

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA
INDUSTRIAL



"Estudio Técnico-Económico de una Instalación
Fotovoltaica de Autoconsumo en Vivienda Unifamiliar
ubicada en la pedanía Ilicitana de Maitino"

TRABAJO FIN DE GRADO

Noviembre – 2025

AUTORA: Lucía Pardo Carratalá

DIRECTOR: Adrián Peidro Vidal

Índice

1	INTRODUCCIÓN	4
2	MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO.....	5
	2.1/ ENERGÍAS RENOVABLES Y FUNDAMENTOS DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	5
	2.2/ NORMATIVA VIGENTE.....	6
3	ANÁLISIS DE CONSUMOS ELÉCTRICOS	7
	3.1/ CURVAS DE CONSUMO DIARIO	8
	3.2/ CURVAS DE CONSUMO MENSUAL	9
	3.3/ RESUMEN.....	10
4	MEMORIA.....	11
	4.1/ OBJETO DEL PROYECTO	11
	4.2/ EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	11
	4.3/ REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	11
	4.4/ ESTUDIO DE SOMBRAS.....	13
	4.5/ ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN ÓPTIMA DE LOS MÓDULOS	14
	4.6/ CRITERIOS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	15
	4.6.1/ Análisis del consumo eléctrico	15
	4.6.2/ Características de la cubierta.....	15
	4.6.3/ Potencia instalada.....	16
	4.6.4/ Estimación de la producción energética.....	16
	4.6.5/ Características de la instalación	18
	4.6.5.1/ Generador fotovoltaico.....	18
	4.6.5.2/ Inversor	19
	4.6.5.3/ Sistema de almacenamiento	19
	4.6.5.4/ Estructura de soporte.....	19
	4.6.5.5/ Sistema de protección y conexión	19
	4.7/ COMPONENTES SELECCIONADOS.....	19
	4.7.1/ Generador fotovoltaico.....	20
	4.7.2/ Inversor	20
	4.7.3/ Sistema de almacenamiento	21
	4.7.4/ Estructura de soporte	22
	4.7.5/ Cableado y protecciones	22
	4.8/ ESTUDIO ENERGÉTICO	23
	4.8.1/ Producción energética estimada	23
	4.8.2/ Energía generada y balance energético	24
	4.8.2.1/ Autoconsumo	24
	4.8.2.2/ Excedentes vertidos a red	24

4.8.2.3/ Energía importada de la red	24
4.8.2.4/ Resumen del balance energético.....	25
5 PRESUPUESTO.....	26
5.1/ PRESUPUESTO PARCIAL.....	27
5.1/ PRESUPUESTO TOTAL.....	30
6 ESTUDIO DE RENTABILIDAD.....	31
6.1. AHORRO ECONÓMICO ANUAL.....	31
6.2. PERIODO DE AMORTIZACIÓN.....	31
6.3. AHORRO ACUMULADO DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LA INSTALACIÓN.....	32
6.4. CONSIDERACIONES FINALES.....	32
7 CONCLUSIONES	33
8 BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA.....	34
9 ANEXO I: PLIEGO DE CONDICIONES	35
9.1/ OBJETO DEL PLIEGO.....	36
9.2/ CAMPO DE APLICACIÓN	36
9.3/ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN	36
9.3.1/ Generador Fotovoltaico	36
9.3.2/ Inversor	36
9.3.3/ Sistema de almacenamiento	37
9.3.4/ Estructura de soporte	37
9.3.5/ Cableado y protecciones	37
9.3.6/ Puesta a tierra.....	38
9.4/EJECUCION Y MONTAJE DE LA INSTALACIÓN.....	38
9.5/ CONTROL DE CALIDAD	38
9.6/ SEGURIDAD Y SALUD.....	39
9.7/ GESTION AMBIENTAL Y RESIDUOS.....	39
9.8/ PLAZO DE EJECUCIÓN	40
9.9/ PRESUPUESTO Y CONDICIONES ECONOMICAS	41
9.10/ RECEPCIÓN Y PUESTA EN MARCHA	41
10 ANEXO II: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	42
10.1/ CÁLCULOS ELÉCTRICOS	43
10.1.1/ Cálculo de corriente y tensión por string	43
10.1.1.1/ Tensión por string.....	43
10.1.1.2/ Corriente por string.....	43
10.1.2/ Cálculo de sección de cable en corriente continua.....	44
10.1.3/ Compatibilidad de tensión con el inversor.....	45
10.2/ CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA ANTE CARGAS DE VIENTO.....	45
10.2.1/ Carga de viento según UNE-EN 1991-1-4	46

10.2.2/ Superficie expuesta y coeficiente de presión.....	46
10.2.3/ Comparación con los valores admisibles del sistema de montaje.....	47
11 ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	48
12 ANEXO IV: PLANOS	55



1 INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como finalidad el diseño y análisis tanto técnico como económico de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo en una vivienda unifamiliar.

En un contexto actual marcado por la transición energética y el continuo aumento del coste de la electricidad, se considera el autoconsumo fotovoltaico una alternativa viable para reducir la dependencia energética de los usuarios, mejorar la eficiencia energética del hogar y contribuir al uso responsable de los recursos renovables. Especialmente destacable en el caso de Elche, ciudad ubicada en la provincia de Alicante, donde contamos con condiciones de irradiación solar particularmente favorables. Este hecho, convierte a la pedanía ilicitana de Maitino, ubicación elegida para este proyecto, en un lugar ideal para implementar la instalación solar fotovoltaica objeto.

Este proyecto parte del análisis real de los consumos eléctricos de la vivienda existente con el objetivo de diseñar una instalación ajustada a las necesidades energéticas del cliente. Para ello, se estudian las condiciones del emplazamiento, la orientación e inclinación de la cubierta, las posibles afecciones por sombras y las características de la demanda, a fin de optimizar tanto la generación como el autoconsumo energético.

A lo largo del desarrollo, se realizará el dimensionamiento técnico de la instalación, la selección de los componentes adecuados y la estimación de la producción anual de energía eléctrica. Posteriormente, se evaluará el comportamiento energético del sistema previsto, cuantificando la proporción de energía autoconsumida, la energía excedentaria vertida a red y la energía extraída de la red convencional.

El objetivo final es evaluar la rentabilidad técnica y económica de la instalación propuesta mediante un estudio detallado de los costes, el ahorro potencial a lo largo del tiempo y el periodo de retorno de la inversión, garantizando que la solución adoptada sea eficiente, coherente con los hábitos de consumo reales de la vivienda y sostenible a largo plazo.

2 MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO

2.1/ ENERGÍAS RENOVABLES Y FUNDAMENTOS DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

En los últimos años, la transición hacia un sistema energético más sostenible ha cobrado una gran relevancia, promoviéndose la implantación progresiva de fuentes renovables en distintos sectores, especialmente en el ámbito residencial. Frente a un contexto marcado por la subida continuada del precio de la electricidad y los efectos del cambio climático, las energías renovables se han consolidado como una alternativa viable, eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Entre ellas, la energía solar fotovoltaica destaca especialmente por su fácil integración en viviendas y por el enorme potencial solar que existe en muchas zonas del país, como es el caso de Elche y, concretamente, de la pedanía de Maitino, donde se localiza la vivienda objeto de este estudio. Esta tecnología permite transformar la radiación solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico, un fenómeno que se produce cuando ciertos materiales semiconductores generan corriente al recibir luz solar.

Una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo en una vivienda unifamiliar se compone, de forma general, de paneles solares, un inversor que transforma la corriente continua generada en corriente alterna, y distintos elementos de protección y monitorización que permiten un funcionamiento seguro y eficiente del sistema. En algunos casos, como se planteará en este proyecto, también puede contemplarse la incorporación de baterías físicas o virtuales para mejorar la gestión de los excedentes generados.

La apuesta por esta tecnología no solo permite reducir el consumo energético procedente de la red, sino también rebajar considerablemente la factura eléctrica mensual, aumentar el grado de autosuficiencia del usuario y contribuir de forma directa a la descarbonización del sector residencial. Además, las políticas de apoyo actuales, la reducción de los costes de instalación y la mejora del rendimiento de los equipos han hecho que el autoconsumo sea cada vez más accesible y rentable, incluso en viviendas particulares.

Este trabajo tiene como objetivo plantear una instalación fotovoltaica adaptada a las condiciones reales de la vivienda, tanto a nivel de consumo como de ubicación. Se busca una solución eficiente que aproveche al máximo el recurso solar disponible, reduciendo la dependencia de la red eléctrica y ajustándose a los hábitos energéticos del cliente.

2.2/ NORMATIVA VIGENTE

El diseño y ejecución de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo en el ámbito residencial están regulados por una serie de normativas de carácter técnico, administrativo y medioambiental que garantizan tanto la seguridad de las instalaciones como su correcta integración en el sistema eléctrico nacional. Estas normativas han ido evolucionando en los últimos años para favorecer el despliegue de energías renovables, simplificar trámites y fomentar el autoconsumo en el sector doméstico.

En el contexto de este proyecto, la referencia principal es el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Este decreto introduce medidas clave como la posibilidad de compensar excedentes, la tramitación simplificada para instalaciones de pequeña potencia y la opción de autoconsumo compartido, lo que ha supuesto un impulso significativo para la expansión de la energía solar en viviendas particulares.

Junto a esta normativa específica, también resulta de aplicación el Real Decreto 413/2014, que regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos, y que establece el marco general para el desarrollo de instalaciones de generación distribuida. Además, deben considerarse aspectos relacionados con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), especialmente en lo referente a la seguridad de las instalaciones y a la correcta conexión con la red interior de la vivienda.

Desde el punto de vista urbanístico, este tipo de instalaciones suele quedar exento de licencia de obra en muchos municipios si se ubica sobre cubierta y no altera la estética del entorno. En el caso de Elche, y concretamente en la pedanía de Maitino, este tipo de proyectos se tramita habitualmente mediante una declaración responsable, aunque siempre será necesario confirmar los requisitos concretos en la normativa urbanística local y en la ordenanza municipal correspondiente. Asimismo, es indispensable contar con el visto bueno de la compañía distribuidora para el vertido de excedentes a red, cumpliendo con los requerimientos técnicos establecidos por la normativa autonómica de la Comunitat Valenciana.

3 ANÁLISIS DE CONSUMOS ELÉCTRICOS

Los consumos con los que se realizará el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica han sido obtenidos directamente de los datos facilitados por la comercializadora eléctrica, a través de las facturas reales correspondientes a un año completo.

Gracias a estos informes de consumo proporcionados por la comercializadora, se han podido extraer y organizar los datos en función de franjas horarias y meses, permitiendo así un análisis detallado del comportamiento energético de la vivienda.

