



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración  
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

Estudio de viabilidad de una planta solar situada en San  
Miguel de Salinas (Alicante)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Mikhaylova, Darya

Tutor/a: Guaita Pradas, Inmaculada

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ADE

# Estudio de viabilidad de una planta solar situada en San Miguel de Salinas (Alicante)

Trabajo final de grado.

Grado en Administración y Dirección de Empresas.

Facultad de Administración y Dirección de Empresas.

Universidad Politécnica de Valencia.

Autor: Darya Mikhaylova

Tutor: Inmaculada Guaita Pradas

Valencia, julio de 2023



## **Agradecimientos**

A mi madre, por apoyarme más que nadie durante toda la carrera universitaria, y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación se puede conseguir todo lo que te propongas.

A mi abuela, por animarme más que nadie y estar presente a pesar de la distancia.

A mi tutora, Inmaculada, por tener tanta paciencia conmigo y por guiarme y facilitarme la información necesaria para llevar a cabo este trabajo.

## Resumen

El objetivo del presente Trabajo Final de Grado (TFG) se centra en analizar la rentabilidad de una planta de energía solar situada en la provincia de Alicante, concretamente en el municipio de San Miguel de Salinas. Este análisis se realizará utilizando tanto con los métodos clásicos de evaluación de inversiones, como son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) o el payback, como también con los métodos de índices múltiples, como son el VAN anualizado o el ratio coste-beneficio, entre otros.

En las últimas décadas, el uso de las energías renovables ha aumentado notablemente gracias a las políticas que se han tomado, y también a la reducción de costes, sobre todo en la energía solar y la energía eólica. Así, las energías renovables se han situado en la cuarta posición del ranking de las fuentes de consumo de energías primarias a nivel mundial.

Este cambio en la forma de consumo se ha visto reflejado en las acciones tomadas por las empresas respecto al uso de la energía renovable. En este documento se analizará un proyecto de una planta de energía solar fotovoltaica, dado que sería interesante descubrir si esta, aparte de ser respetuosa con el medio ambiente, también es beneficiosa para los inversores.

## Palabras clave

Energías renovables, energía solar fotovoltaica, inversión responsable, medio ambiente, rentabilidad.

## Abstract

The aim of this Final Degree Project is focused on analysing the profitability of a solar power plant located in the province of Alicante, specifically in the municipality of San Miguel de Salinas. This analysis will be conducted using both Classical Methodologies of Investment Analysis (CMIA), such as the Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) or Payback, as well as Multi-Index Methodology (MIM), such as the annualized NPV or cost-benefit ratio, among others.

In recent decades, the use of renewable energies has increased thanks to the policies that have been taken, and to the reduction of costs, especially in solar and wind energy. Thus, renewable energies have become the fourth largest source of primary energy consumption worldwide.

This change in the way of consumption has been reflected in the actions taken by companies regarding the use of renewable energy. This paper will analyse a solar photovoltaic power plant project, since it would be interesting to find out whether this project, apart from being environmentally friendly, is also beneficial for investors.

## Keywords

Renewable energy, photovoltaic solar energy, responsible investment, environment, profitability.

## Resum

L'objectiu del present Treball Final de Grau (TFG) se centra en analitzar la rendibilitat d'una planta d'energia solar situada a la província d'Alacant, concretament en el municipi de San Miguel de Salinas. Aquest anàlisi es realitzarà utilitzant tant els mètodes clàssics d'avaluació d'inversions, com són el Valor Actual Net (VAN), la Taxa Interna de Retorn (TIR) o el payback, com també amb els mètodes d'índexs múltiples, com són el VAN anualitzat o el ràtio cost-benefici, entre altres.

En les últimes dècades, l'ús de les energies renovables ha augmentat notablement gràcies a les polítiques que s'han pres, i també a la reducció de costos, sobretot en l'energia solar i l'energia eòlica. Així, les energies renovables s'han situat en la quarta posició del rànquing de les fonts de consum d'energies primàries a nivell mundial.

Aquest canvi en la forma de consum s'ha vist reflectit en les accions preses per les empreses respecte a l'ús de l'energia renovable. En aquest document s'analitzarà un projecte d'una planta d'energia solar fotovoltaica, atés que seria interessant descobrir si aquesta, a part de ser respectuosa amb el medi ambient, també és beneficiosa per als inversors.

## Paraules clau

Energies renovables, energia solar fotovoltaica, inversió responsable, medi ambient, rendibilitat.

## Índice

1.	Introducción .....	12
1.1.	Objeto del trabajo .....	12
1.2.	Objetivos del trabajo .....	12
1.3.	Metodología .....	12
1.4.	Estructura del trabajo.....	12
2.	La energía .....	14
2.1.	Fuentes de energía no renovables .....	16
2.2.	Fuentes de energía renovables .....	19
3.	El sector energético en España .....	26
4.	Uso de las fuentes de energía renovables en España .....	34
5.	Uso de la energía solar en España.....	41
6.	Descripción del proyecto.....	46
6.1.	Elección del emplazamiento .....	46
6.2.	Características de la planta .....	52
6.2.1.	Ingresos de la planta .....	52
6.2.2.	Gastos de la planta .....	54
6.2.3.	Flujos de caja de la planta .....	60
7.	Análisis de la inversión .....	63
7.1.	Métodos clásicos de evaluación de las inversiones .....	63
7.2.	Método de índices múltiples.....	65
8.	Conclusiones.....	66
	BIBLIOGRAFÍA.....	67
	ANEXOS .....	71
	ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030.....	71
	ANEXO II. INFORME EXTRAÍDO DE PVGIS. ....	73
	ANEXO III. INGRESOS, GASTOS, BENEFICIOS E IMPUESTOS DE LA PLANTA SOLAR. ....	74
	ANEXO IV. FINANCIACIÓN DE LA PLANTA SOLAR.....	75

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Importaciones de gas natural de la Unión Europea desde enero de 2019 hasta septiembre de 2022. ....	14
Gráfica 2. Las 5 herramientas para enfrentar la posible brecha entre la oferta y la demanda de gas en la Unión Europea en 2023.....	15
Gráfica 3. Pronóstico de la demanda de petróleo antes de la pandemia y en 2021, desde 2010 hasta 2026.....	16
Gráfica 4. Generación de gas en el Escenario de Cero Emisiones Netas entre 2010 y 2040.....	17
Gráfica 5. Adiciones de capacidad mundial de energía nuclear en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 1971 hasta 2030.....	18
Gráfica 6. Generación eólica en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 2010 hasta 2030. ....	20
Gráfica 7. Generación hidroeléctrica en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 2010 hasta 2030.....	21
Gráfica 8. Generación de energía mareomotriz y su evolución desde 2005 hasta 2030. ....	22
Gráfica 9. Generación de energía solar fotovoltaica en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 2010 hasta 2030. ....	25
Gráfica 10. Evolución de las emisiones de CO <sub>2</sub> por fuente de energía en España entre 1990 y 2020.....	26
Gráfica 11. Evolución del suministro total de energía por fuente en España entre 2000 y 2019. ....	27
Gráfica 12. Evolución del consumo final total por fuente en España entre 2000 y 2019.....	27
Gráfica 13. Evolución de la producción energética por fuente en España desde 2000 hasta 2019.....	28
Gráfica 14. Evolución de producción/suministro total de energía por fuente de energía en España entre 2000 y 2019.....	28
Gráfica 15. Emisiones de gases de efecto invernadero en España por sectores desde 1990 hasta 2018.....	30
Gráfica 16. Gasto público en I+D+i relacionado con la energía sobre el PIB en los países de la AIE en 2018. ....	32
Gráfica 17. Gasto público en I+D+i relacionado con la energía sobre el PIB por categoría entre 2008 y 2018.....	32
Gráfica 18. Energía renovable en el consumo total de energía final en España entre 2000 y 2019.....	34
Gráfica 19. Evolución de las energías renovables en la generación eléctrica en España desde 2013 hasta 2022.....	35
Gráfica 20. Evolución de las energías renovables y no renovables en la generación eléctrica en España desde 2013 hasta 2022.....	35
Gráfica 21. Estructura de la generación eléctrica en España en 2022.....	36
Gráfica 22. Potencia instalada en el escenario objetivo del PNIEC de España. ....	36
Gráfica 23. Impacto del COVID-19 en la demanda eléctrica en España del 20 de enero al 11 de agosto de 2020 (en gigavatios hora). ....	38
Gráfica 24. Ranking mundial de potencia solar instalada. ....	41
Gráfica 25. Capacidad instalada de las energías renovables en España desde 2015 hasta 2030 en megavatios. ....	42
Gráfica 26. Producción de energía mensual de la planta solar fotovoltaica.....	52

Gráfica 27. VAN para diferentes tipos de interés. .... 64

## Índice de figuras

Figura 1. Fuentes de energía autorrenovables. ....	18
Figura 2. Clasificación de las actuales tecnologías solares.....	22
Figura 3. Mapa político de España. ....	28
Figura 4. Interconexiones actuales de España con los países vecinos. ....	39
Figura 5. Criterios y subcriterios identificar las áreas con alto potencial para el desarrollo de plantas solares fotovoltaicas.....	46
Figura 6. Metodología utilizada para seleccionar áreas con SIG.....	47
Figura 7. Resultados de PROMETHEE y ranking de las áreas con alto potencial para el desarrollo de parques solares. ....	48
Figura 8. Datos catastrales de la parcela elegida. ....	50
Figura 9. Croquis catastral de la parcela elegida.....	50

## Índice de imágenes

Imagen 1. Paneles fotovoltaicos en una planta de energía solar. ....	23
Imagen 2. Vista aérea del municipio de San Miguel de Salinas .....	45

## Índice de tablas

Tabla 1. Indicadores y objetivos de España para los años 2030, 2040 y 2050.....	30
Tabla 2. Calendario de las subastas de energía renovable en España para el periodo 2020-2025. .....	36
Tabla 3. Evolución de la potencia instalada de energía eléctrica en España en megavatios.....	42
Tabla 4. Tercera subasta de energía renovable en España celebrada el 25 de octubre de 2022. .....	43
Tabla 5. Producción de energía y VAN de cada ubicación. ....	49
Tabla 6. Ingresos de la planta solar fotovoltaica.....	52
Tabla 7. Gastos de mantenimiento y seguro de la planta solar fotovoltaica.....	54
Tabla 8. Gastos de alquiler de la planta solar fotovoltaica. ....	55
Tabla 9. Gastos de amortización técnica de la planta solar fotovoltaica.....	56
Tabla 10. Gasto en intereses de la planta solar fotovoltaica. ....	57
Tabla 11. Gasto en impuestos de la planta solar fotovoltaica. ....	58
Tabla 12. Ingresos y cobros de la planta solar fotovoltaica. ....	59
Tabla 13. Gastos y pagos de la planta solar fotovoltaica. ....	60
Tabla 14. Flujos de caja de la planta solar fotovoltaica. ....	61
Tabla 15. VAN, TIR y plazo de recuperación de la inversión, y sus respectivos criterios de decisión. ....	62
Tabla 16. Resultados del método de índices múltiples, y sus criterios de decisión.....	64

## **1. Introducción**

### **1.1. Objeto del trabajo**

El objeto del presente trabajo de fin de grado reside en analizar la viabilidad de un proyecto de energía renovable que consiste en la instalación de una planta de energía solar fotovoltaica en el municipio de San Miguel de Salinas, situado en la provincia de Alicante. Descrita la finalidad de este documento, pasaré a establecer los objetivos que se pretenden perseguir.

