

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

# TRABAJO FIN DE GRADO

**Análisis económico de una instalación de autoabastecimiento con paneles solares en una empresa**



**Estudiante:** Legorburu Mínguez, Ane

---

**Directora:** López Roper, Iraide

**Codirector:** Gómez-Cornejo Barrena, Julen

---

**Curso:** 2022-2023

---

**Fecha:** <Getxo, 15, septiembre, 2023>

## RESUMEN

El aumento de propuestas de generación de energía renovable en los últimos años, junto con el alza de los precios de la electricidad han contribuido decisivamente a que cada vez más viviendas y negocios decidan instalar un sistema de autoconsumo en su edificio.

El presente trabajo consiste en un exhaustivo análisis desde el punto de vista económico de los diferentes tipos de autoconsumo que ofrece la normativa española actual para una instalación fotovoltaica en el tejado de un polígono industrial. Este análisis se ha llevado a cabo tomando como variables los datos geográficos y físicos del edificio junto con los requisitos impuestos por el usuario.

Teniendo en cuenta los distintos tipos de autoconsumo a los que acogerse, se ha analizado si al usuario le resulta más conveniente conectar su sistema de autoconsumo a la red, o si le es más conveniente la introducción de sistemas de almacenamiento para optimizar el funcionamiento de su sistema de autoabastecimiento fotovoltaico. Finalmente, los resultados obtenidos han permitido alcanzar una conclusión acerca del tipo de autoconsumo más adecuado en este caso.

Palabras clave: autoconsumo, energía fotovoltaica, red, batería.

## LABURPENA

Azken urteotan energia berriztagarria sortzeko proposamenak ugaritu dira, eta aldi berean elektrizitatearen prezioak gora egin du. Hori dela eta, gero eta etxebizitza eta negozio gehiagok erabaki dute autokontsumorako sistema bat instalatzea euren eraikinetan.

Lan honetan, Espainiako araudiak industrialde bateko teilatuan instalazio fotovoltaiko bat jartzeko eskaintzen dituen autokontsumo-moten azterketa sakona egiten da ikuspegi ekonomikotik. Azterketa hori egiteko, eraikinaren datu geografikoak eta fisikoak hartu dira aldagaitzat, erabiltzaileak ezarritako baldintzekin batera.

Erabiltzaileak aintzat har ditzakeen autokontsumo-motak kontuan hartuta, erabiltzailearen autokontsumo-sistema sarera konektatzea komenigarriagoa den edo bere autohornidura-sistema fotovoltaikoaren funtzionamendua optimizatzeko biltegitratze-sistemak sartzea komenigarriagoa den aztertu da. Azkenik, lortutako emaitzei esker, kasu honetan autokontsumo-mota egokiena zein den ondorioztatu da.

Gako-hitzak: autokontsumoa, energia fotovoltaikoa, sarea, bateria.

## ABSTRACT

Over the last years, the increase in proposals for renewable energy generation, together with the increase in price of electricity is encouraging a growing number of homes and businesses to install a self-consumption system on their buildings.

This paper presents an exhaustive analysis, always from an economic point of view, of the different types of self-consumption offered by the current market for a photovoltaic installation on the roof of a specific industrial estate. The variables considered for this analysis, apart from the requirements imposed by the user, are the geographical and physical data of the building.

Considering the different types of self-consumption available in the market, an analysis has been carried out to decide between a self-consumption system connected to the grid, or a self-supply photovoltaic system optimized with storage systems. Finally, the results obtained have led to a well-supported conclusion on the most appropriate type of self-consumption for this case.

Keywords: self-consumption, photovoltaic energy, grid, battery.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	AUMENTO DE PROPUESTAS DE GENERACIÓN RENOVABLE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES	1
1.2	AUMENTO DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD Y DISMINUCIÓN DEL PRECIO DE LAS RENOVABLES	2
2.1	AUTOCONSUMO	4
2.2	OPORTUNIDAD DE NEGOCIO PARA LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA	5
<b>3</b>	<b>BENEFICIOS</b>	<b>6</b>
3.1	BENEFICIOS TÉCNICOS	6
3.2	BENEFICIO ECONÓMICO	6
3.3	BENEFICIOS SOCIALES	6
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL AUTOCONSUMO EN ESPAÑA</b>	<b>9</b>
6.1	GRUPOS DE AUTOCONSUMO	10
6.1.1	AUTOCONSUMO COLECTIVO CONECTADO A RED CON EXCEDENTES CON COMPENSACIÓN	11
6.1.2	AUTOCONSUMO COLECTIVO CONECTADO A RED CON EXCEDENTES SIN COMPENSACIÓN	12
6.1.3	AUTOCONSUMO COLECTIVO SIN EXCEDENTES	13
6.1.4	AUTOCONSUMO COLECTIVO AISLADO CON BATERÍA	14
6.1.5	AUTOCONSUMO COLECTIVO AISLADO SIN BATERÍA	14
6.1.6	AUTOCONSUMO INDIVIDUAL CONECTADO A RED CON EXCEDENTES CON COMPENSACIÓN	15
6.1.7	AUTOCONSUMO INDIVIDUAL CONECTADO A RED CON EXCEDENTES SIN COMPENSACIÓN	16
6.1.8	AUTOCONSUMO INDIVIDUAL CONECTADO A RED SIN EXCEDENTES	16
6.1.9	AUTOCONSUMO INDIVIDUAL AISLADO CON BATERÍA	17
6.1.10	AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN BATERÍA	17
<b>7</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS RELATIVOS A LA ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA</b>	<b>19</b>
7.1	SINOPSIS DE LA HISTORIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	19
7.2	AUMENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA	19
7.3	ENERGÍA RENOVABLE Y NO RENOVABLES	24
7.3.1	TIPOS DE ENERGIAS RENOVABLES	24
7.3.2	PRINCIPALES VENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES	24

<b>7.3.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA</b>	25
<b>8 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN</b>	27
<b>8.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>	27
<b>8.1.1 LOCALIZACIÓN</b>	27
<b>8.1.2 TEMPERATURA</b>	28
<b>8.2 Diseño de la instalación</b>	28
<b>8.2.2 CONSUMO</b>	29
<b>8.2.3 PRODUCCIÓN</b>	30
<b>8.2.3.1 PVGIS</b>	30
<b>8.2.3.2 OBTENCIÓN DE DATOS</b>	31
<b>8.2.4 INVERSOR</b>	33
<b>8.2.5 BATERÍAS</b>	33
<b>8.2.6 AYUDAS</b>	34
<b>9 DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS ECONÓMICOS</b>	35
<b>9.1 ANÁLISIS ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO SEGÚN LA NORMATIVA ESPAÑOLA</b>	35
<b>9.1.1 PRECIOS Y COSTES</b>	35
<b>9.2 CASO DE LA EMPRESA</b>	36
<b>9.2.1 ALTERNATIVA 1: AUTOCONSUMO CONECTADO A RED CON EXCEDENTES DE COMPENSACIÓN</b>	38
<b>9.2.2 ALTERNATIVA 2: AUTOCONSUMO CONECTADO A RED SIN EXCEDENTES</b>	40
<b>9.2.3 ALTERNATIVA 3: AUTOCONSUMO AISLADO SIN BATERÍAS</b>	42
<b>9.2.4 ALTERNATIVA 4: AUTOCONSUMO AISLADO CON BATERÍAS</b>	42
<b>9.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	44
<b>10 PRESUPUESTO</b>	46
<b>11 DESCRIPCIÓN DE TAREAS</b>	48
<b>11.1 DESCRIPCIÓN DE FASES Y TAREAS</b>	48
Fase 1: Revisión bibliográfica e inicio del proyecto	48
Fase 2: Profundización los cálculos a realizar y desarrollo de estos.	48
Fase 3: Redacción final del proyecto	48
Fase 4: Presentación del proyecto	49
<b>11.2 DIAGRAMA GANTT</b>	49
<b>12 CONCLUSIÓN</b>	50
<b>13 BIBLIOGRAFÍA</b>	51
<b>ANEXO 1: DATOS DE LA EMPRESA</b>	56
<b>ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS DE LOS DISPOSITIVOS</b>	61



**ANEXO 3: INFORMES DE PVGIS**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evolución de la población mundial [25].	21
Tabla 2 Evolución de las de las temperaturas en la estación meteorológica más próxima	28
Tabla 3 Estimación del consumo mensual.	30
Tabla 4 Estimación de producción mensual según el programa PVGIS.	32
Tabla 5 Modelo de Tabla a rellenar para cada alternativa disponible	36
Tabla 6 Consumo eléctrico y producción de la instalación de la empresa.	36
Tabla 7 Precio medio de la luz (producción) [64]	37
Tabla 8 Precio medio de la luz (compensación) [64]	38
Tabla 9 Energía que produce para verter a la red.	38
Tabla 10 Resultados de la alternativa 1.	39
Tabla 11 Amortización de la alternativa 1.	39
Tabla 12 Energía que necesita coger de la red	40
Tabla 13 Resultados de la alternativa 2.	41
Tabla 14 Amortización de la alternativa 2.	41
Tabla 15 Resultados de la alternativa 4	43
Tabla 16 Amortización de la alternativa 4.	43
Tabla 17 Comparativa de los resultados obtenidos.	44
Tabla 18 Horas internas.	46
Tabla 19 Amortizaciones.	46
Tabla 20 Gastos.	46
Tabla 21 Resumen.	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolución de la potencia instalada y generación de electricidad en España [5].	2
Figura 2 Evolución del costo nivelado de las energías a nivel mundial [7].	3
Figura 3 Pronóstico anual de instalación fotovoltaica [8].	4
Figura 4 Radiación en España [14].	10
Figura 5 Diagrama árbol del autoconsumo.	11
Figura 6 Autoconsumo conectado a red con excedentes con compensación [17].	12
Figura 7 Autoconsumo conectado a red con excedentes sin compensación [17].	13
Figura 8 Autoconsumo conectado a red sin excedentes [17].	13
Figura 9 Autoconsumo aislado con batería [17].	14
Figura 10 Autoconsumo aislado sin batería [17].	15
Figura 11 Autoconsumo conectado a red con excedentes con compensación [17].	15
Figura 12 Autoconsumo conectado a red con excedentes sin compensación [17].	16
Figura 13 Autoconsumo conectado a red sin excedentes [17].	17
Figura 14 Autoconsumo aislado con batería [17].	17
Figura 15 Autoconsumo aislado sin batería [17].	18
Figura 16 Correlación entre población y consumo de energía en el mundo [20].	20
Figura 17 Consumo eléctrico mundial [21].	20
Figura 18 Evolución del consumo nacional de energía eléctrica [21].	21
Figura 19 Contexto internacional del autoconsumo por tipo de energía [26].	22
Figura 20 Distribución de la energía por sectores [26].	23
Figura 21 Contexto nacional del autoconsumo por tipo de energía [27].	23
Figura 22 Capacidad fotovoltaica global e incrementos anuales [35].	25
Figura 23 Evolución de la potencia instalada en España [36].	26
Figura 24 Ubicación de la empresa a nivel territorial [38].	27
Figura 25 Tejado de la empresa y área disponible [38].	28
Figura 26 Pantalla inicial PVGIS [45].	31
Figura 27 Generación mensual prevista por PVGIS.	32
Figura 28 Curva de consumo y producción de la empresa.	37
Figura 29 Años de amortización de la alternativa 1	40
Figura 30 Años de amortización de la alternativa 2	41
Figura 31 Años de amortización de la alternativa 4	44
Figura 32 Gráfica de la amortización de la instalación.	45
Figura 33 Diagrama Gantt.	49

## ACRÓNIMOS

TFG: Trabajo de Fin de Grado

UPV/EHU: Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

IEA: Agencia Internacional de la Energía

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

MIBEL: Mercado Ibérico de Electricidad

PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System

REE: Red Eléctrica de España

REN: Redes Eléctricas Nacionales

OMIE: Operador del Mercado Ibérico de Energía

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge el Trabajo de Fin de Grado (TFG) titulado “Estudio económico del autoabastecimiento con paneles fotovoltaicos para una empresa”

Hoy en día, la sostenibilidad es un problema ambiental, económico y social. El cambio climático constituye la mayor amenaza medioambiental a la que se enfrenta la humanidad. Se está produciendo un desequilibrio entre los gases de la atmósfera debido al cual la temperatura media global experimentará un aumento significativo en los próximos años. El análisis del impacto de los gases de efecto invernadero y otras altas emisiones de dióxido de carbono muestra que, junto con la deforestación, la ganadería y la agricultura, los combustibles fósiles son los principales responsables de este desequilibrio, lo cual genera la necesidad de emplear energías alternativas a dichos combustibles fósiles, es decir, energías renovables. Estas últimas, además de por su diversidad y abundancia, presentan un gran potencial de uso y su precio se está abaratando conforme escasean los combustibles fósiles. Dicha escasez, además de provocar un aumento de sus precios, suele ir acompañada de problemas de suministro. Asimismo, como la demanda energética no cesa de aumentar, aumenta también la conveniencia de apostar por la diversificación de fuentes de energía para evitar la dependencia de una o dos fuentes. De entre las diversas energías renovables, la opción más económica es la de la energía solar fotovoltaica [1].

En relación con lo expuesto anteriormente, en abril de 2019 se aprobó en España el Real Decreto 244/2019, el cual regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Este decreto no solamente permite, sino que regula los pasos para que los consumidores que lo deseen se puedan convertir en prosumidores. Para simplificar este paso de consumidores a prosumidores, el presente TFG ha desarrollado un análisis económico para que la empresa en cuestión pueda elegir cuál es el sistema de autoconsumo fotovoltaico que más le conviene [2].

## 1.1 AUMENTO DE PROPUESTAS DE GENERACIÓN RENOVABLE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES

La primera energía eléctrica renovable que se instauró en el Estado español fue la hidráulica, cuya expansión se vio, además, propiciada por una serie de políticas y medidas gubernamentales para fomentar el crecimiento de las fuentes de energía renovables.

Más adelante, se realizaron subastas de energía renovable para otorgar permisos y contratos de suministro a proyectos de energía solar y eólica. Estas subastas atrajeron a inversores y promotores de proyectos, lo que resultó en un aumento en la construcción de parques solares y parques eólicos en todo el país. España atrajo inversiones de empresas y fondos de inversión internacionales interesados en participar en el crecimiento del sector de las energías renovables.

A su vez, el gobierno propuso incentivos financieros como las tarifas de alimentación (*feed-in tariffs*) y primas para la generación de energía renovable. Estos programas ofrecieron garantías

de ingresos a largo plazo para los proyectos de energía renovable, lo que los hizo más atractivos para los inversores.

Asimismo, diversos avances tecnológicos en el sector de las energías renovables tales como la mejora de la eficiencia de los paneles solares y las turbinas eólicas, redujeron los costos y aumentaron la viabilidad económica de los proyectos [3] [4].

Finalmente, el gobierno se comprometió a alcanzar objetivos ambiciosos de generación de energía renovable en su *mix* energético total. Para alcanzar dichos objetivos, el gobierno promulgó la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, que estableció metas específicas para la participación de las energías renovables en el consumo de energía. En la Figura 1 se puede apreciar la evolución de la potencia instalada y la generación de electricidad en España. Es de destacar que, a partir del siglo XXI, cuando la energía hidráulica se estanca, hay un aumento considerable de otras fuentes de energía renovables.

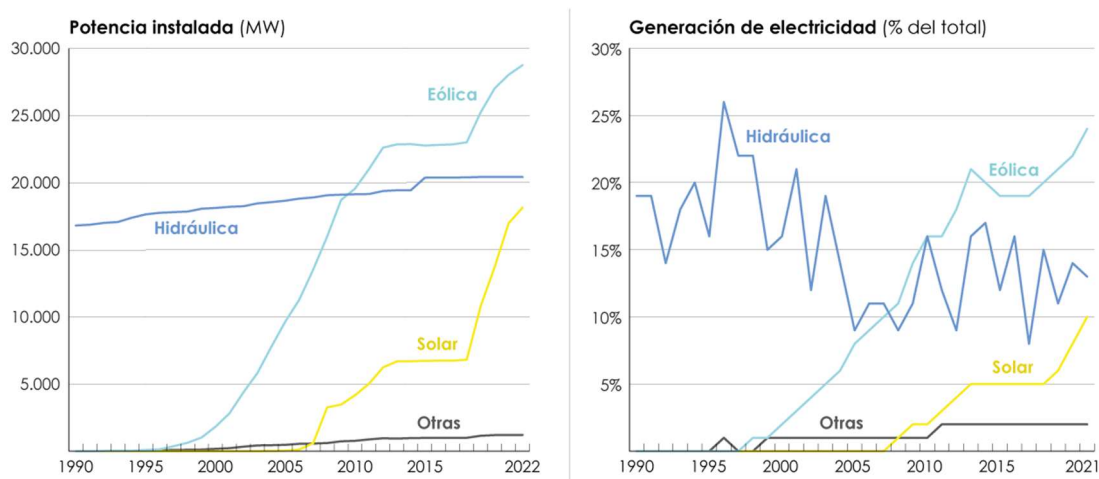


Figura 1 Evolución de la potencia instalada y generación de electricidad en España [5].

## 1.2 AUMENTO DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD Y DISMINUCIÓN DEL PRECIO DE LAS RENOVABLES

A pesar del importante desarrollo de las tecnologías relacionadas con la producción de electricidad, el precio de la energía eléctrica ha continuado aumentando. Este incremento es debido, por una parte, al encarecimiento de las multas por las emisiones de CO<sub>2</sub> y por otra, a la subida del precio del gas en el mercado internacional. Asimismo, también encarece el precio de la energía la subida impositiva a los clientes derivada de los costes de traspaso energético a minoristas [6]

Paralelamente, gracias a los incentivos aprobados por los gobiernos y al aumento de instalaciones de producción en masa se han reducido los costos unitarios las energías renovables, tal y como muestra la Figura 2.

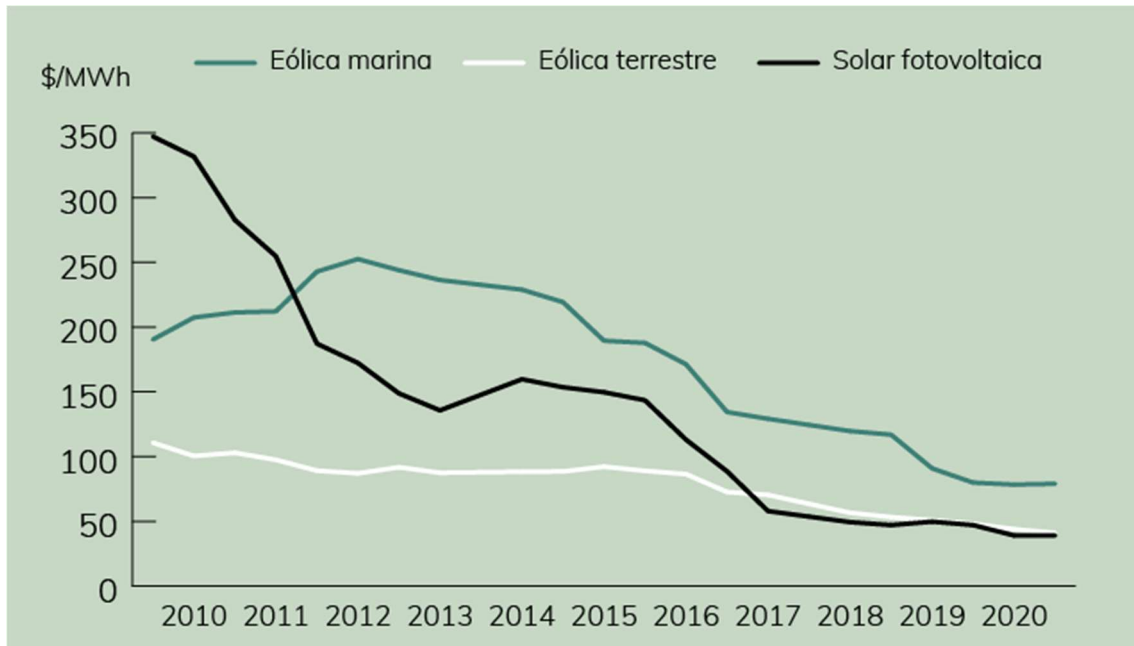


Figura 2 Evolución del costo nivelado de las energías a nivel mundial [7].

Este contexto, tan favorable a las energías renovables, explica por qué los ciudadanos están optando cada vez más por las energías renovables para su autoconsumo. Es decir, la combinación de precios más bajos de las instalaciones generadoras de energía renovable, junto con el aumento de los costos de la electricidad convencional, hace que la opción de las energías sostenibles sea para muchas personas y empresas la opción más económica y también más ambientalmente responsable.

## 2 CONTEXTO

### 2.1 AUTOCONSUMO

Como se ha explicado anteriormente, debido al cambio climático la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera se ha convertido uno de los principales objetivos de desarrollo sostenible. En este contexto, las fuentes de energía renovables comienzan a jugar un papel importante en el suministro de energía en todos los rincones el mundo.

Asimismo, teniendo en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los países están adoptando medidas para promover el empleo de energías limpias tales como vehículos eléctricos y cualquier otra medida eficiente en la prevención de los efectos del cambio climático. Una de las energías renovables cuya tecnología se ha desarrollado sustancialmente en los últimos años es la fotovoltaica, que hoy en día lleva 1.010 GW instalados en todo el mundo y repartidas por todo el mundo como muestra la Figura 3 [8].

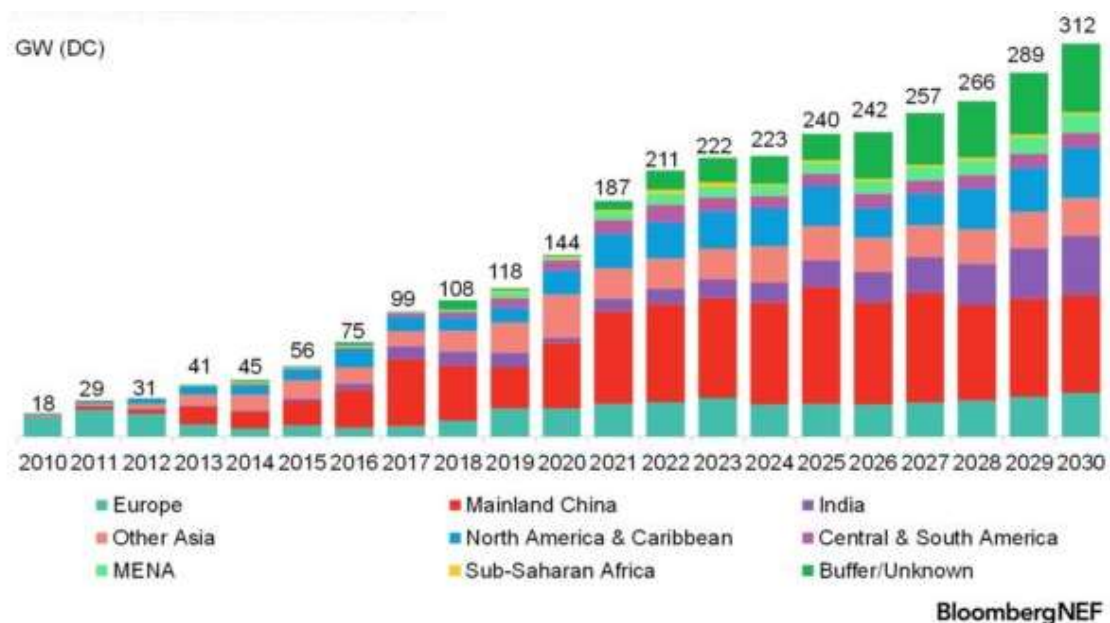


Figura 3 Pronóstico anual de instalación fotovoltaica [8].