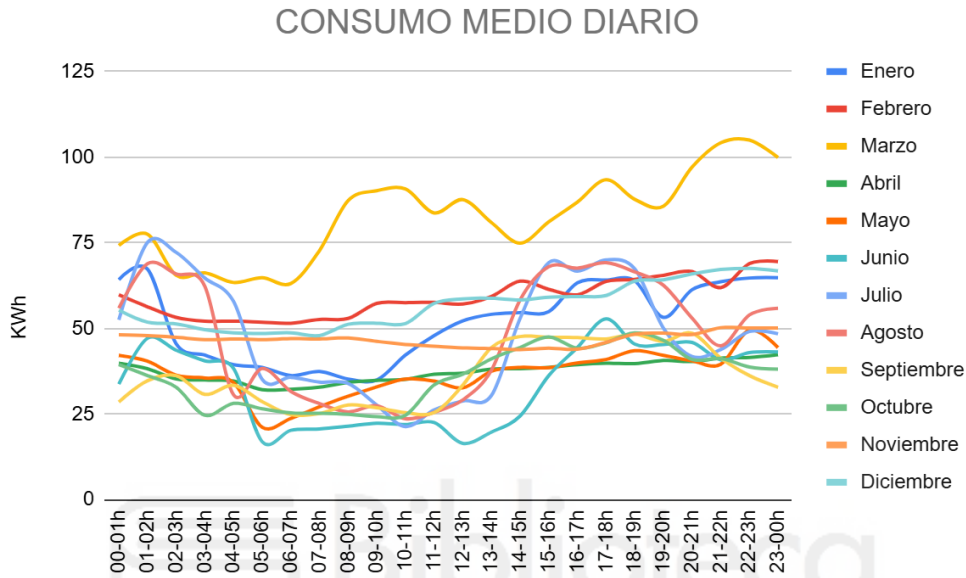
En la siguiente tabla se presenta el consumo medio horario mensual (en KWh) de la vivienda:

CONSUMO MEDIO HORARIO MENSUAL (KWh)													
Franja horaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	PROMEDIO
00-01h	64,2	59,8	74,2	39,8	42,1	33,7	52,5	55,9	28,5	39,4	48,1	55,3	49,46
01-02h	67,3	56,3	77,5	38,2	40,4	47,1	75,1	68,9	34,7	36,2	47,9	51,8	53,45
02-03h	45,5	53,2	65,5	35,2	36,3	43,6	72,2	65,9	36,2	32,8	47,4	51,3	48,76
03-04h	42,2	52,1	66,2	34,9	35,5	40,5	64,7	62,3	30,7	24,6	46,7	49,6	45,83
04-05h	39,4	52,1	63,4	34,6	34,2	38,3	57,9	30,6	33,4	28,1	46,9	48,7	42,3
05-06h	38,6	51,8	64,8	32,1	21,1	16,9	35,1	38,3	28,6	26,5	46,7	48,5	37,42
06-07h	36,2	51,5	63,1	32,2	23,7	20,2	35,7	31,6	24,8	25,3	47	48,7	36,67
07-08h	37,4	52,6	72,7	32,8	27,1	20,6	34,3	28	25,1	25,2	46,9	47,9	37,55
08-09h	35,2	52,9	87,3	34,2	30,2	21,4	33,9	25,6	27,6	24,9	47,2	51,2	39,3
09-10h	34,9	57,3	90,2	34,8	32,9	22,3	27,6	27,4	26,8	24,2	46,2	51,5	39,68
10-11h	42,2	57,5	90,7	35,1	35,2	21,9	21,3	23,6	25,4	24,6	45,3	51,4	39,52
11-12h	47,9	57,6	83,7	36,6	34,6	22,5	26,2	25,5	25,4	33,5	44,8	57,3	41,3
12-13h	52,2	57,1	87,6	36,9	32,6	16,4	28,8	29,1	33,4	36,6	44,3	58,6	42,8
13-14h	54,1	59,3	80,9	38,1	37,5	19,7	30,4	37,8	44,4	41,1	44,1	58,8	45,52
14-15h	54,6	63,8	74,9	38,2	38,6	24,4	52,9	58,3	47,6	44,4	43,8	58,3	49,98
15-16h	54,9	61,4	81,1	38,6	38,5	36,2	69,2	68	47,4	47,5	44,2	59,1	53,84
16-17h	63,3	59,8	86,9	39,4	39,9	44,4	66,7	67,6	47,3	44,2	43,9	59,3	55,23
17-18h	64,1	63,7	93,4	39,8	40,9	52,8	70	69,2	46,9	45,8	45,9	59,6	57,68
18-19h	63,9	64,3	87,7	39,7	43,5	45,4	67,4	66,5	48,3	48,7	48,3	63,8	57,29
19-20h	53,2	65,5	85,7	40,6	42,1	45,3	50,1	62,6	46,2	46,5	48,6	64,2	54,22
20-21h	61,3	66,6	97,1	40,3	40,5	45,9	41,8	53	48,6	40,9	48,2	65,9	54,18
21-22h	63,6	61,9	104,2	41,3	39,5	40,8	43,8	44,9	41,3	41,2	50,2	67,2	53,33
22-23h	64,7	68,9	105	41,5	49,5	42,9	49,1	53,9	36,2	38,7	50,1	67,5	55,67
23-00h	64,8	69,5	99,9	42,3	44,4	43,1	48,4	55,9	32,8	38,1	50,1	66,8	54,68
Media	50,64	58,77	81,70	37,26	36,07	31,40	45,19	44,77	35,11	34,78	46,74	56,39	-
TOTAL	1169,49	1364,69	1930,23	858,42	833,90	744,61	1045,40	1048,84	838,73	819,98	1072,83	1316,73	13043,85

Tabla 1

3.1/ CURVAS DE CONSUMO DIARIO

Estos datos servirán como base para el dimensionamiento del sistema, considerando no solo el consumo total anual, sino también los picos de demanda y la coincidencia con la producción solar según franja horaria.



Gráfica 1

Con estos datos podemos realizar un promedio para obtener el consumo medio anual de un día cualquiera, y así conocer las horas de mayor y menor consumo de nuestra vivienda.



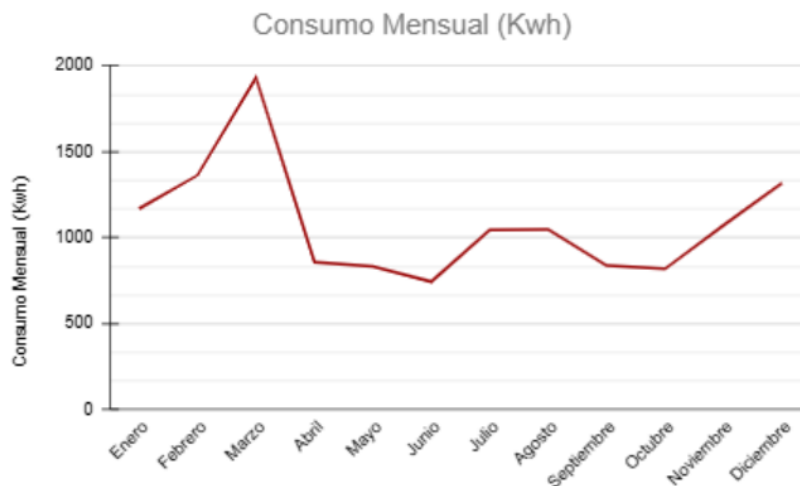
Gráfica 2

3.2/ CURVAS DE CONSUMO MENSUAL

A partir de los informes de consumo facilitados por la comercializadora, y tal como se recoge en la Tabla 1, se ha realizado un análisis detallado de la evolución mensual del consumo eléctrico. En dicha información, se refleja tanto el consumo específico de cada mes como el promedio mensual y el consumo anual total, lo que permite obtener una visión clara del perfil de demanda energética de la vivienda:

	Consumo mensual (Kwh)	Consumo diario (Kwh)
Enero	1169,49	37,725
Febrero	1364,69	48,739
Marzo	1930,23	62,265
Abril	858,42	28,614
Mayo	833,9	26,900
Junio	744,61	24,820
Julio	1045,4	33,723
Agosto	1048,84	33,834
Septiembre	838,73	27,958
Octubre	819,98	26,451
Noviembre	1072,83	34,607
Diciembre	1316,73	42,475
ANUAL	13043,85	-
PROMEDIO	1086,99	35,064

Tabla 2



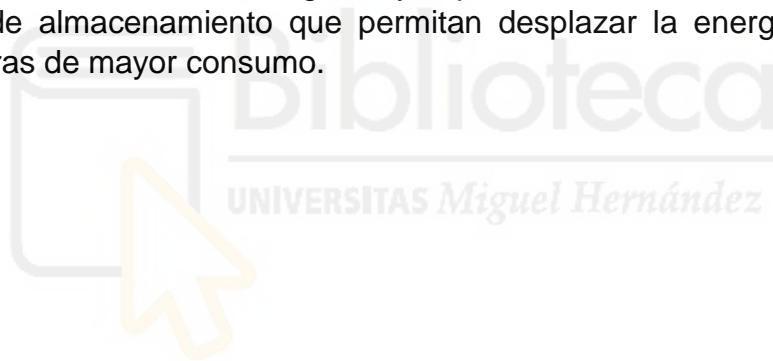
Gráfica 3

3.3/ RESUMEN

Del análisis de los datos de consumo horario y mensual proporcionados por la comercializadora se observa un perfil energético relativamente estable, con ligeras oscilaciones estacionales. El consumo alcanza sus valores máximos durante los meses de invierno y principios de primavera, especialmente en marzo, febrero y diciembre, mientras que se reduce notablemente en los meses estivales, reflejando una demanda coherente con patrones residenciales típicos.

En términos horarios, se identifica una mayor concentración de consumo entre las 16:00 y las 22:00 horas, lo que establece un perfil de uso predominantemente asociado al periodo de tarde-noche. Esta circunstancia tiene implicaciones directas sobre la estrategia de diseño de la instalación, ya que limita la coincidencia entre generación solar y demanda, afectando al ratio de autoconsumo directo.

Estos factores serán determinantes en el dimensionamiento técnico, la evaluación de la rentabilidad energética y la posible conveniencia de incorporar soluciones de almacenamiento que permitan desplazar la energía generada hacia las horas de mayor consumo.



4 MEMORIA

El presente apartado constituye la memoria técnica del proyecto de ingeniería desarrollado a solicitud de un particular, en la que se detallan las condiciones de partida, el emplazamiento, los criterios técnicos adoptados y las decisiones de diseño que fundamentan la propuesta de instalación fotovoltaica de autoconsumo.

4.1/ OBJETO DEL PROYECTO

Con motivo de la optimización del suministro energético de la vivienda objeto de estudio, se plantea la instalación de un sistema de generación solar fotovoltaica de autoconsumo con almacenamiento por batería física, ubicado en la cubierta de una vivienda unifamiliar situada en la pedanía ilicitana de Maitino (Elche).

La solución propuesta contempla la instalación de un campo solar de 9 kWp sobre cubierta inclinada, conectado a la red interior de la vivienda, incluyendo además un sistema de acumulación mediante batería de 10 kWh que permita maximizar el aprovechamiento de la energía generada.

La redacción del presente proyecto tiene como finalidad analizar la viabilidad técnica, energética y económica de la actuación planteada, definiendo las características del sistema, los criterios de dimensionamiento, la selección de los componentes y los aspectos normativos de aplicación, a fin de garantizar el cumplimiento de la reglamentación vigente y la optimización del funcionamiento de la instalación.

4.2/ EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La instalación objeto del presente proyecto se ubica en su totalidad dentro del término municipal de Elche, Alicante, concretamente en la pedanía de Maitino. La instalación solar fotovoltaica se realizará sobre la cubierta inclinada de una vivienda unifamiliar ubicada en una parcela de uso residencial.

La cubierta de dicha vivienda dispone de superficie útil suficiente para albergar los módulos fotovoltaicos proyectados, sin la presencia de obstáculos próximos que generen sombras relevantes, tal y como se detalla en los siguientes apartados del Proyecto.

4.3/ REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica (BOE núm. 83 de 6 de abril de 2019).
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- 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.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas
- Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) y Normas UNE indicadas en el mismo.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 310 de 27 de diciembre de 2013).
- 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.
- 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.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Norma UNE HD 60364-7-712:2017, de abril de 2016, sobre requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales-Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- 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 (BOE núm. 140 de 10 de junio de 2014).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE núm. 224 de 18 de septiembre de 2002).
- Normativa autonómica y municipal vigente aplicable en el ámbito territorial de la Comunidad Valenciana y el término municipal de Elche.

4.4/ ESTUDIO DE SOMBRAS

Antes de plantear la instalación fotovoltaica, es fundamental analizar si existen elementos que puedan proyectar sombras sobre los módulos, ya que esto afectaría directamente a la producción eléctrica. En este caso, aunque la vivienda está situada en una parcela amplia y sin edificaciones cercanas, se ha preferido centrar el estudio en el punto exacto donde se instalarán los paneles, en este caso, la cubierta de la vivienda.

La cubierta es inclinada, con orientación este, y se encuentra completamente despejada. A simple vista no hay árboles, muros ni otras estructuras que puedan generar sombras durante las horas de mayor irradiación solar. Además, al estar en una zona rural sin edificaciones en altura alrededor, no se prevén obstáculos que interfieran en la captación solar directa a lo largo del año.

Sin embargo, se ha considerado la posibilidad de sombreado parcial por elementos como chimeneas o antenas, pero se ha descartado su impacto por su tamaño y ubicación respecto a la zona útil del tejado. Este tipo de revisión, aunque pueda parecer secundaria, es clave para garantizar que el sistema diseñado sea eficiente desde el primer momento.

