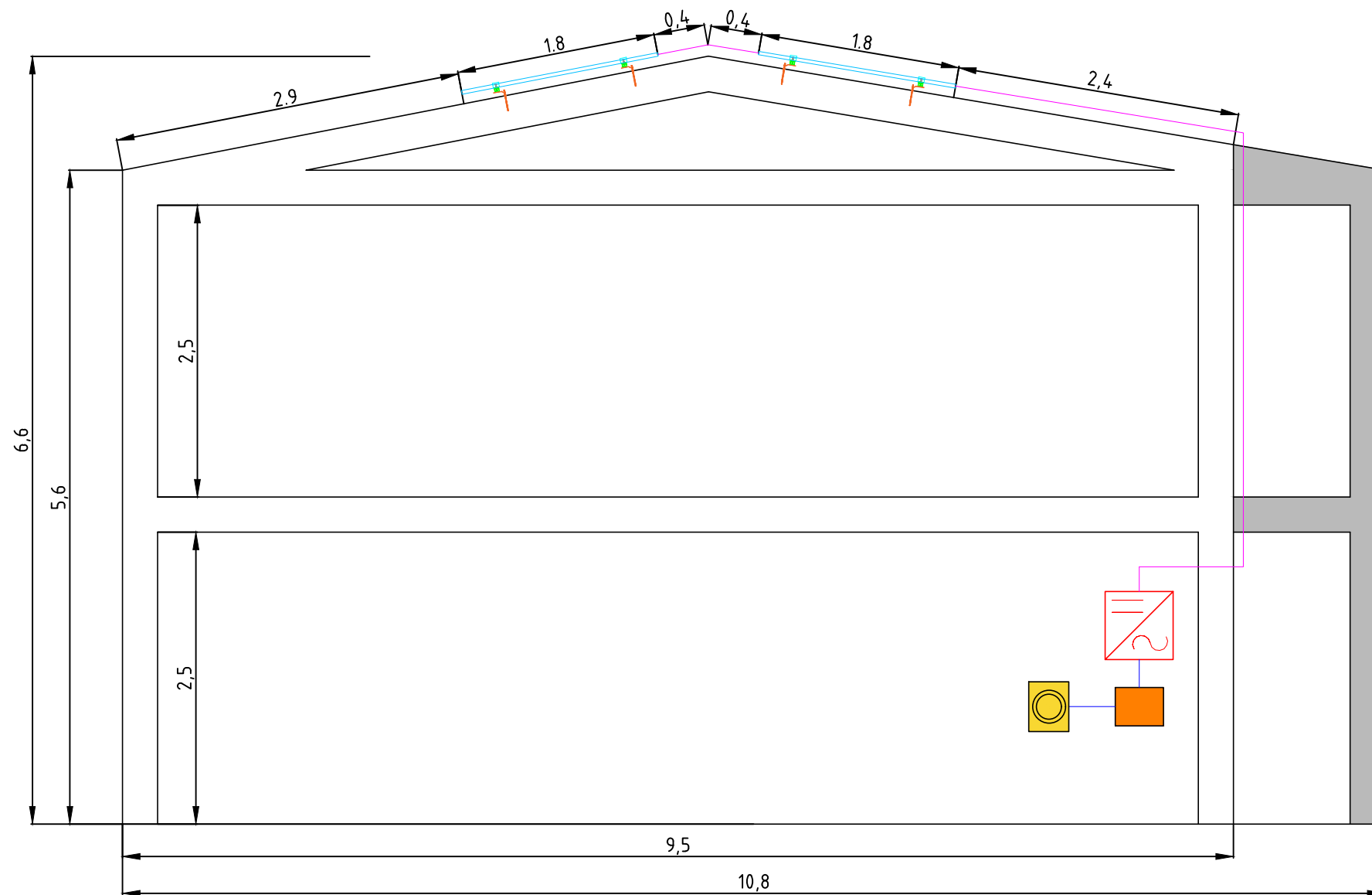


LEYENDA

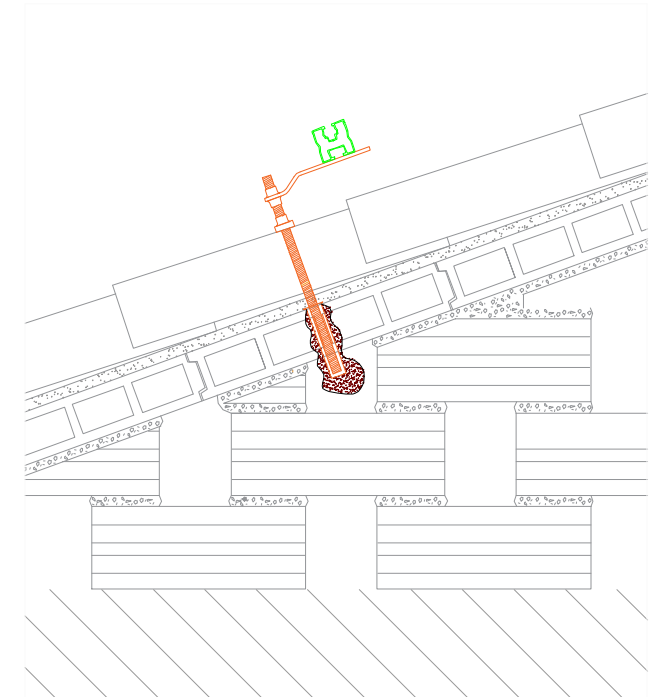
- Módulos Fotovoltaicos
- Inversor de Potencia
- Cuadro de protecciones CA
- Cuadro CPM (IGA)
- Contador de consumo
- Conexión a red
- Cableado DC
- Cableado AC