### **1.2. Objetivos del trabajo**

El objetivo principal de este trabajo es analizar la rentabilidad de una planta de energía solar en la Comunidad Valenciana, concretamente en la provincia de Alicante. También me he propuesto una serie de objetivos secundarios como son:

- Utilizar métodos de análisis de inversiones distintos de los clásicos como, por ejemplo, el VAN anualizado o el Retorno de la Inversión (ROI por sus siglas en inglés).
- Conocer los datos sobre el sector a estudiar a nivel regional.
- Conocer los parámetros de una inversión en una planta de energía solar.

A continuación, describiré la metodología empleada en la elaboración de este trabajo.

### **1.3. Metodología**

En el presente trabajo se han utilizado mayoritariamente fuentes de información secundarias, dado que los recursos que se han consultado han sido libros, revistas y páginas web. Sin embargo, también se ha hecho uso de fuentes primarias como puede ser la Directiva (UE) 2018/2001, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

Ahora pasaré a presentar la estructura seguida en el presente documento.

### **1.4. Estructura del trabajo**

Este trabajo está distribuido en siete capítulos. A continuación, se detallará el contenido de cada uno de los estos siete capítulos.

El primer capítulo introduce el presente trabajo desde el punto de vista del objeto, los objetivos, la metodología y la estructura relacionados con este trabajo final de grado.

El segundo capítulo versará sobre las fuentes de energía y los tipos existentes, haciendo hincapié en la energía solar.

El tercer capítulo tratará sobre los hechos que están marcando la estructura del sector energético actual desde la perspectiva española. También se conocerán sus perspectivas futuras.

El cuarto capítulo se centrará, en este caso, en la introducción de las energías renovables en el sector energético español.

En el quinto capítulo se tratará sobre la energía solar en particular y sus previsiones de futuro.

En el sexto capítulo se describirá el proyecto que es objeto de estudio del presente Trabajo Final de Grado. Se explicarán sus características tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista económico.

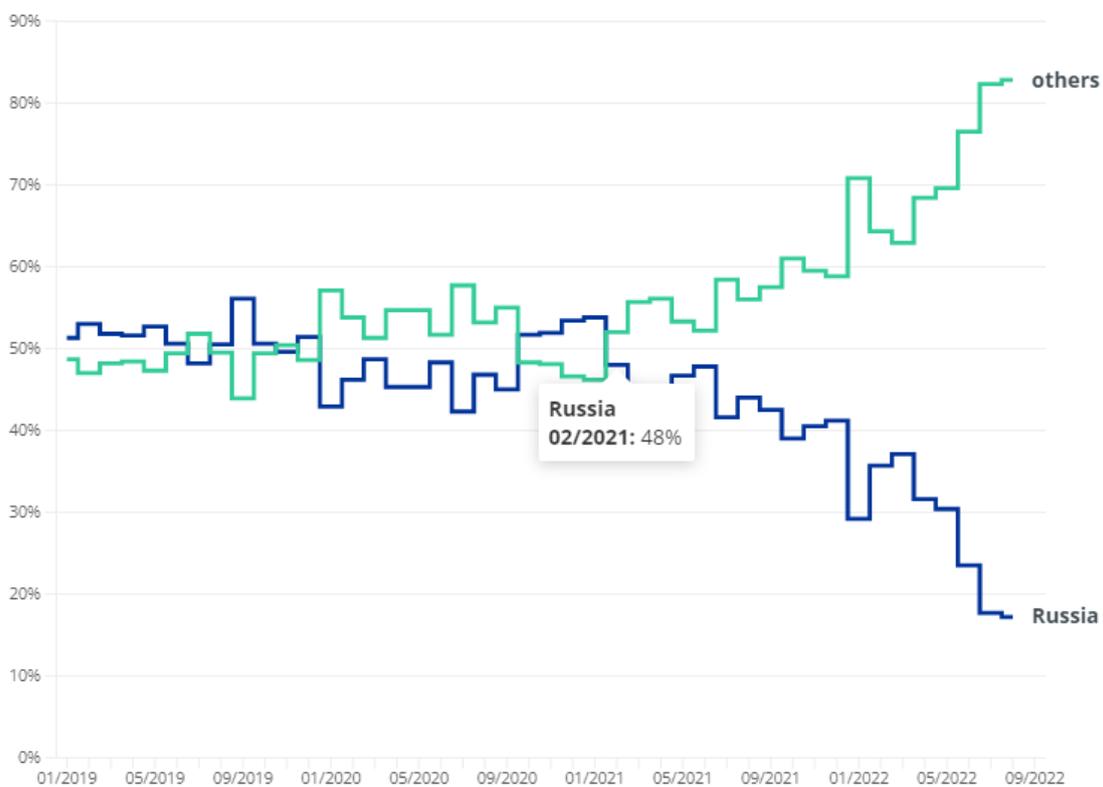
El séptimo capítulo analizará la inversión mediante los indicadores financieros usados comúnmente en la valoración de este tipo de proyectos, pero también se utilizarán métodos alternativos con el fin de permitir una visión más completa y global de la situación.

Finalmente, en el octavo capítulo se mostrarán las conclusiones a las que se ha llegado tras la realización del trabajo y se señalarán los aspectos más importantes.

## 2. La energía

Últimamente, la energía ha sido uno de los asuntos que más ha preocupado a la sociedad tanto española como europea, sobre todo, tras la invasión a Ucrania por parte de Rusia, que comenzó el 24 de febrero de 2022. Este hecho alteró significativamente las previsiones sobre la disponibilidad de energía en la Unión Europea durante los meses de invierno del año 2022, dado que el gas natural que se usa para la calefacción de los hogares, entre otras cosas, se importaba sobre todo de Rusia. Según el Consejo Europeo, en 2021 la Unión Europea importó el 83% de su gas natural, del cual, hasta la segunda mitad de ese año, alrededor del 50% provenía de Rusia, hecho que se puede observar en la Gráfica 1 (European Council, 2023).

Gráfica 1. Importaciones de gas natural de la Unión Europea desde enero de 2019 hasta septiembre de 2022.

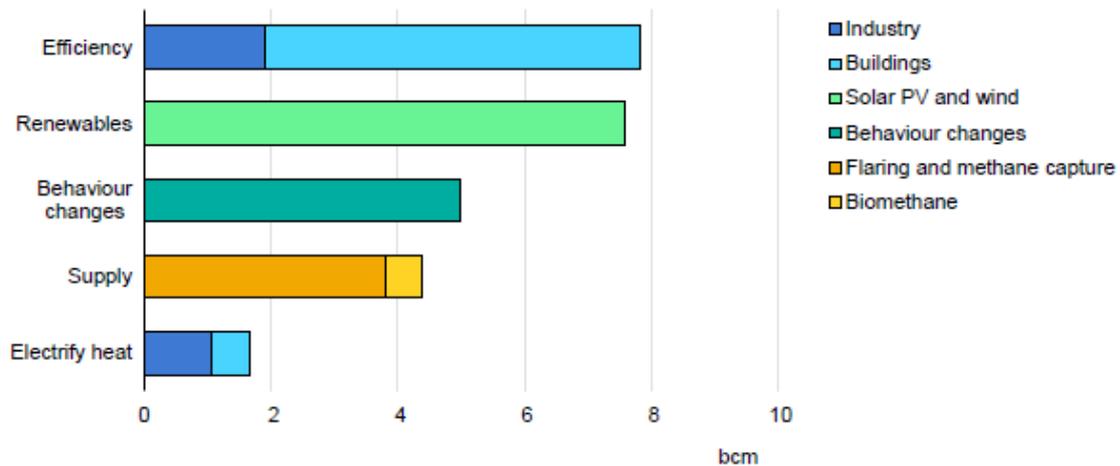


Fuente: (European Council, 2023).

Los recientes acontecimientos han obligado a la Unión Europea a diversificar más a sus proveedores de gas. Sin embargo, también se han planteado otras medidas para una transición energética hacia energías más limpias. Recientemente, la Agencia Internacional de la Energía, también conocida comúnmente por sus siglas AIE (IEA en inglés), ha publicado un informe en el que se analizan las distintas formas de enfrentar la brecha que podría surgir entre la oferta y la demanda de gas si Rusia decidiera cortar el suministro por completo (IEA, 2022).

Entre las cinco herramientas que se proponen en el informe anteriormente mencionado, se presenta una que implica un despliegue más amplio de las energías renovables, que permitirá un ahorro adicional de energía de hasta 7,5 billones de metros cúbicos de gas natural, tal y como se aprecia en la Gráfica 2 (IEA, 2022). Además, es una alternativa compatible con los objetivos medioambientales marcados por la Unión Europea para 2050, puesto que no supone un deterioro ambiental, tal y como sucedería en el caso de que se pusieran en marcha algunas plantas de carbón, lo cual sería una alternativa posible, aunque no muy responsable con el medio ambiente.

Gráfica 2. Las 5 herramientas para enfrentar la posible brecha entre la oferta y la demanda de gas en la Unión Europea en 2023.



Fuente: (IEA, 2022).

Llegados a este punto y puesto que se ha mencionado el tema del medio ambiente, es importante distinguir los dos tipos de fuentes de energía según su perdurabilidad en el tiempo, su tasa de recuperación y la rapidez de consumo: las fuentes de energía renovables y las fuentes de energía no renovables (Vega de Kuyper & Ramírez Morales, 2014). En el siguiente apartado se procederá a conocer cada tipo de fuente de energía más detalladamente y se verán los distintos combustibles y tecnologías que las componen.

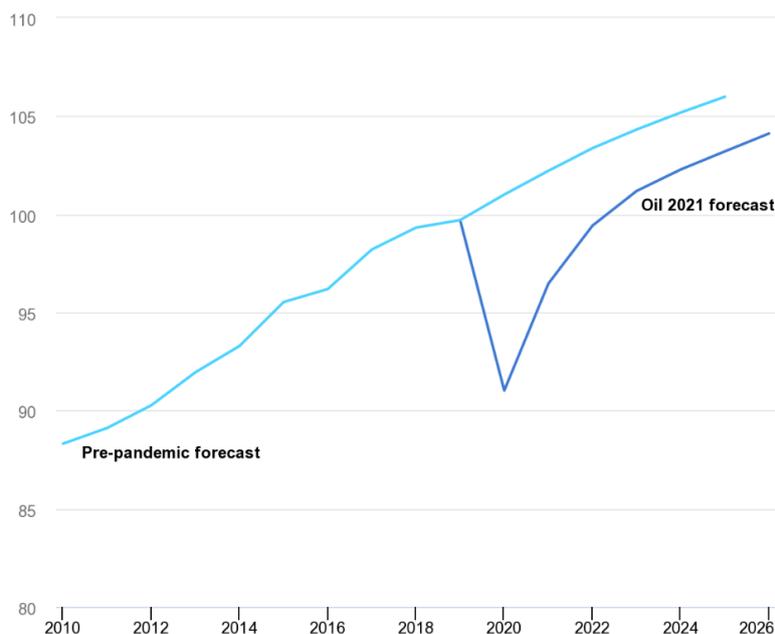
## 2.1. Fuentes de energía no renovables

Las fuentes de energía no renovables se caracterizan por originarse en escasas cantidades o por tener un ciclo de vida menor a su tasa de utilización o de explotación (Vega de Kuyper & Ramírez Morales, 2014). Este grupo está compuesto por el carbón, el petróleo, el gas natural y la energía nuclear. A continuación, se explicarán los datos actuales más relevantes de cada uno de ellos.