Con todo lo anterior, se considera que el nivel de sombras sobre la superficie destinada a la instalación es prácticamente nulo. Por tanto, no se han contemplado pérdidas adicionales por sombreado ni el uso de optimizadores de potencia.



Figura 1

4.5/ ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN ÓPTIMA DE LOS MÓDULOS

La orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos son factores determinantes a la hora de maximizar la producción de energía a lo largo del año. En un escenario ideal, en el hemisferio norte, la superficie de captación solar debería orientarse hacia el sur (180° respecto al norte geográfico) e inclinarse un ángulo similar a la latitud del lugar, lo que en este caso sería aproximadamente 38° .

Sin embargo, en este proyecto se ha optado por adaptarse a las condiciones reales de la vivienda, ya que la instalación se va a realizar directamente sobre el tejado inclinado existente, el cual presenta una orientación este, con un ángulo aproximado de 30° . Esta configuración implica que la producción solar será mayor por las mañanas y algo menor por las tardes, pero sigue siendo perfectamente válida para sistemas de autoconsumo, especialmente cuando el patrón de consumo coincide con esas horas.

Aunque no es la opción más adecuada desde una perspectiva meramente teórica, se ha considerado más adecuado utilizar la cubierta existente y evitar estructuras adicionales que incrementen el coste de la instalación o perturben la estética de la vivienda.

Por tanto, el sistema se diseñará considerando una orientación este (90° respecto al sur geográfico) y una inclinación de 30° , ya que esta solución se adapta con fidelidad a las condiciones reales de la cubierta, ofreciendo un

equilibrio razonable entre rendimiento energético, viabilidad económica y sencillez de ejecución.

4.6/ CRITERIOS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Como ya ha sido expuesto en el objeto del presente informe, con motivo de la optimización del suministro energético de la vivienda objeto de estudio, se plantea la instalación de un sistema de generación solar fotovoltaica de autoconsumo con almacenamiento por batería física, ubicado en la cubierta de una vivienda unifamiliar situada en la pedanía ilcitana de Maitino (Elche).

El diseño de la instalación fotovoltaica se ha basado en un análisis detallado del perfil de consumo eléctrico de la vivienda, las características físicas de la cubierta y las condiciones de irradiación solar en la ubicación de la vivienda. Para ello, se han utilizado herramientas como PVGIS, que permiten estimar la producción energética ajustándola a la orientación, inclinación y localización concreta del tejado.

4.6.1/ Análisis del consumo eléctrico

Según los datos proporcionados por la comercializadora eléctrica, el consumo anual de la vivienda supera los 13.000 kWh, con una distribución relativamente uniforme a lo largo del día aunque algo superior en la franja horaria que discurre entre las 16:00 y las 22:00.

Este patrón de consumo es ideal para combinar el autoconsumo directo durante las primeras horas del día con la acumulación en batería de los excedentes generados, haciendo posible así el uso en las horas de mayor demanda y menor irradiación solar.

4.6.2/ Características de la cubierta

La instalación fotovoltaica se realizará sobre la propia cubierta inclinada de la vivienda, mediante estructura metálica coplanar de aluminio adaptándose a la cubierta, orientada al este (90° respecto al sur geográfico) y con una inclinación de 30°. Como se comentaba, a pesar de no ser la configuración más óptima desde un punto de vista teórico, se ha elegido para aprovechar la estructura existente y evitar costes adicionales relacionados con la instalación de estructuras auxiliares.

4.6.3/ Potencia instalada

La potencia del campo fotovoltaico se expresa en términos de potencia pico y potencia nominal de la instalación, utilizando como unidades de referencia los kWp y kWn respectivamente.

La potencia pico (kWp) representa la capacidad máxima de generación de corriente continua del conjunto de módulos fotovoltaicos bajo condiciones estándar de medida (irradiancia de 1000 W/m², temperatura de célula de 25 °C y una masa de aire de 1,5 atm). Su se obtiene a partir del número de paneles instalado y la potencia unitaria máxima de cada uno de ellos. En este caso, se ha definido una instalación de 18 módulos fotovoltaicos de 500 Wp cada uno, lo que genera una potencia pico de 9 kWp.

$$P_{Pico} = 18 \times 500 = 9.000 \text{ Wp} = 9 \text{ kWp}$$

Por otro lado, la potencia nominal (kWn) hace referencia a la potencia máxima en corriente alterna que puede entregar el inversor bajo condiciones normales de funcionamiento. Para esta instalación, se prevé el uso de un inversor trifásico de 8 kWn, con capacidad suficiente para trabajar de forma segura con una potencia pico superior, dentro de los márgenes de sobredimensionamiento recomendados por el fabricante.

Esta configuración garantiza un adecuado equilibrio entre generación eléctrica, aprovechamiento del espacio disponible, coste de inversión y rendimiento global del sistema, optimizando así la eficiencia energética de la instalación.

4.6.4/ Estimación de la producción energética

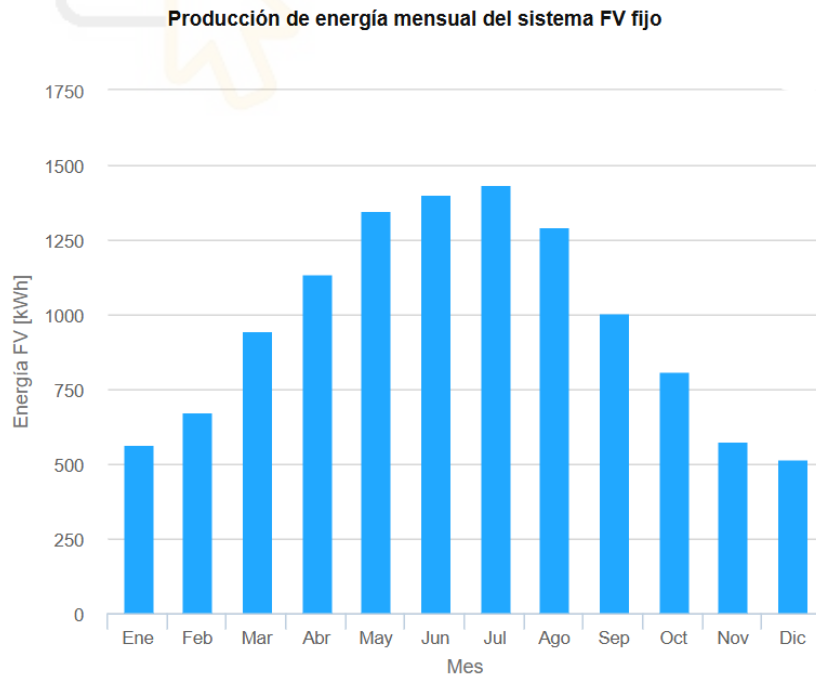
Para evaluar el rendimiento energético del sistema fotovoltaico diseñado, se ha utilizado la herramienta PVGIS, que nos permite estimar la producción eléctrica anual teniendo en cuenta parámetros reales de irradiación, ubicación, ángulo de inclinación, orientación y pérdidas esperadas por el sistema. Para la simulación, se han introducido los valores establecidos previamente en el proyecto, 9 kWp como potencia pico, Orientación este y la inclinación del tejado, 30°. Todo esto bajo unas pérdidas globales del sistema esperadas del 15% atribuidas al cableado, temperatura, suciedad, y pérdidas en el inversor entre otras.

Como resultado de la simulación mencionada, se obtiene una producción energética anual estimada de 11.711,65 kWh/año, lo que representa un 89,8% del consumo eléctrico anual de la vivienda (13.044 kWh). Esto nos permite maximizar el autoconsumo directo y a su vez, reducir la dependencia de la red eléctrica.

Datos proporcionados:	
Localización [Lat/Lon]:	38.263,-0.618
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH3
Tecnología FV:	Silicio cristalino
FV instalada [kWp]:	9
Pérdidas sistema [%]:	15
Resultados de la simulación:	
Ángulo de inclinación [°]:	30
Ángulo de azimut [°]:	90
Producción anual FV [kWh]:	11711.65
Irradiación anual [kWh/m ²]:	1776.19
Variación interanual [kWh]:	387.71
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia [%]:	-3.41
Efectos espectrales [%]:	0.42
Temperatura y baja irradiancia [%]:	-11.14
Pérdidas totales [%]:	-26.74

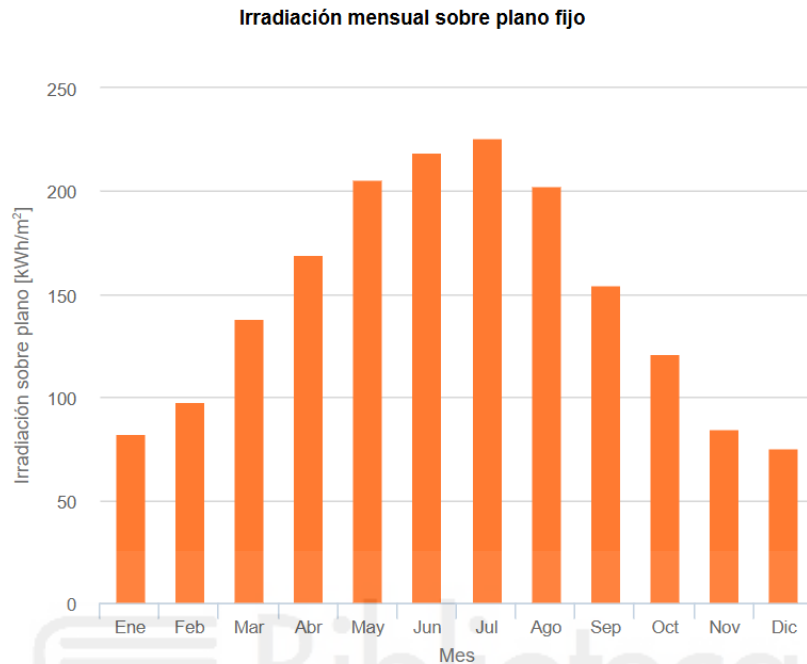
Tabla 3

En la Gráfica 4 se representa la producción energética mensual, donde se observa que los valores más altos se concentran entre los meses de abril y agosto y por el contrario, los meses de invierno, presentan una producción más baja.



Gráfica 4

La Gráfica 5 muestra la irradiación mensual donde se aprecia una distribución muy similar, con valores máximos durante los meses de verano y mínimos durante los meses de invierno.



Gráfica 5

Todo ello permite validar que el sistema propuesto se adapta al perfil de consumo de la vivienda, garantizando una elevada tasa de autoconsumo y reduciendo la dependencia energética del usuario. La incorporación del sistema de almacenamiento contribuye, además, a optimizar el aprovechamiento de los excedentes, reforzando la eficiencia operativa del conjunto y asegurando un uso inteligente de la energía generada a lo largo del año.

4.6.5/ Características de la instalación

La instalación fotovoltaica propuesta está compuesta por un campo solar generador, un sistema de almacenamiento mediante baterías, un inversor trifásico y todos los elementos eléctricos y estructurales necesarios para su funcionamiento.

4.6.5.1/ Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico estará formado por 18 módulos fotovoltaicos monocristalinos de 500 WP, estos estarán conectados en dos cadenas o strings de 9 módulos cada una en serie. Esta configuración permite alcanzar

una tensión y corriente adecuadas para el rango de operación del inversor que se define a continuación, optimizando así el rendimiento del sistema.

4.6.5.2/ Inversor

Se prevé la instalación de un inversor trifásico de 8 kW de potencia nominal, que transformará la corriente continua generada por el campo fotovoltaico en corriente alterna que se inyecta a la red interior de la vivienda. El equipo deberá contar con funciones de gestión de excedentes y capacidad para operar con sobredimensionamiento de hasta un 20% que le permita trabajar con la potencia pico de 9 kWp instalada.

4.6.5.3/ Sistema de almacenamiento

El sistema incorpora una batería de litio con capacidad estimada entre 5 y 10 kWh. Incluimos este elemento para almacenar los excedentes de producción durante las horas centrales del día y utilizarlos en la franja de mayor consumo eléctrico pero menor producción.

4.6.5.4/ Estructura de soporte

Los módulos se fijarán sobre cubierta inclinada de teja, mediante una estructura de aluminio anodizado resistente a la corrosión y diseñada para garantizar una correcta ventilación posterior de los módulos, lo que evitará pérdidas adicionales. La fijación se realizará mediante sistemas mecánicos compatibles con cubierta inclinada, sin necesidad de perforaciones en la estructura.