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	01/06/23	César Higuera			
COMPROBADO					
ESCALA:	Título del TFG Diseño de un sistema de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar y estudio de rentabilidad			Nº PLANO 4/6	
1:50	Título del Plano PLANTA INSTALACIÓN			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

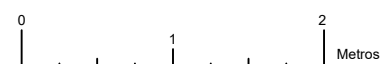


SISTEMA DE ANCLAJE



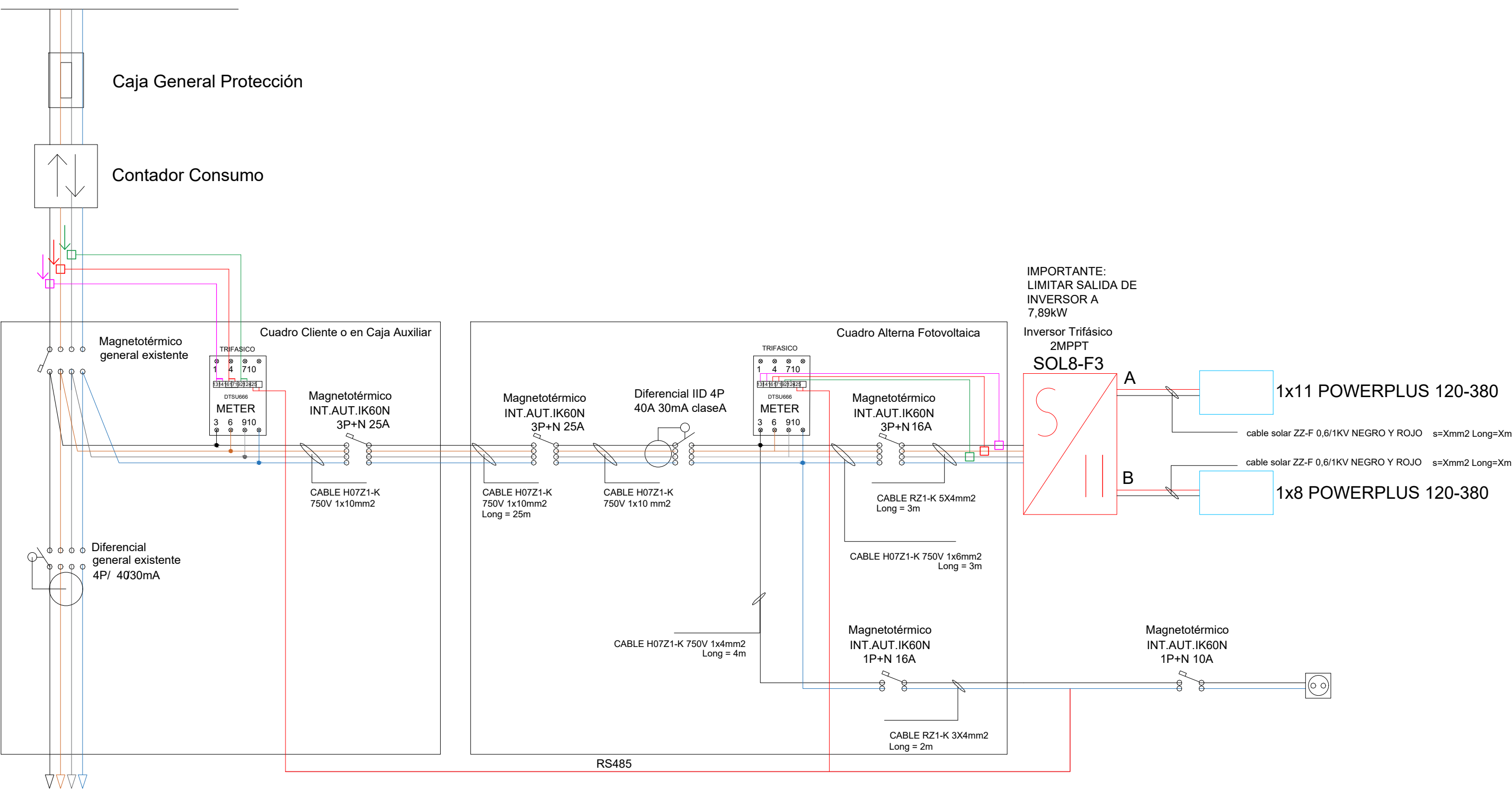
LEYENDA

-  Módulos Fotovoltaicos
-  Inversor de Potencia
-  Cuadro de protecciones CA
-  Cuadro CPM (IGA)
-  Contador de consumo
-  Conexión a red
-  Cableado DC
-  Cableado AC