Teniendo en cuenta que en esta sociedad cada vez más consumista los requisitos energéticos siguen en constante aumento, el reciente abaratamiento de la producción de energía fotovoltaica ha hecho que esta energía haya aumentado ostensiblemente su presencia en el mercado. Este abaratamiento se ha producido más pronunciadamente en países con alto índice de radiación solar como, por ejemplo, España.

Desde el punto de vista económico, la energía fotovoltaica presenta la peculiaridad de que no se puede producir a gran escala debido a la necesidad de instalarla en cubiertas industriales y viviendas particulares. Se ha ido introduciendo gradualmente en los hogares y negocios a medida que la concienciación sobre la contaminación y los efectos del cambio climático ha ido aumentando. Gracias a estas circunstancias, los precios de esta energía han ido disminuyendo.

La particularidad de que la energía fotovoltaica dependa tan fuertemente de la climatología ha motivado la inclusión de tecnología de almacenamiento en estas instalaciones con el objetivo de obtener la máxima eficacia de esta tecnología. Asimismo, la instalación de baterías en el hogar también aumenta la fiabilidad de la instalación, optimiza la gestión del consumo y los costes. En estos últimos años, al igual que ha ocurrido con los paneles y demás componentes de las instalaciones fotovoltaicas, el precio de las baterías residenciales se ha vuelto más competitivo y se ha conseguido incrementar su eficiencia.

## 2.2 OPORTUNIDAD DE NEGOCIO PARA LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Hoy en día ya es posible surtirse en todo momento de una energía totalmente limpia. Aunque la inversión inicial es bastante considerable, los países más desarrollados proporcionan ayudas y subvenciones para la instalación de sistemas fotovoltaicos. Esto ha facilitado que muchas empresas hayan encontrado una oportunidad de negocio en esta energía.

En España, grandes empresas como ABENGOA, ACCIONA, COBRA, IBERDROLA, ELECENOR, SIEMENS-GAMESA, GALP, GESTAMP, GRUPO ORTIZ, NATURGY, OPDE, SENER o X-ELIO apuestan por las energías renovables [9].

Asimismo, gracias a los avances tecnológicos en la fabricación de paneles solares, han surgido modelos de negocios relacionados con el autoconsumo. Estas líneas de negocio crean nuevos puestos de trabajo que en España están muy solicitados. Asimismo, se observa que antes eran principalmente grandes empresas de ingeniería y hoy en día son empresas más especializadas en el sector [10].

## 3 BENEFICIOS

### 3.1 BENEFICIOS TÉCNICOS

Este TFG examina la viabilidad y eficiencia de los sistemas de generación de energía renovable en una empresa situada en un polígono industrial en el interior de la provincia de Bizkaia. Para ello, además de examinar las características del edificio en que se encuentra la empresa, tiene en cuenta los riesgos que conlleva cada tipo de instalación disponible en el mercado actual. Asimismo, cabe destacar que los resultados de este proyecto podrían trasladarse a empresas de similares condiciones en la zona.

### 3.2 BENEFICIO ECONÓMICO

El principal beneficio económico derivado de este estudio estriba en la reducción de la factura eléctrica gracias a la energía generada por las tecnologías de autoconsumo instaladas en la empresa. No obstante, este beneficio solamente podrá ser considerado como tal una vez amortizada la inversión realizada para la instalación, y dependerá de la vida efectiva tanto del sistema como del edificio.

Al mismo tiempo, los beneficios dependerán de los precios que fijen las distribuidoras de energía y de los nuevos impuestos que puedan aplicarse a las energías no renovables en el futuro.

### 3.3 BENEFICIOS SOCIALES

Al comprobar el beneficio económico de esta instalación, cabe esperar que se produzca un efecto llamada a favor de este tipo de instalaciones, por lo que más usuarios querrán disfrutar de instalaciones similares, dando así fuerza al autoconsumo, que es una de las ramas más importantes de la transición energética y de los ODS [11].

Además, si más usuarios se uniesen para instalar sistemas de autoconsumo, las instalaciones vecinas podrían conectarse entre sí y compartir su energía. Esto haría aún más viable y rentable el autoconsumo ya que, si uno de ellos tuviera problemas para cubrir su demanda, podría surtirse de la producción de los demás y así evitaría tener que conectarse a la red.



## 4 OBJETIVOS

El presente trabajo tiene por objetivo principal la realización de un análisis económico de los tipos de autoconsumo fotovoltaico a los que un usuario puede acogerse. Para ello se ha estudiado un caso particular de una empresa situada en un polígono industrial en un municipio del interior de la provincia de Bizkaia. Para conseguir el objetivo principal se han tenido que ir cumpliendo los siguientes subobjetivos:

- Cálculo del número de placas que conviene instalar según las necesidades específicas de la empresa
- Para cada una de las alternativas de autoconsumo existentes, la capacidad necesaria de la batería
  - Cálculo de la curva de energía correspondiente al sistema a instalar
  - Cálculo de la relación instalación/productividad, es decir, los años de amortización de cada una de las alternativas estudiadas

Asimismo, el presente TFG explicará el procedimiento a seguir al emplear el software PVGIS para obtener datos como la irradiación solar y el rendimiento energético de una localización según su longitud y latitud. Además, el conocimiento de dichos datos permitirá conocer el número máximo de paneles e inversores que admite una instalación.

Finalmente, y con la intención de maximizar el ahorro económico, el presente TFG incorpora un estudio complementario: analiza la viabilidad económica de cada alternativa.

## 5 ALCANCE DEL PROYECTO

En la realización del presente TFG se han realizado las siguientes tareas:

En primer lugar, se ha constatado la relación entre los efectos del cambio climático y el auge del autoconsumo. Seguidamente, se ha completado el análisis fotovoltaico correspondiente a la empresa objeto de este estudio. Posteriormente, se han analizado todas las alternativas que ofrece el mercado desde un punto de vista económico.

Posteriormente, se ha realizado una comparativa de los resultados obtenidos en estos análisis para facilitarle al usuario la elección de la alternativa más ventajosa.

Finalmente, el presente TFG adjunta un estudio de viabilidad económica de cada alternativa.

## 6 DESCRIPCIÓN DEL AUTOCONSUMO EN ESPAÑA

El autoconsumo es una práctica que consiste en generar y consumir energía eléctrica de forma autónoma en un lugar determinado, ya sea una vivienda, un edificio o una empresa. Esta práctica, que permite a los usuarios generar y consumir su propia energía de manera más eficiente y sostenible, ha ido ganando en popularidad en los últimos años debido a diversos factores, entre otros, la disminución de los costes de instalación de sistemas fotovoltaicos y la creciente concienciación social acerca de la necesidad de utilizar fuentes de energía renovable.

En este sentido, los últimos avances experimentados en el terreno del autoconsumo en términos de tecnología, almacenamiento de energía, monitorización y gestión, marco regulatorio y modelos de negocio han contribuido decisivamente a la implantación del autoconsumo en el mercado de la energía.

El marco regulatorio del autoconsumo en España se ciñe al Real Decreto 244/2019, aprobado en abril de 2019, regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Este decreto no solamente permite, sino que establece y regula los pasos para que los consumidores que lo deseen se puedan convertir en prosumidores [12].

Según expone el artículo “Situación actual del autoconsumo en España” (Larrosa Ingenieros, 2019) [13], el objetivo de este Real Decreto 244/2019 es, principalmente, favorecer el autoconsumo a nivel del ciudadano y de la pequeña y mediana empresa. Es por ello por lo que los principales puntos desarrollados en dicho decreto son:

- (I) Simplificación de los trámites tanto burocráticos como técnicos para instalaciones pequeñas y medianas (por debajo de 100 KW),
- (II) Eliminación de las tasas a la generación fotovoltaica, el denominado “Impuesto al Sol”,
- (III) Diferenciación entre autoconsumo individual y autoconsumo compartido, consistente este último en la asociación o unión de varios consumidores en una o varias instalaciones de generación
- (IV) Establecimiento de la posibilidad de poder, no solamente auto consumir energía proveniente de una instalación que esté en la vivienda, sino de una instalación que esté próxima a esta.

España es uno de los países europeos con mayor disponibilidad de energía solar, lo cual favorece y facilita la alternativa de la energía fotovoltaica. Habiendo 5 niveles de radiación establecidos, la Figura 4 muestra que la radiación media diaria en España es de nivel 4, que corresponde a una radiación media diaria de entre 4,6 y 5 kWh/m<sup>2</sup>.

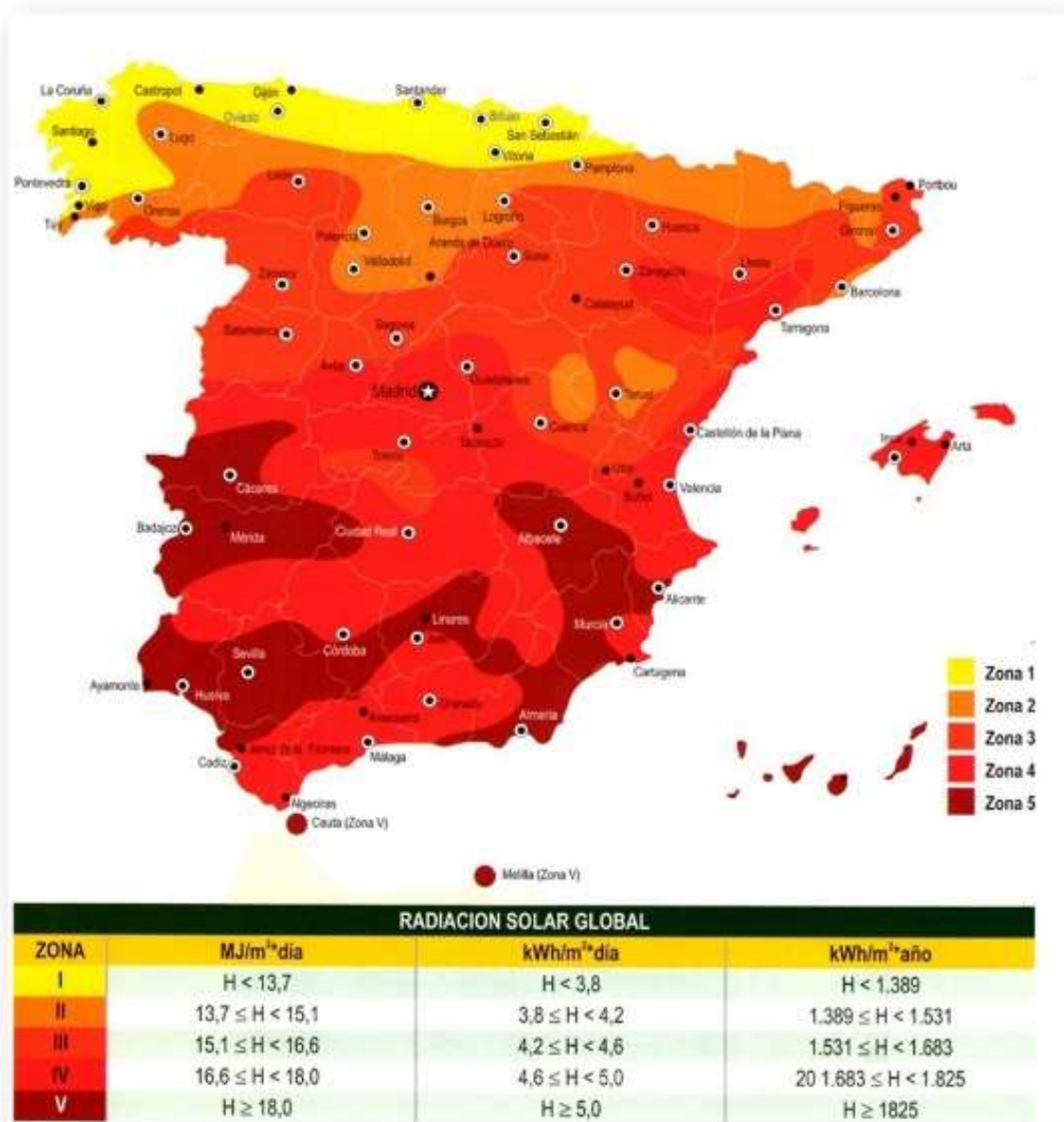


Figura 4 Radiación en España [14].

En resumen, teniendo en cuenta el gran potencial de España para producir energía fotovoltaica, el Real Decreto 244/2019 incentiva la producción de energía solar simplificando los trámites burocráticos a seguir por aquellos consumidores que deseen convertirse en prosumidores.

En definitiva, el autoconsumo a partir de la energía solar no solo constituye una buena alternativa de consumo eléctrico por el hecho de emplear una energía renovable y respetuosa con el medio ambiente, sino que también permite ahorrar en la factura mensual de electricidad.

## 6.1 GRUPOS DE AUTOCONSUMO

La ley en España propone diferentes alternativas de autoconsumo. Para entenderlo, véase el diagrama de la Figura 5, que muestra dichas alternativas. Por una parte, el autoconsumo se

puede producir tanto de forma colectiva – varios usuarios se autoabastecen de un mismo sistema - como de forma individual. Por otra parte, tanto las colectividades como los individuos pueden ser usuarios conectados a la red o usuarios aislados. A su vez, los usuarios aislados pueden elegir entre contar con una batería o prescindir de ella.

Se entiende por usuario conectado a red aquel cuya instalación está conectada por una parte al sistema eléctrico de la vivienda y por otra, a la red de distribución. Se considera que un usuario está aislado cuando su instalación está únicamente conectada al sistema eléctrico de la vivienda. [12].

En el caso del autoconsumo conectado a red, el usuario puede acogerse a compensación de excedentes y tener la opción de verter energía a la red obteniendo una compensación (que se tomará del precio variable de la factura). Evidentemente, si se escoge la opción de instalación conectada sin compensación de excedentes no se maximiza la rentabilidad del sistema [12][15].

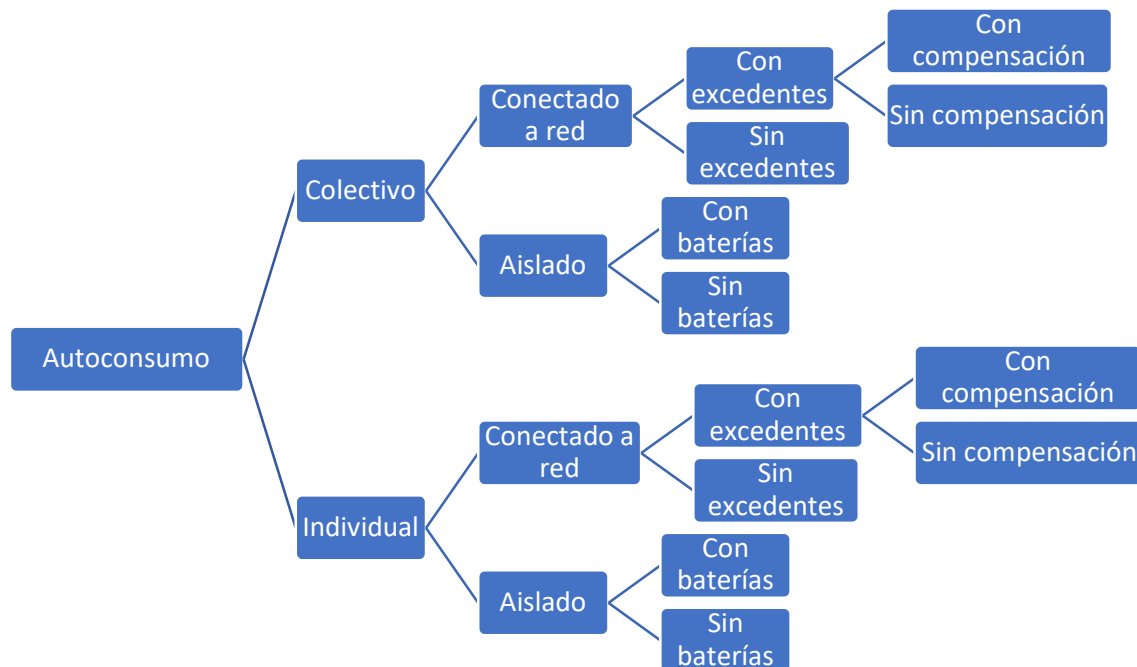


Figura 5 Diagrama árbol del autoconsumo.

### 6.1.1 AUTOCONSUMO COLECTIVO CONECTADO A RED CON EXCEDENTES CON COMPENSACIÓN

En este caso, se trata de una instalación para un conjunto de viviendas que consumen directamente la energía producida. El excedente de energía se vierte a la red. La compensación por este vertido de energía tendrá lugar cuando estas viviendas precisen más energía de la que producen, ya que podrán tomarla de la red a un precio realmente competitivo. Según [16], los usuarios se pueden llegar a ahorrar hasta un 50% en la factura de la luz.

A continuación, la Figura 6 proporciona un esquema de un sistema de autoconsumo colectivo conectado a red con compensación, en el que se devuelve dinero a su propietario en la factura de la luz pues se beneficia de un descuento a cambio de la energía invertida.

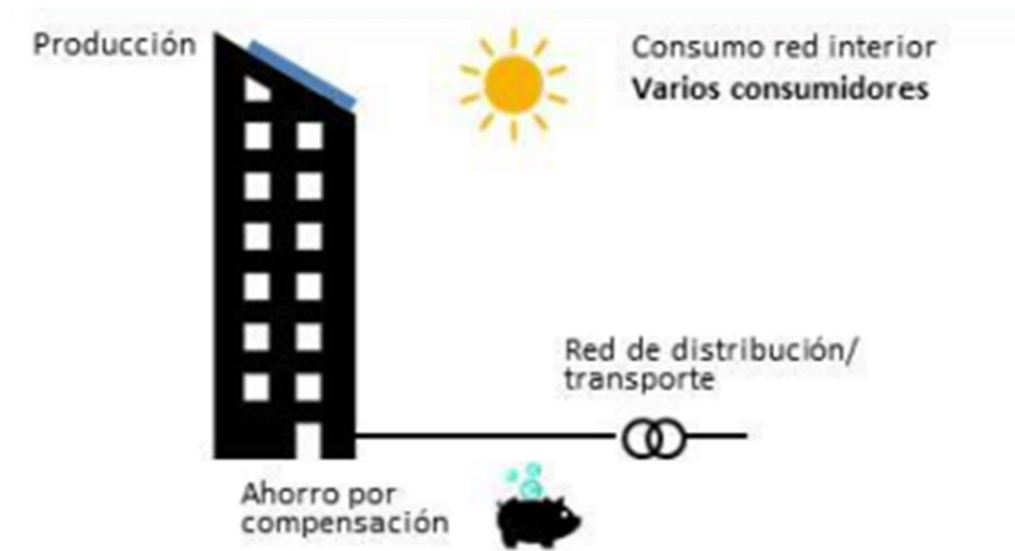


Figura 6 Autoconsumo conectado a red con excedentes con compensación [17].

### 6.1.2 AUTOCONSUMO COLECTIVO CONECTADO A RED CON EXCEDENTES SIN COMPENSACIÓN

En este otro caso, se trata de una instalación para un conjunto de viviendas que consumen directamente la energía que producen. Sin embargo, aunque el excedente de energía producida por la instalación se vierte a la red, estos usuarios no reciben compensación alguna por parte de la red a la que vierten sus excedentes. Por lo tanto, si en algún momento precisan tomar energía de esta red, el precio que pagarán no tendrá descuento alguno.

A continuación, la Figura 7 ofrece un esquema de un sistema de autoconsumo colectivo conectado a red sin compensación, en el que no se le devuelve dinero a su propietario y el excedente se ofrece como energía a otras viviendas.

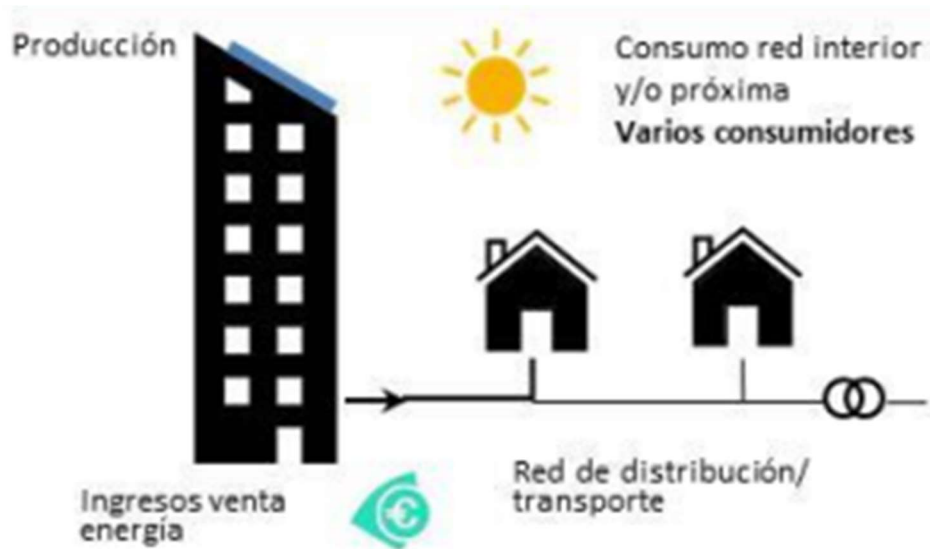


Figura 7 Autoconsumo conectado a red con excedentes sin compensación [17].

### 6.1.3 AUTOCONSUMO COLECTIVO SIN EXCEDENTES

Se trata también de una instalación para un conjunto de viviendas que consumen directamente la energía que producen. Sin embargo, a pesar de que la instalación está conectada a la red por si en algún momento estas viviendas precisan suministro externo de energía eléctrica, cualquier posible excedente de energía de esta instalación se pierde.

Asimismo, la Figura 8 es un esquema de un sistema de autoconsumo colectivo conectado a red sin excedentes, es decir, que se pierde esa energía que el usuario no va a necesitar finalmente gracias al diodo que marca un sistema anti-vertido.