4.6.5.5/ Sistema de protección y conexión

La instalación incluirá todos los elementos de protección y seguridad eléctrica exigidos por el Reglamento electrotécnico de baja Tensión (REBT) como son; seccionadores en corriente continua y alterna, protección contra sobretensiones, interruptor diferencial y magnetotérmico, puesta a tierra del sistema y protecciones contra contactos indirectos.

4.7/ COMPONENTES SELECCIONADOS

En este apartado se describen los componentes principales seleccionados para la ejecución de la instalación fotovoltaica, en base a criterios de eficiencia energética, compatibilidad eléctrica, facilidad de integración y fiabilidad tecnológica. Las referencias indicadas son orientativas y pueden estar sujetas a pequeñas modificaciones durante la ejecución del proyecto, siempre que se mantengan las prestaciones técnicas equivalentes

4.7.1/ Generador fotovoltaico

Se ha optado por la instalación de paneles solares monocristalinos de 500 Wp, con tecnología PERC (Passivated Emitter Rear Cell), que ofrecen un buen rendimiento incluso en condiciones de irradiación no óptima como las que se dan durante las horas matutinas debido a la orientación de esta cubierta.

En concreto, se plantea la colocación de 18 módulos de 500 Wp, lo que proporciona una potencia pico total de 9 kWp distribuida en dos strings de 9 módulos conectados en serie

El modelo seleccionado es el JA Solar Deep Blue 3.0 JAM72S30-500/MR. Este modelo de panel fotovoltaico, está diseñado con tecnología half-cell y marco de aluminio anodizado, lo que mejora la disipación térmica y reduce las pérdidas.



Figura 2

4.7.2/ Inversor

Para la conversión de corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna, se ha seleccionado el inversor Huawei SUN2000-8KTL-M1. Se trata de un inversor trifásico de 8kW de potencia nominal con dos seguidores MPPT, lo que permite una mejor gestión de la energía en instalaciones con condiciones desiguales de irradiancia.

Este modelo permite trabajar con un sobredimensionamiento de hasta 135%, lo que lo hace compatible con los 9 kWp instalados en el campo fotovoltaico. Además cuenta con un amplio rango de entrada que asegura el correcto funcionamiento incluso en condiciones de baja irradiancia.

Además, este equipo cuenta con funciones de monitorización inteligente a través de su propia plataforma accesible desde dispositivos móviles lo que permite al usuario seguir su producción y consumo en cualquier momento y lugar.



Figura 3

4.7.3/ Sistema de almacenamiento

Como parte del sistema de autoconsumo, se prevé incorporar un sistema de almacenamiento de energía mediante batería de litio para así almacenar los excedentes generados durante las horas de mayor irradiación solar para su uso posterior reduciendo la dependencia de la red.

El modelo seleccionado es Huawei LUNA2000-10-S0. Esta batería tiene una capacidad de 10kWh y es totalmente compatible con el inversor seleccionado, lo que permite una integración simplificada sin elementos extra.

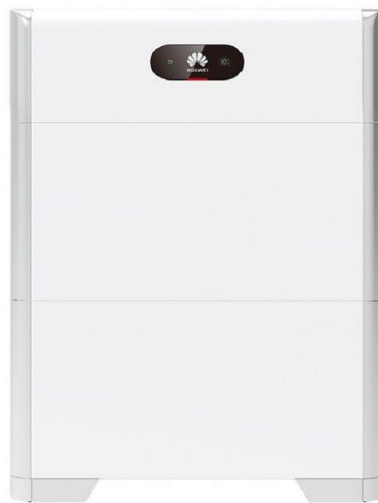


Figura 4

4.7.4/ Estructura de soporte

La estructura seleccionada es de aluminio anodizado con anclaje coplanar a cubierta inclinada de teja, lo que permite una integración sencilla y sin modificaciones relevantes sobre la cubierta. Se ha elegido un sistema certificado que garantiza la resistencia frente a cargas de viento y dilataciones térmicas.

Toda la estructura cumple con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 1991-1-4 (acciones del viento) y en la UNE-EN 1090, relativa a la ejecución de estructuras de aluminio. Además, el sistema será dimensionado de acuerdo con las cargas locales de viento y peso del módulo, garantizando así su estabilidad y durabilidad.

4.7.5/ Cableado y protecciones

El diseño del sistema eléctrico contempla tanto el dimensionamiento del cableado como la integración de las protecciones necesarias para garantizar el funcionamiento seguro, fiable y conforme a la normativa vigente, en particular el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

En lo que respecta al cableado, se ha previsto la utilización de conductores con aislamiento específico para instalaciones fotovoltaicas, resistentes a la intemperie, a los rayos UV y a temperaturas extremas. En la parte de corriente continua, entre los paneles y el inversor, se emplearán cables unipolares de sección 6 mm², capaces de soportar la intensidad generada por cada string con un margen de seguridad y manteniendo las caídas de tensión por debajo del 1,5%. Para el lado de alterna, desde el inversor hasta el cuadro de protecciones y de ahí a la red de la vivienda, se utilizarán cables multipolares de cobre, con aislamiento tipo RZ1-K o equivalente, cumpliendo las exigencias de reacción al fuego y libre de halógenos.

En cuanto a las protecciones eléctricas, se contemplan tanto en continua como en alterna, con el fin de proteger la instalación frente a sobreintensidades, cortocircuitos, sobretensiones y contactos indirectos. Para corriente continua, se instalarán seccionadores de corte en carga, así como protecciones contra sobretensiones tipo 2, dimensionadas según la tensión máxima admisible del sistema y el entorno de instalación. Además, se evaluará la necesidad de fusibles por string, en función de la corriente máxima admisible por los módulos fotovoltaicos y la configuración de la serie.

Para corriente alterna, se integrarán interruptores magnetotérmicos y diferenciales ajustados a la potencia de salida del inversor, garantizando así la protección ante posibles fallos de aislamiento o sobrecargas. Asimismo, se incluirá una protección contra sobretensiones transitorias tipo 2 en alterna, que

protegerá tanto al inversor como al resto de los equipos conectados a la red de la vivienda.

Todos los elementos de protección y seccionamiento estarán alojados en cajas estancas con grado de protección mínimo IP65, y tanto el sistema fotovoltaico como la estructura metálica y el inversor estarán correctamente puestos a tierra, cumpliendo con los requisitos de la ITC-BT-18 y la ITC-BT-40 del REBT.

4.8/ ESTUDIO ENERGÉTICO

Para determinar el comportamiento esperado de la instalación fotovoltaica, se han utilizado datos reales del perfil de consumo eléctrico anual de la vivienda, obtenidos directamente de las facturas proporcionadas por la comercializadora, junto con simulaciones realizadas mediante la herramienta PVGIS.

4.8.1/ Producción energética estimada

En este caso y tras la simulación realizada con la herramienta PVGIS, considerando una instalación de 9 kWp, las características específicas de la cubierta orientación este, inclinación de 30 y unas pérdidas globales estimadas del 15 % que incluyen pérdidas por temperatura, cableado, inversor, suciedad y posibles sombras puntuales, se ha obtenido una producción fotovoltaica anual estimada de aproximadamente 11.711,65 kWh lo que, como ya hemos visto, representa un 89.8% del consumo anual de la vivienda.

En la siguiente tabla se muestra el reparto mensual de dicha energía:

MES	ENERGÍA ESTIMADA
ENERO	567,58
FEBRERO	675,88
MARZO	945,04
ABRIL	1133,79
MAYO	1349,38
JUNIO	1403,85
JULIO	1435,87
AGOSTO	1294,89
SEPTIEMBRE	1005,69
OCTUBRE	808,16
NOVIEMBRE	576,71
DICIEMBRE	514,83

Tabla 4

Nota: Los valores son aproximados y pueden variar según las condiciones climáticas reales.

Como puede observarse, los meses con mayor producción coinciden con los de mayor radiación solar, siendo mayo, junio y julio, los más destacados. Esta distribución mensual será clave para analizar el grado de autoconsumo y los excedentes en el siguiente apartado.

4.8.2/ Energía generada y balance energético

El balance energético permite analizar la relación entre la energía generada por el sistema y la demanda eléctrica del usuario, clasificando los flujos en términos de autoconsumo instantáneo, energía almacenada, excedentes vertidos a la red y energía importada.

4.8.2.1/ Autoconsumo

Teniendo en cuenta el perfil de consumo de la vivienda, que presenta actividad energética notable desde primeras horas del día hasta la noche, se estima que un 45% de la energía generada podrá ser aprovechada de forma directa como autoconsumo instantáneo.

Adicionalmente, el sistema de baterías que se pretende instalar, permite almacenar parte de los excedentes que no se consumen en el momento, aumentando así el autoconsumo final. Se estima que pueda almacenarse aproximadamente un 25% adicional de la producción total, siendo así el autoconsumo total de un 70 % de la energía producida.

Se calcula entonces, que se autoconsuman aproximadamente 8.198 kWh al año.

4.8.2.2/ Excedentes vertidos a red

A pesar de incorporar almacenamiento, sigue existiendo un pequeño excedente inevitable que acabará siendo volcado a la red. Esto se da especialmente, los días de alta producción y bajo consumo. Se estima en un 30% de la producción anual. Es decir, unos 5.514 kWh al año.

4.8.2.3/ Energía importada de la red

El consumo restante que no puede ser cubierto con la generación fotovoltaica ya sea por alta demanda o por su uso en momentos sin radiación solar, seguirá siendo suministrado por la red eléctrica. Por lo que con un consumo anual

estimado un consumo de 13.044 kWh y un autoconsumo total de 8.198 kWh aproximadamente, podemos decir que se espera importar 4.845 kWh anuales aproximadamente.

4.8.2.4/ Resumen del balance energético

	kWh/año	% sobre consumo
Consumo total de la vivienda	13.044	100,00%
Producción FV total	11.711	89,80%
Autoconsumo instantáneo	5.270	40,40%
Autoconsumo con batería	2.928	22,40%
Autoconsumo total	8.198	62,80%
Excedentes vertidos	3.514	27,00%
Energía importada de la red	4.846	37,20%

Tabla 5

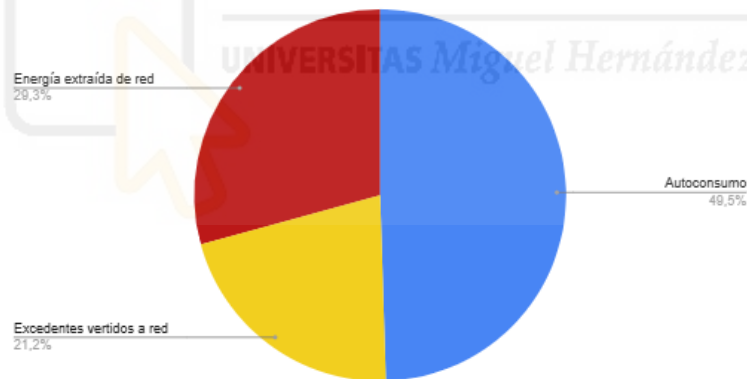


Gráfico 6

Como se puede observar, el sistema permite cubrir gran parte del consumo anual mediante generación fotovoltaica, reduciendo significativamente la dependencia de la red. Además, se optimiza el aprovechamiento de la energía generada gracias al sistema de almacenamiento, con excedentes razonables y un importante ahorro energético.

En el capítulo 6, se abordará el estudio económico, donde se analizará la rentabilidad de esta inversión, tanto en términos de retorno como de ahorro acumulado a largo plazo.

5 PRESUPUESTO

Para evaluar económicamente la ejecución de la instalación fotovoltaica, se ha desarrollado un presupuesto detallado que incluye los elementos esenciales, los materiales adicionales y los gastos relacionados con la ejecución y legalización del sistema. El cálculo se ha llevado a cabo utilizando como punto de referencia los precios medios del mercado actual, consultando distribuidores expertos en el sector solar.

Todos los elementos seleccionados cumplen con la normativa técnica vigente y ofrecen una relación calidad-precio adecuada para instalaciones residenciales. En el capítulo siguiente se analizará la viabilidad económica del sistema, considerando el ahorro energético esperado y el periodo de amortización.