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	01/06/23	Cesar Higuera			
COMPROBADO					
ESCALA:	Título del TFG Diseño de un sistema de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar y estudio de rentabilidad			Nº PLANO 5/6	
1:50	Título del Plano PLANTA INSTALACIÓN			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

Red de distribución eléctrica



Derivación individual

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	01/06/23	César Higuera		
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG Diseño de un sistema de autoconsumo fotovoltaico para una vivienda unifamiliar y estudio de rentabilidad			Nº PLANO 6/6
	Título del Plano ESQUEMA UNIFILAR			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

5. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

5.1. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	137
5.2. NORMATIVA	137
5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	140
5.4. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES	140
5.4.1. Procedencia	140
5.4.2. Ensayos de recepción.....	140
5.4.3. Almacenamiento y transporte	141
5.4.4. Materiales no especificados en el pliego	141
5.4.5. Ejecución de obras	141
5.4.6. Comprobación del replanteo	141
5.4.7. Replanteo de detalle de las obras.....	142
5.4.8. Programa de trabajo	142
5.4.9. Acopios	142
5.4.10. Equipos, maquinarias y métodos constructivos.....	143
5.4.11. Reposición de servicios, estructuras e instalaciones afectadas.....	143
5.4.12. Unidades de obra no especificadas en el pliego	143
5.4.13. Unidades de obra que no cumplan las condiciones definidas en el pliego ..	143
5.4.14. Señalización de las obras	143
5.4.15. Precauciones especiales durante la ejecución de las obras.....	144
5.4.16. Obras no definidas completamente en este pliego	144
5.4.17. Incumplimiento de órdenes y obras defectuosas.....	145
5.5. PRUEBAS Y ENSAYOS	145
5.5.1. Pruebas a realizar	146
5.5.2. Clases de ensayos y pruebas	146
5.6. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	147
5.6.1. Unidades de obra que han de quedar ocultas	147

5.6.2. Obras concluidas y obras incompletas.....	147
5.6.3. Trabajos de investigación del terreno.....	148
5.6.4. Unidades de obra comprendidas en el presente pliego.....	148
5.6.5. Unidades de obra no especificadas en el presente proyecto.....	148
5.7. DISPOSICIONES GENERALES	148
5.7.1. Supervisión de las obras.....	148
5.7.2. Facilidades para la inspección	149
5.7.3. Contradicciones y omisiones del proyecto	149
5.7.4. Subcontrato de las obras	149
5.7.5. Planos complementarios de detalle.....	149
5.7.6. Autocontrol.....	149
5.7.7. Modificaciones del proyecto	150
5.7.8. Medidas de seguridad.....	150
5.7.9. Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección.....	151
5.7.10. Mediciones y valoración	153
5.7.11. Plan de obras	153
5.7.12. Responsabilidad de la contrata	153
5.7.13. Recepción provisional de la obra y certificado final de obra	153
5.7.14. Disposición final	154
5.8. PRESUPUESTO	154

5.1. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (en lo sucesivo P.P.T.P.) constituye un conjunto de instrucciones para la ejecución de las obras a que se refiere el presente Proyecto, y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales a utilizar, el modo de ejecución y medición de las diferentes unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el Proyecto.

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares será de aplicación a las obras definidas en el presente Proyecto y a las que guarden relación con ellas, con sus instalaciones auxiliares o con los trabajos necesarios para ejecutarlas.

El Contratista expresa el conocimiento de todos estos Pliegos, Instrucciones y Normas, que aplicará en la construcción de las obras.

5.2. NORMATIVA

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (texto consolidado). BOE nº 310 de 27 de diciembre de 2013.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. BOE nº 242 de 6 de octubre de 2018.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. BOE nº 423 de 10 de octubre de 2015.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. BOE nº 83 de 6 de abril de 2019
- 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 (texto consolidado). BOE nº 310 de 27 de diciembre de 2000.

- 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. BOE nº 3295 de 8 de diciembre de 2011.
- Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica. BOE nº 67 de 18 de marzo de 2008.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (texto consolidado). BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002. PROYECTO INSTALACIÓN FV AUTOCONSUMO DE 120 KW. HISPASUR GROUP S.L. Página 65 de 102
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. BOE nº 139 de 9 de junio de 2014.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (texto consolidado). BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2007.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de la Junta de Andalucía (texto consolidado). BOJA nº 143, de 20 de julio de 2007. BOE nº 190, de 9 de agosto de 2007.
- Real Decreto Legislativo 2/2004 de 5 de marzo por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales. BOE nº 59 de 9 de marzo de 2004.
- Ley 49/1960 de 21 de julio sobre propiedad horizontal (texto consolidado). BOE nº 176 de 23 de julio de 1960.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica Conectadas a Red, publicado por el IDAE. 2011.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico

de la Edificación.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (texto consolidado).
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Se aplicarán las normas UNE o UNE-EN que afecten a materiales e instalaciones incluidos en este proyecto, tales como:
- UNE-HD 60364-7-712:2017. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE-EN 60904. Sobre dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61727:1996 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

Asimismo, se cumplirán las ordenanzas municipales pertinentes que afecten al proyecto, así como las normas particulares de la empresa ENDESA y de la Junta de Andalucía y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación. Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento este obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicara el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. Igualmente, se recomienda la aplicación del Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fovoltaicas conectadas a Red (Documento del IDAE. Año 2011).