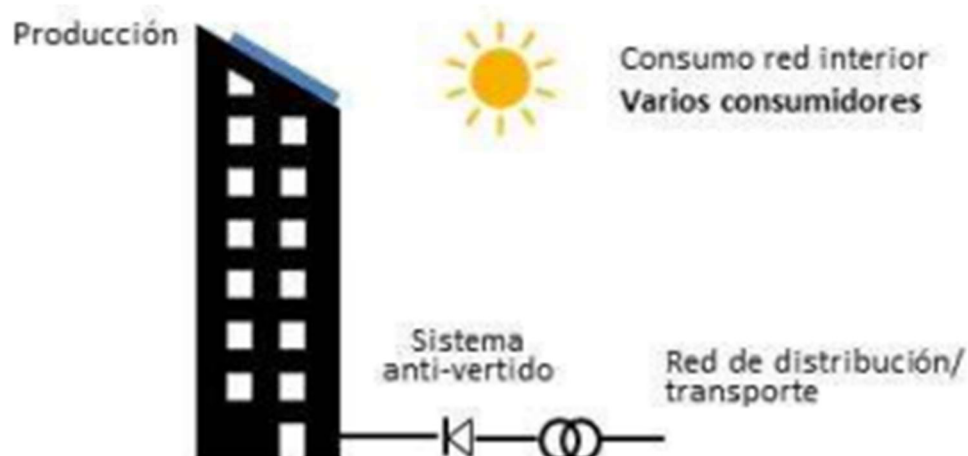


Figura 8 Autoconsumo conectado a red sin excedentes [17].

#### 6.1.4 AUTOCONSUMO COLECTIVO AISLADO CON BATERÍA

En este tipo de autoconsumo, con una instalación también para una colectividad de usuarios, estos consumen la energía que produce la instalación y la que no utilizan - es decir, el excedente de energía - queda almacenado en baterías para su uso posterior. Según [16], en esta modalidad de autoconsumo, los usuarios se pueden llegar a ahorrar hasta un 80% en la factura de la luz.

Seguidamente, la Figura 9 muestra un esquema de un sistema de autoconsumo colectivo aislado con batería, la cual que no se ve por estar escondida. Igualmente, esta instalación tiene una red de distribución para posibles suministros futuros.

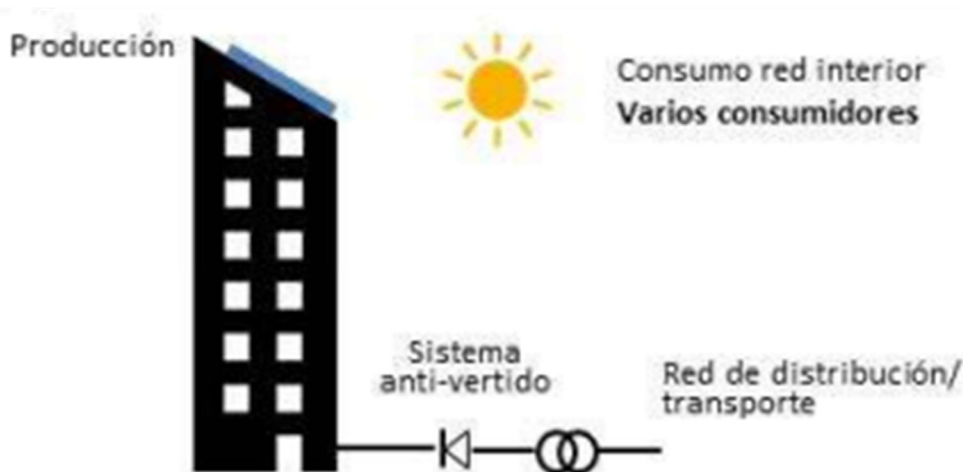


Figura 9 Autoconsumo aislado con batería [17].

#### 6.1.5 AUTOCONSUMO COLECTIVO AISLADO SIN BATERÍA

También en este caso la instalación surte a una colectividad de usuarios que consumen la energía que produce la instalación. Sin embargo, la energía que no utilizan se pierde, ya que este tipo de instalaciones no están conectadas a red alguna. Por lo tanto, en caso de no producir suficiente energía para cubrir sus necesidades, estos usuarios no pueden recurrir a suministro externo de energía eléctrica.

A continuación, la Figura 10 ilustra cómo es un sistema de autoconsumo colectivo aislado sin batería. Tiene conexión a la red exterior para posibles suministros futuros.





Figura 10 Autoconsumo aislado sin batería [17].

### 6.1.6 AUTOCONSUMO INDIVIDUAL CONECTADO A RED CON EXCEDENTES CON COMPENSACIÓN

En este caso, se trata de una instalación que surte a una única vivienda y su excedente de energía se vierte a la red. La compensación por este vertido de energía tendrá lugar cuando el usuario precise más energía de la que produce, ya que podrá tomarla de la red a un precio realmente competitivo. Según la publicidad de [16], el usuario se puede llegar a ahorrar hasta un 50% en la factura de la luz.

A continuación, la Figura 11 muestra cómo es un sistema de autoconsumo individual conectado a la red con compensación, pues devuelve dinero a su dueño en la factura de la luz pues se beneficia de un descuento a cambio de la energía invertida.

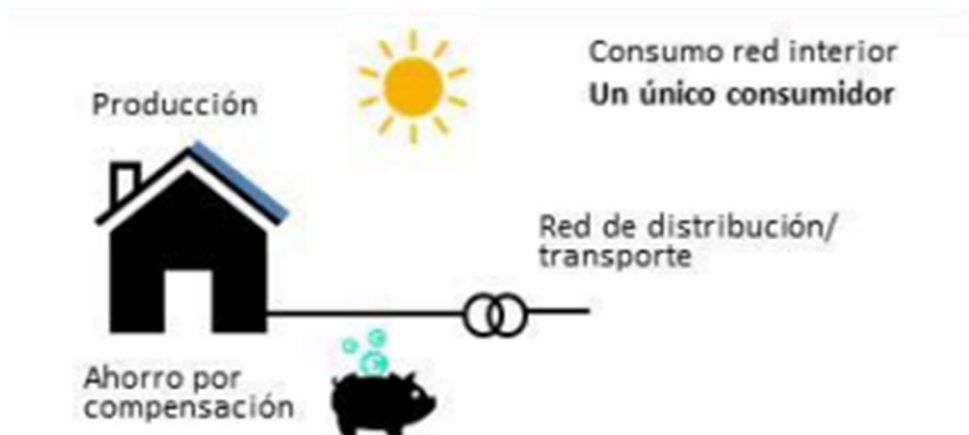


Figura 11 Autoconsumo conectado a red con excedentes con compensación [17].

### 6.1.7 AUTOCONSUMO INDIVIDUAL CONECTADO A RED CON EXCEDENTES SIN COMPENSACIÓN

En este otro caso, se trata de una instalación para una única vivienda que consume directamente la energía producida. Sin embargo, aunque el excedente de energía se vierte a la red, estos usuarios no reciben compensación alguna por parte de la red a la que vierten sus excedentes. Por lo tanto, si en algún momento precisan tomar energía de la red a la que vierten sus excedentes, el precio que pagará no tendrá descuento alguno.

A continuación, la Figura 12, muestra esquemáticamente cómo es un sistema de autoconsumo individual conectado a red sin compensación, por lo que no devuelve dinero a su dueño y el excedente producido se ofrece como energía a otras viviendas.

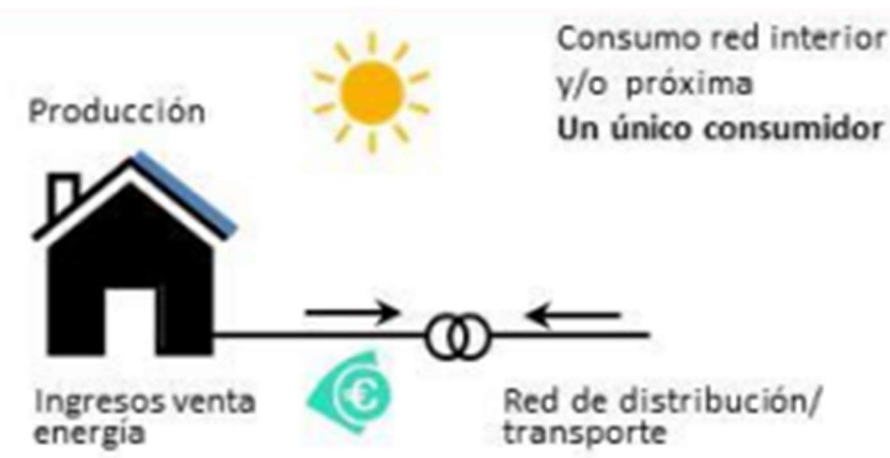


Figura 12 Autoconsumo conectado a red con excedentes sin compensación [17].

### 6.1.8 AUTOCONSUMO INDIVIDUAL CONECTADO A RED SIN EXCEDENTES

Se trata también de una instalación para una única vivienda que consume directamente la energía producida. Sin embargo, a pesar de que la instalación está conectada a la red por si en algún momento esta vivienda precisa suministro externo de energía eléctrica, cualquier posible excedente de energía de esta instalación se pierde.

Seguidamente, la Figura 13 ilustra cómo es un sistema de autoconsumo individual conectado a red sin excedentes. Es decir, en este sistema se pierde esa energía debido al diodo que marca un sistema anti-vertido.

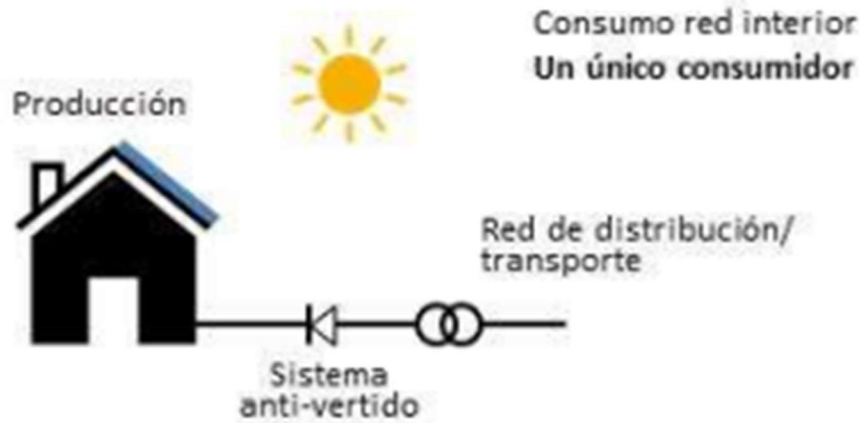


Figura 13 Autoconsumo conectado a red sin excedentes [17].

### 6.1.9 AUTOCONSUMO INDIVIDUAL AISLADO CON BATERÍA

En este tipo de autoconsumo, con una instalación también para un único usuario, la energía que no se utiliza - es decir, el excedente de energía - queda almacenado en baterías para su uso posterior. Según [16], en esta modalidad de autoconsumo, el consumidor se puede llegar a ahorrar hasta un 80% en la factura de la luz.

A continuación, la Figura 14 presenta un esquema de un sistema de autoconsumo individual aislado con batería, que no se ve por estar escondida. Igualmente, este sistema tiene una red de distribución para posibles suministros futuros.

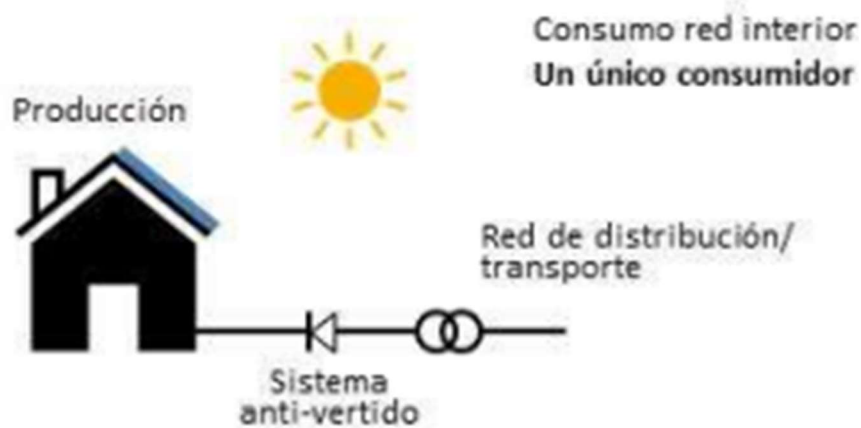


Figura 14 Autoconsumo aislado con batería [17].

### 6.1.10 AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN BATERÍA

También en este caso la instalación surge a una única vivienda. Sin embargo, la energía que no utilizan se pierde, ya que este tipo de instalaciones no están conectadas a red alguna. Por lo tanto, en caso de no producir suficiente energía para cubrir sus necesidades, el usuario no puede recurrir a suministro externo de energía eléctrica.

A continuación, la Figura 15 muestra esquemáticamente un sistema de autoconsumo colectivo aislado sin batería. Tiene conexión a la red para posibles suministros futuros.

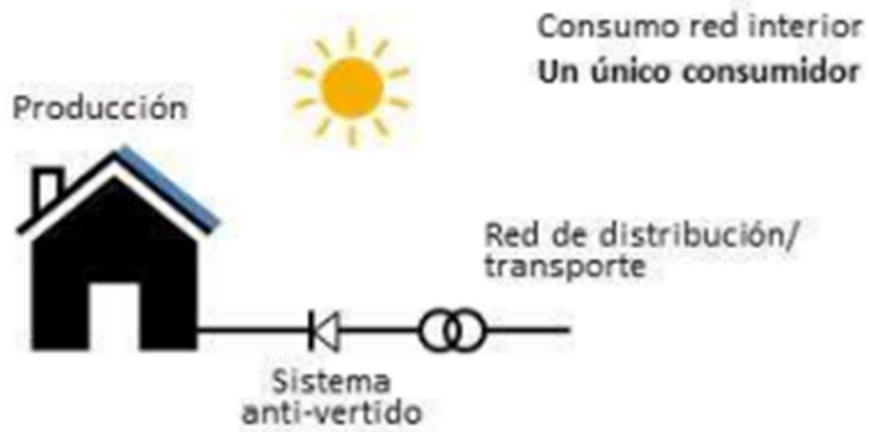


Figura 15 Autoconsumo aislado sin batería [17].

## 7 CONCEPTOS BÁSICOS RELATIVOS A LA ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

### 7.1 SINOPSIS DE LA HISTORIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica o electricidad es la corriente energética que viene dada por la diferencia de potencial eléctrico que surge cuando dos puntos concretos se ponen en contacto a través de un conductor [18]. A través de un metal o material adecuado, la corriente se transmite mediante cargas negativas denominadas electrones. En concreto, la corriente circula desde su punto de generación hasta su punto de consumo.

Debe quedar claro que la electricidad no siempre es producida por el ser humano, sino que, en determinados casos, existe de manera natural. Es decir, se puede encontrar electricidad en procesos presentes en la naturaleza como los impulsos en las neuronas del cerebro o la médula espinal, las descargas que producen ciertos peces o los rayos de las tormentas eléctricas.

En la antigüedad ya se conocían los fenómenos de la electricidad estática y el magnetismo. Sin embargo, la brújula no se inventó hasta la Edad Media y su uso no se popularizó hasta el Renacimiento. Fue ya en el siglo XVII cuando se estudió de forma más científica la electricidad, y esto dio pie al concepto de electricidad tal y como hoy en día lo entendemos. Durante la Revolución Industrial del siglo XVIII, este tipo de energía cayó en el olvido y aunque se realizaron avances teóricos, el único avance real relativo a la electricidad fue la invención del pararrayos. Sin embargo, a finales del siglo XIX, la electricidad se empezó a emplear tanto a nivel industrial como doméstico, y el desarrollo y la expansión de la electricidad se convirtió en la base de la sociedad industrial moderna [19].

### 7.2 AUMENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Es en el siglo XX cuando se produce el auge definitivo de la electricidad tanto a nivel doméstico como industrial. La Figuras 16 y 17 muestra los datos aportados por la asociación BBVA OpenMind y la agencia internacional de la energía (AIE) muestran este incremento entre los años 1830 y 2010:

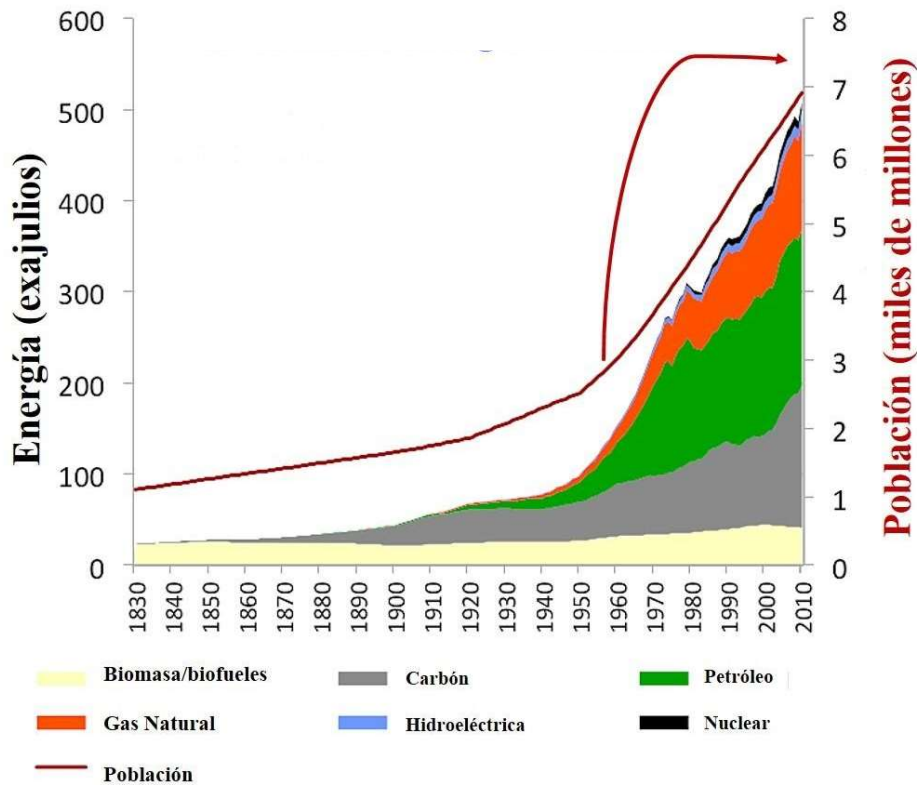


Figura 16 Correlación entre población y consumo de energía en el mundo [20].

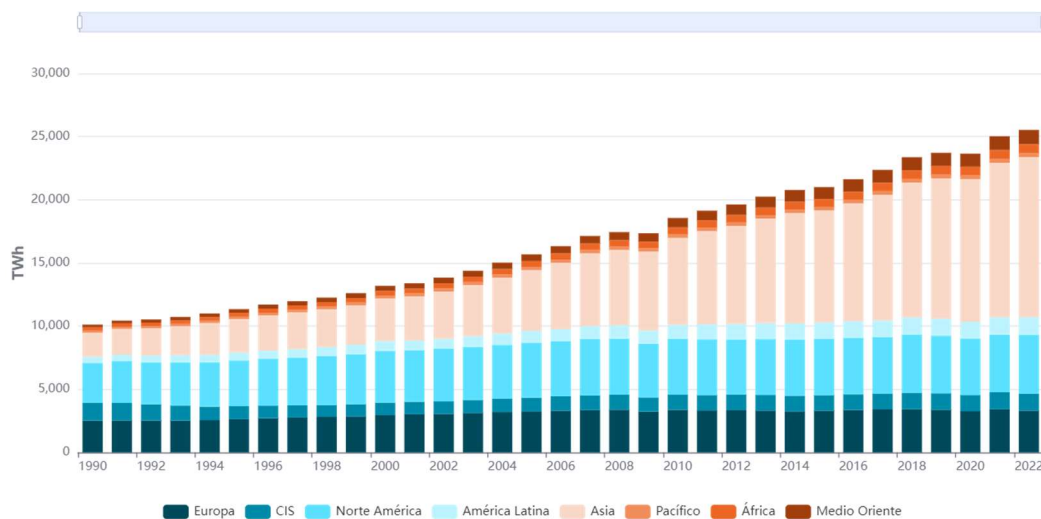


Figura 17 Consumo eléctrico mundial [21].

A raíz de la crisis del petróleo de los años 70 se crea la Organización Internacional de la Energía, la cual es una organización intergubernamental vinculada a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Su principal objetivo es fomentar la cooperación entre los países miembros en materia energética. Aunque inicialmente su trabajo se centró en su garantizar el abastecimiento de petróleo, a lo largo de los años su labor se ha ido extendiendo a los campos de seguridad energética, seguridad eléctrica, cambio climático, contaminación del aire y eficiencia energética [22].

La Figura 16 muestra el aumento del consumo energético en relación con el aumento de la población, tal y como muestra la Tabla 1 [23] [24].

Tabla 1 Evolución de la población mundial [25].

Año	Población mundial en miles de millones
1950	2,54
1955	2,77
1960	3,03
1965	3,34
1970	3,7
1975	4,08
1980	4,46
1985	4,87
1990	5,33
1995	5,74
2000	6,14
2005	6,54
2010	6,96
2015	7,38
2020	7,84

Asimismo, la Figura 18 muestra el aumento del consumo de energía a nivel estatal desde el año 1990 hasta el 2022.

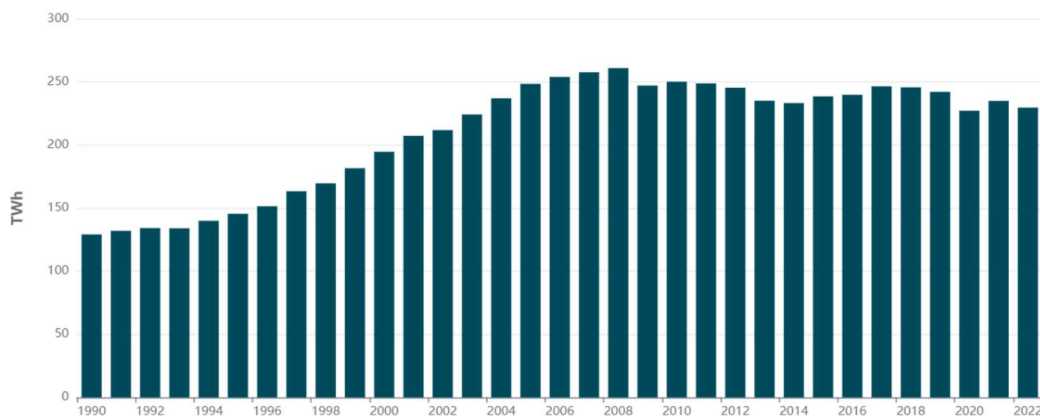


Figura 18 Evolución del consumo nacional de energía eléctrica [21].

Hay muchas formas de obtener energía eléctrica, y estas han variado mucho en los últimos años, pero las más utilizadas hoy en día son: carbón, petróleo, gas natural, biocombustibles, residuos, nuclear, hidroeléctrica, geotérmica, solar fotovoltaica, solar térmica, eólica y mareomotriz. Las más utilizadas son las cinco primeras, que son energías no renovables. No obstante, con el paso

de los años se ha percibido un aumento notable de las energías renovables, las cinco últimas del listado, por dos motivos principales: no caducan y contaminan menos.

Teniendo en cuenta esta distinción entre energías renovables y no renovables, la información de la Figura 17 se puede completar con la de la Figura 19, que ilustra que la presencia de fuentes de energía renovables es correlativa al aumento del consumo eléctrico - en este caso, a nivel mundial. Por otra parte, las Figuras 20 y 21 ilustran los modos de producción de energía tanto a nivel internacional (Figura 20) como nacional (Figura 21).