5.1/ PRESUPUESTO PARCIAL

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA MAITINO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01 MATERIAL FOTOVOLTAICOS								
MFO_1	u Generador Fotovoltaico - Módulo JA Solar 500 Módulo solar monocristalino PERC half-cell JA Solar Deep Blue 3.0 JAM72S30-500/MR. Potencia 500 Wp. Vmp: 41,6 V. Imp: 12,02 A. Voc: 49,9 V. Isc: 12,8 A. Eficiencia 20,7%. Incluye estructura y accesorios de montaje. Certificados IEC61215, IEC61730. Garantía de 25 años.					18,00	130,00	2.340,00
MFO_2	m Inversor Huawei SUN2000-8KTL-M1 Inversor trifásico de 8 kW, dos MPPT. Rango de voltaje de entrada 200-1000V, eficiencia 98,6%, grado de protección IP65, incluye comunicación Wi-Fi y monitorización vía App. Compatible con batería LUNA. Garantía 10 años.					1,00	1.500,00	1.500,00
MFO_3	u Batería Huawei LUNA2000-10-S0 Batería de litio de alto voltaje Huawei LUNA2000-10-S0. Capacidad útil: 10 kWh. Modular. Compatible con inversor Huawei. Ciclo de vida superior a 6000 ciclos. Sistema de gestión inteligente BMS.					1,00	3.500,00	3.500,00
MFO_4	kit Estructura coplanar aluminio anodizado Sistema de anclaje coplanar para cubierta inclinada de teja. Fabricado en aluminio anodizado, fijación con tornillería inoxidable. Cumple UNE-EN 1090 y UNE-EN 1991-1-4. Cálculo estructural incluido.					1,00	900,00	900,00
MFO_5	u Cableado y protecciones Cableado eléctrico de baja tensión, secciones 6 mm ² y 10 mm ² . Conectores MC4. Canalizaciones superficiales. Protecciones eléctricas según REBT: magnetotérmicos, diferenciales, seccionadores. Cuadro de protecciones incluido.					1,00	600,00	600,00
TOTAL 01.....								8.840,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA MAITINO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02	MANO DE OBRA							
MOFO_1	u Mano de obra					1,00	1.500,00	1.500,00
TOTAL 02								1.500,00



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA MAITINO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03	LEGALIZACIÓN Y TRAMITACION							
ADFO_1	U Legalización y tramitación administrativa Gestión de la legalización de la instalación ante industria y distribuidora. Incluye tramitación CIE, memoria técnica, y registro en autoconsumo.					1,00	450,00	450,00
TOTAL 03.....								450,00
TOTAL.....								10.790,00



5.1/ PRESUPUESTO TOTAL

RESUMEN DE PRESUPUESTO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA MAITINO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	MATERIAL FOTOVOLTAICOS.....	8.840,00	81,93
02	MANO DE OBRA.....	1.500,00	13,90
03	LEGALIZACIÓN Y TRAMITACION.....	450,00	4,17
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	10.790,00	
	10% IVA.....	1.079,00	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	11.869,00	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de ONCE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS



6 ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Con el objetivo de evaluar la viabilidad económica de la instalación fotovoltaica diseñada, se ha realizado un análisis de rentabilidad considerando los datos reales de consumo y producción estimada mediante simulación con PVGIS y los precios actuales del mercado eléctrico español (2025).

6.1. AHORRO ECONÓMICO ANUAL

Se estima que el sistema permitirá autoconsumir aproximadamente 8.198 kWh al año. Asumiendo un precio medio de 0,18 €/kWh como precio actual de la energía, supone un ahorro bruto anual de 1.475,64€ al año.

$$8.198 \text{ kWh} \times 0,18 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1.475,64 \text{ €/año}$$

Al considerar un mantenimiento anual estimado de 25€, el ahorro anual neto se queda en 1.450,64€ al año

6.2. PERIODO DE AMORTIZACIÓN

El periodo de amortización simple indica en cuántos años se recuperara la inversión inicial exclusivamente mediante el ahorro generado. Se calcula dividiendo la inversión inicial entre el ahorro neto anual. Con lo que obtenemos un periodo de amortización de 7,9 años.

$$\frac{11.440}{1.450,64} = 7,88 \text{ años}$$

Por lo tanto, se espera que la inversión quede completamente amortizada antes del octavo año de funcionamiento.

6.3. AHORRO ACUMULADO DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LA INSTALACIÓN

Teniendo en cuenta una vida útil estimada de la instalación de 25 años, y manteniendo constante el ahorro neto anual, el ahorro económico acumulado a lo largo del tiempo asciende a 36.266€

$$1.450,64 \times 25 = 36.266 \text{ €}$$

Este valor refleja el impacto económico positivo del sistema a lo largo de su vida útil, sin considerar posibles aumentos del precio de la energía eléctrica, lo cual haría el ahorro aún mayor.

6.4. CONSIDERACIONES FINALES

Este análisis no contempla posibles ayudas o subvenciones públicas (por ejemplo, deducciones fiscales del IRPF, bonificaciones del IBI o fondos Next Generation), las cuales podrían mejorar significativamente los plazos de amortización y rentabilidad global. Se ha optado por presentar un escenario conservador, que refleje la rentabilidad real sin depender de incentivos externos.

7 CONCLUSIONES

El presente Trabajo de Fin de Grado ha permitido desarrollar, analizar y justificar tanto técnica como económicamente una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para una vivienda unifamiliar situada en la pedanía de Maitino en Elche, Alicante. A lo largo del desarrollo del proyecto se han evaluado aspectos clave como el análisis exhaustivo del perfil de consumo energético real, la definición óptima de orientación e inclinación de módulos solares adaptada a la realidad de la vivienda, la estimación detallada de la producción anual fotovoltaica, y una selección minuciosa y técnicamente justificada de todos los componentes empleados en la instalación.

Uno de los principales logros ha sido demostrar que, a pesar de no contar con una orientación solar completamente óptima, el sistema diseñado permite alcanzar una producción energética anual de más de 11.700 kWh, lo que representa aproximadamente un 90 % del consumo eléctrico anual de la vivienda. Gracias al autoconsumo directo y al sistema de almacenamiento mediante baterías, se consigue cubrir cerca del 63 % de dicho consumo, reduciendo de forma significativa la dependencia de la red eléctrica convencional y contribuyendo al ahorro energético y económico del usuario.

Desde un punto de vista económico, la instalación presenta una rentabilidad favorable a medio plazo, con un periodo de amortización estimado en menos de ocho años y un ahorro acumulado superior a los 36.000 € en los 25 años de vida útil del sistema. Aunque el análisis se ha realizado sin considerar posibles subvenciones públicas, se ha comprobado que el sistema es rentable incluso en un escenario conservador.

Como propuesta de mejora futura, se plantea la posibilidad de incorporar una segunda batería para incrementar la capacidad de almacenamiento, lo que permitiría optimizar aún más el aprovechamiento energético en horario nocturno o en días de baja generación. Asimismo, sería interesante integrar sistemas avanzados de monitorización y gestión energética, que faciliten al usuario el control y seguimiento de la instalación, mejorando su eficiencia operativa.

Finalmente, este trabajo ha supuesto una oportunidad para aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, consolidando competencias en el ámbito de las energías renovables, la eficiencia energética y la ingeniería de proyectos. Además, ha reforzado la convicción personal de que la ingeniería debe orientarse hacia soluciones sostenibles que aporten valor no solo técnico, sino también social y medioambiental.

8 BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

1. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), *Guía técnica de instalaciones conectadas a red*, 2022.
2. CNE (Comisión Nacional de Energía), *Normativa aplicable a instalaciones de autoconsumo*, Madrid, 2023.
3. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
4. UNE-EN 61215:2017, *Módulos fotovoltaicos (FV) para aplicación terrestre - Calificación del diseño y homologación*.
5. UNE-EN 62446:2017, *Requisitos para la instalación y documentación de sistemas FV conectados a red*.
6. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril.
7. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio.
8. UNEF – Unión Española Fotovoltaica. <https://www.unef.es>
9. BOE-A-2019-10403, Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, *Regulación del autoconsumo de energía eléctrica*.
10. CEM (Centro de Estudios de la Energía), *Manual práctico de diseño de instalaciones solares fotovoltaicas*, 2021.
11. PVGIS - Photovoltaic Geographical Information System, Comisión Europea. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/ (consultado en junio 2025).
12. JA Solar, *JA Solar Deep Blue 3.0 Series*. Disponible en: <https://www.jasolar.com/> (consultado en junio 2025).
13. Huawei FusionSolar, *SUN2000-8KTL-M1 Datasheet*. Disponible en: <https://solar.huawei.com/> (consultado en junio 2025).
14. Huawei FusionSolar, *LUNA2000 Battery Series*. Disponible en: <https://solar.huawei.com/> (consultado en junio 2025).
15. Red Eléctrica de España (REE), *Precios del mercado eléctrico español*. Disponible en: <https://www.esios.ree.es> (consultado en junio 2025).
16. Portal de Energías Renovables. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com> (consultado en junio 2025).
17. Autosolar – Tienda online de elementos para instalaciones solares fotovoltaicas. Disponible en: <https://autosolar.es/> (consultado en junio 2025).
18. Fronius International GmbH. <https://www.fronius.com> (consultado en junio 2025).
19. Victron Energy. <https://www.victronenergy.com> (consultado en junio 2025).
20. SMA Solar Technology AG. <https://www.sma.de> (consultado en junio 2025).

9 ANEXO I: PLIEGO DE CONDICIONES



9.1/ OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones Técnicas tiene por objeto definir los requisitos técnicos, normativos y de ejecución que deben cumplir los trabajos de diseño, suministro, instalación, puesta en marcha y verificación de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con almacenamiento, para una vivienda unifamiliar ubicada en la pedanía ilicitana de Maitino, en el término municipal de Elche. El objetivo principal es asegurar la calidad y cumplimiento de todas las normativas aplicables para garantizar una instalación eficiente y segura.

9.2/ CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego es aplicable a todas las actuaciones comprendidas en el alcance del proyecto: montaje del generador fotovoltaico, inversor, sistema de baterías, cableado, protecciones, estructura de soporte, puesta en servicio, monitorización y tramitación ante la distribuidora para compensación de excedentes. Asimismo, será aplicable a las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación.

9.3/ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN

Todos los materiales empleados serán nuevos, certificados, con marcado CE y de marcas reconocidas en el mercado, garantizando alta calidad y fiabilidad

9.3.1/ Generador Fotovoltaico

La instalación estará compuesta por 18 paneles solares monocristalinos de 500 Wp cada uno de JA Solar Deep Blue 3.0 JAM72S30-500/MR (potencia total instalada: 9 kWp), con una eficiencia superior al 20%, dispuestos en dos series de 9 módulos. Garantía mínima de 25 años.

9.3.2/ Inversor

Se instalará un inversor trifásico Huawei SUN2000-8KTL-M1 trifásico con potencia nominal de 8kW y con doble MPPT, además tendrá capacidad para gestionar excedentes y monitorización remota. Deberá incluir sistema de comunicación con baterías y plataforma de visualización. Su eficiencia será del 98,6% y contará con 10 años de garantía.

9.3.3/ Sistema de almacenamiento

La instalación contará con una batería de litio compatible con el inversor, modelo Huawei LUNA2000-10-S0, con una capacidad nominal de 10 kWh, dividida en 2 módulos de 5 kWh. Integración con sistema de gestión energética. También contará con una garantía de 10 años.

9.3.4/ Estructura de soporte

Sistema de anclaje coplanar de aluminio anodizado con fijaciones en acero inoxidable, adecuado para cubierta inclinada de teja, resistente a la corrosión, con carga de viento según CTE-SE-AE y cumplimiento obligatorio de normas UNE-EN 1090 y UNE-EN1991-1-4.

9.3.5/ Cableado y protecciones

El Cableado será de cobre, sección según cálculo y cumplimiento del REBT. Canalizaciones protegidas según ITC-BT-19. Protecciones en corriente continua y alterna, seccionadores, diferenciales tipo A, y protecciones contra sobretensiones.

El sistema eléctrico utilizará cableado de cobre con aislamiento adecuado según normativa UNE-EN 60228, con secciones determinadas en base al dimensionado eléctrico y al cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Las canalizaciones estarán protegidas según lo establecido en la ITC-BT-19, utilizando tubos flexibles reforzados o rígidos de PVC en interior y polietileno o tubo metálico galvanizado en exteriores.