5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Se ejecutará una instalación solar fotovoltaica, estará conformada por 8 paneles solares de 400 Wp cada uno, con un total de 3.200 Wp, que conectarán con un inversor monofásico Canadian Solar Inc CSI-5KTL1P-GI-FL de 5 kW de potencia nominal.

La instalación dispondrá de un contador bidireccional inteligente, ya que la instalación podrá verter electricidad a la red.

Los paneles solares se dispondrán de forma coplanar sobre una estructura metálica prefabricada con raíles. Esta estructura se dispondrá en la cubierta plana del inmueble.

La estructura se fijará al tejado del inmueble mediante perforación con taladro y fijado con taco químico.

5.4. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES

5.4.1. Procedencia

Todos los materiales deberán cumplir las condiciones que se especifican en los apartados siguientes. Se harán las comprobaciones correspondientes pudiendo ser rechazado cualquier material que a juicio de la Dirección Facultativa no reúna los requisitos exigidos.

El Contratista propondrá a la Dirección Facultativa lugares de procedencia, fábricas, marcas, modelos, etc., salvo indicación en contrario en el presente Pliego, que habrán de ser aprobados por el director de las obras.

5.4.2. Ensayos de recepción

La Dirección Facultativa o bien el presente Pliego, establecerán los materiales a ensayar antes de su utilización, así como el tipo de ensayo y normativa a aplicar. Estos ensayos se realizarán en los puntos de suministro, en un laboratorio a pie de obra o en un laboratorio homologado designado por la Dirección Facultativa. Deberá por tanto el Contratista avisar con la suficiente antelación a la Dirección de obra para que pueda realizar estos ensayos. Si no se cursara este aviso, la Dirección Facultativa podrá dar indicaciones para que no pueda procederse al empleo de material alguno que no haya sido examinado y aceptado.

Los materiales rechazados deberán ser distinguidos durante los ensayos de recepción, asimismo deberán ser evacuados de la obra en un plazo no superior a 15 días a partir de la fecha del rechazo.

Todos los gastos ocasionados por este concepto serán por cuenta del contratista.

5.4.3. Almacenamiento y transporte

El Contratista deberá cuidar el almacenamiento de los materiales debiendo reponer aquellos defectuosos debido a deficiencias en el almacenaje u otras causas a él imputables.

El hecho de haberse realizado satisfactoriamente la prueba o ensayo correspondiente no exime al Contratista de la obligación de reponer materiales deteriorados en su almacenamiento.

El almacenamiento deberá realizarse de forma que se facilite la inspección de los materiales.

5.4.4. Materiales no especificados en el pliego

El resto de los materiales no especificados en el presente Pliego serán de primera calidad y no podrán ser utilizados sin autorización previa por parte de la Dirección Facultativa la cual podrá rechazarlos si a su juicio no reúnen las condiciones adecuadas para su utilización.

Los materiales serán de calidades iguales o superiores a las indicadas en el Proyecto debiendo atenerse a la normativa oficial.

5.4.5. Ejecución de obras

Todas las obras comprendidas en el Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos del mismo y con las prescripciones del presente Pliego. En caso de duda u omisión, será la Dirección Facultativa quien resuelva las cuestiones que puedan presentarse.

5.4.6. Comprobación del replanteo

Los puntos de referencia de los replanteos se marcarán mediante estacas o, si hubiera peligro de desaparición, con mojones de hormigón o piedra.

El contratista se responsabilizará de la conservación, o reposición, en su caso, de los puntos del replanteo que le hayan sido entregados.

5.4.7. Replanteo de detalle de las obras

El Director de obra aprobará los replanteos de detalle necesarios para la ejecución de las obras, y suministrará al Contratista toda la información que se precise para que aquéllos puedan ser realizados.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los citados replanteos y determinar los puntos de control o de referencia que se requieran.

5.4.8. Programa de trabajo

El Contratista presentará antes del comienzo de las obras un programa de trabajos en el que se especificarán los plazos parciales de ejecución de las distintas obras, compatibles con el plazo total de ejecución.

5.4.9. Acopios

Los materiales deberán proceder de los lugares señalados en los documentos del Proyecto o indicados por la Dirección de las obras.

En cualquier caso, el Contratista notificará a la Dirección, con suficiente antelación, las procedencias de materiales que se propone utilizar, aportando cuando así se pida, las muestras y los datos necesarios para demostrar las posibilidades de su aceptación tanto en lo que se refiere a su calidad como a su cantidad.

Los materiales se almacenarán en forma tal que se asegure la preservación de su calidad para utilización en la obra, requisito que deberá ser comprobado en el momento de su utilización.