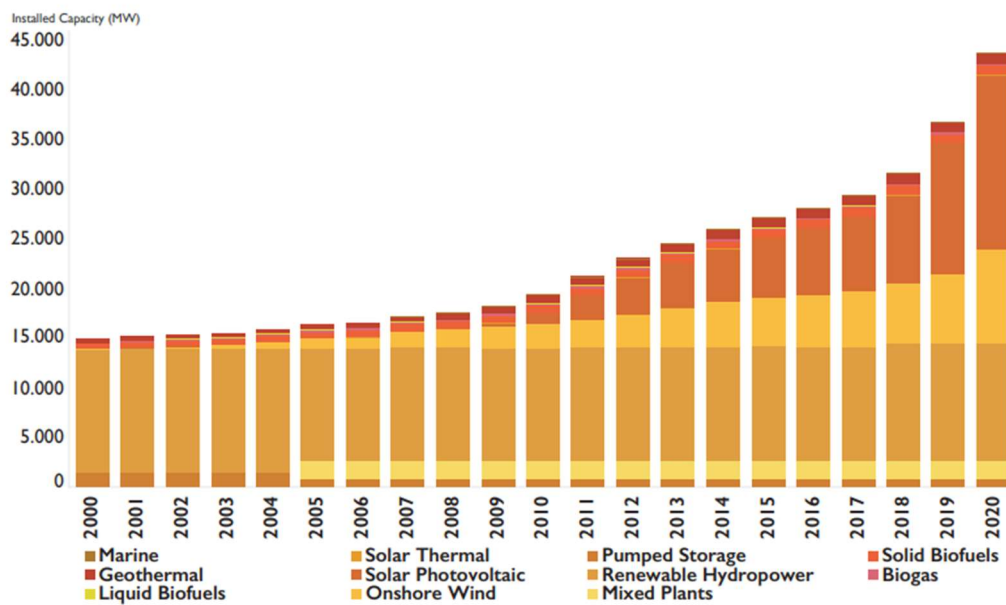


Figura 19 Contexto internacional del autoconsumo por tipo de energía [26].



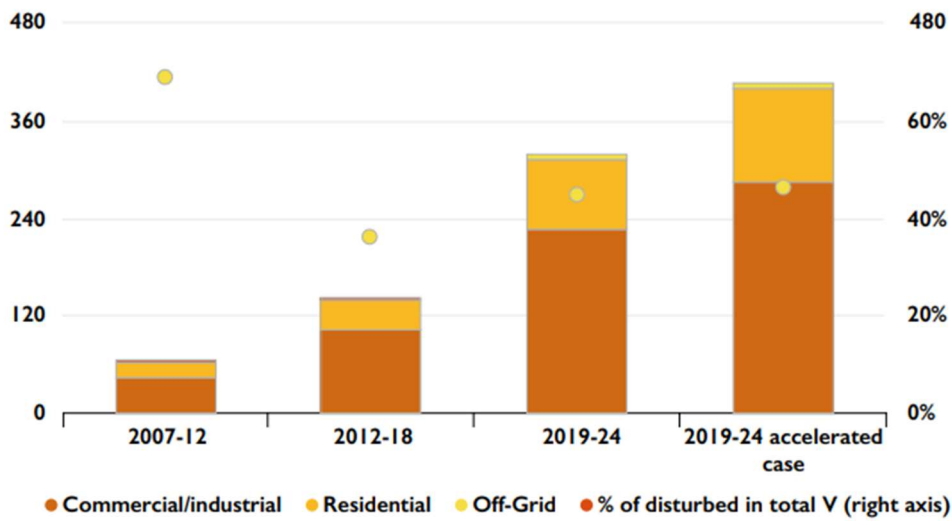


Figura 20 Distribución de la energía por sectores [26].

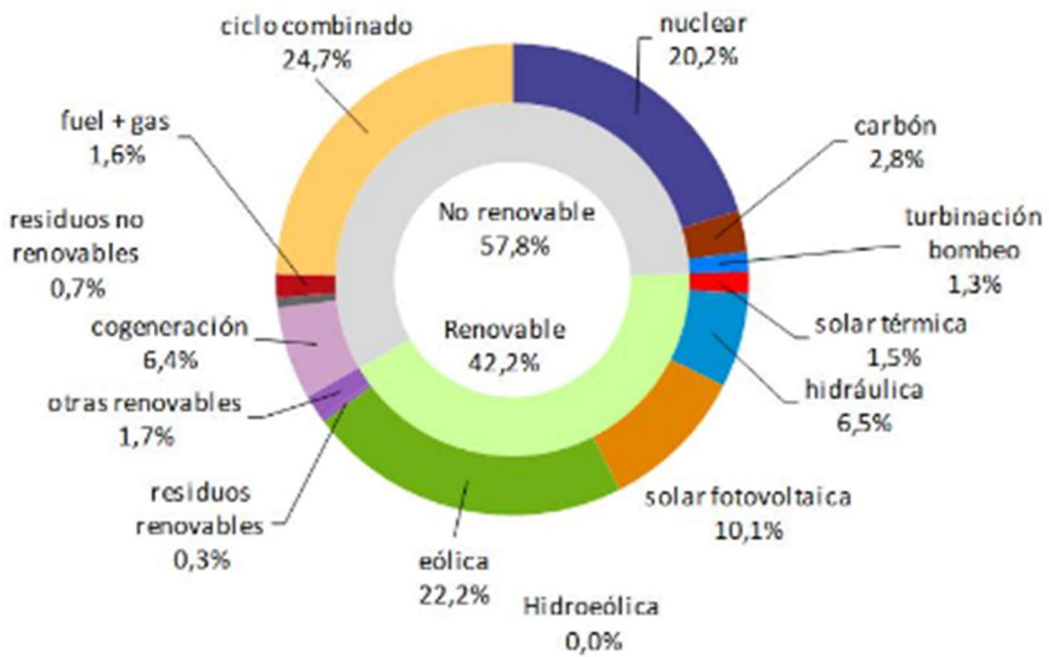


Figura 21 Contexto nacional del autoconsumo por tipo de energía [27].

## 7.3 ENERGÍA RENOVABLE Y NO RENOVABLES

Se entiende por energía renovable aquella que proviene de una fuente de energía limpia, competitiva e inagotable. La diferencia más importante entre una energía renovable y la producida por combustibles fósiles es que la primera no emite gases de efecto invernadero, que son los que provocan el cambio climático. Además, aunque los costes de obtención de electricidad a partir de fuentes de energía no renovables están aumentando, el coste de obtención de electricidad a partir de fuentes renovables está disminuyendo debido a la creciente inversión en este tipo de energías [28] [29].

Por lo tanto, además de para satisfacer la creciente demanda de electricidad, las energías renovables serán necesarias para reducir el efecto invernadero y frenar el cambio climático. Desde finales del siglo XIX, el planeta Tierra ha experimentado un aumento de su temperatura media de 1,2°C, y esto ha desencadenado los principales desastres del cambio climático. Es por ello por lo que en 2015 se firmó el acuerdo de París en la Conferencia Mundial del Clima. En este acuerdo, 200 países se comprometen a tomar medidas para que el aumento de la temperatura a finales de este siglo sea inferior a 2 ° C, y si es posible inferior a 1,5°C [30] [31] [32].

### 7.3.1 TIPOS DE ENERGIAS RENOVABLES

Las fuentes de energía renovables son las que mejor cumplen los requisitos de la vigente legislación ante la transición ecológica. Los diversos tipos de energías renovables son [28] [29]:

- Energía eólica: energía obtenida del viento
- Energía solar fotovoltaica: energía obtenida de la luz solar
- Energía solar térmica: energía obtenida del calor del sol
- Energía hidráulica o hidroeléctrica: energía obtenida de arroyos o corrientes de agua dulce
- Biomasa y biogás: energía obtenida de la materia orgánica
- Energía geotérmica: energía que se encuentra bajo tierra
- Energía mareomotriz: energía obtenida a través de las mareas
- Energía de las olas: energía obtenida de la fuerza de las olas
- Bioetanol: combustible orgánico para vehículos obtenido a partir de la fermentación de productos vegetales.

### 7.3.2 PRINCIPALES VENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

He aquí algunas de las características más ventajosas de las energías renovables [33]:

- Son ideales para combatir el cambio climático ya que en el proceso de obtención de energía no emiten gases de efecto invernadero.
- Son inagotables. A diferencia de las energías no renovables (combustibles fósiles y energía nuclear), no se pueden agotar, ya que dependen de los ciclos naturales que se dan bajo la influencia del sol. Es por eso por lo que a menudo se emplea la palabra sostenibles para referirse a estas fuentes de energía.

- Reducen la dependencia energética. Es posible obtenerlas localmente o de lugares próximos a su lugar de consumo, por lo que permiten eliminar la dependencia económica de los países de origen de los combustibles fósiles.
- Son viables. La investigación e inversión en estas energías ha resultado en una reducción de sus costes de instalación y gestión. Esto ha propiciado que muchas de estas energías sean ya tan competitivas como las energías no renovables.
- Son las energías más acordes con la legislación vigente, la cual está a favor de la transición ecológica.

### 7.3.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

De entre todas las energías renovables, este TFG se va a centrar en la energía solar fotovoltaica, que consiste en la transformación de radiación solar en electricidad. Esta transformación tiene lugar en unos dispositivos llamados paneles fotovoltaicos, en los cuales la radiación solar excita los electrones de un conductor, creando una diferencia de potencial a partir de la cual se puede obtener energía eléctrica [34].

La cantidad de energía obtenida de un panel solar dependerá, por una parte, de la calidad del panel, y por otra, de las condiciones climáticas y su orientación a los rayos del sol. La siguiente Figura 22 muestra el incremento de la capacidad fotovoltaica global a partir del año 2009, justo después de la crisis económica de 2008.

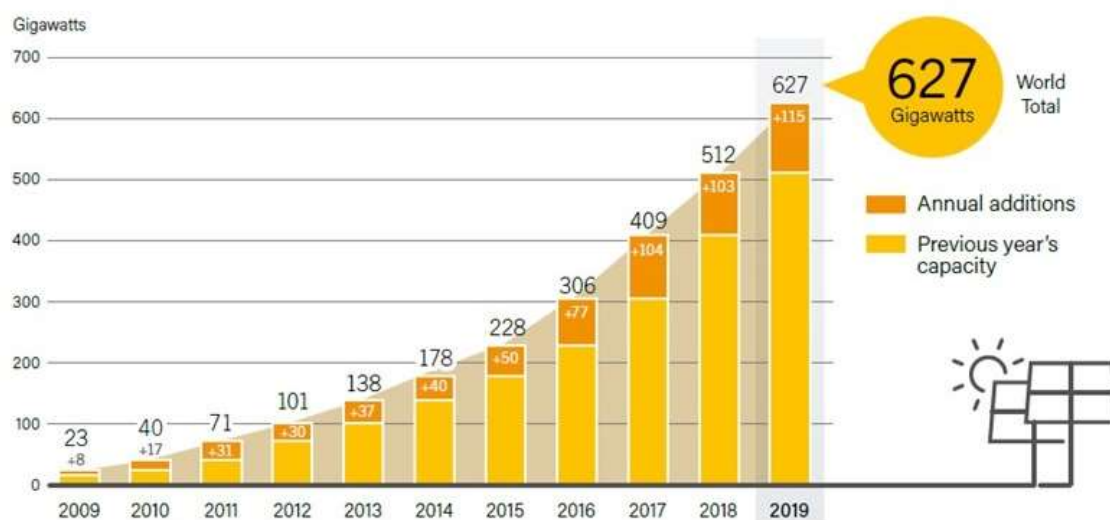


Figura 22 Capacidad fotovoltaica global e incrementos anuales [35].

A nivel peninsular se puede apreciar que este crecimiento empieza a notarse casi diez años más tarde como muestra la Figura 23.

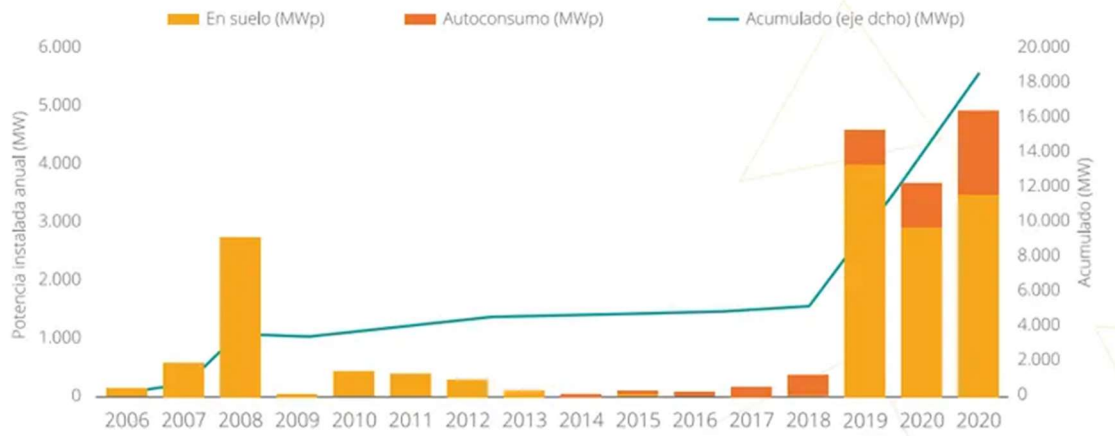


Figura 23 Evolución de la potencia instalada en España [36].

## 8 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

### 8.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

En el presente TFG se desarrolla el caso particular de la empresa Ecotherm S.L. [37]. La empresa en la que se va a instalar el sistema fotovoltaico se sitúa en un polígono industrial en Loiu, Bizkaia, y los paneles fotovoltaicos estarán situados en el tejado de esta.

#### 8.1.1 LOCALIZACIÓN

Como muestra el mapa de la Figura 4 del apartado 3, esta localización corresponde a un nivel 1 de radiación solar, el cual constituye un nivel ciertamente bajo de radiación comparado con el de la mayoría del Estado español, que es de un nivel 4.

Además, la empresa se sitúa en un polígono industrial en Loiu, por lo que es una zona libre sombras y sin posibilidad de que construyan edificación alguna que produzca sombra sobre su tejado. Para mejor visualización, se adjunta la Figura 24 con la ubicación de la empresa a nivel territorial.

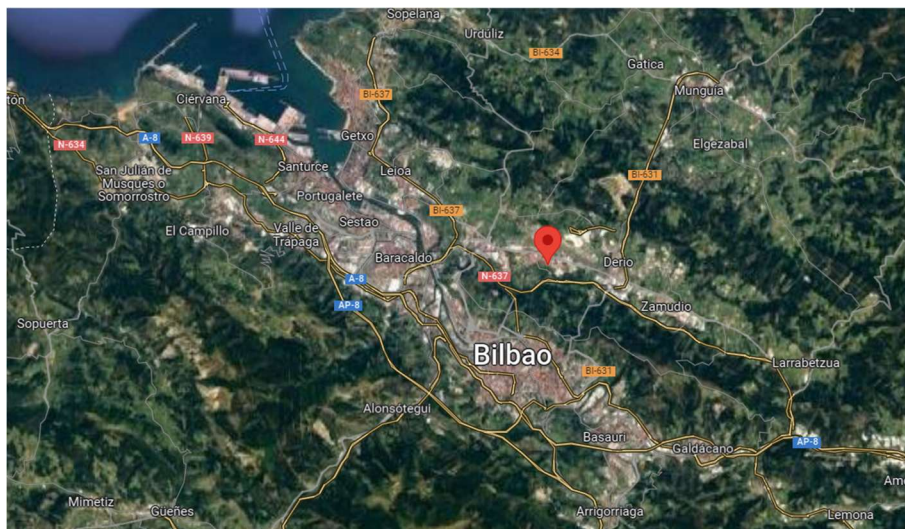


Figura 24 Ubicación de la empresa a nivel territorial [38].

Para una mayor eficiencia de los paneles, tal y como se puede apreciar en el plano del tejado del edificio que se adjunta en el anexo 1, estos se situarán en la mitad con orientación sur [39] como se indica en la Figura 25. Además, al estar esta empresa situada en el tercio de la derecha del edificio y tener una bomba de calor en la esquina sureste, se intentará situar los paneles lo más cerca posible de esta bomba para ahorrar en cableado. En el plano se aprecia que la superficie disponible para la instalación es de  $2 \times 40,95 \times 14,66 \text{m}$ , es decir que al instalarse solo por la mitad de hace  $40,95 \times 14,66 \text{m}$  una extensión aproximada de  $600 \text{m}^2$ .



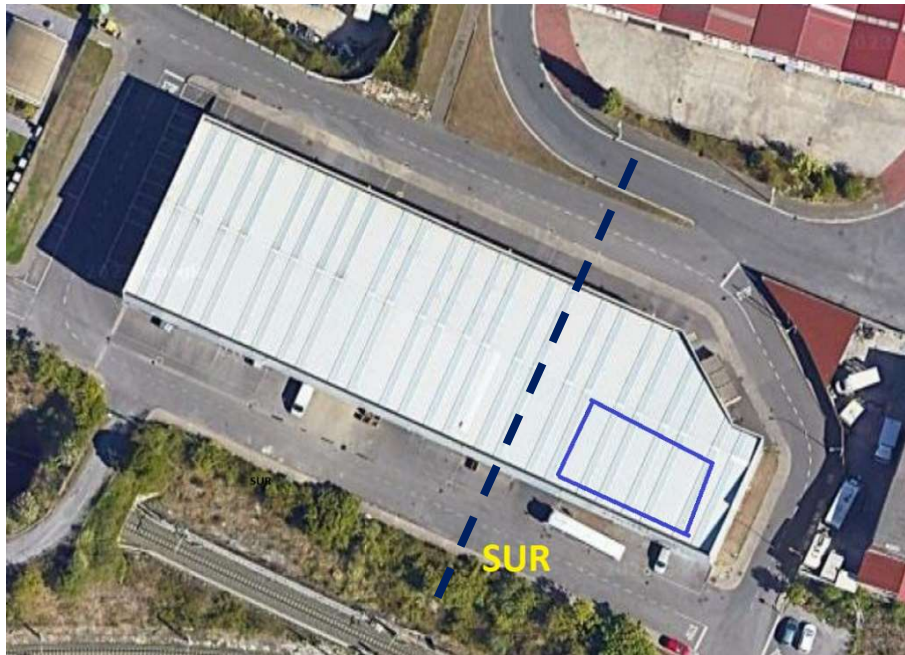


Figura 25 Tejado de la empresa y área disponible [38].

### 8.1.2 TEMPERATURA

Para esta ubicación, se ha de tener en cuenta que la instalación se va a ver expuesta a una temperatura mínima de  $-4,1^{\circ}\text{C}$  y una temperatura máxima de  $41,5^{\circ}\text{C}$ . Estos datos corresponden a la temperatura registrada en el aeropuerto de Loiu, situado a escasos kilómetros de la empresa, que es donde se encuentra la estación meteorológica más próxima [40]. A continuación, la Tabla 2 indica las fechas en que esas temperaturas máximas y mínimas se produjeron:

Tabla 2 Evolución de las de las temperaturas en la estación meteorológica más próxima

Temperatura máxima más alta	41.5	30-07-2020
Temperatura mínima más baja	-4.1	07-01-2017

## 8.2 Diseño de la instalación

### 8.2.1 PANELES FOTOVOLTAICOS

Comparando las ofertas de tres empresas punteras en el negocio de paneles fotovoltaicos como son SunPower [41], REC Group [42] o JA Solar [43], se observa que los paneles tienen de media un tamaño de  $1\text{m} \times 1,7\text{m}$  y se disponen horizontalmente.

Tal y como se puede apreciar en el plano del tejado del edificio que se adjunta en el anexo 1 y como se ha explicado en el apartado 8.1.1, solamente habrá paneles en una parte del tejado. En el plano se aprecia que el área disponible es de  $40,95 \times 29,32\text{m}^2$  y de media un panel mide  $1,052 \times 1,769\text{m}^2$ . Sin embargo, hay que tener en cuenta que cada panel produce una sombra detrás de sí, por lo que, para evitar que esta sombra recaiga sobre otro panel, será necesario dejar una distancia de  $0,5\text{m}$  entre una fila y otra.

$$n^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{\text{área tejado}}{\text{área panel}} = \frac{40,95 \cdot 14,66}{1,7 \cdot 1,5} = 235,42 \approx 235 \text{ paneles} \quad (1)$$

Atendiendo al espacio disponible, sería posible instalar hasta 235 paneles. Sin embargo, dado que son las necesidades energéticas de la empresa junto con las características de los paneles seleccionados las que deciden la cantidad de paneles que se instale, esta será muy inferior a 235.

Las tres empresas proponen modelos para sistemas que vayan a abastecer negocios con paneles de 380W y, tomando la ficha técnica de los paneles solares de JA Solar (se encuentra en el anexo 2) como referencia, se observan las siguientes características:

• Potencia nominal	380 W
• Eficiencia	20,4 %
• Tensión $V_{MPP}$	34,77 V
• Intensidad $I_{MPP}$	10,94 A
• Tensión sin carga	41,42 V
• Corriente de cortocircuito $I_{SC}$	11,47 A
• Coeficiente de temperatura $\alpha_{P_{MPP}}$	-0,35%/°C
• Coeficiente de temperatura $\beta_{Voc}$	-0,272%/°C
• Coeficiente de temperatura $\gamma_{Isc}$	-0,044%/°C

Los datos del fabricante corresponden a un funcionamiento de la instalación a temperatura estándar, es decir, a 25°C y una irradiación de 1000wpp. La desviación se calcula mediante la fórmula a continuación:

$$Voc(T) = Voc_{st} - \beta(25 - T_{cel}) \quad (2)$$

Siendo  $V_{OC}$  la tensión sin carga,  $T_{CEL}$  la temperatura de la célula y  $\beta$  un coeficiente de temperatura adjuntado por el fabricante.

En el caso de los paneles de JA Solar:

- Tensión sin carga máxima =  $Voc(-4,1^{\circ}C) = 41,42 - 0,32(25 - (-4,1)) = 32,108 V$  (3)

- Tensión  $V_{MPP}$  mínima =  $Voc(41,5^{\circ}C) = 34,77 - 0,32(25 - 41,5) = 40,05 V$  (4)

- Tensión  $V_{MPP}$  máxima =  $Voc(-4,1^{\circ}C) = 34,77 - 0,32(25 - (-4,1)) = 25,458 V$  (5)

### 8.2.2 CONSUMO

De la factura de la empresa Iberdrola que proporciona el cliente (véase anexo 1) se han extraído los siguientes consumos mensuales mostrados en la Tabla 3:

Tabla 3 Estimación del consumo mensual.

MESES	CONSUMOS (kWh)
Enero	549,23
Febrero	553,64
Marzo	437,61
Abril	302,72
Mayo	380,48
Junio	418,86
Julio	429,39
Agosto	268,72
Septiembre	332,12
Octubre	261,79
Noviembre	359,08
Diciembre	480,28

Como indica la factura de Iberdrola del anexo 1, el precio de cada hora de luz se calcula según la franja horaria en la que tiene lugar el consumo. En este caso en particular, se observa que existen 6 niveles de tarificación. Por ejemplo, por la noche la electricidad es más barata (P6) que a mediodía en invierno (P1) [44].