CIRCUITO	SECCIÓN (mm^2)	TIPO DE AISLAMIENTO
Strings CC (paneles – inversor)	6 mm^2	H1Z2Z2-K
Inversor – Cuadro general (CA)	10 mm^2	RZ1-K
Conexión batería – inversor	25 mm^2	RZ1-K
Toma de tierra	16 mm^2	Verde/Amarillo

Tabla 6

En cuanto a las protecciones, vendrán incluidos los fusibles tipo gPV y protecciones contra sobretensiones tipo II, además de los magnetotermicos curva C y los diferenciales tipo A de alta sensibilidad. También se incluirá la caja de protecciones DC/AC estanca (IP65) con identificación de polos y dispositivos de seccionamiento accesibles desde el exterior.

9.3.6/ Puesta a tierra

Se incluirá una instalación de puesta a tierra independiente para la estructura y la instalación eléctrica, con resistencia $<10 \Omega$, conforme a ITC-BT-18.

9.4/EJECUCION Y MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

La ejecución de la instalación fotovoltaica se desarrollará conforme a las directrices establecidas en el proyecto y siguiendo un procedimiento organizado que garantice el cumplimiento normativo, la seguridad y la calidad técnica de la instalación. Las fases principales del proceso son:

- Replanteo inicial en cubierta, validando dimensiones, orientación e inclinación.
- Montaje de la estructura de soporte, fijada mediante anclajes coplanares adecuados a cubierta inclinada de teja.
- Instalación del generador fotovoltaico, compuesto por 18 módulos dispuestos en dos series.
- Tendido y conexión del cableado en corriente continua (CC) y alterna (CA), conforme a la sección y tipo definidos, con sus respectivas protecciones eléctricas.
- Montaje del inversor trifásico y del sistema de almacenamiento de baterías de litio, incluyendo sus conexiones, protecciones y sistemas de comunicación.
- Conexión del sistema al cuadro general de la vivienda, y a la red pública si procede.
- Verificaciones previas a la puesta en servicio, incluyendo pruebas de aislamiento, continuidad, polaridad, tensiones y correcto funcionamiento.
- Tramitación administrativa, incluyendo la obtención del Certificado de Instalación Eléctrica (CIE) y legalización ante la empresa distribuidora.

9.5/ CONTROL DE CALIDAD

Durante toda la ejecución de la instalación se aplicará un sistema de control de calidad riguroso con el objetivo de verificar la correcta ejecución de los trabajos, el cumplimiento de la normativa vigente y la conformidad con los requisitos técnicos definidos en este proyecto. Las acciones de control comprenderán:

- Inspección de materiales a pie de obra, verificando que todos los equipos y componentes cuenten con marcado CE, certificado de conformidad y coincidan con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Control de montaje mediante inspecciones visuales y comprobaciones dimensionales, garantizando la correcta fijación de estructuras, módulos, cableado y protecciones.

- Pruebas eléctricas preliminares, incluyendo medición de resistencia de aislamiento, continuidad de conductores, verificación de conexiones en CC y CA, polaridad y correcta orientación de los módulos.
- Ensayos de funcionamiento, consistentes en la simulación de carga, arranque del sistema, comprobación de la monitorización, inyección de excedentes y respuesta ante incidencias básicas.
- Elaboración de actas y registros técnicos, dejando constancia documental de los ensayos realizados, valores obtenidos y conformidad final.
- Entrega de documentación técnica al cliente, que incluirá manuales de usuario, fichas técnicas, esquemas unifilares, certificados de garantía, instrucciones de mantenimiento y el Certificado de Instalación Eléctrica (CIE).

9.6/ SEGURIDAD Y SALUD

La ejecución de la instalación se llevará a cabo conforme a la normativa vigente de prevención de riesgos laborales, con especial atención a los trabajos eléctricos y en altura. Se garantizarán en todo momento las condiciones de seguridad tanto para los operarios como para terceros, aplicando las siguientes medidas:

- Cumplimiento de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y del Real Decreto 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Aplicación del Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Uso obligatorio de Equipos de Protección Individual (EPIs) por parte de todo el personal: casco, arnés anticaídas, guantes dieléctricos, calzado de seguridad, gafas y vestuario reflectante.
- Señalización de la zona de trabajo, balizamiento perimetral, control de accesos y medidas específicas frente a caídas en cubierta inclinada.
- Intervención únicamente por parte de personal autorizado y cualificado, conforme al REBT, tanto en la ejecución como en la supervisión de trabajos eléctricos.
- Disponibilidad de extintores y botiquín de primeros auxilios en la obra, así como designación de responsable de seguridad.
- Suspensión inmediata de los trabajos en caso de condiciones meteorológicas adversas que supongan riesgo para el personal.

9.7/ GESTION AMBIENTAL Y RESIDUOS

Durante la ejecución de la instalación se aplicará una gestión ambiental responsable, conforme a la legislación vigente en materia de residuos y

sostenibilidad, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental de la obra. Las medidas adoptadas incluirán:

- Separación y clasificación de residuos en origen (plásticos, metales, embalajes, restos de cableado, cartón, etc.) conforme a lo establecido en la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Gestión de residuos a través de gestores autorizados, con entrega de albaranes y certificados acreditativos de la correcta trazabilidad.
- Almacenamiento temporal seguro de los residuos generados en zonas habilitadas, protegidas frente a condiciones meteorológicas y con etiquetado adecuado.
- Evacuación periódica de los residuos conforme al avance de los trabajos, evitando acumulaciones en obra que supongan riesgos de incendio, caída o contaminación.
- Reciclaje o reutilización de materiales en la medida de lo posible, fomentando la economía circular.
- Protección del entorno inmediato, evitando vertidos accidentales, rotura de elementos arquitectónicos o daños sobre vegetación existente.
- Uso de materiales con baja huella ambiental, cuando sea viable, y optimización de recursos en la planificación del montaje.

Estas acciones serán supervisadas por la empresa instaladora, que asumirá la responsabilidad del cumplimiento ambiental del proyecto durante toda la fase de ejecución.

9.8/ PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo máximo previsto para la ejecución completa de la instalación será de 15 días laborables, contados a partir de la firma del acta de inicio de los trabajos.

Durante este periodo deberán llevarse a cabo, de forma continua y ordenada, todas las fases de la instalación: replanteo, montaje de estructura, instalación del sistema fotovoltaico, conexión eléctrica, verificaciones, legalización y puesta en marcha.

Cualquier modificación del calendario previsto, ya sea por causas técnicas justificadas, climatología adversa o retrasos en el suministro de equipos, deberá ser comunicada formalmente al cliente, quedando documentada mediante un parte de incidencia. En ningún caso podrá alterarse el plazo sin autorización expresa.

9.9/ PRESUPUESTO Y CONDICIONES ECONOMICAS

La inversión total prevista es de 11.869 € (IVA incluido). Este presupuesto excluye expresamente cualquier gestión administrativa relacionada con subvenciones, ayudas o licencias adicionales.

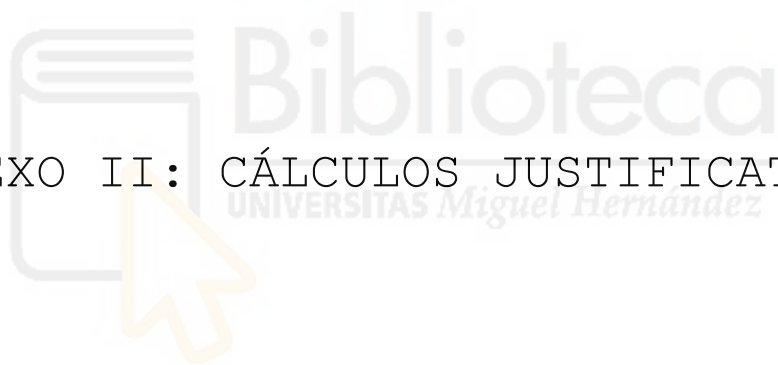
9.10/ RECEPCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Una vez finalizados los trabajos de instalación y superadas todas las verificaciones técnicas correspondientes, se procederá a la recepción formal de la instalación por parte del cliente. Esta fase incluirá:

- Ejecución de las pruebas finales de funcionamiento, comprobando la correcta generación, inyección, monitorización y operación del sistema en condiciones reales.
- Verificación de cumplimiento normativo, mediante la revisión del boletín eléctrico (CIE) emitido por instalador autorizado y la documentación exigida para su legalización ante la administración y la empresa distribuidora.
- Entrega de un dossier técnico completo, que incluirá Certificados de instalación y garantía, manuales de usuario y mantenimiento, planos, esquemas eléctricos y memorias técnicas además del acceso a la plataforma de monitorización online.
- Formación básica al usuario final, explicando el funcionamiento del sistema, procedimientos de revisión, interpretación de datos de producción y recomendaciones de mantenimiento.
- Firma del acta de recepción, que dará por finalizada la intervención y transferirá la responsabilidad de operación al titular de la instalación.

Cualquier anomalía detectada durante la recepción será subsanada por la empresa instaladora en el menor plazo posible, sin coste adicional para el cliente.

10 ANEXO II: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



10.1/ CÁLCULOS ELÉCTRICOS

10.1.1/ Cálculo de corriente y tensión por string

Este cálculo tiene como finalidad determinar los valores eléctricos principales del generador fotovoltaico, es decir, la tensión y la corriente por string, así como la tensión total del campo solar, en base a las características eléctricas de los módulos seleccionados.

Para ello partimos de los datos del generador solar fotovoltaico:

- Modelo: JA Solar Deep Blue 3.0 JAM72S30-500/MR
- Potencia unitaria: 500 Wp
- Tipo de célula: Monocristalino PERC
- Tensión en el punto de máxima potencia ($V_{mpp} \approx 41,7 V$)
- Corriente en el punto de máxima potencia ($I_{mpp} \approx 11,99 A$)
- Tensión de circuito abierto ($V_{oc} \approx 49,9 V$)
- Corriente de cortocircuito ($I_{sc} \approx 12,55 A$)
- Número total de módulos: 18
- Disposición: 2 strings de 9 módulos conectados en serie

Nota: Los cálculos se realizarán para condiciones estándar STC (Standard Test Conditions).

10.1.1.1/ Tensión por string

En una conexión en serie, las tensiones de los módulos se suman. Calcularemos la tensión nominal en el punto de máxima potencia del string y la tensión máxima en circuito abierto del string:

$$V_{string} = N_{módulos} \times V_{módulo} = 9 \times 41,7 = 375,3 V$$

$$V_{oc} = N_{módulos} \times V_{módulo} = 9 \times 49,9 = 449,1 V$$

Este valor ha sido empleado para verificar la compatibilidad con el rango de entrada del inversor y dimensionar las protecciones.

10.1.1.2/ Corriente por string

En una conexión en serie, todos los módulos deben trabajar a la misma corriente. Por tanto:

$$I_{string} = I_{módulo} = 11,99 A$$

Este valor ha sido empleado para dimensionar el cableado y las protecciones en corriente continua.

El inversor elegido, Huawei SUN2000-8KTL-M1, admite un rango de entrada en MPPT entre 200 y 850 V, con una tensión máxima de entrada de 1.100 V, por lo que el string está perfectamente dimensionado dentro del rango operativo y de seguridad.

10.1.2/ Cálculo de sección de cable en corriente continua

Con este cálculo se determinará la sección adecuada del cableado en corriente continua que conecta los módulos fotovoltaicos con el inversor, asegurando que la caída de tensión se mantenga dentro de los límites establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), que recomienda un máximo del 1,5 % en instalaciones generadoras.

$$\Delta V = \frac{2 \times L \times I \times \rho}{S}$$

Donde:

ΔV : caída de tensión (V)

L : longitud del cable (m) = 40m

I : corriente máxima en el conductor (A) = 11,99 A

ρ : resistividad del conductor ($\Omega \times mm^2/m$) → Resistividad del cobre = 0,0178 ($\Omega \times mm^2/m$)

S : sección del cable (mm^2)

Se obtienen los siguientes resultados:

Sección del cable (mm^2)	Caída de tensión (V)	Porcentaje sobre 550 V
4 mm^2	4,27 V	0,77 %
6 mm^2	2,85 V	0,52 %
10 mm^2	1,71 V	0,31 %
16 mm^2	1,07 V	0,19 %

Tabla 7

La sección de 6 mm^2 presenta una caída de tensión del 0,52 %, muy por debajo del límite del 1,5 % y, por tanto, se considera óptima tanto técnica como económicamente.