Las superficies empleadas como zonas de acopios deberán acondicionarse, una vez terminada la utilización de los materiales acumulados en ellas, de forma que puedan recuperar su aspecto original.

5.4.10. Equipos, maquinarias y métodos constructivos

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares que sean precisos para la buena ejecución de aquellas.

La Dirección de la obra deberá dar su conformidad a los equipos de maquinaria o instalaciones que deban emplearse para las obras.

5.4.11. Reposición de servicios, estructuras e instalaciones afectadas

La reposición de servicios y estructuras afectadas se hará a medida que se vayan completando las obras en los distintos tramos y con los mismos criterios de calidad y terminación que tuviesen tales servicios y estructuras.

5.4.12. Unidades de obra no especificadas en el pliego

Las unidades de obra que no se han incluido en el presente Pliego, se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale la Dirección de las Obras.

5.4.13. Unidades de obra que no cumplan las condiciones definidas en el pliego

La Dirección Facultativa podrá ordenar su demolición, siendo todos los gastos originados por este motivo por cuenta del Contratista.

5.4.14. Señalización de las obras

El sistema de señalización de las obras deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa.

El Contratista vigilará continuamente la permanencia del sistema elegido para la señalización de las obras, el cual se ajustará a la normativa vigente, siendo el responsable de cualquier accidente que por omisión o mal uso del sistema se produzca.

Asimismo, en los lugares que se indiquen por la Dirección de la obra, se instalarán carteles indicadores con la mención del título de la obra, fecha de comienzo y terminación, Contratista, etc., de acuerdo con los modelos oficiales. La instalación y conservación de estos paneles, durante la obra y plazo de garantía de la misma, serán a cargo del Contratista.

El Contratista está obligado a instalar las señales precisas para indicar el acceso a la obra, la circulación en la zona que ocupen los trabajos y los puntos de posible peligro debido a la marcha de aquellos.

5.4.15. Precauciones especiales durante la ejecución de las obras

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas de caminos y otros desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes.

Si existe temor de que se produzcan heladas, el Contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por los efectos consiguientes. Las partes de obras dañadas se levantarán y construirán a su costa.

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que se dicten por la Dirección de la Obra.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como los daños y perjuicios que se puedan producir.

En todo caso, el Contratista, cuidará especialmente de no poner en peligro vidas o propiedades; y será responsable de los daños que se deriven del empleo de explosivos.

El Contratista está obligado especialmente a observar la Ordenanza General de Higiene y Seguridad en el Trabajo, aprobada por Orden de 9 de Marzo de 1.971, así como toda la normativa vigente respecto a la seguridad.

5.4.16. Obras no definidas completamente en este pliego

Aquellas partes de las obras que no queden completamente definidas en el presente Pliego, deberán llevarse a cabo según los detalles con que figuran reseñadas en los planos, según las instrucciones de la Dirección de la obra y teniendo presente los buenos usos y costumbres de la construcción.

5.4.17. Incumplimiento de órdenes y obras defectuosas

Las órdenes escritas dadas por la Dirección de la obra, en el cumplimiento de sus funciones, deberán ser ejecutadas por el Contratista en el mínimo plazo necesario.

Si se advierten vicios o defectos en la construcción, o se tienen razones fundadas para creer que existen ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, antes de la recepción definitiva, la demolición y reconstrucción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

Si la Dirección ordena la demolición y reconstrucción de unidades de obra por creer existentes en ellas vicios o defectos ocultos, los gastos correrán también a cargo del Contratista, si resulta comprobada la existencia real de aquellos vicios o defectos, caso contrario, correrá a cargo de la Administración.

Si la Dirección estima que las unidades defectuosas, aunque no cumplan estrictamente las condiciones técnicas establecidas, son, sin embargo, admisibles, puede proponer a la Administración la aceptación de las mismas, con la correspondiente rebaja de los precios.

Análogamente puede la Dirección admitir el refuerzo de las obras defectuosas con otras unidades o fábricas que cumplan las dimensiones y características que estime necesarias. Será obligatoria su aceptación por el Contratista, a no ser que prefiera demoler y reconstruir las unidades defectuosas por su cuenta y de acuerdo con las condiciones técnicas establecidas.

5.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Los materiales acopiados a pie de obra y antes de su empleo, deberán ser reconocidos por la Dirección, quién siempre que lo estime conveniente, podrá ordenar tomar muestras de los materiales acopiados y remitirlas para su análisis o ensayo al Laboratorio, que, a propuesta del Contratista, considere adecuado.

Los materiales rechazados, marcados con pintura, deberán ser retirados de la obra dentro del plazo de ocho (8) días, contados a partir de la fecha en que fueron rechazados.

5.5.1. Pruebas a realizar

En general, se efectuarán las pruebas y ensayos, que decida la Dirección de la obra. Estos ensayos, aún en los casos no indicados en este Pliego, se harán con arreglo a las normas que estén vigentes para cada tipo de material o unidad de obra. Cualquier tipo de ensayo para el que no existan normas oficiales se realizará según las instrucciones que dicte la Dirección de la obra.