El carbón actualmente es la fuente de energía que más electricidad genera, suministrando más de un tercio de la electricidad mundial, lo que le ha permitido alcanzar un máximo histórico en 2021. Sin embargo, también es la fuente que más emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) libera de forma individual. Este hecho dificulta la consecución de los objetivos de cero emisiones netas para 2050 marcados por la Unión Europea, dado que estos exigen que las emisiones disminuyan cada año en promedio en un 9% entre 2022 y 2030, y se eliminen totalmente para el año 2040 (IEA, 2023).

En cuanto al petróleo, se podría afirmar que se enfrenta a un futuro incierto. Durante la pandemia por el COVID-19, su demanda había experimentado una disminución nunca vista, pero en 2021 se ha recuperado y se espera que a corto plazo siga subiendo. Sin embargo, no se sabe de forma muy cierta cuál podría ser su evolución a largo plazo por la aparición de combustibles alternativos y por el comportamiento cambiante de los conductores de vehículos, tal y como se puede observar en la Gráfica 3 (IAE, 2023).

*Gráfica 3. Pronóstico de la demanda de petróleo antes de la pandemia y en 2021, desde 2010 hasta 2026.*



Fuente: (IAE, 2023).

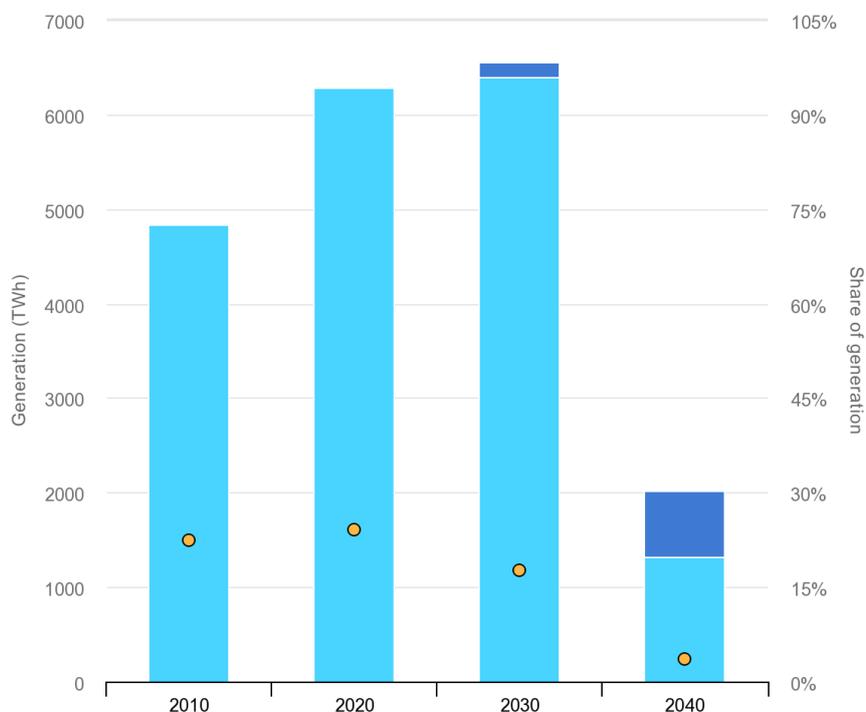
Estudio de viabilidad de una planta solar situada en San Miguel de Salinas (Alicante)

Si se trata de la gasolina, puede que su demanda no vuelva a ser la misma que en los tiempos anteriores a la pandemia, ya que ha habido avances que han permitido ganar eficiencia y confiar más en los vehículos eléctricos. En cambio, si se trata de los plásticos, parece que su demanda sigue creciendo a un ritmo importante a pesar de los esfuerzos gubernamentales para limitar su uso y fomentar su reciclaje. Según estos datos, se calcula que el uso máximo del petróleo a nivel mundial podría darse entre la mitad de la década de 2020 y mediados de la década de 2030 (IAE, 2023).

El siguiente combustible del grupo de fuentes de energía no renovables, el gas natural, hoy en día genera una cuarta parte de la electricidad en el mundo. Su uso ha aumentado considerablemente en la última década, tanto que ha supuesto prácticamente una tercera parte del crecimiento de la demanda de energía, superando así a cualquier otro combustible fósil. Esto ha sido posible gracias a su capacidad de adaptación a las fluctuaciones de la demanda tanto estacionales como las que se producen a corto plazo, dado que el gas natural puede almacenarse y puede ser entregado de varias formas, ya sea mediante tuberías o en un barco (IEA, 2023).

Sin embargo, tal y como le sucede al petróleo, el gas natural también se enfrenta a un futuro incierto. Parece que a medio plazo va a desempeñar un papel relevante en la transición hacia unas energías más limpias como, por ejemplo, la eólica, pero a largo plazo se piensa que dejará de utilizarse porque emite gases de efecto invernadero al medio ambiente, aunque en una cantidad muy inferior a la de otras fuentes de energía no renovables a las que reemplaza cada vez más, como el carbón, lo cual se puede apreciar en la Gráfica 4 (IEA, 2023).

Gráfica 4. Generación de gas en el Escenario de Cero Emisiones Netas entre 2010 y 2040.



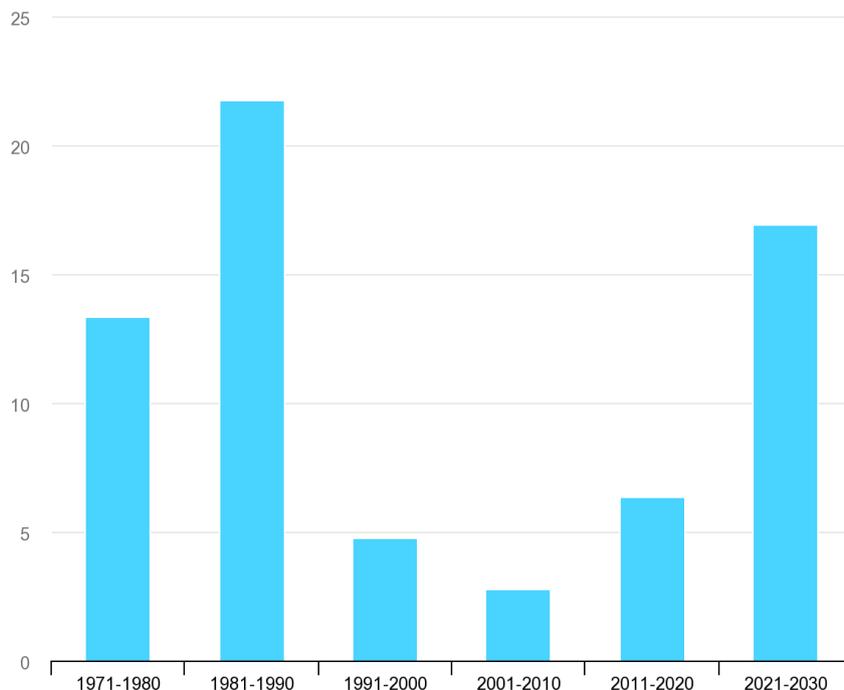
Fuente: (IEA, 2023).

Finalmente, el único componente del grupo de fuentes de energía no renovables que queda por desvelar es la energía nuclear. Ha sido una de las fuentes que más ha contribuido a nivel mundial a generar electricidad sin liberar dióxido de carbono a la atmósfera: en los últimos 50 años ha evitado aproximadamente 55 gigatoneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>. En la actualidad, supone un 10% de la generación mundial de electricidad, y casi un 20% en algunas economías avanzadas (IEA, 2023).

Sin embargo, a pesar de ser una energía libre de emisiones, se enfrenta a ciertos desafíos, dado que, en algunos países como Alemania, Reino Unido y Estados Unidos (todos ellos miembros de G7), se están desmantelando las instalaciones nucleares debido a la oposición pública y las inquietudes sobre la seguridad. Además, es complicado para la energía nuclear competir con algunas alternativas como el gas natural o las energías renovables modernas, ya que las centrales nucleares implican unos altos costes iniciales de inversión y también unos extensos plazos de entrega de los proyectos (IEA, 2023).

Con este dudoso futuro, se podrían generar 4 mil millones de toneladas de emisiones de carbono adicionales, siendo la energía nuclear una herramienta muy útil para la descarbonización del sector de la electricidad, que es uno de los objetivos de la Unión Europea para 2050. Además, las centrales nucleares aportan seguridad eléctrica, puesto que pueden ajustarse a los cambios en la oferta y la demanda, lo que puede ser beneficioso para respaldar energías renovables variables como la eólica y la solar fotovoltaica. En el año 2021, 19 países han visto una oportunidad de desarrollo en este sector y han empezado a construir nuevas instalaciones nucleares (IEA, 2023). Se puede ver el repunte de la energía nuclear en la Gráfica 5.

*Gráfica 5. Adiciones de capacidad mundial de energía nuclear en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 1971 hasta 2030.*

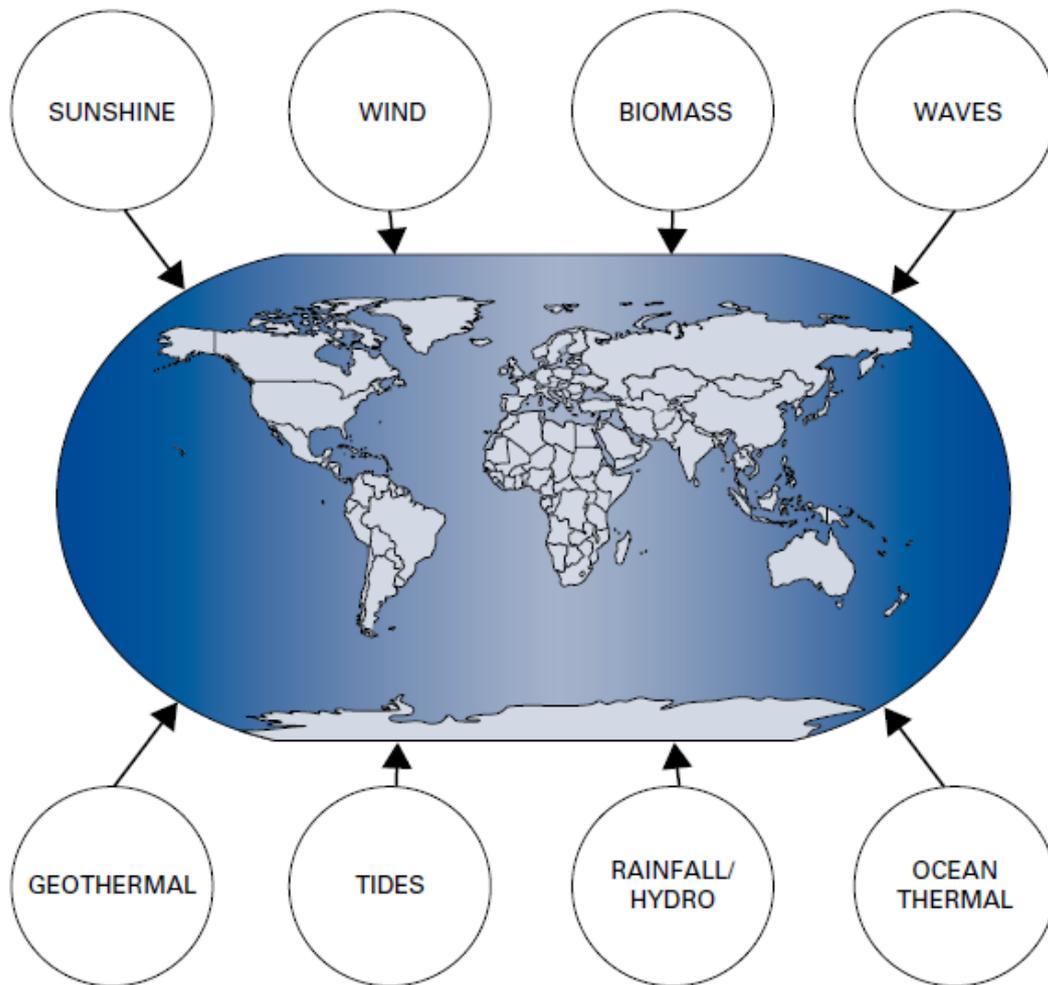


Fuente: (IEA, 2023).