10.1.3/ Compatibilidad de tensión con el inversor

En este apartado, se pretende comprobar que la tensión de salida del generador fotovoltaico se encuentra dentro del rango operativo admitido por el inversor, tanto en condiciones normales como extremas, garantizando la integridad del equipo y la eficiencia del sistema.

- > En condiciones normales ($V_{mpp\ total}$):

$$V_{mpp} = 18 \times 41,7 = 751\ V$$

- > En circuito abierto ($V_{oc\ total}$):

$$V_{oc\ total} = 18 \times 49,9 = 898,2\ V$$

- > En condiciones de baja temperatura (V_{oc} puede aumentar hasta un 6%):

$$V_{oc\ extrema} = V_{oc\ total} \times 1,06 = 952,1\ V$$

Dado que el inversor seleccionado soporta un rango de entrada en mppt entre 200 – 850 V y una tensión máxima de entrada de 1.100 V, se puede afirmar que El generador fotovoltaico propuesto es totalmente compatible con el inversor Huawei SUN2000-8KTL-M1 tanto en operación nominal como en condiciones extremas. No se requiere limitar el número de módulos ni incorporar dispositivos de protección especial por sobretensión en frío.

10.2/ CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA ANTE CARGAS DE VIENTO

Se analizará la acción del viento sobre la instalación solar fotovoltaica y se evaluará la resistencia de la estructura portante que la sustenta. Este estudio se basa en los criterios definidos en la norma UNE-EN 1991-1-4:2006, relativa a las acciones del viento sobre edificaciones, y tiene como finalidad garantizar la seguridad estructural frente a sollicitaciones mecánicas generadas por presiones dinámicas en cubiertas.

El análisis se realiza considerando condiciones desfavorables de viento extremo, aplicando coeficientes conservadores y utilizando la información climática proporcionada por el Código Técnico de la Edificación (CTE – DB-SE-AE) para la zona geográfica de Elche, Alicante.

10.2.1/ Carga de viento según UNE-EN 1991-1-4

La carga de viento se expresa como una presión dinámica aplicada sobre la superficie expuesta, representa la acción del viento en condiciones estándar y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times (29)^2 = 525,6 \text{ N/m}^2$$

Donde:

q_b : presión dinámica básica (N/m^2)

ρ : densidad del aire $\rightarrow 1,25 \text{ kg/m}^3$

v_b : velocidad del viento \rightarrow para la zona de Elche (29 m/s)

10.2.2/ Superficie expuesta y coeficiente de presión

Dado que el viento no incide de igual manera sobre todos los tipos de instalación, deben aplicarse coeficientes correctores que ajusten la carga efectiva sobre la estructura según su geometría, ubicación y exposición. Aplicaremos un coeficiente de exposición (c_e) y de dirección (c_d) de 1 ya que se encuentra en una zona urbana despejada con incidencia perpendicular del aire, pero se aplicara un coeficiente de forma (c_f) de 1,2 ya que se trata de módulos inclinados 30° sobre cubierta coplanar. Por lo que la presión del viento real será:

$$q_p = q_b \times c_e \times c_d \times c_f = 525,6 \times 1 \times 1 \times 1,2 = 630,7 \text{ N/m}^2$$

Calculamos la superficie total expuesta al viento:

$$A_t = N_{\text{modulos}} \times A_{\text{modulo}} = 18 \times 2 = 36 \text{ m}^2$$

Por lo que la fuerza total ejercida por el viento será:

$$F_{\text{viento}} = q_p \times A_t = 630,7 \times 36 = 22.707 \text{ N}$$

10.2.3/ Comparación con los valores admisibles del sistema de montaje

Según los fabricantes de estructuras coplanares de aluminio anodizado como por ejemplo, K2 Systems, Esdec o Renusol, los sistemas certificados para cubierta inclinada soportan presiones de entre 2.400 y 5.400 N/m^2 según modelo. Y la presión del viento calculada para este proyecto es de 630,7 N/m^2 .

El sistema operará muy por debajo de su límite de carga estructural, lo que garantiza una resistencia total frente a condiciones adversas como puedan ser ráfagas de viento, envejecimiento de la estructura o dilataciones térmicas.

Por tanto, la instalación propuesta cumple con los criterios de seguridad estructural, normativa UNE y está dimensionada correctamente para su emplazamiento geográfico.



11 ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS





Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

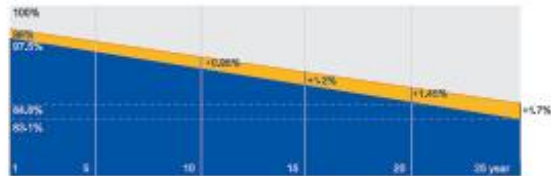


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941:2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



JA SOLAR

www.jasolar.com

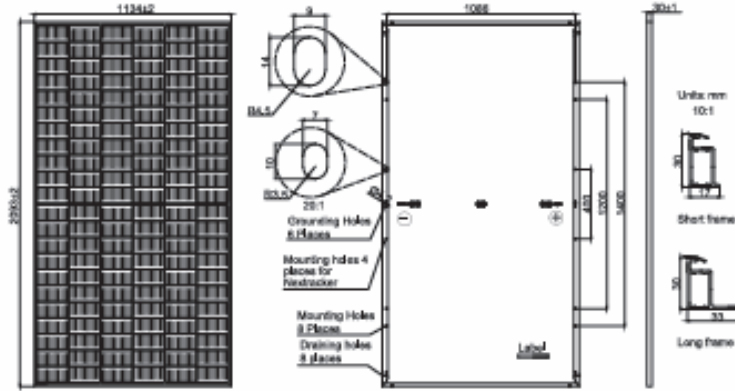
Specifications subject to technical changes and tests. JA Solar reserves the right of final interpretation.





JAM66S30 480-505/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	26.3kg
Dimensions	2093±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	132(6×22)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/QC 4.10-36
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 200mm(+)/300mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	35pcs/Pallet 792pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM66S30-480/MR	JAM66S30-485/MR	JAM66S30-490/MR	JAM66S30-495/MR	JAM66S30-500/MR	JAM66S30-505/MR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	480	485	490	495	500	505
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	45.07	45.20	45.33	45.46	45.59	45.72
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	37.52	37.81	37.99	38.17	38.35	38.53
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	12.78	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.2	20.4	20.6	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0→±5W					
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

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

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM66S30-480/MR	JAM66S30-485/MR	JAM66S30-490/MR	JAM66S30-495/MR	JAM66S30-500/MR	JAM66S30-505/MR
Rated Max Power(P _{max}) [W]	363	367	370	374	378	382
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	42.15	42.30	42.43	42.58	42.72	42.86
Max Power Voltage(V _{mp}) [V]	35.54	35.67	35.76	35.84	35.93	36.02
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	10.99	11.06	11.13	11.20	11.27	11.34
Max Power Current(I _{mp}) [A]	10.21	10.28	10.36	10.44	10.52	10.60
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

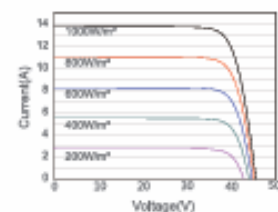
OPERATING CONDITIONS

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

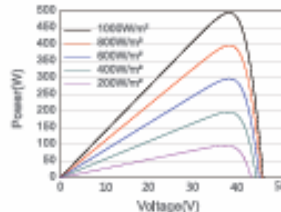
*For NextTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.

CHARACTERISTICS

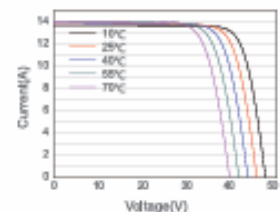
Current-Voltage Curve JAM66S30-485/MR



Power-Voltage Curve JAM66S30-485/MR



Current-Voltage Curve JAM66S30-485/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20220808A

Smart Energy Center



Seguridad activa

Protección contra arcos eléctricos active con tecnología de IA



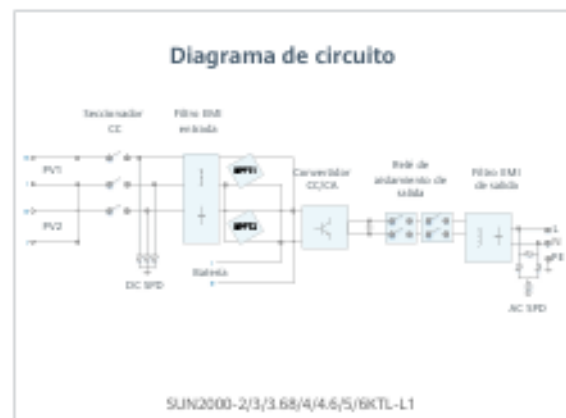
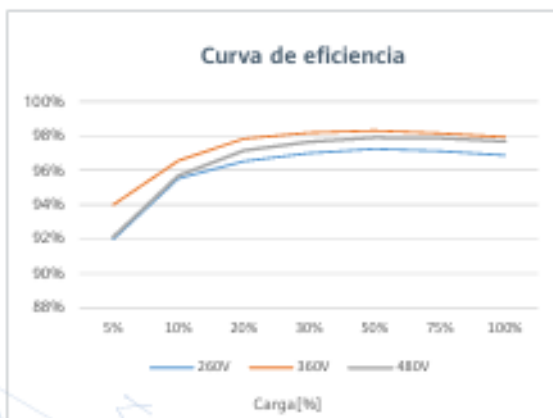
Mayor rendimiento

Hasta un 30 % más de energía con optimizadores



2x POTENCIA de Batería

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



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

Especificaciones técnicas	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1 ¹
Eficiencia							
Eficiencia Máxima	98.2 %	98.3 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %
Eficiencia europea	96.7 %	97.3 %	97.3 %	97.5 %	97.7 %	97.8 %	97.8 %
Entrada (FV)							
Entrada de CC máxima recomendada ²	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp
Máx. tensión de entrada	600 V ³						
Tensión de arranque	100 V						
Rango de tensión de operación de MPPT	90 V ~ 580 V ³						
Tensión nominal de entrada	360 V						
Máx. intensidad por MPPT	12.5 A						
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	18 A						
Cantidad de MPPTs	2						
Máx. número de entradas por MPPT	1						
Entrada (Batería CC)							
Batería compatible	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R						
Rango de tensión de operación	350 ~ 450 Vdc						
Máx. corriente de operación	10 A @7H_R / 15 A @10H_R						
Potencia de carga máxima	3,500 W @7H_R / 5,000 W @10H_R						
Potencia máxima de descarga @ 7H_R	2,200 W	3,300 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W
Potencia máxima de descarga @ 10H_R	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Batería compatible	HUAWEI Smart ESS Battery 5kWh ~ 30kWh ¹						
Rango de tensión de operación	350 ~ 500 Vdc						
Máx. corriente de operación	15 A						
Potencia de carga máxima	5,000 W ⁴						
Potencia máxima de descarga	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Salida							
Conexión a la red eléctrica	Monofásica						
Potencia de salida nominal	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W ⁵	6,000 W
Máx. potencia aparente de CA	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA ⁵	5,500 VA ⁷	6,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 230 Vac / 240 Vac						
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz						
Máx. intensidad de salida	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁸	25 A ⁸	27.3 A
Factor de potencia ajustable	0.8 leading ~ 0.8 lagging						
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %						
Salida para SAI	Sí (a través de Backup Box-80 ⁹)						
Protección & Características							
Protección anti-isla	Sí						
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí						
Monitorización de aislamiento	Sí						
Protección contra descargas atmosféricas CC	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11						
Protección contra descargas atmosféricas CA	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11						
Monitorización de la corriente residual	Sí						
Protección contra sobrecorriente de CA	Sí						
Protección contra cortocircuito de CA	Sí						
Protección contra sobretensión de CA	Sí						
Protección contra sobrecalentamiento	Sí						
Protección de falla de arco	Sí						
Carga inversa de la batería desde la red	Sí						
Datos generales							
Rango de temperatura de operación	-25 ~ +60 °C						
Humedad relativa de operación	0 %RH ~ 100 %RH						
Altitud de operación	D ≤ 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2000 m)						
Ventilación	Convección natural						
Pantalla	Indicadores LED; WLAN integrado + aplicación FusionSolar						
Comunicación	RS485, WLAN a través del módulo WLAN incorporado en el inversor Ethernet a través de Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional); 4G / 3G / 2G a través de Smart Dongle-4G (Opcional)						
Peso (incluido soporte de montaje)	12.0 kg						
Dimensiones (incluido soporte de montaje)	305mm * 365mm * 156 mm						
Grado de protección	IP65						
Consumo de energía durante la noche	< 2.5 W						
Compatibilidad con optimizadores							
Optimizador compatible con MBUS CC	SUN2000-450W-P						
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)							
Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2						
Estándares de conexión a red eléctrica	G98, G99, EN 50549-1, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777.2, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TDR D4, IEC61732, IEC62116						

¹ 1 Disponible en Q1/Q4/2018.