5.5.2. Clases de ensayos y pruebas

Las pruebas y ensayos podrán ser de tres clases:

De recepción de materiales:

Cuando se hayan de efectuar dichas pruebas, los materiales afectados por las mismas, no podrán ser empleados hasta que, a la vista del resultado, lo ordene la Dirección de la obra.

Las pruebas de recepción de materiales, podrán suprimirse cuando se trate de elementos que a su vez deban responder a un pliego oficial de condiciones tipo, en cuyo caso se podrá exigir al Contratista la presentación de certificado de garantía expedido por la factoría o entidad, que, a su vez, le suministre dichos materiales.

De control de ejecución:

Se refieren a ensayos efectuados sobre unidades de obra ya construidas o en curso de ejecución y que no constituyan ensayos de recepción. Si los resultados de este tipo de ensayos no fuesen satisfactorios, el Contratista vendrá obligado a demoler o retirar las partes de obra afectadas por la deficiencia y a tomar las medidas correctivas que fuesen necesarias, hasta obtener resultados de ensayos satisfactorios.

De recepción de obra:

Se efectuarán inmediatamente antes de la entrega de la obra ya terminadas. Si los resultados no fuesen satisfactorios podrá negarse la recepción hasta tanto no se subsanen las deficiencias observadas.

5.6. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA

Las unidades de obra se abonarán a los precios que figuren en el Cuadro de Precios del Proyecto, (o de acuerdo con los precios contradictorios acordados según la legislación vigente) con los aumentos y descuentos que figuran en el Contrato que sirve de base para la ejecución de las obras.

Dichos precios se abonarán con las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas en este Pliego, dictadas por la Dirección de la obra, y comprende el suministro, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución y retirada de productos sobrantes, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Dirección.

Las normas para la medición se establecen en el correspondiente apartado del presente Pliego.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán a los precios del contrato, de acuerdo con las condiciones del mismo y con el resultado de las mediciones correspondientes.

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al Contratista en su totalidad, una vez terminados los trabajos u obras a que se refieran, de acuerdo con las condiciones del Contrato.

5.6.1. Unidades de obra que han de quedar ocultas

Las unidades de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, deberán ser medidas antes de su ocultación, por lo que el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación a fin de que se puedan realizar las correspondientes mediciones y toma de datos.

A falta de aviso anticipado, queda el Contratista obligado a aceptar las decisiones de la Dirección sobre el particular, siendo de su cuenta las operaciones necesarias para que la medición se pueda llevar a cabo.

5.6.2. Obras concluidas y obras incompletas

Las obras concluidas se abonarán con arreglo a los precios designados en el Cuadro del Proyecto.

Cuando fuera preciso valorar obras incompletas se hará mediante la aplicación de un porcentaje a dichos precios. Este porcentaje, será establecido por la Dirección una vez escuchada la opinión al respecto del Contratista.

5.6.3. Trabajos de investigación del terreno

Consisten estos trabajos en pozos, zanjas y calicatas. Estos se medirán y abonarán según lo especificado en el presente Pliego con los precios contemplados en el Presupuesto.

5.6.4. Unidades de obra comprendidas en el presente pliego

Las unidades se medirán según los criterios indicados en los siguientes artículos y se abonarán según los precios definidos en el presupuesto correspondiente. Estos precios incluyen salvo que se indique lo contrario:

- Mano de obra.
- Materiales.
- Transporte.
- Operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente la unidad de obra.

5.6.5. Unidades de obra no especificadas en el presente proyecto

Si durante la ejecución de las obras hubiese que realizar algunas unidades no previstas en este Pliego, ni en otro documento del Proyecto, para su abono se redactarán los correspondientes precios propuestos por la Dirección, basándose en los costes elementales fijados en la descomposición de los precios unitarios del contrato, o, en los costes que correspondiesen a la fecha de licitación.

5.7. DISPOSICIONES GENERALES

5.7.1. Supervisión de las obras

La supervisión de los trabajos correrá a cargo de la Dirección de Obra

5.7.2. Facilidades para la inspección

En todo momento se facilitará a la Dirección o a sus representantes toda clase de facilidades para las labores de replanteos, reconocimientos, mediciones, inspección y control de tal forma que en todo momento se pueda comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas.

Estas facilidades incluyen el libre acceso a todas las zonas de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan y preparen los materiales.

5.7.3. Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en algún documento del Proyecto y omitido en otros habrá de ser ejecutado tal y como si se encontrara en todos reflejado.

En caso de existir contradicción prevalecerá siempre lo indicado por la Dirección de las obras.

5.7.4. Subcontrato de las obras

El Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección aquellos trabajos que serán ejecutados por subcontratistas.

De todos los trabajos realizados el responsable será el Contratista principal, no pudiendo en ningún caso deducirse relación contractual entre el subcontratista y la propiedad.

5.7.5. Planos complementarios de detalle

Será responsabilidad del Contratista, la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sea necesarios para la correcta realización de las obras. Estos planos serán supervisados por la Dirección.