Asimismo, se observa también que, aunque cada factura se corresponde con un mes completo, las mediciones pertinentes se han realizado a lo largo de la primera quincena del mes siguiente al de la factura. Por ejemplo, del 30 de septiembre al 31 de octubre de 2022 hay 31 días y la medición del consumo de este mes se realizó el 10 de noviembre de 2022.

De entre todos los meses, febrero es el mes en el que se ha producido un consumo máximo (554 kWh). Para calcular el número de paneles solares necesarios para satisfacer esta demanda, se realiza el cálculo siguiente:

$$n^{\circ} \text{ paneles} = \frac{\text{potencial total}}{\text{potencia panel} \cdot \text{eficiencia}} = 7,54 \approx 8 \text{ paneles} \quad (6)$$

Es decir, que se necesita un mínimo de 8 paneles solares para abastecer de electricidad a esta empresa.

## 8.2.3 PRODUCCIÓN

### 8.2.3.1 PVGIS

La herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) [45], desarrollada por la Unión Europea, es un software cálculo fotovoltaico online gratuito que aporta datos sobre la irradiación y rendimiento energético de una localización. Posee una base datos de radiación solar recibida a partir de 2005, la cual resulta útil para ver la evolución y estabilidad de dicha radiación a lo largo de los años y así poder dimensionar el sistema.



Para utilizar esta herramienta se ha de introducir una ubicación exacta, lo cual se puede hacer, o bien haciendo clic en el mapa, o bien introduciendo la dirección directamente o mediante coordenadas de latitud y longitud. Para poder realizar una estimación de la cantidad de energía solar que se puede capturar en dicha ubicación, se analizarán algunos datos climáticos tales como la radiación solar global, la temperatura y la precipitación. Una vez obtenida dicha estimación, la herramienta PVGIS utiliza una serie de modelos y algoritmos para calcular la producción de energía fotovoltaica en función de diversos parámetros tales como la inclinación y orientación óptimas de los paneles solares, la eficiencia de los módulos fotovoltaicos y la configuración del sistema [46].

En conclusión, la herramienta PVGIS sirve esencialmente para realizar estimaciones de la radiación solar global, el potencial fotovoltaico o la productividad estimada en una determinada localización. Es un software muy fácil de usar que, a pesar de tener ciertas limitaciones, se puede emplear en este trabajo como un primer acercamiento para el programa a desarrollar. A continuación, se muestra en la Figura 26 la pantalla principal en la que el usuario debe introducir los datos.

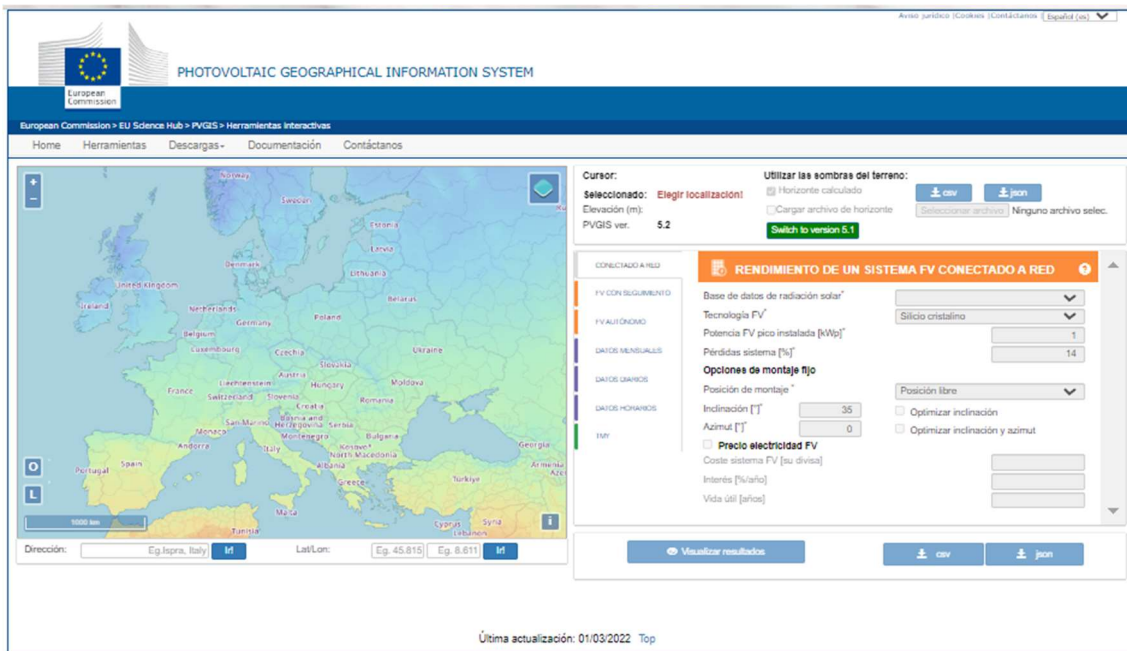


Figura 26 Pantalla inicial PVGIS [45].

### 8.2.3.2 OBTENCIÓN DE DATOS

Tras introducir los datos que solicita la página de PVGIS de la manera explicada en el apartado 5.2.3.1, se genera el informe que se encuentra en el anexo 3, de donde se toman los siguientes datos mostrados en la Tabla 4:

Tabla 4 Estimación de producción mensual según el programa PVGIS.

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	298,0	76,3	46
Febrero	348,5	90,2	79,2
Marzo	472,0	125,3	84,2
Abril	507,2	136,7	64,1
Mayo	554,9	150,5	62,7
Junio	539,2	148,9	45,6
Julio	573,2	159,5	42,7
Agosto	566,8	156,9	37,2
Septiembre	522,7	143,6	34,7
Octubre	437,9	117,7	48,2
Noviembre	313,0	80,5	69,4
Diciembre	301,7	76,9	59,9

Donde:

- E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
- H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>].
- SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

De una forma más visual, se añade la Figura 27 con los datos recogidos en la Tabla 4 dispuestos en un gráfico de barras.

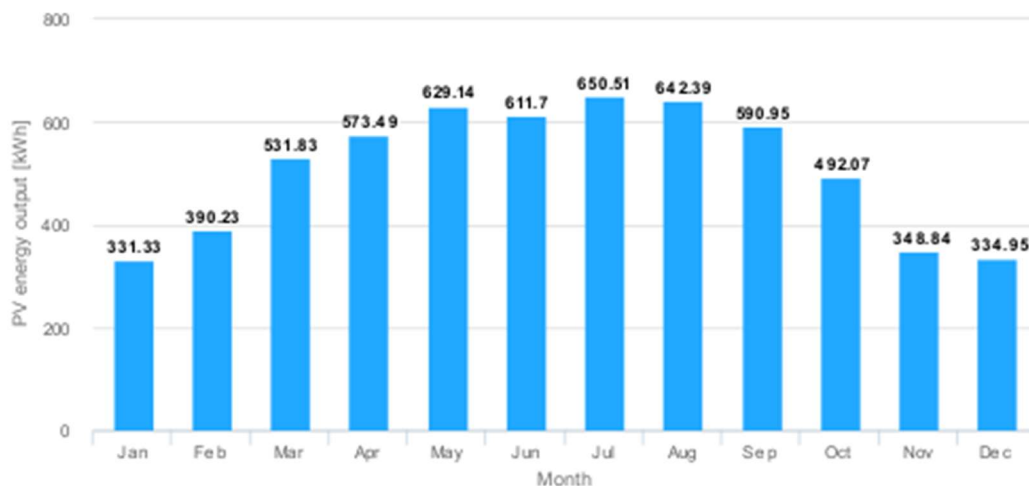


Figura 27 Generación mensual prevista por PVGIS.

Siendo la potencia máxima producida la correspondiente al mes de julio (650,51 kWh), el cálculo a continuación estima que esta cifra se corresponde con la siguiente cantidad de paneles

$$n^{\circ} \text{ paneles} = \frac{\text{potencial total}}{\text{potencia panel} \cdot \text{eficiencia}} = 8,39 \approx 8 \text{ paneles} \quad (6)$$

## 8.2.4 INVERSOR

En el mercado actual, el precio de un inversor de corriente continua a corriente alterna está entre los 400 y 1600€ (47). Las principales empresas que los distribuyen son ABB, APsystems, Fronius, Huawei, Kako New energy, Kostal Solar Electric, Solaredge, SMA Solar Technology y Solax Power (47). Para los 5KW que se necesitan en esta instalación se ha tomado como referencia un precio de 1300€, pero dependiendo de la marca elegida, esta cantidad puede verse modificada por encima o por debajo en aproximadamente 300€.

A modo de ejemplo, a continuación, se desglosan las principales características del Inversor Huawei SUN2000-5KTL-M1 (HC) 5kW trifásico (se encuentra en el anexo 2) [48]:

- Potencia nominal: 5kW
- Eficiencia máxima: 98,4%
- Potencia máxima recomendada: 7500 Wp
- Tensión máxima de entrada: 1100 V
- Tensión de funcionamiento: 140 V ~ 980 V
- Tensión de arranque: 200 V
- Tensión nominal de entrada: 600 V
- Corriente de entrada máxima por MPPT: 8.5 A
- Dimensiones: 525 x 470 x 146.5 mm
- Peso: 17 kg
- Garantía: 5 años siempre que se hayan seguidos las recomendaciones del fabricante.

## 8.2.5 BATERÍAS

El precio de una batería para placas solares puede depender de varios factores importantes:

- Voltaje: Existen baterías solares con diferentes voltajes, como 6V, 12V, 24V y 48V, que se adaptan a las necesidades de la instalación fotovoltaica.
- Tecnología: Hay distintos tipos de baterías disponibles, incluyendo baterías de plomo abierto, baterías de AGM, baterías de GEL, baterías estacionarias y baterías de litio.
- Dimensión: El tamaño de la instalación fotovoltaica determinará el tipo y cantidad de baterías solares necesarias.

Las baterías de litio tienen varias ventajas notables. Ofrecen una mayor vida útil, mayor densidad energética (lo que significa que se obtiene más autonomía en un espacio menor) y una carga más rápida. Si se busca calidad y rendimiento para la acumulación de la energía generada por las placas solares en una casa, las baterías solares de litio son una excelente opción.

En este caso, para una instalación de 3200 Wh/día, se recomienda las baterías solares tengan una tensión de 24V [49].

En cuanto al precio de las baterías, este puede variar ampliamente, oscilando entre 200€ y 1600€. Hay diversas marcas disponibles, como ABB, APsystems, Fronius, Huawei, Kako New Energy, Kostal Solar Electric, Solaredge, SMA Solar Technology y Solax Power. En este caso, para

una instalación de 5KW, se tomará como referencia un precio de 1300€, pero dependiendo de la marca elegida, esta cantidad puede verse modificada por encima o por debajo en aproximadamente 300€ [50].

Con el fin de maximizar la compatibilidad entre batería e inversor, y dado que se ha optado por el inversor Huawei mencionado en el apartado 8.2.4, la batería seleccionada será también de la marca Huawei.

Las principales características del modelo de batería LUNA2000-5/10/15-S0 (se encuentra en el anexo 2) son:

• Módulo de potencia	LUNA2000-5KW-C0
• Número de módulos de potencia	1
• Módulo de batería	LUNA2000-5-E0
• Energía por módulo de batería	5 kWh
• Número de módulos de batería	1 2 3
• Energía útil de la batería	15 kWh
• Potencia máxima de salida	5 kW
• Potencia pico de salida	7 kW, 10 s
• Tensión nominal (sistema monofásico)	360 V
• Rango de tensión de operación (sistema monofásico)	350 – 560 V
• Tensión nominal (sistema trifásico)	600 V
• Rango de tensión de operación (Sistema trifásico)	600 – 980 V

### 8.2.6 AYUDAS

Al tratarse de una empresa vasca, deberá acogerse a la ayuda NextGen que propone la Comisión Europea. Esta ayuda asciende al 25,4% del valor de la instalación para empresas medianas (PYME) como esta [51] [52] [53].

## 9 DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS ECONÓMICOS

### 9.1 ANÁLISIS ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO SEGÚN LA NORMATIVA ESPAÑOLA

#### 9.1.1 PRECIOS Y COSTES

Se puede decir que el mercado eléctrico español se puso en marcha en 1998, cuando se produjo la liberalización del sector eléctrico. Hasta esta fecha, la actividad del sector estaba concentrada en empresas caracterizadas por una importante estructura vertical, que funcionaban como un monopolio en las distintas regiones del Estado español [54]. Posteriormente, el 1 de julio de 2007, se unió al sistema eléctrico portugués y entre ambos forman el Mercado Ibérico de Electricidad (MIBEL) que, a su vez, también forma parte del Mercado Interior de la Energía de la Unión Europea [55].

En el Estado Español, Red Eléctrica de España (REE) - filial de la sociedad matriz Redeia - se encarga del transporte de energía eléctrica, y en Portugal es Redes Energéticas Nacionais (REN) la que se encarga de dicho suministro. Gracias a ellas, el funcionamiento y la gestión técnica de la red están garantizado [56] [57].

El Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE) es el encargado de gestionar el mercado mayorista de electricidad de MIBEL. Este mercado mayorista se mueve entre el mercado diario, el mercado diario de subastas y el mercado continuo diario. El mercado MIBEL, al igual que otros mercados europeos, es un mercado excluyente y se celebra el día anterior a la entrega de la electricidad. Concretamente, este mercado se celebra diariamente a mediodía y en él intervienen por un lado los compradores de energía (comercializadores, consumidores, exportadores, intermediarios y comercializadores) por otro los vendedores (productores, importadores, intermediarios y comercializadores), los cuales intercambian ofertas de compra y venta para cada hora del día siguiente y llegan a acuerdos para el día siguiente [58].

El precio de la energía eléctrica para el Estado español se obtiene por tanto del precio fijado por el mercado mayorista diario gestionado por OMIE y del coste añadido por REE en concepto de transporte de la energía.

A partir del 13 de mayo de 2013 el mercado MIBEL está conectado con otros mercados europeos a través del algoritmo EUPHEMIA. Gracias a estas interconexiones con Europa se garantiza la seguridad y continuidad del suministro eléctrico para toda la península [58].

## 9.2 CASO DE LA EMPRESA

Hay que considerar los costes fijos y variables mostrados en la Tabla 5:

Tabla 5 Modelo de Tabla a rellenar para cada alternativa disponible

FIJOS	Instalación placas	
	Ayudas	25,4% de la instalación de las placas
	Inversor	
	Baterías	
VARIABLES	Consumo	
	Producción	
TOTAL		Instalación-Ayudas+Inversor+Batería+Consumo-Producción

Asimismo, basándose en los consumos de junio de 2022 a mayo de 2023, la siguiente Tabla 6 predice los meses en los que habrá más consumo que producción y, por tanto, deberá surtir de electricidad a partir de una batería.

Tabla 6 Consumo eléctrico y producción de la instalación de la empresa.

MESES	CONSUMOS (kWh)	PRODUCCIÓN (kWh)
<b>Enero</b>	549,23	298,00
<b>Febrero</b>	553,64	348,50
<b>Marzo</b>	437,61	472,00
<b>Abril</b>	302,72	507,20
<b>Mayo</b>	380,48	554,90
<b>Junio</b>	418,86	539,20
<b>Julio</b>	429,39	573,20
<b>Agosto</b>	268,72	566,80
<b>Septiembre</b>	332,12	522,70
<b>Octubre</b>	261,79	437,90
<b>Noviembre</b>	359,08	313,00
<b>Diciembre</b>	480,28	301,70

De una manera más visual, se añade la Figura 28 con los datos recogidos en la Tabla 6 dispuestos en un gráfico.

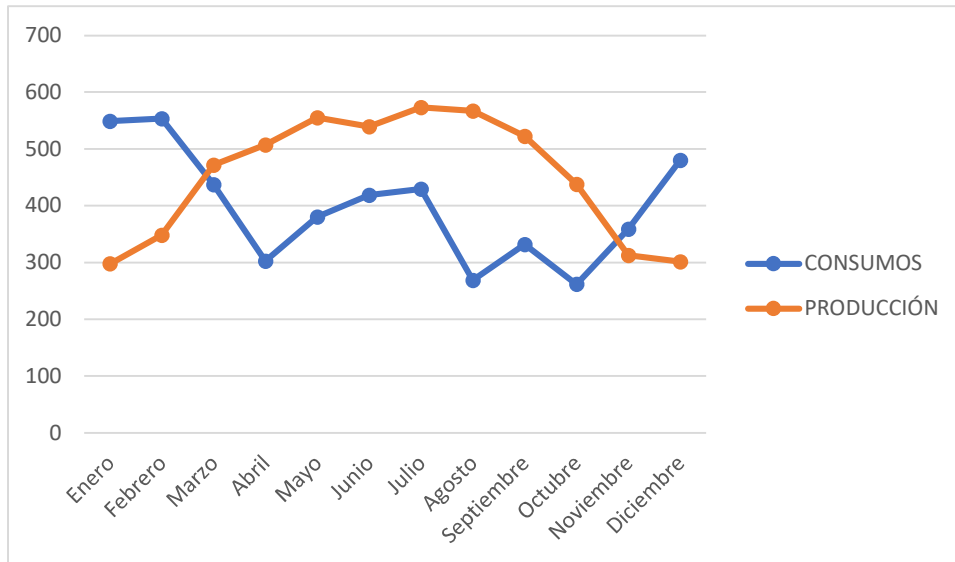


Figura 28 Curva de consumo y producción de la empresa.

Según los datos de la REE, el precio medio de la factura mensual de luz oscila a lo largo de cada día de ese mes. Para simplificar los cálculos a realizar para las diversas alternativas del mercado se ha optado por tomar los siguientes datos de valor máximo y mínimo [64] y, tal y como muestra la Tabla 7, se ha calculado un valor medio para cada mes:

Tabla 7 Precio medio de la luz (producción) [64]

Precio medio luz producción			
meses	mín.	máx.	media
<b>Enero</b>	0,12	0,2	0,16
<b>Febrero</b>	0,1	0,18	0,14
<b>Marzo</b>	0,1	0,16	0,13
<b>Abril</b>	0,1	0,15	0,13
<b>Mayo</b>	0,1	0,14	0,12
<b>Junio</b>	0,1	0,14	0,12
<b>Julio</b>	0,1	0,13	0,12
<b>Agosto</b>	0,1	0,13	0,12
<b>Septiembre</b>	0,1	0,15	0,13
<b>Octubre</b>	0,1	0,18	0,14
<b>Noviembre</b>	0,1	0,18	0,14
<b>Diciembre</b>	0,1	0,18	0,14

Siguiendo este mismo procedimiento, tal y como recoge la Tabla 8, se ha calculado el precio medio que la empresa paga al usuario que se acoge a compensación en la factura de la luz:

Tabla 8 Precio medio de la luz (compensación) [64]

Precio medio luz compensación			
meses	mín.	máx.	media
Enero	0,1	0,1	0,10
Febrero	0,1	0,1	0,10
Marzo	0,1	0,1	0,10
Abril	0,1	0,1	0,10
Mayo	0,1	0,1	0,10
Junio	0,1	0,1	0,10
Julio	0,1	0,1	0,10
Agosto	0,1	0,1	0,10
Septiembre	0,1	0,1	0,10
Octubre	0,1	0,1	0,10
Noviembre	0,1	0,1	0,10
Diciembre	0,1	0,1	0,10

### 9.2.1 ALTERNATIVA 1: AUTOCONSUMO CONECTADO A RED CON EXCEDENTES DE COMPENSACIÓN

A continuación, la Tabla 9 indica la diferencia entre el consumo y la producción. Es de destacar que entre marzo y octubre la producción es mayor, por lo que es entonces cuando la empresa puede autoabastecerse. Cuando esta diferencia entre consumo y producción sea positiva, la factura se registrará por los precios de la Tabla 7, mientras que si es negativa entra en juego la compensación y, por lo tanto, será la Tabla 8 la que se tenga en cuenta.

Tabla 9 Energía que produce para verter a la red.

ALTERNATIVA 1					
MESES	CONSUMOS	PRODUCCIÓN		DIFERENCIA	
	KWh	KWh		KWh	€
Enero	549,23	298,00		251,23	40,20
Febrero	553,64	348,50		205,14	28,72
Marzo	437,61	472,00		-34,39	-3,44
Abril	302,72	507,20		-204,48	-20,45
Mayo	380,48	554,90		-174,42	-17,44
Junio	418,86	539,20		-120,34	-12,03
Julio	429,39	573,20		-143,81	-14,38
Agosto	268,72	566,80		-298,08	-29,81
Septiembre	332,12	522,70		-190,58	-19,06
Octubre	261,79	437,90		-176,11	-17,61
Noviembre	359,08	313,00		46,08	6,45
Diciembre	480,28	301,70		178,58	25,00



Asimismo, las Tablas 10 y 11 muestra los precios que se espera que se generen en la instalación fruto de este estudio y los años necesarios para analizar la instalación respectivamente y, más adelante se analizará cómo afectará a dichos precios el tipo de autoconsumo que al que el usuario se acoja:

Tabla 10 Resultados de la alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		
FIJOS	Instalación placas	2.520,00 €
	Ayudas	640,08 €
	Inversor	1.300,00 €
	Baterías	0,00 €
VARIABLES	Consumo	100,37 €
	Producción	164,70 €
TOTAL		3.115,59 €

Tabla 11 Amortización de la alternativa 1.

PAYBACK		
Inversión inicial		3.179,92 €
Ganancia mensual		64,33 €
AÑOS DE AMORTIZACIÓN	1	2.407,96 €
	2	1.636,00 €
	3	864,04 €
	4	92,08 €
	5	-679,88 €

De una forma más visual, se añade la Figura 29 con los datos recogidos en la Tabla 11 dispuestos en un gráfico de barras.

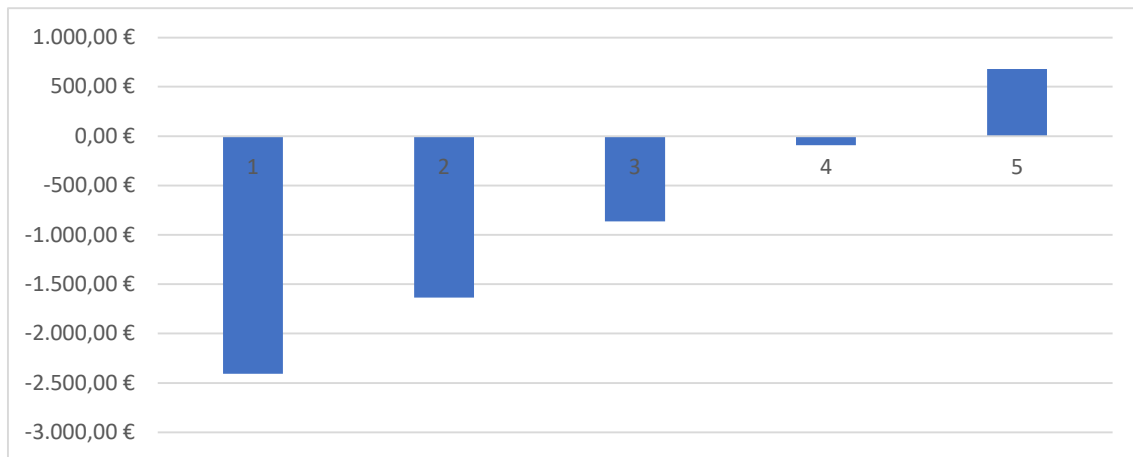


Figura 29 Años de amortización de la alternativa 1

Realizando un análisis de amortización, donde se ha realizado el cálculo de la inversión inicial y cada año se resta la diferencia de la producción menos el consumo (es decir, las ganancias), se observa que se conseguirá amortizar la inversión inicial en 5 años.