² La potencia fotovoltaica de entrada máxima del inversor es de 10 800 Wp cuando las cadenas largas se diseñan y conectan completa de optimizadores de potencia SUN2000-450W-P.

³ Si el nivel real de tensión de entrada y de operación se reducen a 90V cuando el inversor se conecta y funciona con la batería LG.

⁴ 2.200W en las baterías H24000 100 Ah 540V.

⁵ 3.680W (2.400W) - 6.000W (4.100) - 3.680VA / 4.52777.2 (3.989VA) - 4.52777.2 (3.989VA) / C10/11 (3.080VA) - 6.000W (4.100) - 3.680VA / 4.52777.2 (3.989VA).



Smart String Energy Storage System



More Usable Energy

100% Depth of Discharge
Pack Level Energy Optimization



Flexible Investment

5kWh Modular Design,
Scalable from 5 to 30 kWh



Safe & Reliable

Lithium Iron Phosphate (LFP) Cell



Easy Installation

12 kg Power Module
50 kg Battery Module



Quick Commissioning

Automatically Detected in App



Perfect Compatibility

Compatible to Both Residential
Single & Three Phase Inverter



SOLAR.HUAWEI.COM/EU/

Technical Specification

	LUNA2000-5-50	LUNA2000-10-50	LUNA2000-15-50
Technical Specification			

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

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

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

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

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

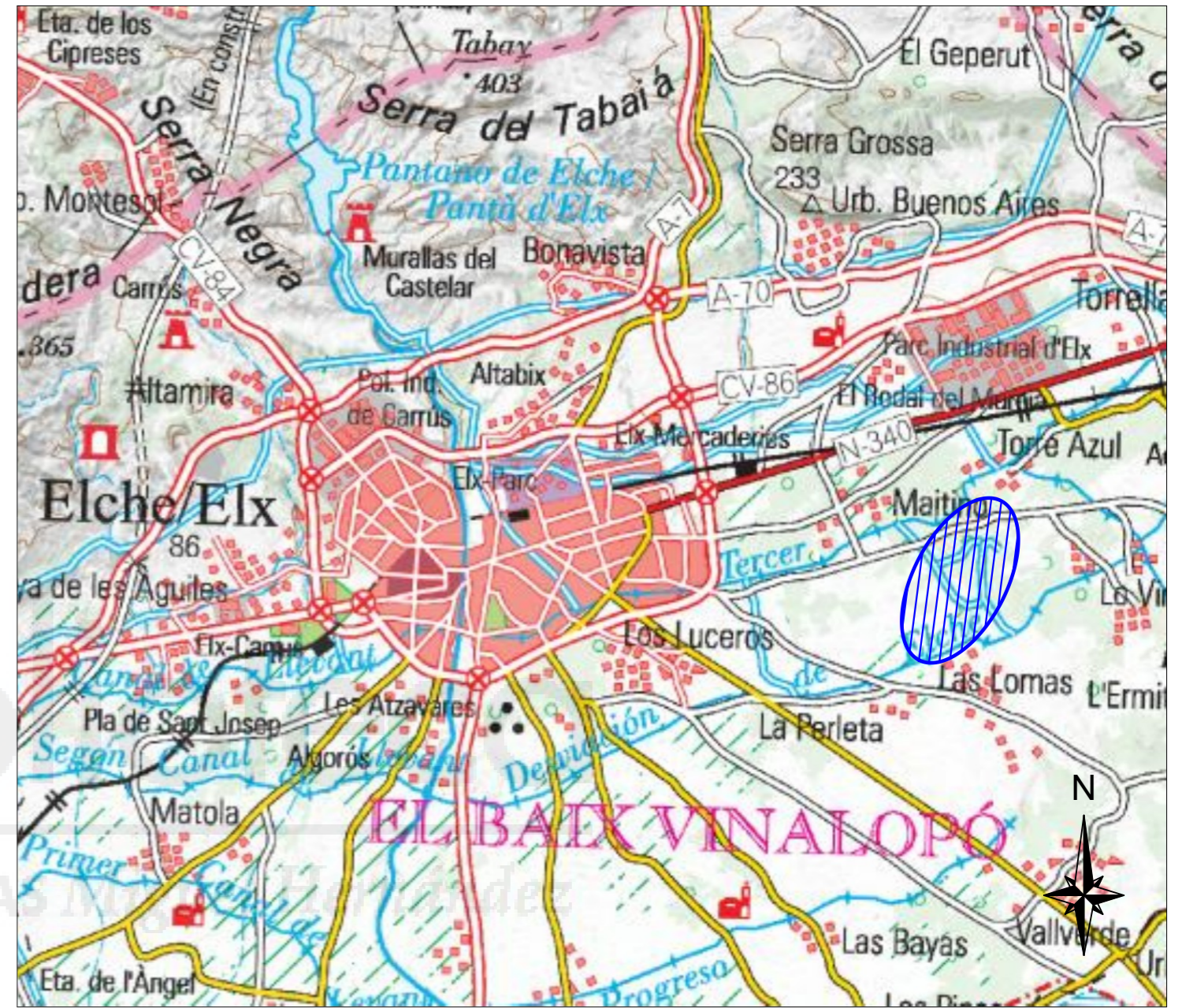
1. Test conditions: 100% depth of discharge (DoD), 0.2C rate charge & discharge at 25°C
 2. Charge/discharge derating occurs when the operating temperature from -10°C to 5°C & 45°C to 55°C.
 3. Refer to battery warranty letter for conditional application.
 4. Available in Q1, 2021.
 5. Storage system is ordered and delivered in the form of power module and battery module separately with corresponding quantity.

12 ANEXO IV: PLANOS






EMPLAZAMIENTO
S/E



SITUACIÓN
S/E

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
NOMBRE DEL PROYECTO:			LUCIA PARDO CARRATALÁ		
INSTALACION FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN MAITINO					
SITUACIÓN: TERMINO MUNICIPAL DE ELCHE, ALICANTE			PROYECTADO	07/2025	L.P.C.
TIPO DE PLANO: PROYECTO			DISEÑADO	07/2025	L.P.C.
NOMBRE DE PLANO: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO			FECHA: JULIO 2025		
ESCALA: S/E	FORMATO: A4	PLANO Nº: PL01	PROYECTO Nº: 001	REVISIÓN: 00	



VEGETACIÓN RETIRADA

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE



NOMBRE DEL PROYECTO:

INSTALACION FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN MAITINO

LUCIA PARDO CARRATALÁ

SITUACIÓN: TERMINO MUNICIPAL DE ELCHE, ALICANTE

PROYECTADO 07/2025 L.P.C.

TIPO DE PLANO: PROYECTO

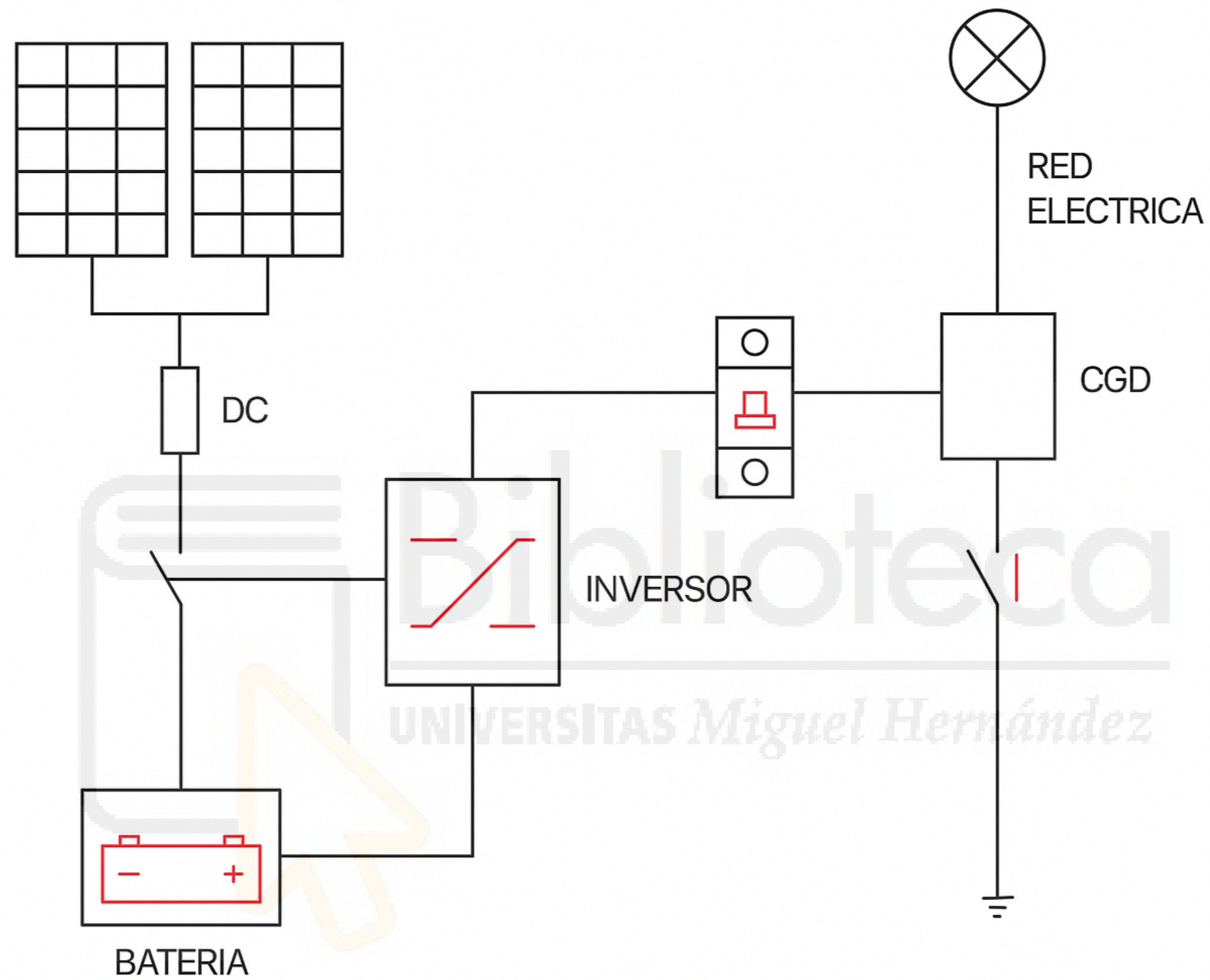
DISEÑADO 07/2025 L.P.C.


NOMBRE DE PLANO: CROQUIS TRAZADO

FECHA: JULIO 2025

ESCALA: S/E FORMATO: A4 PLANO Nº: PL02

PROYECTO Nº: 001 REVISIÓN: 00



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE			 UNIVERSITAS <i>Miguel Hernández</i>	
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN MAITINO			LUCIA PARDO CARRATALÁ	
SITUACIÓN: TERMINO MUNICIPAL DE ELCHE, ALICANTE		PROYECTADO	07/2025	L.P.C.
TIPO DE PLANO: PROYECTO		DISEÑADO	07/2025	L.P.C.
NOMBRE DE PLANO: ESQUEMA UNIFILAR			FECHA: JULIO 2025	
ESCALA: S/E	FORMATO: A4	PLANO N°: PL03	PROYECTO N°: 001	REVISIÓN: 00