5.7.6. Autocontrol

El Contratista realizará a su costa el autocontrol que garantice el plazo y la correcta ejecución de la obra, así como la idoneidad de los materiales empleados.

5.7.7. Modificaciones del proyecto

La interpretación del proyecto corresponde al director de Obra, el cual, si lo estima oportuno, podrá dar por finalizada la perforación antes de alcanzar la profundidad establecida en el presente proyecto, o a variar algunas de las características del mismo, sin que el contratante esté obligado a abonar parte de la obra no realizada.

Los reajustes del importe de las liquidaciones a que den lugar dichas variaciones, se calcularán según los precios unitarios establecidos en Proyecto y en caso de no estar marcados en el mismo, se establecerán los precios medios de mercado en el momento de la ejecución de la unidad de obra.

5.7.8. Medidas de seguridad

Será de aplicación la normativa incluida en el R.D.1.627/97 de 24 de Octubre, referente a las previsiones de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como a los trabajos de conservación y mantenimiento e instalaciones preceptivas de salud y bienestar de los trabajadores.

El Contratista es responsable de las condiciones de seguridad de los trabajos, estando obligado a adoptar y a hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre esta materia, las medidas que pueda dictar la Inspección de Trabajo y demás Organismos competentes y las normas de seguridad que corresponden a las características de las obras.

El Contratista es responsable de los daños o perjuicios directos/indirectos que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público o privada como consecuencia de actos, negligencia u omisión del personal a su cargo en materia de Seguridad.

El Contratista está en la obligación de presentar al inicio de la obra el Estudio Básico de Seguridad y Salud o Estudio de Seguridad y Salud, así como a realizar un Plan de Trabajo.

Todo ello encaminado a tomar las medidas de seguridad que son necesarias para la prevención de accidentes, en cada una de las actuaciones a realizar, según proyecto.

Se reflejarán en el Libro de Órdenes todas las observaciones que se le hagan al Contratista, en especial las referentes a materia de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales. Deberá existir así mismo un Libro de Incidencias a pie de obra. Se comunicará a la Delegación de Minas correspondiente el inicio de las obras.

Será responsabilidad de la Empresa Contratista el mantenimiento de la seguridad en la obra y su entorno de actuación durante la realización de la misma, así como del estado final en que quede el emplazamiento y zona circundante, para impedir accidentes. En todo caso, el Contratista vendrá obligado a cumplir las normas vigentes de Seguridad y Salud Laboral y en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

En el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborables.

5.7.9. Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección

Se cumplirá lo indicado por el Real Decreto 1.215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, sobre todo en lo que se refiere a las instrucciones de uso, y a la instalación y puesta en servicio, inspecciones y revisiones periódicas, y reglas generales de seguridad.

Las máquinas que se prevén usar en esta obra son las siguientes:

- Camión de 12 Ton.
- Retroexcavadora hidráulica.
- Hormigonera, dosificadores y mezcladoras de áridos.
- Máquina de corte con disco. Máquina de soldar. Montacargas de pluma.
- Herramientas manuales, herramientas neumáticas, dobladoras de hierros, enderezadoras de varillas y gatos hidráulicos.

Tanto en el empleo como la conservación de los útiles y herramientas, el encargado de la obra velará por su correcto empleo y conservación, exigiendo a los trabajadores el

cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta. Las herramientas y útiles establecidos en las previsiones de este estudio pertenecen al grupo de herramientas y útiles conocidos y con experiencias en su empleo, debiéndose aplicar las normas generales, de carácter práctico y de general conocimiento, vigentes según los criterios generalmente admitidos.

En cuanto al empleo y conservación de equipos preventivos se consideran los dos grupos fundamentales:

Protecciones personales

Se tendrá preferente atención a los medios de protección personal. Toda prenda tendrá fijado un periodo de vida útil desechándose a su término. Cuando por cualquier circunstancia, sea de trabajo o mala utilización de una prenda de protección personal o equipo se deteriore, estas se repondrán independientemente de la duración prevista. Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo y/o Consejería y, en caso que no exista la norma de homologación, la calidad exigida será la adecuada a las prestaciones previstas.

Protecciones colectivas:

El encargado y jefe de obra, son los responsables de velar por la correcta utilización de los elementos de protección colectiva, contando con el asesoramiento y colaboración de los Departamentos de Almacén, Maquinaria, y del propio Servicio de Seguridad de la Empresa Constructora.

Se especificarán algunos datos que habrá que cumplir en esta obra, además de lo indicado en las normas Oficiales:

- Cables de sujeción de cinturón de seguridad: Los cables y sujeciones previstos tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a los que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Extintores: Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.
- La empresa responsable de las obras, debe tener autorizado el empleo de dicha maquinaria ante la Autoridad Competente.
- La maquinaria la manejará solo personal autorizado por la Empresa y en

posesión de todos los permisos vigentes para dicho manejo.

5.7.10. Mediciones y valoración

Se harán mediciones y valoraciones con arreglo a los documentos antes citados, tanto para los parciales durante la ejecución como para la medición definitiva y liquidación final de la Contrata.