### 9.2.2 ALTERNATIVA 2: AUTOCONSUMO CONECTADO A RED SIN EXCEDENTES

En este caso, dado que el cliente no se va a beneficiar de una compensación, no interesa saber cuánta energía manda a la red. Si el resultado de la resta consumo menos producción es negativa, este se tomará como igual a cero como en la Tabla 12.

Tabla 12 Energía que necesita coger de la red

ALTERNATIVA 2					
MESES	CONSUMOS	PRODUCCIÓN		DIFERENCIA	
	KWh	KWh		KWh	€
<b>Enero</b>	549,23	298,00		251,23	40,20
<b>Febrero</b>	553,64	348,50		205,14	28,72
<b>Marzo</b>	437,61	472,00		0,00	0,00
<b>Abril</b>	302,72	507,20		0,00	0,00
<b>Mayo</b>	380,48	554,90		0,00	0,00
<b>Junio</b>	418,86	539,20		0,00	0,00
<b>Julio</b>	429,39	573,20		0,00	0,00
<b>Agosto</b>	268,72	566,80		0,00	0,00
<b>Septiembre</b>	332,12	522,70		0,00	0,00
<b>Octubre</b>	261,79	437,90		0,00	0,00
<b>Noviembre</b>	359,08	313,00		46,08	6,45
<b>Diciembre</b>	480,28	301,70		178,58	25,00

Las siguientes Tablas 13 y 14 muestra los precios que se esperan en la instalación fruto de este estudio. Más adelante se analizará cómo afectará a estos precios el tipo de autoconsumo que al que el usuario se acoja:

Tabla 13 Resultados de la alternativa 2.

ALTERNATIVA 2		
FIJOS	Instalación placas	2.520,00 €
	Ayudas	640,08 €
	Inversor	1.300,00 €
	Baterías	0,00 €
VARIABLES	Consumo	100,37 €
	Producción	164,70 €
TOTAL		3.280,29 €

Tabla 14 Amortización de la alternativa 2.

PAYBACK		
Inversión inicial		3.179,92 €
Ganancia mensual		64,33 €
AÑOS DE AMORTIZACIÓN	1	2.407,96 €
	2	1.636,00 €
	3	864,04 €
	4	92,08 €
	5	-679,88 €

De una forma más visual, se añade la Figura 30 con los datos recogidos en la Tabla 14 dispuestos en un gráfico de barras.

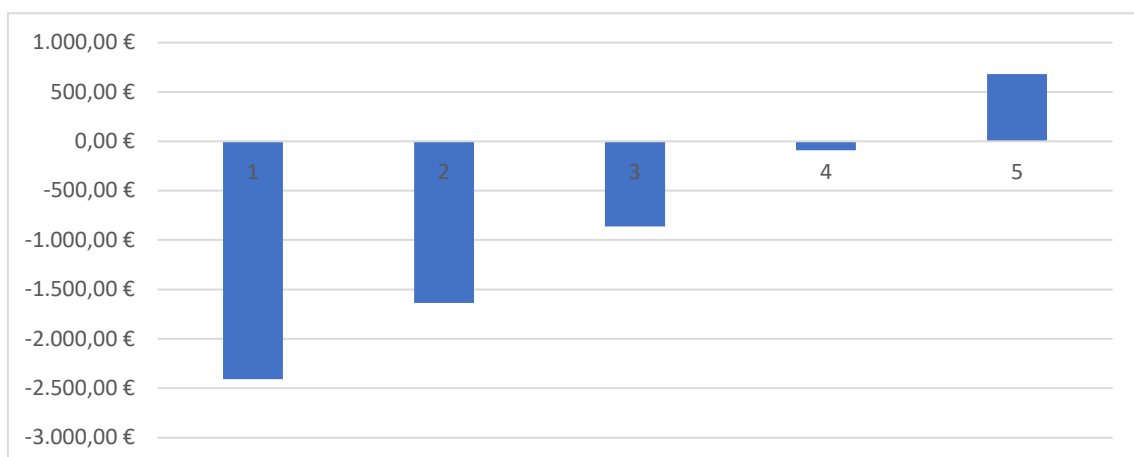


Figura 30 Años de amortización de la alternativa 2

Realizando un análisis de amortización, se observa que se conseguirá amortizar la inversión inicial en 6 años, el mismo que para la primera alternativa.

### 9.2.3 ALTERNATIVA 3: AUTOCONSUMO AISLADO SIN BATERÍAS

Este tipo de autoconsumo no sería posible debido a que al estar aislado el sistema, no está conectado a red y cuando es de noche el usuario no se puede autoabastecer. Sin embargo, esta empresa necesita mantener las máquinas encendidas por la noche. Es por ello por lo que no se estudia esta alternativa.

### 9.2.4 ALTERNATIVA 4: AUTOCONSUMO AISLADO CON BATERÍAS

En este caso, el cálculo se complica un poco más, pues hay que determinar el número de baterías necesarias:

$$n^{\circ} \text{ de baterías} = \frac{554 \text{ kWh}}{12 \text{ V}} = 46,16 \text{ Ah} \quad (7)$$

Una vez más se ha considerado el mes que más consume y menos produce, febrero, porque si se autoabastece este mes se puede autoabastecer el resto del año. Se necesita un mínimo de 47 amperios hora, pero en el mercado el mínimo que se vende es de 100Ah.

Además, se ha de tener en cuenta que la empresa estará cerrada al público de 20h a 8h, por lo que se necesitan 12h de autonomía.

$$W_b = 12h * W_c = 145,32 \text{ kW} \quad (8)$$

Donde  $W_b$  es la potencia diaria de la batería y  $W_c$  la potencia diaria consumida para la cual se ha realizado un promedio de todas las potencias mensuales.

$$\frac{145,32 \text{ kW}}{15 \text{ kW}} = 9,688 \approx 10 \text{ baterías de 3 módulos cada una} \quad (9)$$

Por lo tanto, al igual que para las alternativas 1 y 2, las siguientes Tablas 15 y 16 muestra los precios que se esperan en la instalación fruto de este estudio y los años necesarios para analizar la instalación respectivamente. Más adelante se analizará cómo afectará a estos precios el tipo de autoconsumo que al que el usuario se acoja:

Tabla 15 Resultados de la alternativa 4

ALTERNATIVA 4		
FIJOS	Instalación placas	2.520,00 €
	Ayudas	640,08 €
	Inversor	1.300,00 €
	Baterías	13.000,00 €
VARIABLES	Consumo	100,37 €
	Producción	164,70 €
TOTAL		16115,59 €

Tabla 16 Amortización de la alternativa 4.

PAYBACK		
Inversión inicial		16.179,92 €
Ganancia mensual		64,33 €
AÑOS DE AMORTIZACIÓN	1	15.407,96 €
	2	14.636,00 €
	3	13.864,04 €
	4	13.092,08 €
	5	12.320,12 €
	6	11.548,16 €
	7	10.776,20 €
	8	10.004,24 €
	9	9.232,28 €
	10	8.460,32 €
	11	7.688,36 €
	12	6.916,40 €
	13	6.144,44 €
	14	5.372,48 €
	15	4.600,52 €
	16	3.828,56 €
	17	3.056,60 €
	18	2.284,64 €
	19	1.512,68 €
	20	740,72 €
21	-31,24 €	

De una forma más visual, se añade la Figura 31 con los datos recogidos en la Tabla 16 dispuestos en un gráfico de barras.

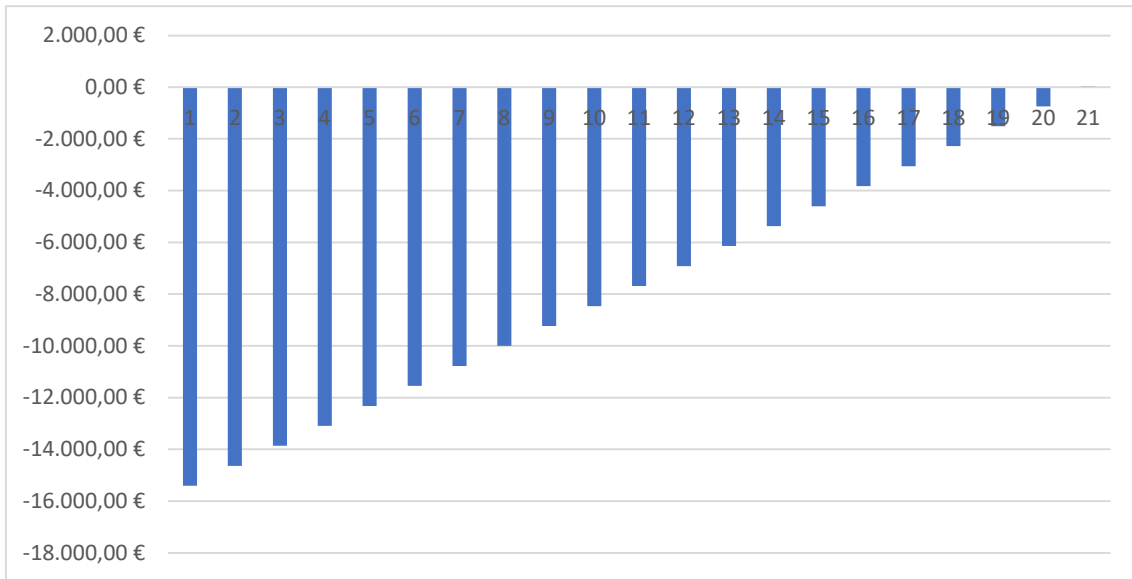


Figura 31 Años de amortización de la alternativa 4

Realizando un análisis de amortización se observa que se conseguirá amortizar la inversión inicial al de 21 años, siendo este el caso con diferencia más caro y también más difícil de amortizar.

### 9.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Finalmente se presenta la Tabla 17 que resumen los datos importantes obtenidos con el análisis de cada alternativa:

Tabla 17 Comparativa de los resultados obtenidos.

	Coste	Payback
ALTERNATIVA 1	3.115,59 €	5 años
ALTERNATIVA 2	3.280,29 €	5 años
ALTERNATIVA 3	No se estudia	No se estudia
ALTERNATIVA 4	16.115,59 €	21 años

De una forma más visual, se añade la Figura 29 con los datos recogidos en la Tabla 17 dispuestos en un gráfico donde se observa cuándo cortan las rectas de amortización con el precio de las distintas instalaciones.

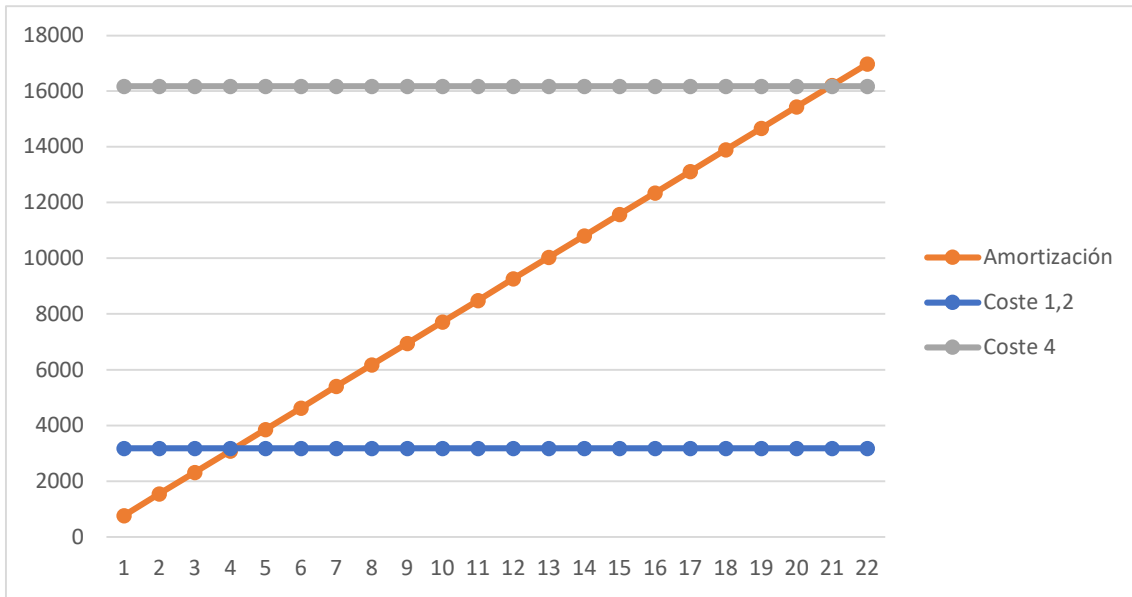


Figura 32 Gráfica de la amortización de la instalación.

Finalmente, en una comparativa de todos estos datos cabe concluir que la alternativa más económica es la de un sistema conectado a red con compensación.

## 10 PRESUPUESTO

Una vez completado el análisis económico de la instalación en esta localización, en las siguientes Tablas se aprecia cómo todos los gastos se dividen en varios apartados. Tal y como muestra la Tabla 22 siguiente, y dado que este es un TFG centrado en el análisis desde el punto de vista económico de una instalación de paneles solares, la mayor parte de los gastos están relacionados con las horas trabajadas (horas internas):

*Tabla 18 Horas internas.*

<b>HORAS INTERNAS</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>NÚMERO DE HORAS</b>	<b>COSTE HORARIO</b>	<b>COSTA TOTAL</b>
Ingeniera graduada	150	20,00€/hora	3.000,00 €
Director de TFG	30	50,00€/hora	1.500,00 €
<b>SUBTOTAL</b>			<b>4.500,00 €</b>

La Tabla 23 presenta las amortizaciones e incluye la amortización de las licencias de uso de aplicaciones y la amortización del uso del ordenador. En el caso de la licencia PVGIS, al tratarse de un software gratuito y disponible para todo el mundo no se considera como gasto a amortizar. En cuanto a la amortización del ordenador, se deben tener en cuenta tanto el coste del propio ordenador como el de las licencias de Windows y Microsoft Office.

*Tabla 19 Amortizaciones.*

<b>AMORTIZACIONES</b>					
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTE</b>	<b>HORAS ÚTILES</b>	<b>HORAS DE USO</b>	<b>COSTE HORARIO</b>	<b>COSTE TOTAL</b>
Ordenador	900,00 €	110	90	8,18 €	736,36 €
Licencia Windows	10,00 €				10,00 €
Licencia Microsoft	10,00 €				10,00 €
<b>SUBTOTAL</b>					<b>756,36 €</b>

En cuanto a los gastos relativos al material de oficina y desplazamientos causados por este TFG, estos se muestran en la Tabla 24.

*Tabla 20 Gastos.*

<b>GASTOS</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>TOTAL</b>
GASTOS DE OFICINA	50,00 €
<b>SUBTOTAL</b>	<b>50,00 €</b>

Asimismo, la Tabla 25 muestra un resumen global de los gastos, incluyendo costes indirectos como el consumo de energía para la iluminación, el funcionamiento de equipos y los gastos de calefacción. Se estima que estos costes indirectos representan aproximadamente un 5% del coste total del TFG.



Tabla 21 Resumen.

<b>RESUMEN</b>	
HORAS INTERNAS	4.500,00 €
AMROTIZACIONES	756,36 €
GASTOS	50,00 €
SUBTOTAL (Costes directos)	5.306,36 €
COSTES INDIRECTOS (5%)	265,32 €
TOTAL TFG	5.671,68 €

## 11 DESCRIPCIÓN DE TAREAS

En este apartado se describe la planificación llevada a cabo para la elaboración del proyecto y finaliza con un diagrama de Gantt en el que se pueden ver las tareas críticas para evitar retrasos.

Las personas necesarias para hacer el proyecto son:

- Director de proyecto: profesor de la universidad encargado de supervisar la planificación, ejecución y finalización del proyecto.
- Codirector de proyecto: profesor de la universidad, apoyo del director de proyecto

### 11.1 DESCRIPCIÓN DE FASES Y TAREAS

#### Fase 1: Revisión bibliográfica e inicio del proyecto

Búsqueda y análisis de artículos relacionados con el tema del proyecto con el fin de ampliar y profundizar en lo relativo al cambio climático, el autoconsumo y recurso solar a nivel estatal.

En esta fase, se proporciona una definición de los objetivos y alcance del TFG. Esta tarea se realiza en una reunión con la directora del TFG con una duración de un día.

- Recursos humanos y carga de trabajo:
  - Alumno: 50 horas
  - Director de proyecto: 10 horas
- Recursos técnicos: ordenador, artículos técnicos, apuntes de clase y vídeos.
- Duración: 20 días

#### Fase 2: Profundización los cálculos a realizar y desarrollo de estos.

En la segunda fase se procede a profundizar sobre los cálculos de autoconsumo fotovoltaicos, y se realiza un diseño con las variables correspondientes al caso estudiado.

- Recursos humanos y carga de trabajo:
  - Alumno: 60 horas
  - Director de proyecto: 7 horas
- Recursos técnicos: ordenador, artículos técnicos, apuntes de clase y vídeos.
- Duración: 20 días

#### Fase 3: Redacción final del proyecto

Con toda la información obtenida, se elabora el informe que reúne todo de la forma más clara y concisa y con la estructura de TFG. Es decir, en esta fase se añade un apartado para el estudio de la viabilidad económica de la instalación y de la sostenibilidad de su impacto medioambiental.

- Recursos humanos y carga de trabajo:
  - Alumno: 30 horas
  - Director de proyecto: 10 horas
- Recursos técnicos: ordenador.
- Duración: 15 días

#### Fase 4: Presentación del proyecto

Se redacta y revisa esta presentación y se procede a la preparación y ensayo de la exposición oral de esta.

- Recursos humanos y carga de trabajo:
  - Alumno: 10 horas
  - Director de proyecto: 3 horas
- Recursos técnicos: ordenador.
- Duración: 2 días

### 11.2 DIAGRAMA GANTT

De una forma más visual, se añade la Figura 30 el diagrama Gantt con la información explicada en el apartado 11.1.

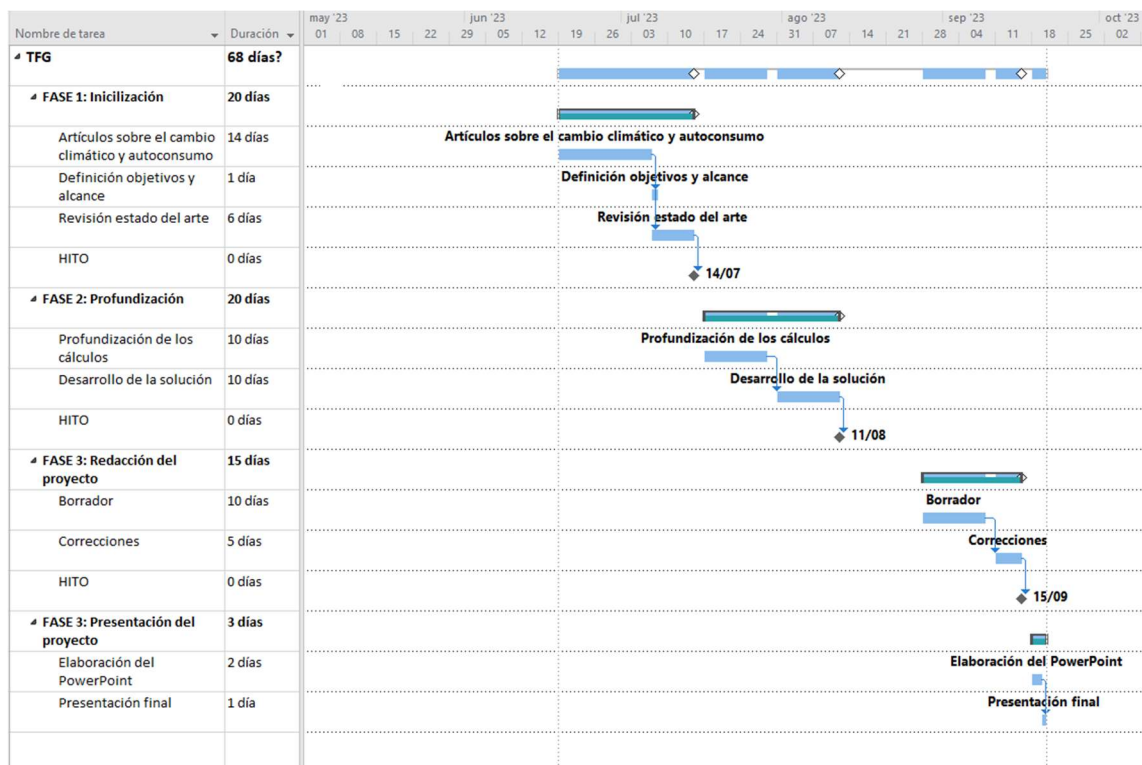


Figura 33 Diagrama Gantt.

## 12 CONCLUSIÓN

Un sistema fotovoltaico aislado sin batería no es la opción óptima porque fuera del horario de producción – por ejemplo, por la noche - no habrá energía para cubrir las necesidades. Por otra parte, en los sistemas conectados a la red, cuando se necesita energía fuera del horario de producción, se dispone de una red de donde tomar la energía.

Sin embargo, como tener un sistema de baterías junto con la instalación fotovoltaica encarece mucho la instalación, esta no sería la solución ideal. En el caso de esta empresa, lo más conveniente desde el punto de vista económico y de la viabilidad sería colocar algunas baterías en sistemas aislados, de manera que fuera del horario de producción se pueda aprovechar la energía acumulada en dichas baterías.