## 2.2. Fuentes de energía renovables

La energía renovable es una energía que surge de flujos de energía repetitivos y constantes que tienen lugar de forma natural en un entorno local (Twidell, 2021), es decir, que procede de un amplio abanico de recursos basados en fuentes de energía autorrenovables como pueden ser, por ejemplo, la luz solar o el movimiento del agua (Bull, 2001). En este grupo se encuentran la energía eólica, la energía hidráulica, la energía geotérmica, la energía mareomotriz, la biomasa y la energía solar. Todos estas fuentes de energía renovables se encuentran en la Figura 1.

Figura 1. Fuentes de energía autorrenovables.



Fuente: (Twidell, 2021).

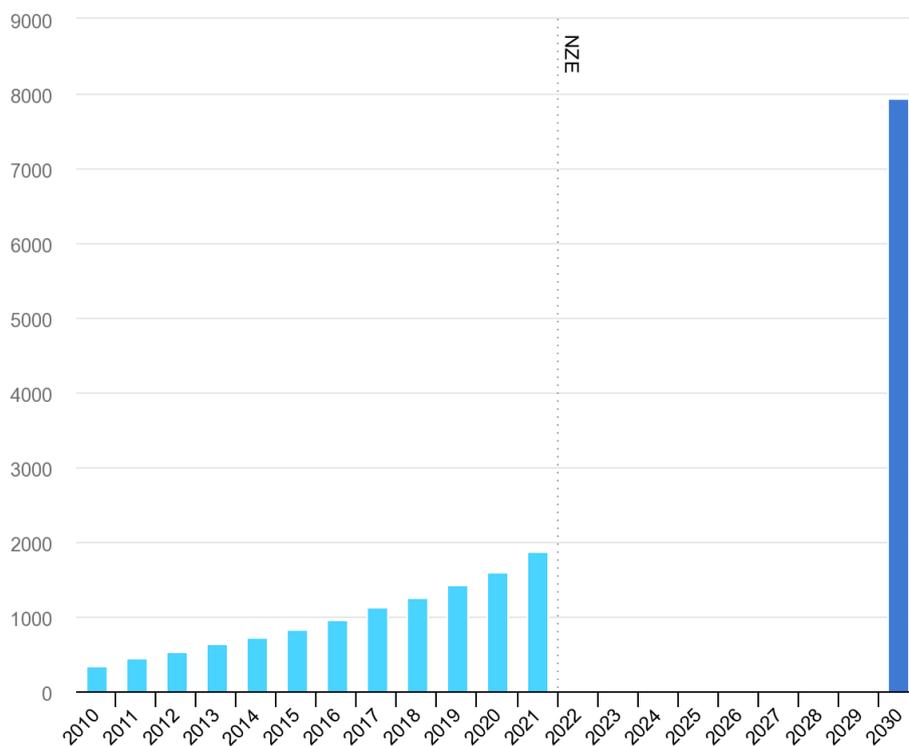
En primer lugar, si se analiza la energía eólica, entonces hay que mencionar que existen dos tipos: la energía eólica terrestre (en inglés, onshore), y la energía eólica marina (en inglés, offshore).

Por un lado, la energía eólica terrestre es una tecnología madura que ha avanzado considerablemente durante los últimos cinco años, aumentando la electricidad producida por megavatio instalado, para permitir el establecimiento de parques eólicos en sitios donde la velocidad del viento es menor a la exigida habitualmente. Aun así, se prevé que las adiciones de energía seguirán aumentando desde 2021 hasta 2027 en unos 35 gigavatios, sobre todo en países que tengan unos marcos regulatorios estables, una gestión de los permisos más eficiente y unos planes que permitan a la red expandirse de forma idónea (IEA, 2023).

Por otro lado, se espera que la energía eólica marina aumente velozmente, dado que los recursos eólicos se aprovechan mejor en el mar que en la tierra. Sin embargo, su crecimiento depende en gran medida de las políticas que vayan tomando los gobiernos respecto a temas como los plazos de entrega y las subastas (IEA, 2023).

En general, la energía eólica en su conjunto tuvo en el año 2021 el mayor crecimiento entre todas energías renovables debido a las adiciones de capacidad, que supusieron un incremento del 55% en comparación con el año 2020. A pesar de ello, para ajustarse a los objetivos marcados para el año 2050 y que se pueden ver en la Gráfica 6, aún habría que incrementar las adiciones de capacidad anuales medias a prácticamente 250 gigavatios, lo que supone más del doble del crecimiento que ha habido en 2020, que fue de 113 megavatios (IEA, 2023).

Gráfica 6. Generación eólica en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 2010 hasta 2030.



Fuente: (IEA, 2023).

En segundo lugar, si se analiza la energía hidráulica, entonces habría que distinguir los tres tipos principales de centrales hidroeléctricas que existen según el flujo: reversibles o de bombeo, de agua fluuyente y de embalse (Elbatran, Abdel-Hamed, Yaakob, Ahmed, & Ismail, 2015).

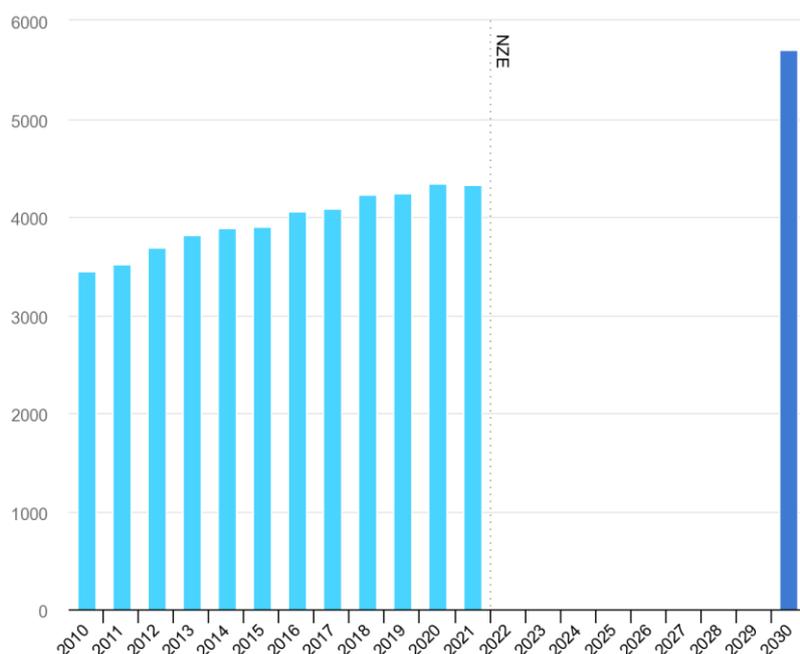
Las centrales reversibles o de bombeo cuentan con dos embalses situados a diferentes alturas, pero conectados entre sí. La idea es que en momentos en los que el consumo energético sea menor al suministro, se bombee agua desde el depósito inferior al depósito superior. Así, cuando la demanda de energía sea mayor al suministro, el agua ya almacenada en el depósito superior se enviará al inferior, generando electricidad (IEA, 2023).

Las centrales de agua fluuyente se caracterizan por utilizar la energía del caudal natural del río para generar electricidad, por tanto, son variables, dado que dependen de las condiciones climáticas y las variaciones hidrológicas. Por ello, estas plantas contienen un espacio para el almacenamiento del agua a fin de que se pueda aprovechar durante varias horas o incluso días, pero generalmente suelen sufrir notables variaciones estacionales o anuales (IEA, 2023).

En cuanto a las centrales hidroeléctricas de embalse, se puede afirmar que son flexibles, ya que son capaces de generar electricidad bajo demanda y no dependen de los flujos tanto como las centrales de agua fluuyente. Además, si el embalse es grande, puede retener meses o años de caudales medios, proteger contra las inundaciones o suministrar riego a los campos (IEA, 2023).

Actualmente, la energía hidroeléctrica en general es la mayor fuente generadora de electricidad a nivel mundial entre las energías renovables, y se estima que siga siendo así durante los próximos años. Sin embargo, en 2021 y 2022 la generación de energía ha disminuido debido a las constantes sequías en los países que más energía hidroeléctrica suelen producir, lo cual se puede observar en la Gráfica 7 (IEA, 2023).

*Gráfica 7. Generación hidroeléctrica en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 2010 hasta 2030.*



Fuente: (IEA, 2023).

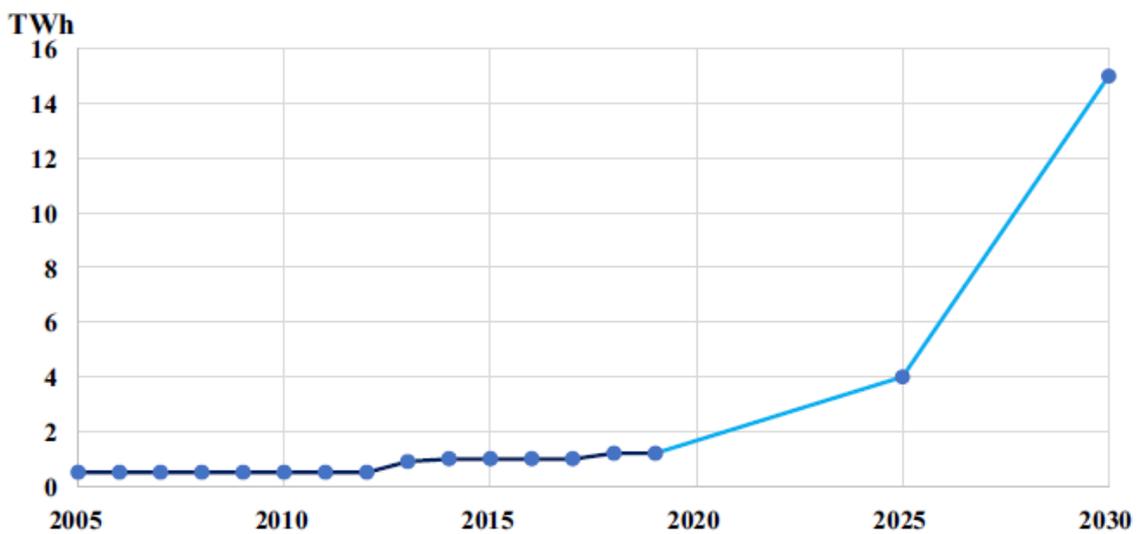
En tercer lugar, dentro del grupo de fuentes de energía renovables, se encuentra la energía geotérmica, que es la energía que se encuentra en el interior de la Tierra en forma de calor, cuyo origen tiene que ver con la estructura interna del planeta y sus procesos físicos (Barbier, 2002).