5.7.11. Plan de obras

El Contratista está obligado a presentar a la Dirección de Obra un Plan de Ejecución en el Plazo de un mes a partir de comprobación de replanteo.

Dicho Plan de Ejecución incluirá un Programa de Trabajos, con especificación de los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas unidades de obra, compatibles con el plazo total de ejecución.

5.7.12. Responsabilidad de la contrata

El Contratista será el único responsable de la ejecución de las obras, no teniendo derecho a indemnización de ninguna clase por errores que pudiera cometer y que será de su cuenta y riesgo. Aún después de la recepción provisional, el Contratista está obligado a rectificar toda deficiencia que sea advertida por la Dirección de Obra. La demolición o reparación precisa será de exclusivo cargo del Contratista. Asimismo, el Contratista se responsabilizará ante los Tribunales de los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución de las obras. Igualmente estará obligado al cumplimiento de todos los preceptos legales establecidos o que se establezcan por disposiciones oficiales.

5.7.13. Recepción provisional de la obra y certificado final de obra

Una vez ejecutada y finalizada la obra por parte del Contratista, la Dirección de las obras inspeccionará las mismas, realizando un acta de recepción provisional de las obras. Una vez transcurrido el plazo de un año a contar desde la firma de dicha acta, se extenderá el certificado final de obra por parte de la Dirección Facultativa y visada por el Colegio Profesional competente. De esta forma, el Contratista quedará eximido de cualquier responsabilidad, excepto las que se deriven de ejecuciones deficientes o ejecuciones realizadas con mala fe y vicios ocultos.

5.7.14. Disposición final

En todo aquello que no se haya concretamente especificado en este Pliego de Condiciones, el Contratista se atenderá a lo dispuesto por la Normativa vigente para la Contratación y Ejecución de las Obras del Estado, con rango jurídico superior.

5.8. PRESUPUESTO

El presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) del proyecto asciende a CUATRO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS (4.262,82 €).

6. PRESUPUESTO

6.1. MEDICIONES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UD
MODULOS		
Suministro y montaje de módulos fotovoltaicos SOLAR PROFIT	8	ud
Sistema de bloqueo para anidación de aves	1	ud
INVERSOR		
Suministro y montaje de inversor fotovoltaicos SOLAR PROFIT	1	ud
Energy Meter del sistema inversor para visualización de consumos	1	ud
ESTRUCTURA		
Suministro de estructura de aluminio específica para instalaciones fotovoltaicas para fijar en sobrecubierta el conjunto de paneles	2	ud
CIRCUITOS		
Conjunto de cableado para conexión corriente continua color negro y rojo de sección 4mm ² , conectores de derivación y pequeño material.	80	m
Conjunto de cableado para conexión de corriente alterna tipo RZ1(AS)-K 0,6/KV i sección 3x6mm ² .	62	m
CUADROS		
Suministro de cuadro superficial de protecciones del inversor con protecciones magnetotérmicas y diferencial.	1	ud
INGENIERÍA		
Redacción de proyectos o memorias técnicas	1	ud
OBRAS		
Ejecución de obra	1	ud

6.2. PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UD	PRECIO	IMPORTE
MODULOS				
Suministro y montaje de módulos fotovoltaicos SOLAR PROFIT	8	ud	186,30 €	1.490,40 €
Sistema de bloqueo para anidación de aves	1	ud	218,18 €	218,18 €
INVERSOR				
Suministro y montaje de inversor fotovoltaicos SOLAR PROFIT	1	ud	608,73 €	608,73 €
Energy Meter del sistema inversor para visualización de consumos	1	ud	100,00 €	100,00 €
ESTRUCTURA				
Suministro de estructura de aluminio específica para instalaciones fotovoltaicas para fijar en sobrecubierta el conjunto de paneles	2	ud	150,74 €	301,48 €
CIRCUITOS				
Conjunto de cableado para conexión corriente continua color negro y rojo de sección 4mm ² , conectores de derivación y pequeño material.	80	m	0,95 €	76,00 €
Conjunto de cableado para conexión de corriente alterna tipo RZ1(AS)-K 0,6/KV i sección 3x6mm ² .	62	m	1,55 €	96,10 €
CUADROS				
Suministro de cuadro superficial de protecciones del inversor con protecciones magnetotérmicas y diferencial.	1	ud	275,37 €	275,37 €
INGENIERÍA				
Redacción de proyectos o memorias técnicas	1	ud	450,00 €	450,00 €
OBRAS				
Ejecución de obra	1	ud	646,56 €	646,56 €
TOTAL EJECUCION MATERIAL				4.262,82 €

6.3. RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
01	MODULOS	1.708,58 €
02	INVERSOR	708,73 €
03	ESTRUCTURA	301,48 €
04	CIRCUITOS	172,10 €
05	CUADROS	275,37 €
06	INGENIERÍA	450,00 €
07	OBRAS	646,56 €
TOTAL EJECUCION MATERIAL		4.262,82 €
21% IVA		895,19 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		5.158,01 €

El presupuesto total de ejecución material asciende a CUATRO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS (4.262,82 €).