## 13 BIBLIOGRAFÍA

1. **Basque Circular Hub.** *Aspectos e Impactos del curso de economía circular.* Octubre 2022.
2. **Banco mundial.** *El coste de la contaminación ambiental.* Septiembre 2016.
3. **Fundeen.** Primas a las renovables, la cronología. [En línea] [Citado el: 5 de septiembre de 2023.] <https://www.fundeen.com/blog-energias-renovables/primas-a-las-renovables>.
4. **Energía y sociedad.** 3.2. Energías renovables: tecnología, economía, evolución e integración en el Sistema Eléctrico. [En línea] [Citado el: 5 de septiembre de 2023.] <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/3-2-energias-renovables-tecnologia-economia-evolucion-e-integracion-en-el-sistema-electrico/>.
5. **El Orden Mundial.** El despegue de las renovables en España. [En línea] [Citado el: 4 de septiembre de 2023.] <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/evolucion-energia-renovable-espana/>.
6. **elEconomista.** El Banco de España explica por qué se dispara el precio de la luz tras marcar otro máximo histórico. [En línea] [Citado el: 5 de septiembre de 2023.] <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/11355408/08/21/El-Banco-de-Espana-explica-por-que-se-dispara-el-precio-de-una-luz-que-vuelve-a-marcar-maximos-historicos.html>.
7. **EDP.** ¿Cuánto cuestan las energías renovables? [En línea] [Citado el: 5 de septiembre de 2023.] <https://www.edp.com/es/historias-de-edp/cuanto-cuestan-las-energias-renovables>.
8. **PV Magasne.** PV Magasine. [En línea] [Citado el: 15 de julio de 2023.] <https://www.pv-magazine.es/2022/03/15/el-mundo-ha-instalado-1-tw-de-capacidad-solar/#:~:text=Desde%20el%20punto%20de%20vista,procedieron%20de%20la%20energ%C3%ADa%20solar>.
9. **IMF Formación.** Blog energías renovables. [En línea] <https://blogs.imf-formacion.com/blog/energias-renovables/articulos/energias-renovables-articulos/empresas-espanolas-energias-renovables/#:~:text=Compa%C3%B1%C3%ADas%20como%20ABENGOA%2C%20ACCIONA%2C%20COBRA,prestigio%20por%20los%20trabajos%20realizados>.
10. **Templado, Raúl.** *Instaladoras de Autoconsumo.* s.l. : Alimarket, 2023.
11. **Naciones Unidas.** Objetivos de desarrollo sostenible. [En línea] [Citado el: 21 de agosto de 2023.] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>.
12. **Gobierno de España.** Autoconsumo de energía eléctrica. *Preguntas frecuentes.* [En línea] [Citado el: 25 de Junio de 2023.] <https://energia.gob.es/electricidad/autoconsumo-electrico/Paginas/preguntas-frecuentes-autoconsumo.aspx>.
13. **Larrosa Ingenieros.** *Situación actual de autoconsumo de España.* 2019.
14. **Pla Sol.** Radiación solar en España. [En línea] [Citado el: 25 de junio de 2023.] <https://plasol.com/radiacion-solar-en-espana/>.

15. **Miruna Hilku**. Autoconsumo solar fotovoltaico: guía completa. [En línea] marzo de 2023. [Citado el: 25 de Junio de 2023.] <https://www.otovo.es/blog/autoconsumo/autoconsumo-fotovoltaico-todo-lo-que-tenes-que-saber/#las-subsvenciones-para-el-autoconsumo>.
16. **Sotysolar**. Placas solares y autoconsumo. [En línea] [Citado el: 5 de Julio de 2023.] [https://sotysolar.es/autoconsumo#mcetoc\\_1galicbt3l](https://sotysolar.es/autoconsumo#mcetoc_1galicbt3l).
17. **IDAE**. Guía profesional de tramitación de autoconsumo. [En línea] [Citado el: 21 de agosto de 2023.] [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/2023-01-10\\_Guia\\_Profesional\\_Tramitacion\\_autoconsumo\\_v.5.1\\_NIPO-2023.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/2023-01-10_Guia_Profesional_Tramitacion_autoconsumo_v.5.1_NIPO-2023.pdf).
18. **Wikipedia**. Electricidad. [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] <https://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad>.
19. —. Historia de la electricidad. [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_de\\_la\\_electricidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_electricidad).
20. **BBVA OpenMind**. El reto de la energía: la transición hacia un nuevo modelo energético. [En línea] [Citado el: 4 de septiembre de 2023.] <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/el-reto-de-la-energia-la-transicion-hacia-un-nuevo-modelo-energetico/>.
21. **Enerdata**. Datos de consumo de electricidad. [En línea] <https://datos.enerdata.net/electricidad/datos-consumo-electricidad-hogar.html>.
22. **Wikipedia**. Agencia Internacional de la Energía. [En línea] [Citado el: 24 de julio de 2023.] [https://es.wikipedia.org/wiki/Agencia\\_Internacional\\_de\\_la\\_Energ%C3%ADa#:~:text=La%20Agencia%20Internacional%20de%20la%20Energ%C3%ADa%20o%20AIE,confiable%2C%20adquirible%20y%20limpia%20a%20sus%20respectivos%20habitantes..](https://es.wikipedia.org/wiki/Agencia_Internacional_de_la_Energ%C3%ADa#:~:text=La%20Agencia%20Internacional%20de%20la%20Energ%C3%ADa%20o%20AIE,confiable%2C%20adquirible%20y%20limpia%20a%20sus%20respectivos%20habitantes..)
23. **IEA**. International Energy Agency. [En línea] [Citado el: 15 de julio de 2023.] <https://www.iea.org/data-and-statistics>.
24. **Enerdata**. Consumo energético mundial. [En línea] <https://datos.enerdata.net/electricidad/datos-consumo-electricidad-hogar.html>.
25. **Statista**. Evolución de la población mundial hasta 2050. [En línea] [Citado el: 18 de julio de 2023.] <https://es.statista.com/estadisticas/635122/evolucion-de-la-poblacion-mundial/#:~:text=Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20mundial%20desde,1950%20hasta%202050%20%28en%20miles%20de%20millones%29>.
26. **Hoja de Ruta del Autoconsumo**. *Hoja de Ruta del Autoconsumo*. Madrid : s.n., 2021.
27. **REE, Red eléctrica Española**. La demanda de energía eléctrica de España. [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2023/01/la-demanda-de-energia-electrica-de-Espana-desciende-un-6con7-por-ciento-en-diciembre>.
28. **IBERDROLA**. *Seminario del 02/05/2022 Precio de la electricidad*.
29. **National Geographic**. Explicación de qué es la energía renovable. [En línea] [Citado el: 18 de julio de 2023.] <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/explicacion-de-que-es-la-energia-renovable>.

30. **Wikipedia.** Acuerdo de París. [En línea] [Citado el: 24 de julio de 2023.] [https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo\\_de\\_Par%C3%ADs](https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo_de_Par%C3%ADs).
31. **Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.** El acuerdo de París. [En línea] [Citado el: 16 de julio de 2023.] <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elmentos-acuerdo-paris.html>.
32. **La Vanguardia.** El aumento de la temperatura del planeta en tres gráficos. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20210325/6605302/aumento-temperatura-planeta-tres-graficos.html>.
33. **Acciona.** Claves para entender las energías renovables. [En línea] <https://www.sostenibilidad.com/energias-renovables/las-energias-renovables-mas-utilizadas/>.
34. **Wikipedia.** Energía solar fotovoltaica. [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] [https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar\\_fotovoltaica](https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_fotovoltaica).
35. **Research gate.** Solar PV global capacity and annual additions, 2009-2019. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] [https://www.researchgate.net/figure/Solar-PV-global-capacity-and-annual-additions-2009-2019-Increase-in-solar-PV-module\\_fig1\\_364830418](https://www.researchgate.net/figure/Solar-PV-global-capacity-and-annual-additions-2009-2019-Increase-in-solar-PV-module_fig1_364830418).
36. **EDP.** La era del autoconsumo en España ha llegado para quedarse. [En línea] <https://www.edpenergia.es/es/blog/energia-fotovoltaica/la-era-del-autoconsumo-en-espana/>.
37. **Ecotherm.** [En línea] <https://ecotherm.es/>.
38. **Captura de pantalla de Google Maps.** [En línea] junio de 2023. <https://maps.google.com/>.
39. **Integración de Tecnologías de Generación en el Sistema Eléctrico. TEMA 3- TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN RENOVABLES. 2022.**
40. **AEMET.** Gráfica y datos de temperaturas para una Estación Seleccionada. [En línea] <https://datosclima.es/Aemethistorico/Tempestad.php>.
41. **Maxeon Solar Technologies . SunPower.** [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] <https://sunpower.maxeon.com/es/productos-de-paneles-solares>.
42. **REC Group.** REC Group. [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] <https://www.recgroup.com/en/my-business>.
43. **JA Solar.** JA Solar. [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] <https://www.jasolar.com/index.php?m=content&c=index&a=lists&catid=649>.
44. **IBERDROLA.** Energía reactiva. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://www.iberdrola.es/comunidades/informacion/energia-reactiva>.
45. **Unión Europea.** PVGIS- Photovoltaic Geographical Informetaion System. [En línea] [Citado el: 15 de julio de 2023.] [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/).
46. **SFE Solar.** Guia rápida para PVGIS. [En línea] [Citado el: 20 de junio de 2023.] <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/pvgis-guia-rapida-y-ejemplo-calculo-espanol/>.

- 47. Selectra.** ¿Qué inversor elegir para tus placas solares? [En línea] [Citado el: 19 de julio de 2023.] <https://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/inversor-solar#:~:text=El%20precio%20de%20un%20inversor,El%20tipo%20de%20inversor.>
- 48. Autosolar.** Inversores de red trifásicos. [En línea] <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-huawei-sun2000-5ktl-m1-hc-5kw-trifasico.>
- 49. Autosolar.** Precio medio de baterías. [En línea] <https://autosolar.es/baterias#:~:text=Precio%20bater%3%ADas%20solares.,mejores%20bater%3%ADas%20para%20placas%20solares..>
- 50. Selectra.** ¿Qué inversor solar elegir para tu instalación de placas solares? [En línea] [Citado el: 18 de julio de 2023.] <https://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/inversor-solar.>
- 51. Unión Europea.** Next Generation EU. [En línea] agosto de 2023. [https://nexteneration.com/.](https://nexteneration.com/)
- 52. Solideo.** Instalación placas solares. [En línea] [Citado el: 28 de agosto de 2023.] [https://www.solideo.es/placas-solares/instalacion/subvenciones-europeas-next-generation/.](https://www.solideo.es/placas-solares/instalacion/subvenciones-europeas-next-generation/)
- 53. EDP Energía.** Ayudas y subvenciones autoconsumo. [En línea] [https://www.edpenergia.es/es/blog/ayudas-y-subvenciones/ayudas-autoconsumo-fotovoltaico-2023/.](https://www.edpenergia.es/es/blog/ayudas-y-subvenciones/ayudas-autoconsumo-fotovoltaico-2023/)
- 54. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.** Estructura del sector. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://energia.gob.es/electricidad/Paginas/sectorElectrico.aspx.>
- 55. MIBEL.** Mercado Ibérico de la Electricidad. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] [https://www.mibel.com/es/home\\_es/.](https://www.mibel.com/es/home_es/)
- 56. REE, Red Eléctrica Española.** Nuestra historia. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://www.ree.es/es/conocenos/ree-en-2-minutos/nuestra-historia.>
- 57. REN, Redes Energéticas Nacionais.** Quem somos. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://www.ren.pt/pt-pt/sobre-nos/quem-somos.>
- 58. OMIE.** *Funcionamiento del mercado diario.* s.l. : Polo Español S.A.
- 59. Foro electricidad.** Efecto fotovoltaico. [En línea] <https://foroelectricidad.com/viewtopic.php?t=13155.>
- 60. Ecoinventos.** Panel solar fotovoltaico: su nacimiento e historia. [En línea] [https://ecoinventos.com/panel-solar-fotovoltaico-historia/.](https://ecoinventos.com/panel-solar-fotovoltaico-historia/)
- 61. ESIOS.** Término de facturación de energía activa del PVPC. [En línea] agosto de 2023. <https://www.esios.ree.es/es/pvpc.>
- 62. IBERDROLA.** Energía Reactiva. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://www.iberdrola.es/comunidades/informacion/energia-reactiva.>
- 63. Mártil, Ignacio.** La energía solar fotovoltaica, en la vanguardia frente al cambio climático. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] [https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2015/11/30/la-energia-solar-fotovoltaica-en-la-vanguardia-frente-al-cambio-climatico/.](https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2015/11/30/la-energia-solar-fotovoltaica-en-la-vanguardia-frente-al-cambio-climatico/)



- 64. REE, Red Eléctrica Española.** ESIOS. [En línea] [Citado el: 17 de julio de 2023.] <https://www.esios.ree.es/es/pvpc>.
- 65. Research gate.** Funcionamiento de una célula fotovoltaica. [En línea] [Citado el: 28 de agosto de 2023.] [https://www.researchgate.net/figure/Figura-142-Funcionamiento-de-una-celula-fotovoltaica-tomado-de-3\\_fig3\\_319620965](https://www.researchgate.net/figure/Figura-142-Funcionamiento-de-una-celula-fotovoltaica-tomado-de-3_fig3_319620965).
- 66. Revista vivienda.** Funcionamiento de las células fotovoltaicas. [En línea] [Citado el: 28 de agosto de 2023.] <http://www.revistavivienda.com.ar/empresas/novedades-del-mercado/funcionamiento-de-las-celulas-solares-fotovoltaicas>.
- 67. Cambio energético.** Todo lo que necesitas saber sobre las células solares. [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://www.cambioenergetico.com/blog/celulas-solares-fotovoltaicas/>.
- 68. SolarTradex.** ¿Cuánto podemos ahorrar con un kit de autoconsumo? [En línea] [Citado el: 31 de agosto de 2023.] <https://solartradex.com/blog/cuanto-podemos-ahorrar-con-un-kit-de-autoconsumo/>.

## ANEXO 1: DATOS DE LA EMPRESA

Datos del primer trimestre de la factura de la luz

LOIU	jun-22				jul-22				ago-22						
	31-may.	30-jun.	11-jul.		30-jun.	31-jul.	9-ago.		31-jul.	31-ago.	12-sep.				
TARIFA 3.0TD	kW		Días	importe	Total	kW		Días	importe	Total	kW		Días	importe	Total
<b>ENERGIA</b>															
Potencia facturada															
P1	15,001			0,046901	21,11	15,001			0,046901	21,81	15,001			0,046901	21,81
P2	15,001			0,03519	15,84	15,001			0,03519	16,36	15,001			0,03519	16,36
P3	15,001			0,01805	8,12	15,001	31		0,01805	8,39	15,001	31		0,01805	8,39
P4	15,001	30		0,015532	6,99	15,001			0,015532	7,22	15,001			0,015532	7,22
P5	15,001			0,015395	6,93	15,001			0,015395	7,16	15,001			0,015395	7,16
P6	15,001			0,013455	6,06	15,001			0,013455	6,26	15,001			0,013455	6,26
					65,04					67,21					67,21
Energía facturada															
P1				0,236901	0,00	596			0,236901	141,19				0,236901	0,00
P2				0,226927	0,00	414			0,226927	93,95				0,226927	0,00
P3	467			0,207685	96,99				0,207685	0,00	499			0,207685	103,63
P4	666			0,19924	132,69				0,19924	0,00	96			0,19924	19,13
P5				0,191278	0,00				0,191278	0,00				0,191278	0,00
P6	142			0,189135	26,86	195			0,189135	36,88	151			0,189135	28,56
					256,54					272,02					151,32
Energía reactiva	107,22			0,041554	4,46	104,7			0,041554	4,35	21,33			0,041554	0,89
Exceso potencia															
P1					0,00	9,2				23,15					0,00
P2					0,00	4,68				11,78					0,00
P3	7,2			0,081163	17,53				0,081163	0,00	4,96			0,081163	12,48
P4	10,2				24,84					0,00					0,00
P5					0,00					0,00					0,00
P6					0,00					0,00					0,00
Descuento	12%				-30,78	12%				-32,64	12%				-18,16
					16,04					6,63					-4,79
<b>CARGOS NORMATIVOS</b>															
Financiación bono				0,03054	0,92				0,036718	1,14				0,036718	1,14
Regularización FNEE				0,004084	0,00				0,004084	0,00				0,004084	0,00
Tope precio					0,00					0,00					0,00
Mecanismo ajuste				0,006557	0,00				0,006557	0,00				0,006557	0,00
Imp sobre electricidad	338,53			0,50%	1,69	347,00			0,50%	1,73	214,87			0,50%	1,07
					2,61					2,87					2,21
<b>SERVICIOS</b>															
Alquiler y medida				0,197918	5,94				0,197918	6,14				0,197918	6,14
TOTAL					346,16					354,87					222,08
IVA				21%	72,69				21%	74,52				21%	46,64
					418,86					429,39					268,72
kW/día	1.275				13,96	1.205				13,85	746				8,67
kW/€	1.275				3,68 €	1.205				3,40 €	746				3,36 €



Datos del segundo trimestre de la factura de la luz

LOIU	sep-22				oct-22				nov-22			
	31-ago.	30-sep.	11-oct.		30-sep.	31-oct.	10-nov.		31-oct.	30-nov.	13-dic.	
FECHA												
TARIFA 3.0TD												
<b>ENERGIA</b>	kW	Días	importe	Total	kW	Días	importe	Total	kW	Días	importe	Total
Potencia facturada												
P1	15,001		0,046901	21,11	15,001		0,046901	21,81	15,001		0,046901	21,11
P2	15,001		0,03519	15,84	15,001		0,03519	16,36	15,001		0,03519	15,84
P3	15,001	30	0,01805	8,12	15,001	31	0,01805	8,39	15,001	30	0,01805	8,12
P4	15,001		0,015532	6,99	15,001		0,015532	7,22	15,001		0,015532	6,99
P5	15,001		0,015395	6,93	15,001		0,015395	7,16	15,001		0,015395	6,93
P6	15,001		0,013455	6,06	15,001		0,013455	6,26	15,001		0,013455	6,06
				65,04				67,21				65,04
Energía facturada												
P1			0,236901	0,00			0,236901	0,00			0,236901	0,00
P2			0,226927	0,00			0,226927	0,00	473		0,226927	107,34
P3	373		0,207685	77,47			0,207685	0,00	346		0,207685	71,86
P4	455		0,19924	90,65	336		0,19924	66,94			0,19924	0,00
P5			0,191278	0,00	293		0,191278	56,04			0,191278	0,00
P6	155		0,189135	29,32	171		0,189135	32,34	384		0,189135	72,63
				197,44				155,33				251,82
Energía reactiva	25,85		0,041554	1,07			0,041554	0,00			0,041554	0,00
Exceso potencia												
P1				0,00				0,00				0,00
P2				0,00				0,00				0,00
P3	4,58		0,081163	11,15			0,081163	0,00			0,081163	0,00
P4	6,2			15,10				0,00				0,00
P5				0,00	1,26			3,17				0,00
P6				0,00				0,00				0,00
Descuento	12%			-23,69	12%			-18,64	12%			-30,22
				3,63				-15,47				-30,22
<b>CARGOS NORMATIVOS</b>												
Financiación bono			0,036718	1,10			0,036718	1,14			0,036718	1,10
Regularización FNEE				0,00				0,00				0,00
Tope precio				0,00				0,00				0,00
Mecanismo ajuste				0,00	800		0,001212	0,97	1203		0,001355	1,63
Imp sobre electricidad	267,21		0,50%	1,34	209,18		0,50%	1,05	289,38		0,50%	1,45
				2,44				3,15				4,18
<b>SERVICIOS</b>												
Alquiler y medida			0,197918	5,94			0,197918	6,14			0,197918	5,94
TOTAL				274,48				216,36				296,76
IVA			21%	57,64			21%	45,44			21%	62,32
				332,12				261,79				359,08
kW/día	983			11,07	800			8,44	1.203			11,97
kW/€	983			3,58 €	800			3,70 €	1.203			4,05 €



Datos del tercer trimestre de la factura de la luz

LOIU	dic-22				ene-23				feb-23			
	FECHA	30-nov.	31-dic.	13-dic.	31-dic.	31-ene.	9-feb.	31-ene.	28-feb.	9-mar.		
TARIFA 3.0TD												
ENERGIA	kW	Días	importe	Total	kW	Días	importe	Total	kW	Días	importe	Total
<b>Potencia facturada</b>												
P1	15,001		0,046901	21,81	15,001		0,048751	22,67	15,001		0,048751	20,48
P2	15,001		0,03519	16,36	15,001		0,039842	18,53	15,001		0,039842	16,73
P3	15,001	31	0,01805	8,39	15,001		0,015997	7,44	15,001		0,015997	6,72
P4	15,001		0,015532	7,22	15,001	31	0,014881	6,92	15,001	28	0,014881	6,25
P5	15,001		0,015395	7,16	15,001		0,016955	7,88	15,001		0,016955	7,12
P6	15,001		0,013455	6,26	15,001		0,015016	6,98	15,001		0,015016	6,31
				<b>67,21</b>				<b>70,43</b>				<b>63,61</b>
<b>Energía facturada</b>												
P1	438		0,236901	103,76	455		0,25261	114,94	475		0,252617	119,99
P2	374		0,226927	84,87	425		0,24209	102,89	445		0,24209	107,73
P3			0,207685	0,00				0,00				0,00
P4			0,19924	0,00				0,00				0,00
P5			0,191278	0,00				0,00				0,00
P6	777		0,189135	146,96	982		0,202002	198,37	779		0,202002	157,36
				<b>335,59</b>				<b>416,19</b>				<b>385,08</b>
<b>Energía reactiva</b>			0,041554	0,00				0,00				0,00
<b>Exceso potencia</b>												
P1				0,00				0,00				0,00
P2				0,00				0,00				0,00
P3			0,081163	0,00			0,081163	0,00			0,081163	0,00
P4				0,00				0,00				0,00
P5				0,00				0,00				0,00
P6				0,00				0,00				0,00
Descuento	12%			-40,27	12%			-49,94				0,00
				<b>-40,27</b>				<b>0,00</b>				<b>0,00</b>
<b>CARGOS NORMATIVOS</b>												
Financiación bono			0,036718	1,14	31		0,036718	1,14	28		0,038455	1,08
Regularización FNEE	3614		0,004084	14,76								
Tope precio				0,00	1862		0,002027	3,77	1699		-0,00145	-2,47
Mecanismo ajuste	1589		0,006557	10,42	1862		0,002125	3,96	1699		0,000414	0,70
Imp sobre electricidad	388,84		0,50%	1,94	445,55		0,50%	2,23	448,69		0,50%	2,24
				<b>28,26</b>								
<b>SERVICIOS</b>												
Alquiler y medida			0,197918	6,14			0,197918	6,14			0,197918	5,54
<b>TOTAL</b>				<b>396,92</b>				<b>453,91</b>				<b>457,55</b>
IVA			21%	83,35			21%	95,32			21%	96,09
				<b>480,28</b>				<b>549,23</b>				<b>553,64</b>
kW/día	1.589			15,49	1.862			17,72	1.699			19,77
kW/€	1.589			4,00 €	1.862			4,10 €	1.699			3,71 €