La energía geotérmica tiene un gran potencial, pero para que su uso aumente, debería haber políticas para enfrentar los posibles riesgos existentes antes del desarrollo y la exploración de recursos. Es por ello que la Agencia Internacional de la Energía calcula que durante el período de 2022 hasta 2027, la energía geotérmica crecerá menos de 6 gigavatios, concentrados en las regiones de África y Asia (IEA, 2022).

En cuarto lugar, aparece la energía mareomotriz, que se produce por las subidas y bajadas de las olas del mar, originadas por las fuerzas gravitatorias del sol y de la luna (Quintero González & Quintero González, 2015). Tal y como sucede con la energía geotérmica, la mareomotriz también tiene un gran potencial, dado que es menos contaminante y puede generar más energía que algunas fuentes de energía renovables.

No obstante, aún no está siendo explotada comercialmente debido a cuestiones como la eficiencia de la turbina, los altos costes de las plantas y la concienciación de la sociedad (Chowdhury, y otros, 2021). La parte positiva es que las previsiones indican que entre los años 2025 y 2030 la generación de energía mareomotriz aumentará considerablemente, lo cual se puede observar en la Gráfica 8.

Gráfica 8. Generación de energía mareomotriz y su evolución desde 2005 hasta 2030.



Fuente: (Chowdhury, y otros, 2021).

En quinto lugar, está la biomasa, que puede definirse como “materia orgánica derivada de organismos vivos o recientemente vivos” (Lewandowski, y otros, 2018).

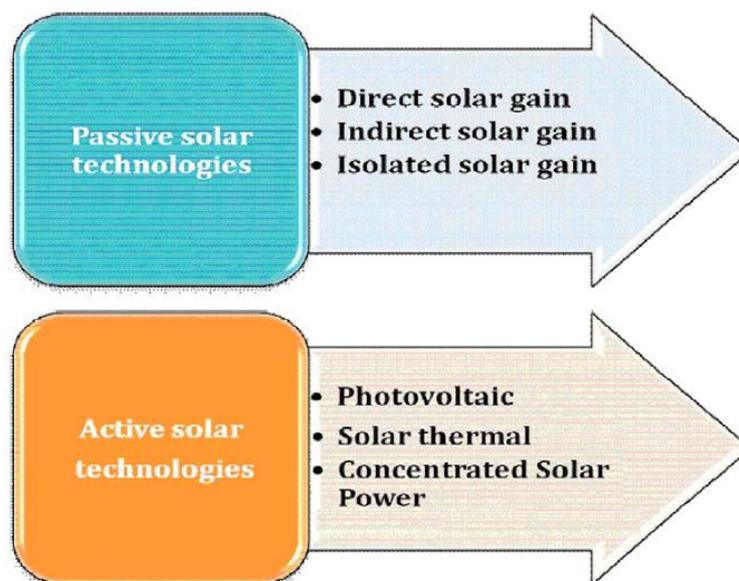
En materia de bioenergía, la Directiva 2009/28/EC define la biomasa como “la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales” (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2023).

Además, en materia de bioeconomía, la Comisión Europea afirma que la biomasa abarca los recursos biológicos renovables para la conversión de estos recursos y flujos de desechos en productos de valor agregado como podrían ser los alimentos, los piensos, los bioproductos y la bioenergía (Comisión Europea, 2023).

Por tanto, se puede observar que la biomasa comprende una amplia variedad de recursos que podrían facilitar la transición hacia unas energías más limpias. Sin embargo, según los pronósticos de la Agencia Internacional de la Energía, parece que el uso tradicional de la biomasa se reducirá en un 13% hasta 2027, sobre todo en India y China, en parte por el desarrollo de estufas de biomasa mejoradas (IEA, 2022).

Por último, si se pasa a analizar la energía solar, tal y como sucede con la energía eólica, hay que distinguir dos tipos de tecnologías: las pasivas y las activas, que aparecen en la Figura 2.

Figura 2. Clasificación de las actuales tecnologías solares.



Fuente: (Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Ki-Hyun , 2018).

Por una parte, las tecnologías solares pasivas acumulan la energía luminosa o térmica del sol sin cambiarla a otro formato. Un ejemplo de este tipo de tecnología sería la recolección, el almacenamiento y la distribución del calor recibido del sol para la calefacción de los hogares, sobre todo durante los meses de invierno (Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Ki-Hyun , 2018).

Por otra parte, las tecnologías solares activas transforman la radiación solar en calor y electricidad a través de equipos como las bombas o los ventiladores. Un ejemplo de tecnología solar activa sería el sistema del calentador de agua solar. Este tipo de tecnología, a su vez, se compone de dos categorías principales: la energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica (Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Ki-Hyun , 2018).

En este trabajo se versará sobre la energía solar fotovoltaica, que implica la conversión de la luz solar en electricidad de forma directa. Además de esta característica, hay otras ventajas: los módulos se pueden producir en grandes fábricas, lo que permite conseguir economías de escala, y también se puede llevar a cabo en cantidades pequeñas a la vez. Por tanto, se puede dar un amplio rango de aplicaciones, que varía desde dispositivos electrónicos personales hasta plantas de generación de energía a gran escala (IEA, 2023). En la Imagen 1 aparece un ejemplo de planta de energía solar fotovoltaica.

*Imagen 1. Paneles fotovoltaicos en una planta de energía solar.*

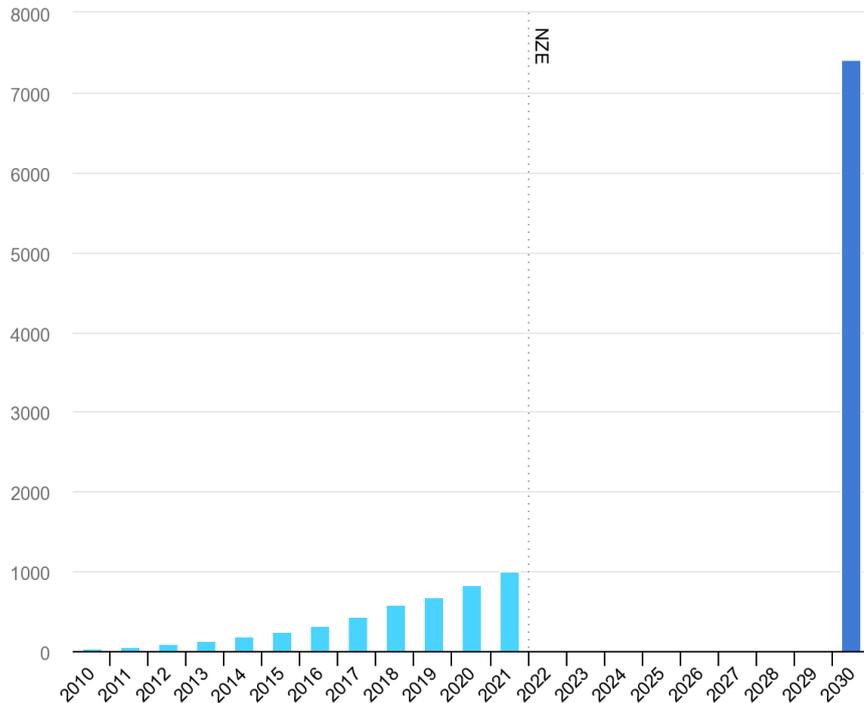


Fuente: (Precup, Kamal, & Hassan, 2019).

En 2021, se generó un 22% más de energía solar fotovoltaica que en el año anterior, lo que supuso el segundo mayor incremento entre las energías renovables, superado solo por la energía eólica. Parte de este éxito se debe a que en la mayoría de los países esta energía renovable a gran escala es la que tiene el menor coste, lo que propicia la inversión en instalaciones fotovoltaicas (IEA, 2023).

A pesar de ello, para conseguir llegar a los objetivos del Escenario de Cero Emisiones Netas para 2050, haría falta que el crecimiento anual promedio entre 2022 y 2030 fuese de un 25%. Esto requiere de una mayor preocupación de los *stakeholders* y un mayor esfuerzo por parte de los agentes políticos, sobre todo en países en vías de desarrollo (IEA, 2023). La previsión de crecimiento de esta tecnología se encuentra representada en la Gráfica 9.

Gráfica 9. Generación de energía solar fotovoltaica en el Escenario de Cero Emisiones Netas desde 2010 hasta 2030.



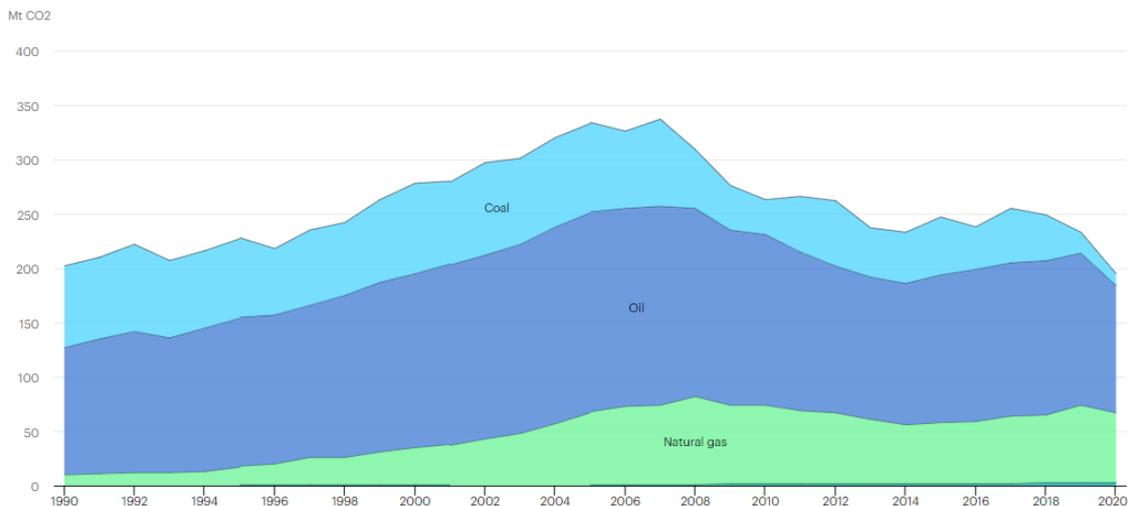
Fuente: (IEA, 2023).

Habiendo repasado los diferentes tipos de energías renovables disponibles en la actualidad y habiendo seleccionado el tipo de energía sobre el que tratará el presente Trabajo Final de Grado, en el siguiente capítulo se procederá a analizar la situación actual del sector energético en España con el objetivo de conocer su situación actual y sus perspectivas.

### 3. El sector energético en España

Actualmente, la mayoría de la oferta y la demanda de energía en España está compuesta por combustibles fósiles, sobre todo, por el petróleo y el gas. Tal y como se ha argumentado en el Capítulo 2 del presente trabajo, estos combustibles fósiles son perjudiciales para el medio ambiente y generan gases de efecto invernadero. Las cantidades que se han ido emitiendo al medio ambiente en España se muestran en la Gráfica 10.

Gráfica 10. Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> por fuente de energía en España entre 1990 y 2020.



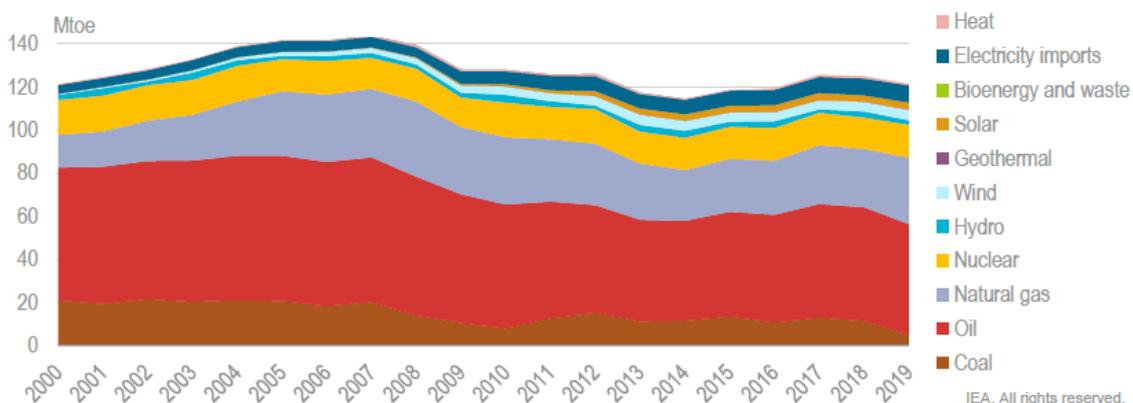
Fuente: (IEA, 2023).

En 2019, los combustibles fósiles ocupaban el 72% del suministro total de energía (también conocido como Total Energy Supply o TES por sus siglas en inglés) y el 68% del consumo final total (también conocido como Total Final Consumption o TFC por sus siglas en inglés) (IEA, 2023).

Si se tiene en cuenta el suministro total de energía o TES, se puede afirmar que en 2019 estaba compuesto principalmente de petróleo (42%) y de gas (25%), lo que ha llevado a España a ocupar el vigésimo puesto en el ranking de participación de combustibles fósiles en el suministro total de energía entre los países miembros de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2023).

Históricamente, el suministro total de energía llegó a su máximo en 2007. Después, disminuyó en un 20% hasta el año 2014 debido a la crisis financiera, pero repuntó en un 10% desde 2014 hasta 2017. En 2019 se ha vuelto a reducir, pero esta vez en 5 millones de toneladas equivalentes de petróleo (IEA, 2023). En la Gráfica 11 aparece la evolución que ha tenido el suministro total de energía entre el año 2000 y el año 2019.

Gráfica 11. Evolución del suministro total de energía por fuente en España entre 2000 y 2019.

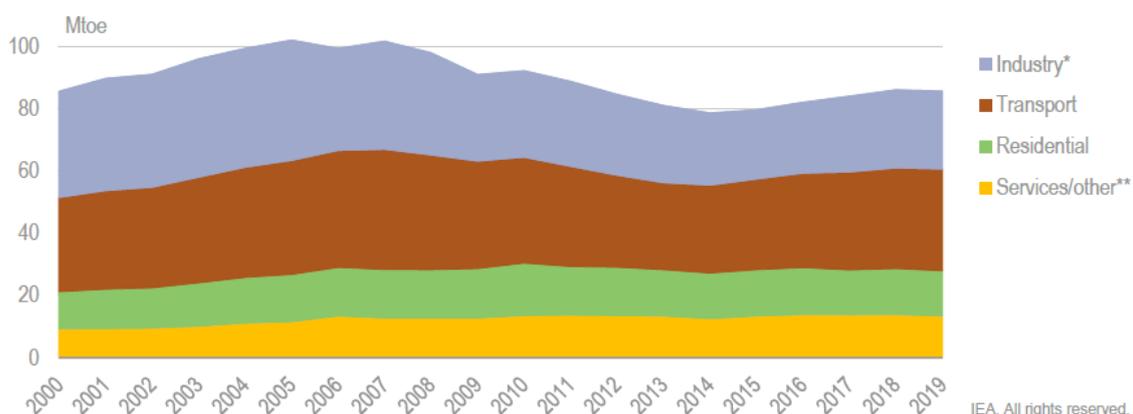


Fuente: (IEA, 2023).

Por otro lado, si se analiza el consumo final total o TFC, entonces se puede afirmar que en 2019 también estaba compuesto mayoritariamente por el petróleo (51%) y el gas (17%), al igual que sucede con el suministro total de energía. Los sectores que más energía consumen son el transporte (38%) y la industria (29%), seguidos por el sector residencial (17%) y los servicios (16%) (IEA, 2023).

Otra similitud que tiene el consumo final total con el suministro total de energía es su desarrollo. El consumo final total llegó a su punto máximo en 2007 y disminuyó hasta el año 2014 a causa de la crisis financiera. Después, volvió a crecer desde 2014 hasta 2019, alcanzando los 86 millones de toneladas equivalentes de petróleo (IEA, 2023). En la Gráfica 12 aparece la evolución que ha tenido el consumo final total entre los años 2000 y 2019.

Gráfica 12. Evolución del consumo final total por fuente en España entre 2000 y 2019.

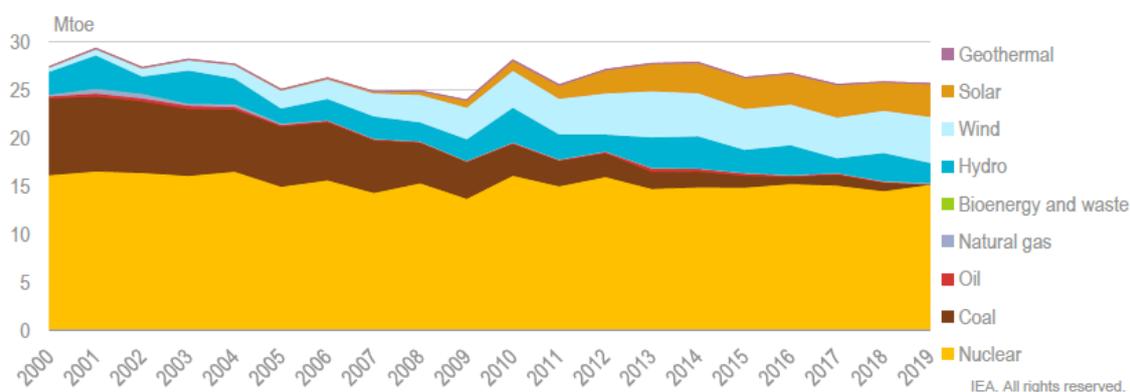


Fuente: (IEA, 2023).

En cuanto a la producción nacional, prácticamente la mitad proviene de la energía nuclear (45%), aunque también se debe a la bioenergía y los residuos, además de otras energías renovables como la eólica y la solar (IEA, 2023).

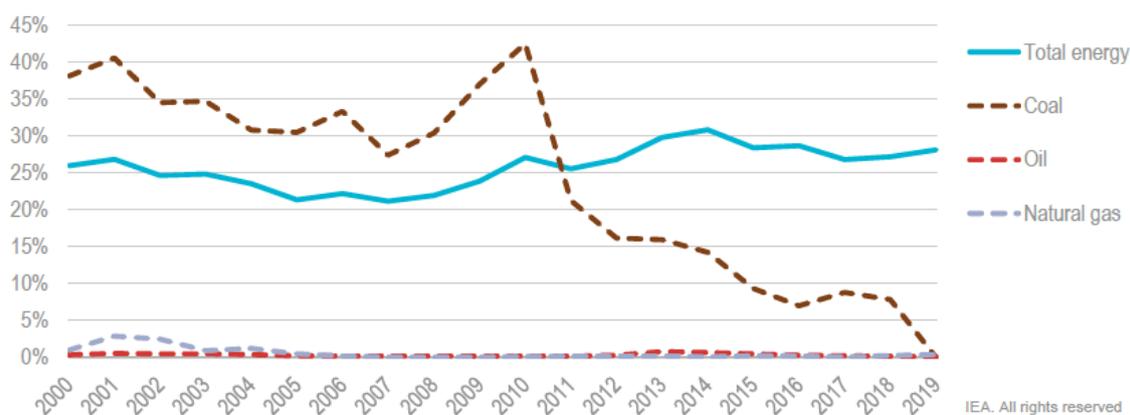
La producción nacional tuvo un incremento del 12% entre los años 2009 y 2019. Durante ese periodo, la energía nuclear tuvo una tendencia constante, mientras que la producción de carbón disminuyó en un 80% entre 2008 y 2018, llegando a desaparecer en el año 2019, lo cual se puede observar en la Gráfica 13. Hasta el año 2010, la producción de carbón suponía hasta el 40% del suministro total de energía, pero al dejar de producirse, ahora la autosuficiencia es nula. Además, la producción nacional solo supone un 25% de del suministro total de energía, dado que el resto es importado, hecho que se aprecia en la Gráfica 14 (IEA, 2023).

Gráfica 13. Evolución de la producción energética por fuente en España desde 2000 hasta 2019.



Fuente: (IEA, 2023).

Gráfica 14. Evolución de producción/suministro total de energía por fuente de energía en España entre 2000 y 2019.



Fuente: (IEA, 2023).

Por otra parte, en cuanto a la organización territorial, España sigue un modelo descentralizado, lo que supone autonomía política y financiera para las Comunidades Autónomas, es decir, que tienen poder para aprobar leyes y realizar labores ejecutivas marcadas por sus Estatutos (Gobierno de España, 2023). En la Figura 3 aparece el mapa con las 17 Comunidades Autónomas.

Figura 3. Mapa político de España.



Fuente: (Gobierno de España, 2023).

Las Comunidades Autónomas tienen competencias en materia energética, sobre todo para la autorización de centrales eléctricas de menos de 50 megavatios, y las redes de distribución de electricidad y gas natural. Además, participan en políticas relacionadas con el cambio climático, la eficiencia energética y la energía renovable dentro de su ámbito territorial. Esto hace que la coordinación entre el gobierno central y las administraciones regionales sea importante para que las estrategias energéticas se implementen y se desarrollen de forma adecuada (IEA, 2023).