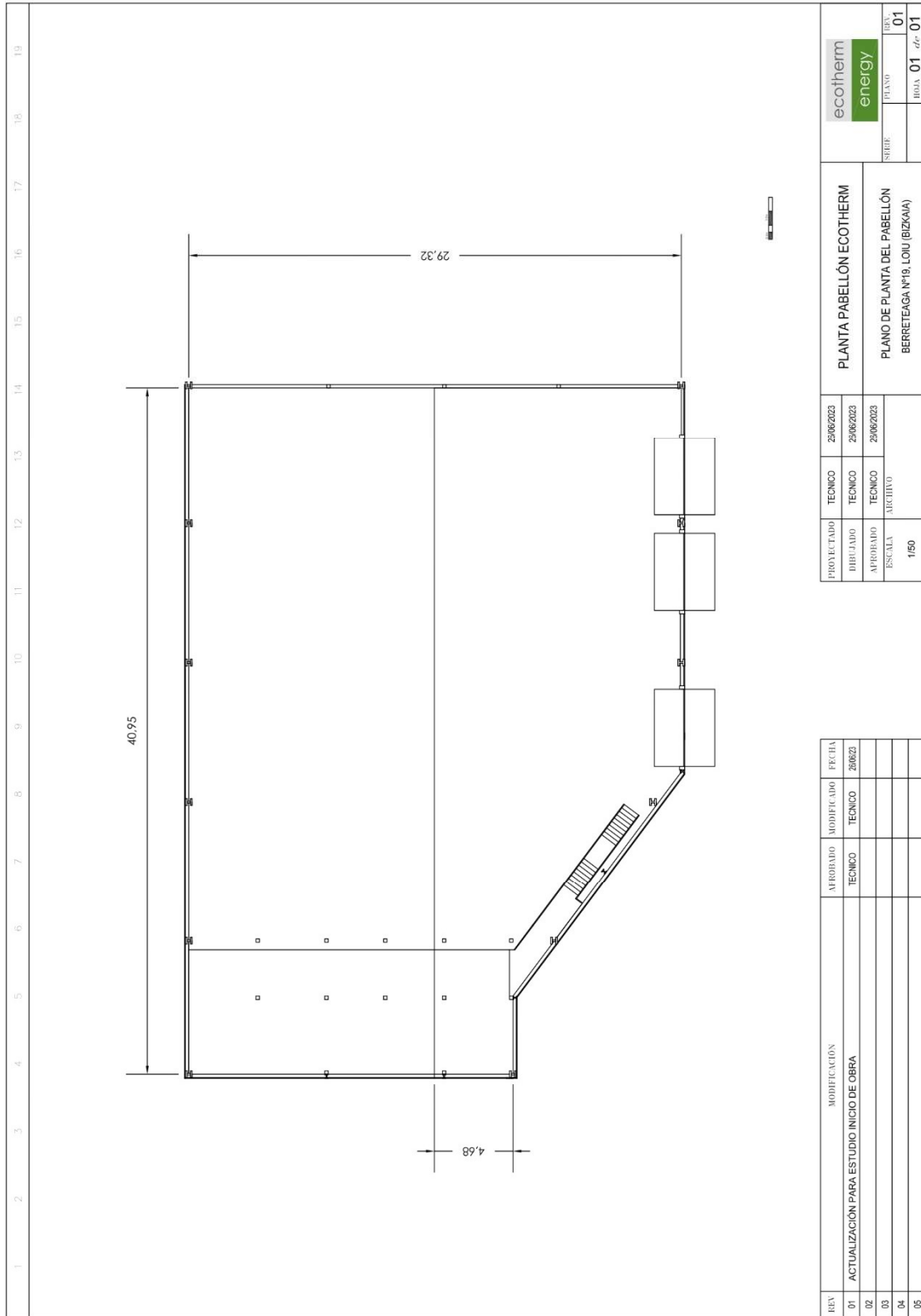


Datos del cuarto trimestre de la factura de la luz

LOIU	# REF				# REF				# REF			
	28-feb.	31-mar.	12-abr.		31-mar.	30-abr.	10-may.		30-abr.	31-may.	9-mar.	
TARIFA 3.0TD												
<b>ENERGIA</b>	kW	Días	importe	Total	kW	Días	importe	Total	kW	Días	importe	Total
Potencia facturada												
P1	15,001		0,048751	22,67	15,001		0,048751	21,94	15,001		0,048751	22,67
P2	15,001		0,039842	18,53	15,001		0,039842	17,93	15,001		0,039842	18,53
P3	15,001		0,015997	7,44	15,001		0,015997	7,20	15,001		0,015997	7,44
P4	15,001	31	0,014881	6,92	15,001	30	0,014881	6,70	15,001	31	0,014881	6,92
P5	15,001		0,016955	7,88	15,001		0,016955	7,63	15,001		0,016955	7,88
P6	15,001		0,015016	6,98	15,001		0,015016	6,76	15,001		0,015016	6,98
				70,43				68,15				70,43
Energía facturada												
P1				0,00				0,00				0,00
P2	442		0,24209	107,00				0,00				0,00
P3	362		0,219321	79,39				0,00				0,00
P4					326		0,211591	68,98	380		0,211825	80,49
P5					256		0,204066	52,24	419		0,2043	85,60
P6	474		0,202002	95,75	251		0,202002	50,70	181		0,202236	36,60
				282,15				171,92				202,70
Energía reactiva				0,00				0,00				0,00
Exceso potencia				0,00				0,00				0,00
P1				0,00				0,00				0,00
P2				0,00				0,00				0,00
P3			0,081163	0,00			0,112597	0,00			0,112597	0,00
P4				0,00				0,00				0,00
P5				0,00	0,14			0,47	9,3			32,46
P6				0,00				0,00				0,00
Descuento				0,00				0,00				0,00
				0,00				0,47				32,46
<b>CARGOS NORMATIVOS</b>												
Financiación bono	31		0,038455	1,19	30		0,038455	1,15	31		0,038455	1,19
Regularización FNEE					5683		0,000234	1,33				
Tope precio							-0,00145	0,00			-0,00145	0,00
Mecanismo ajuste							0,000414	0,00			0,000414	0,00
Imp sobre electricidad	352,57		0,50%	1,76	242,56		0,50%	1,21	306,78		0,50%	1,53
<b>SERVICIOS</b>												
Alquiler y medida			0,197918	6,14			0,197918	5,94			0,197918	6,14
TOTAL				361,66				250,18				314,45
IVA			21%	75,95			21%	52,54			21%	66,03
				437,61				302,72				380,48
kW/día	1.278			14,12	833			10,09	980			12,27
kW/€	1.278			3,53 €	833			3,33 €	980			3,12 €



Plano del tejado de la empresa



REV	MODIFICACIONES	APROBADO	MODIFICADO	FECHA
01	ACTUALIZACIÓN PARA ESTUDIO INICIO DE OBRA	TECNICO	TECNICO	29/06/23
02				
03				
04				
05				

PROYECTADO	TECNICO	29/06/2023
DIBUJADO	TECNICO	29/06/2023
APROBADO	TECNICO	29/06/2023
ESCALA	ARCHIVO	
	1/50	

PLANTA PABELLÓN ECOTHERM		
PLANO DE PLANTA DEL PABELLÓN BERRETEAGA Nº19, LOIU (BIZKAIA)		
ESTRUC.	PLANO	01
BOLSA	01	01



## ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS DE LOS DISPOSITIVOS

### Ficha técnica de los paneles solares

#### JAM60S20 365-390/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS		SPECIFICATIONS	
Cell	Mono	Weight	20.5kg±3%
Dimensions	1769±2mm×1052±2mm×35±1mm	Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) .12 AWG(UL)
No. of cells	120(6×20)	Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)	Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1000mm(+)/1000mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet 806pcs/40ft Container		

Remark: customized frame color and cable length available upon request

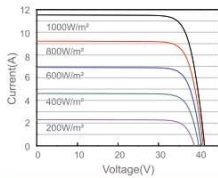
ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM60S20 -365/MR	JAM60S20 -370/MR	JAM60S20 -375/MR	JAM60S20 -380/MR	JAM60S20 -385/MR	JAM60S20 -390/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	365	370	375	380	385	390
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	41.13	41.30	41.45	41.62	41.78	41.94
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	33.96	34.23	34.50	34.77	35.04	35.33
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.30	11.35	11.41	11.47	11.53	11.58
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.75	10.81	10.87	10.93	10.99	11.04
Module Efficiency [%]	19.6	19.9	20.2	20.4	20.7	21.0
Power Tolerance						0→+5W
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )						+0.044%/°C
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )						-0.272%/°C
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )						-0.350%/°C
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

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

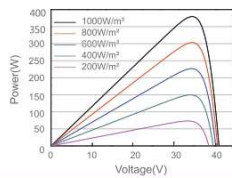
ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT							OPERATING CONDITIONS	
TYPE	JAM60S20 -365/MR	JAM60S20 -370/MR	JAM60S20 -375/MR	JAM60S20 -380/MR	JAM60S20 -385/MR	JAM60S20 -390/MR	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Rated Max Power(Pmax) [W]	276	280	284	287	291	295	Operating Temperature	-40°C→+85°C
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	38.41	38.65	38.89	39.14	39.38	39.63	Maximum Series Fuse Rating	20A
Max Power Voltage(Vmp) [V]	32.05	32.30	32.55	32.72	32.96	33.20	Maximum Static Load,Front	5400Pa ( 112 lb/ft <sup>2</sup> )
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35	9.40	Maximum Static Load,Back	2400Pa ( 50 lb/ft <sup>2</sup> )
Max Power Current(Imp) [A]	8.61	8.66	8.71	8.78	8.83	8.88	NOCT	45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

#### CHARACTERISTICS

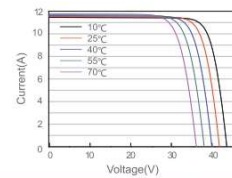
Current-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Power-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Current-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global\_EN\_20201118A



Ficha técnica del inversor

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1  
**Technical Specification**

Technical Specification	SUN2000-3KTL-M1	SUN2000-4KTL-M1	SUN2000-5KTL-M1	SUN2000-6KTL-M1	SUN2000-8KTL-M1	SUN2000-10KTL-M1
<b>Efficiency</b>						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
<b>Input (PV)</b>						
Recommended max. PV power <sup>1</sup>	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage <sup>2</sup>	1,100 V					
Operating voltage range <sup>3</sup>	140 V ~ 980 V					
Start-up voltage	200 V					
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					
<b>Input (DC Battery)</b>						
Compatible Battery	HUAWEI Smart String ESS 5kWh - 30kWh					
Operating voltage range	600 V ~ 980 V					
Max operating current	16 A					
Max charge Power	10,000 W					
Max discharge Power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
<b>Output (On Grid)</b>						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA <sup>4</sup>
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					
<b>Output ( Backup Power via Backup Box-B1 )</b>						
Maximum apparent power	3,300 VA					
Rated output voltage	220 V / 230 V					
Maximum output current	15 A					
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					
<b>Features &amp; Protections</b>						
Input-side disconnection device	Yes					
Anti-Islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Arc fault protection	Yes					
Ripple receiver control	Yes					
Integrated PID recovery <sup>5</sup>	Yes					
Battery reverse charging from grid	Yes					
<b>General Data</b>						
Operating temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)					
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH					
Operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App					
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)					
Weight (incl. mounting bracket)	17 kg (37.5 lb)					
Dimension (incl. mounting bracket)	525 x 470 x 146.5 mm (20.7 x 18.5 x 5.8 inch)					
Degree of protection	IP65					
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W <sup>6</sup>					
<b>Optimizer Compatibility</b>						
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P					
<b>Standard Compliance (more available upon request)</b>						
Certificate	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116					
Grid connection standards	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA					

<sup>1</sup> Inverter max input PV power is 20,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

<sup>2</sup> The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

<sup>3</sup> Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

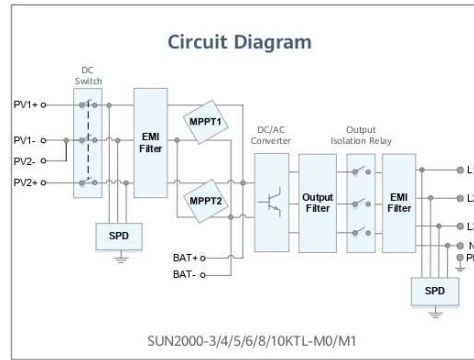
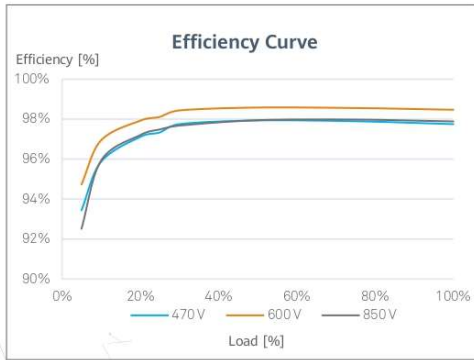
<sup>4</sup> C10 / 11: 10,000 VA

<sup>5</sup> SUN2000-3~10KTL-M1 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).

<sup>6</sup> <10 W when PID recovery function is activated.

Version No.:04-(20201006)





\*1 Only applicable to SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 smart energy center.  
 \*2 SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 will be compatible with HUAWEI smart string ESS in Q1, 2021

SOLAR.HUAWEI.COM/EU/

## Ficha técnica de las baterías

### LUNA2000-5/10/15-S0 Especificaciones técnicas



Características			
Módulo de potencia	LUNA2000-5KW-C0		
Número de módulos de potencia	1		
Módulo de batería	LUNA2000-5-E0		
Energía por módulo de batería	5 kWh		
Número de módulos de batería	1	2	3
Energía útil de la batería <sup>1</sup>	5 kWh	10 kWh	15 kWh
Potencia máxima de salida	2.5 kW	5 kW	5 kW
Potencia pico de salida	3.5 kW, 10 s	7 kW, 10 s	7 kW, 10 s
Tensión nominal (sistema monofásico)	360 V		
Rango de tensión de operación (sistema monofásico)	350 – 560 V		
Tensión nominal (sistema trifásico)	600 V		
Rango de tensión de operación (Sistema trifásico)	600 – 980 V		

Comunicación	
Display	Indicador del estado SOC, indicador LED
Comunicación	RS485 / CAN (solo para funcionamiento en paralelo)

Especificaciones generales			
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	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)
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	63.8 kg (140.7 lb)	113.8 kg (250.9 lb)	163.8 kg (361.1 lb)
Dimensión del módulo de potencia (AxDxA)	670 * 150 * 240 mm (26.4 * 5.9 * 9.4 inch)		
Peso del módulo de potencia	12 kg (26.5 lb)		
Dimensión del módulo de batería (AxDxA)	670 * 150 * 360 mm (26.4 * 5.9 * 14.0 inch)		
Peso del módulo de batería	50 kg (110.2 lb) <sup>2</sup>		
Instalación	Soporte de suelo (estándar), montaje en pared (opcional)		
Rango de temperatura en operación	-20°C ~ +55°C (-4°F ~ 131°F) <sup>3</sup>		
Altitud de operación	0 - 4,000 m (13,123 ft.) (Derating por encima de 2,000 m)		
Medio ambiente	Exterior <sup>4</sup> (*Consulte el manual de usuario para las condiciones de instalación)		
Humedad relativa	5% - 95%		
Ventilación	Convección natural		
Grado de protección	IP 66		
Emisión de sonidos	<29 dB		
Tecnología de célula	Litio-ferrofosfato (LiFePO4)		
Garantía	10 años <sup>5</sup>		
Escalabilidad	Max. 2 sistemas funcionando en paralelo		
Compatibilidad con inversores	SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1, SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 <sup>6</sup> , SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1		

Cumplimiento de normas (más disponibles a pedido)	
Certificados	CE, RCM, CEC, VDE2510-50, IEC62619, IEC 60730, UN38.3

Pedido y pieza entregable	
Product ordering model <sup>6</sup>	LUNA2000-5KW-C0, LUNA2000-5-E0, LUNA2000 Wall Mounting Bracket

\*1. condiciones del est: profundidad del 100% de la descarga (DoD), carga y descarga de la tarifa 0.2C 25°C, en el comienzo de la vida. Si no se instalan módulos fotovoltaicos o el sistema no ha detectado la luz solar durante al menos 24 horas, el final mínimo de descarga SOC es 15%.

\*2. El peso del módulo de la batería está sujeto al producto real, con una tolerancia del ±3%.

\*3. Consulte la carta de garantía de la batería para la aplicación condicional.

\*4. La instalación inadecuada del sistema de almacenamiento puede comprometer la garantía del producto y la seguridad de la operación. Por favor, siga el manual del usuario durante la instalación, uso y mantenimiento del sistema de almacenamiento.

\*5. Póngase en contacto con el ingeniero local para la compatibilidad entre el SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 con el LUNA2000.

\*6. El Sistema de almacenamiento se solicitará y enviará para módulos de potencia y módulos de batería por separado con sus respectivas cantidades.  
SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

## ANEXO 3: INFORMES DE PVGIS

Resultados de PVGIS para un sistema conectado a red

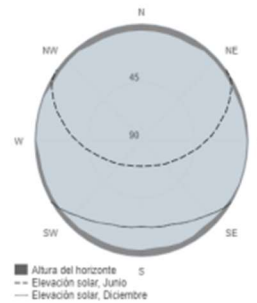


PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

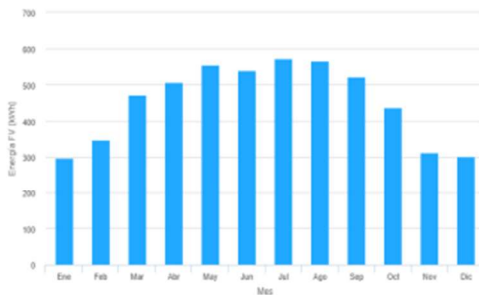
**Datos proporcionados:**  
 Latitud/Longitud: 43.296,-2.918  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 5.32 kWp  
 Pérdidas sistema: 20.4 %

**Resultados de la simulación**  
 Ángulo de inclinación: 36 (opt) \*  
 Ángulo de azimut: -1 (opt) \*  
 Producción anual FV: 5435.18 kWh  
 Irradiación anual: 1462.97 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 207.85 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -2.87 %  
 Efectos espectrales: 1.59 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -11.09 %  
 Pérdidas totales: -30.17 %

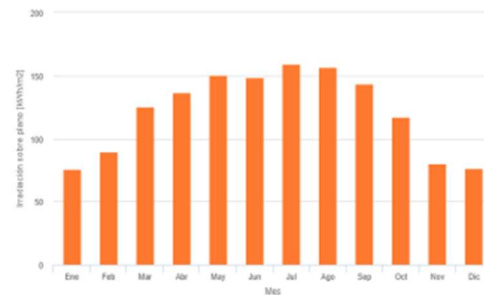
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	298.0	76.3	46.0
Febrero	348.5	90.2	79.2
Marzo	472.0	125.3	84.2
Abril	507.2	136.7	64.1
Mayo	554.9	150.5	62.7
Junio	539.2	148.9	45.6
Julio	573.2	159.5	42.7
Agosto	566.8	156.9	37.2
Septiembre	522.7	143.6	34.7
Octubre	437.9	117.7	48.2
Noviembre	313.0	80.5	69.4
Diciembre	301.7	76.9	59.9

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].  
 H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>].  
 SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalen. Sin embargo, la Comisión acepta toda responsabilidad de relación con la información incluida en este sitio. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciones contenidas en nuestro sitio pueden haberse creado o estructurado en archivos o formatos no estándar de dichos errores, y no podemos garantizar que esto no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no acepta ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar este sitio o sitios conexos con enlaces al mismo. Para obtener más información, por favor visite [http://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_en](http://ec.europa.eu/info/legal-notice_en)

Resultados de PVGIS para un sistema conectado a red



# Resultados de PVGIS para un sistema aislado



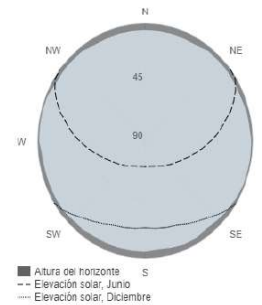
## Rendimiento de un sistema FV autónomo

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar

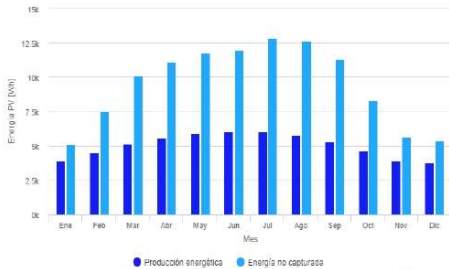
**Datos proporcionados**

Latitud/Longitud:	43.296,-2.918	Ángulo de inclinación:	36 °
Horizonte:	Calculado	Ángulo de azimut:	-1 °
Base de datos:	PVGIS-SARAH2	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV instalado:	5320 Wp	Porcentaje días batería cargada:	86.19 %
Capacidad de la batería:	2400 Wh	Porcentaje días batería descargada:	100 %
Limitador de descarga:	40 %	Energía media no capturada:	10985.01 Wh
Consumo diario:	12110 Wh	Energía media que falta:	7065.01 Wh

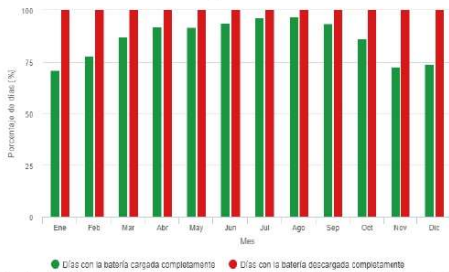
**Perfil del horizonte en la localización seleccionada**



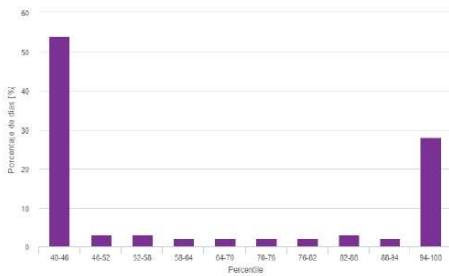
**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**



**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**



**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**



**Rendimiento medio mensual**

Mes	E_d	E_J	f_f	f_e
Enero	3944.9	5070.2	71.2	100.0
Febrero	4515.0	7485.4	77.7	100.0
Marzo	5135.8	10055.9	87.3	100.0
Abril	5580.2	11071.6	92.1	100.0
Mayo	5861.7	11789.3	91.9	100.0
Junio	6052.4	11927.2	94.0	100.0
Julio	6029.1	12824.8	96.4	100.0
Agosto	5760.0	12608.3	96.8	100.0
Septiembre	5307.4	11309.6	93.8	100.0
Octubre	4645.9	8308.8	86.1	100.0
Noviembre	3916.7	5644.5	72.5	100.0
Diciembre	3745.3	5349.8	73.9	100.0

E\_d: Producción energética media diaria [Wh/día].  
 E\_J: Energía media diaria no capturada [Wh/día].  
 f\_f: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].  
 f\_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

Cs	Cb
40-46	54.0
46-52	3.0
52-58	3.0
58-64	2.0
64-70	2.0
70-76	2.0
76-82	2.0
82-88	3.0
88-94	2.0
94-100	28.0

Cs: Estado de carga al final de cada día [%].  
 Cb: Porcentaje de días con este estado de carga [%].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades, y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es asegurar la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalan. No obstante, la Comisión acepta toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque ha hecho todo lo posible por reducir al mínimo los errores humanos, algunos datos o informaciones contenidas en esta web pueden estar incompletas o estar sujetas a cambios, o estar obsoletas. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar esta web o datos obtenidos con enlaces al mismo.

Para obtener más información, por favor visite [https://ec.europa.eu/pvgis/infotoolbox\\_es](https://ec.europa.eu/pvgis/infotoolbox_es)



PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/09/13