En cuanto al sistema fiscal de España en materia de energía, cabe mencionar que esta se grava con el Impuesto al Valor Añadido o IVA, que se sitúa en un 21% para el consumo de productos energéticos. Además, existen unos impuestos especiales sobre productos tales como los hidrocarburos, el carbón y la electricidad. Sin embargo, los niveles impositivos ambientales de España son bajos respecto a los niveles europeos, lo cual ha propiciado estudios para conocer la aceptación de los ciudadanos. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 recalca la importancia de un sistema fiscal que apoye una economía neutra en carbono, pero esto parece difícil por la necesidad de un acuerdo entre todas las autonomías, y por los mecanismos existentes para recaudar tributos (IEA, 2023).

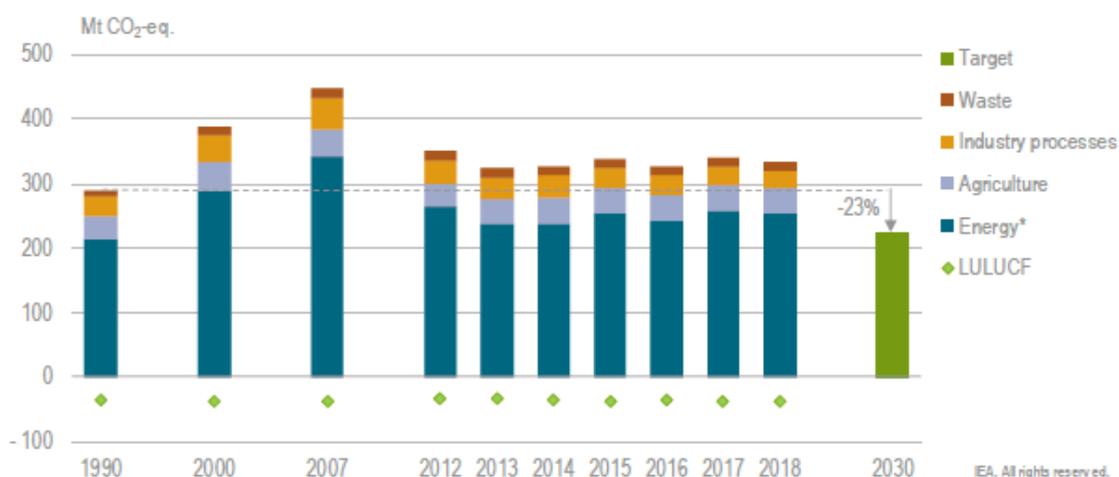
Con todos estos datos, se puede percibir que es importante establecer una política que permita a España avanzar hacia los objetivos que ha marcado la Unión Europea para sus Estados miembros.

Si se analiza el desempeño de España en los objetivos programados para el año 2030, se podría afirmar que está progresando en el sector eléctrico, donde se planea dejar de utilizar la energía nuclear y el carbón. A pesar de ello, el mix energético total sigue dependiendo en gran medida de las energías no renovables, sobre todo en sectores como el transporte, la industria y la construcción (IEA, 2023).

Es por ello por lo que se ha elaborado un documento que servirá de guía para las políticas energéticas y climáticas de España. Este documento es el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, también conocido por sus siglas como PNIEC. En él se describen las distintas políticas que se han de seguir para cumplir con los objetivos propuestos en materias como la eficiencia energética, las energías renovables o el transporte. Estas políticas tratan asuntos como los cambios modales y la electrificación en el sector del transporte, o las mejoras de eficiencia energética en la agricultura (IEA, 2023).

Los objetivos para el año 2030 incluyen una disminución del 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero o GEI en relación con 1990, una cuota del 42% de energías renovables en el uso final de la energía, una mejora del 39,5% en la eficiencia energética, y una aportación del 74% de las energías renovables a la generación de electricidad (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023). En la Gráfica 15 aparece la evolución que han tenido las emisiones de los gases de efecto invernadero y en la Tabla 1 aparecen algunos de los indicadores y objetivos de España para los años 2030, 2040 y 2050.

Gráfica 15. Emisiones de gases de efecto invernadero en España por sectores desde 1990 hasta 2018.



Fuente: (IEA, 2023).

Tabla 1. Indicadores y objetivos de España para los años 2030, 2040 y 2050.

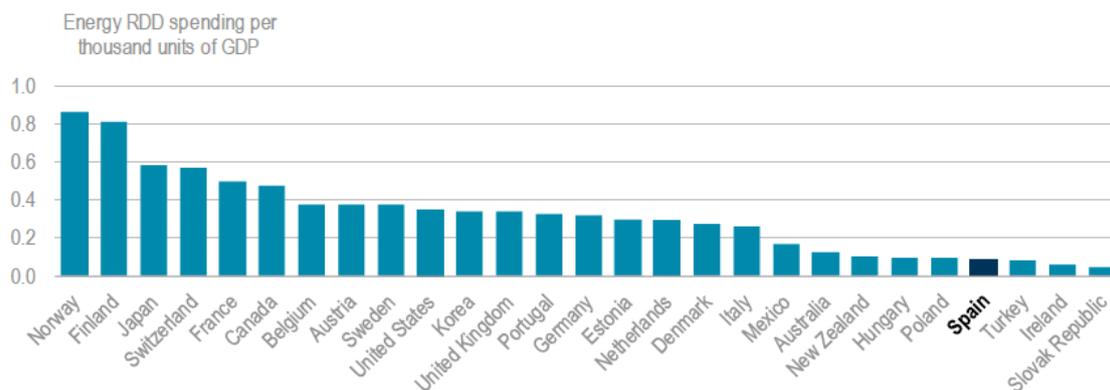
Indicadores	Lugar	Promedio 2015-2019 o último dato disponible	Objetivos		
			2030	2040	2050
21. Emisiones GEI (miles de toneladas de CO2-eq)	España	330.640	223.000 (-23%)	126.000 (-57%)	29.000 (-90%)
	UE-27	n.d.	-	-	-
	UE-8	n.d.	-	-	-
22. Demanda de agua (hm3/año)	España	30.983	29.434 (-5%)	27.885 (-10%)	26.335 (-15%)
	UE-27	n.d.	-	-	-
	UE-8	n.d.	-	-	-
23. Intensidad energética primaria (kilogramos equivalentes de petróleo/ miles de euros)	España	115	73 (-36%)	56 (-51%)	42 (-63%)
	UE-27	125	-	-	-
	UE-8	122	-	-	-
24. Energía eléctrica generada mediante fuentes renovables (% del total)	España	36%	74%	87%	100%
	UE-27	31%	-	-	-
	UE-8	40%	-	-	-

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España.

Con el fin de conseguir los resultados deseados, se calcula que se necesitará una inversión de 241 mil millones de euros, de los cuales el 80% procederá del sector privado. Además, se espera que haya unos beneficios adicionales tales como la creación de 350.000 puestos de trabajo al año, un incremento del PIB de hasta 25.700 millones de euros y la prevención de 2.400 muertes prematuras (IEA, 2023).

En cuanto a la inversión en I+D+i, cabe destacar que el gasto público alcanzó su máximo en 2011, cuando fue de 323 millones de euros. Desde entonces, ha disminuido hasta situarse en una media de 100 millones de euros desde 2014. En 2018, el gasto público en I+D+i relacionado con la energía alcanzó los 103,2 millones de euros, un 32% más que el año anterior (IEA, 2023). A pesar de ello, España obtuvo el cuarto porcentaje más bajo del gasto en I+D+i relacionado con la energía sobre el PIB entre los países miembros de la Agencia Internacional de la Energía, lo cual se puede apreciar en la Gráfica 16.

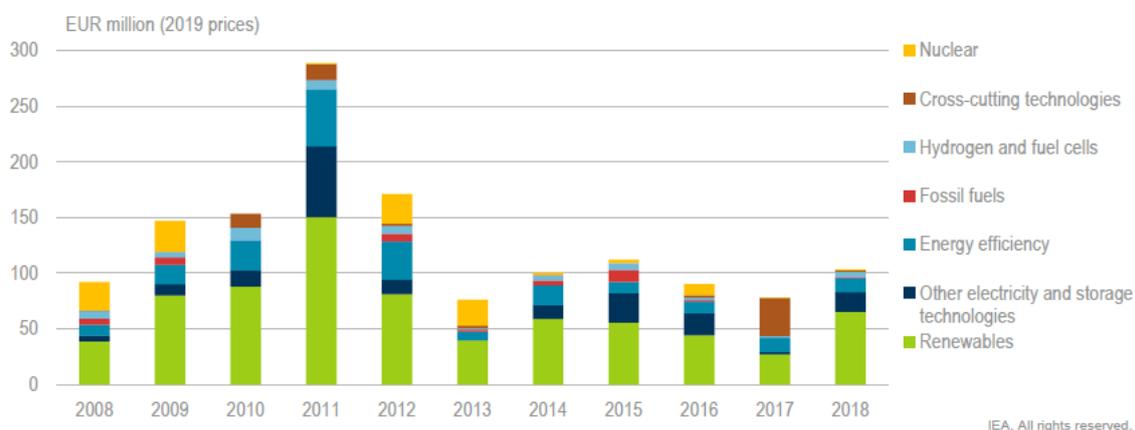
Gráfica 16. Gasto público en I+D+i relacionado con la energía sobre el PIB en los países de la AIE en 2018.



Fuente: (IEA, 2023).

También en 2018, entre los temas clave, el 63% del gasto público se destinó a las energías renovables, de las cuales alrededor del 50% fue para la energía eólica, seguido por la energía solar, que representó un 26% (IEA, 2023). Este hecho se puede observar en la Gráfica 17.

Gráfica 17. Gasto público en I+D+i relacionado con la energía sobre el PIB por categoría entre 2008 y 2018.



Fuente: (IEA, 2023).

Por otro lado, si se analiza el desempeño de España en los objetivos marcados por la Unión Europea para el año 2050, se podría percibir que se están priorizando a fin de reducir los efectos del cambio climático para el año 2050, con la esperanza de conseguir un 97% de energías renovables en el mix energético total y un 100% de energías renovables en el mix eléctrico. Para ello, se están desarrollando energías renovables como la eólica y la solar, las cuales ofrecen ventajas como la creación de puestos de trabajo, el apoyo a los grupos de población vulnerables o la mejora de la seguridad energética, entre otros (IEA, 2023).

En conclusión, cuando se lleven a cabo los planes y las estrategias mencionadas anteriormente, aparecerá un nuevo sector energético, que ya no dependerá tanto de los combustibles fósiles como de las energías renovables. Esto traerá consigo ciertos retos como la seguridad energética, dado que la mayoría de la energía provendrá de fuentes de generación variable. Por tanto, habrá que analizar detenidamente los riesgos y peligros, y buscar fuentes de energía de respaldo para prevenir algunos problemas que puedan surgir, garantizando así la seguridad del suministro (IEA, 2023).

Sin embargo, la transformación del sistema también brindará oportunidades como la integración del sistema energético, el cual probablemente será mucho más eficiente que el actual debido a la electrificación de los sectores de uso final, además del empleo de la electricidad para la generación de gases renovables como el hidrógeno, por ejemplo. Para hacer realidad estos planes, habrá que desarrollar las políticas de I+D+i y adaptar el marco regulatorio a un sistema energético integrado (IEA, 2023).

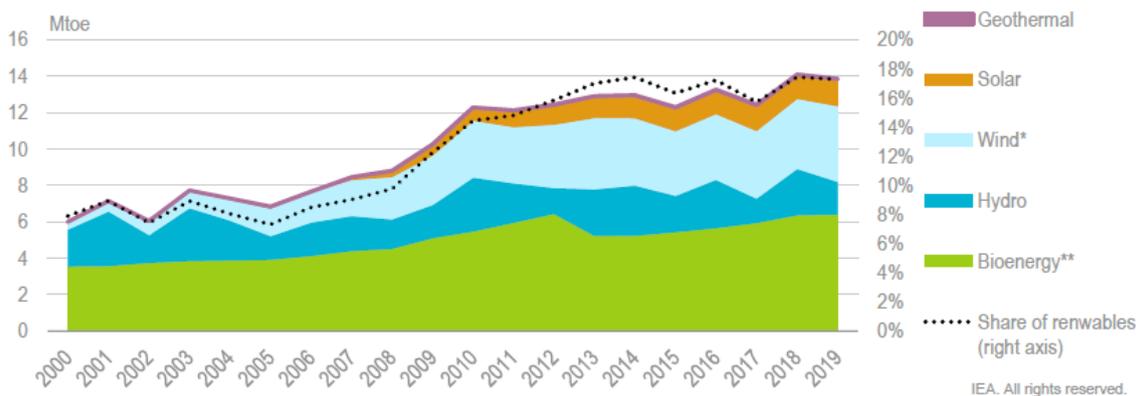
En el siguiente capítulo se darán a conocer los aspectos que han conformado el sector de las energías renovables en España, se conocerá su situación actual, y se explicarán las distintas medidas y actuaciones que se están llevando a cabo con el fin de conseguir los objetivos propuestos para los próximos años.

## 4. Uso de las fuentes de energía renovables en España

Las energías renovables son uno de los pilares fundamentales para conseguir los objetivos que se ha propuesto España tanto para el año 2030 como para el año 2050, dado que contribuyen en gran medida a la descarbonización y la eficiencia energética en los que insiste el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030.

La generación de electricidad de las energías renovables ha incrementado en un 47% en el periodo comprendido entre 2009 y 2019 hasta superar más de la mitad de la producción nacional total, llegando a suponer un 55%. También aumentó su cuota en un 4% dentro del suministro total de energía durante el mismo periodo. Sin embargo, entre 2014 y 2018, la energía solar y la eólica se mantuvieron estables, a causa de una menor confianza de los inversores tras una revisión considerable del mecanismo de apoyo a las energías renovables, hecho que se puede apreciar en la Gráfica 18 (IEA, 2023).

Gráfica 18. Energía renovable en el consumo total de energía final en España entre 2000 y 2019.

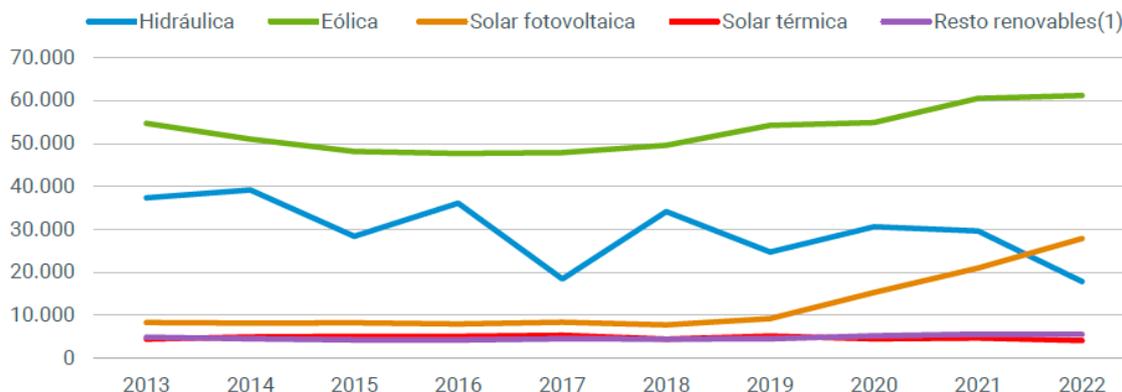


Fuente: (IEA, 2023).

En cuanto a la evolución de la participación de las energías renovables en el sector eléctrico, cabe mencionar que ha tenido un crecimiento importante desde el año 2000, llegando a duplicarse entre los años 2008 y 2013 desde el 20% hasta el 40% (IEA, 2023). En el año 2021 se registró una participación del 46,7% de las renovables en el mix energético nacional. Sin embargo, en 2022, las energías renovables generaron 70.452 megavatios de electricidad, lo que supuso un 42,2% de la generación total. Este descenso se debió sobre todo a una menor aportación de la energía hidráulica durante este periodo (Red Eléctrica Española, 2023).

Actualmente, la generación eléctrica de las renovables ha superado los 100.000 gigavatios hora, lo que supone el abastecimiento de más del 50% de los hogares en España (Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España, 2023). La evolución de las energías renovables en la generación eléctrica aparece en la Gráfica 19, la comparación de las renovables con las no renovables aparece en la Gráfica 20, y la estructura de la generación eléctrica actual aparece en la Gráfica 21.

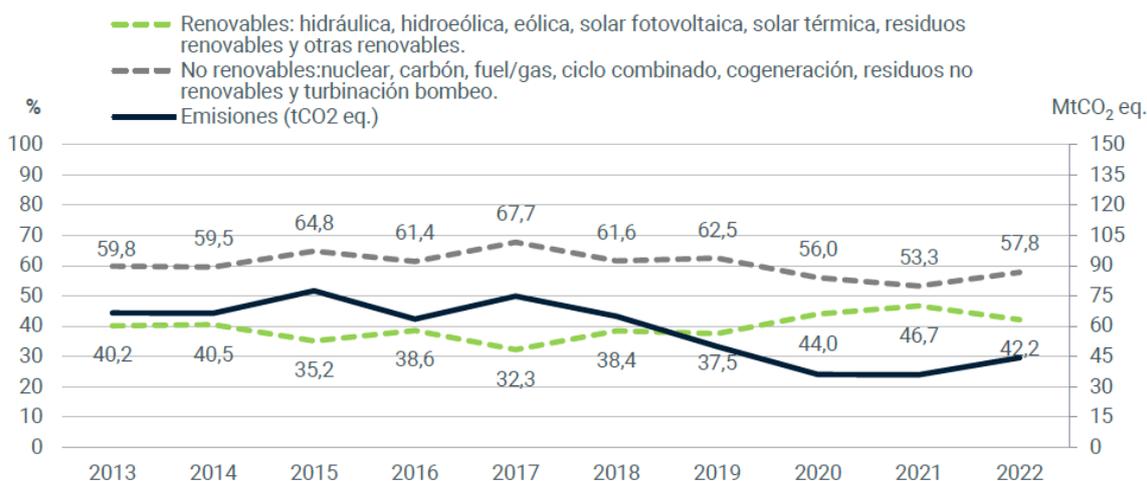
Gráfica 19. Evolución de las energías renovables en la generación eléctrica en España desde 2013 hasta 2022.



(1) Incluye biogás, biomasa, geotérmica, hidráulica marina, hidroeléctrica y residuos renovables.

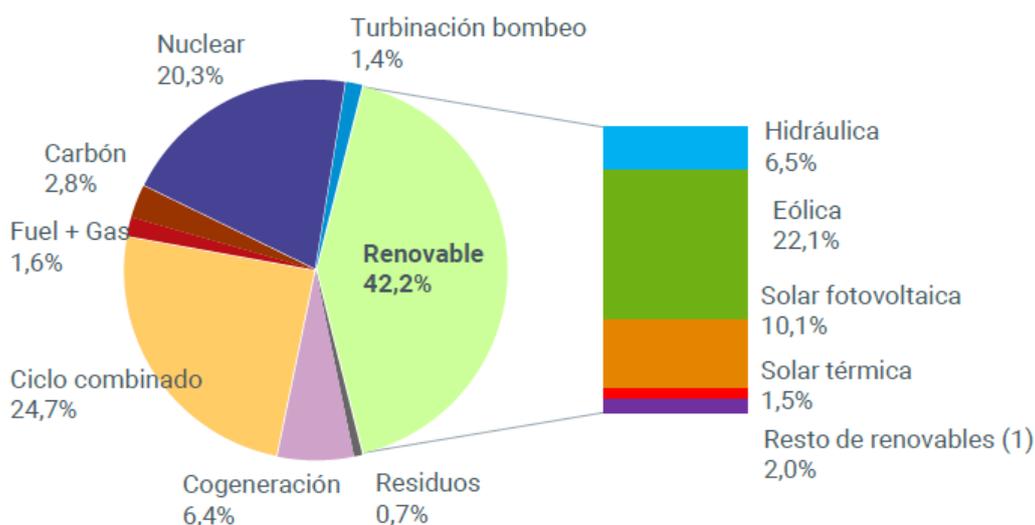
Fuente: (Red Eléctrica Española, 2023).

Gráfica 20. Evolución de las energías renovables y no renovables en la generación eléctrica en España desde 2013 hasta 2022.



Fuente: (Red Eléctrica Española, 2023).

Gráfica 21. Estructura de la generación eléctrica en España en 2022.



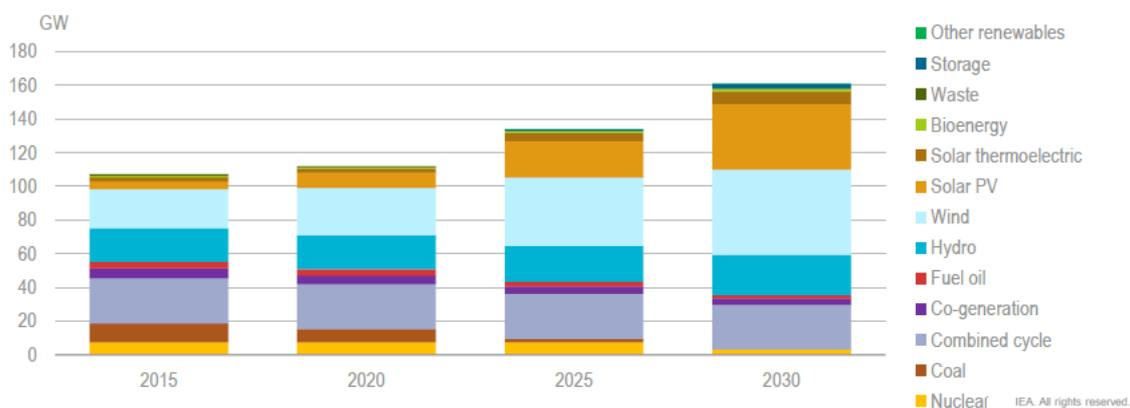
(1) Incluye biogás, biomasa, geotérmica, hidráulica marina, hidroeólica y residuos renovables.

Fuente: (Red Eléctrica Española, 2023).

Durante los últimos años, España ha puesto el enfoque en los objetivos marcados para el 2030. En este sentido, es importante tener en cuenta las consideraciones del PNIEC, dado que en él se propone llegar a una cuota del 42% de las energías renovables sobre el uso final de la energía.

Este objetivo está estrechamente relacionado con el sector eléctrico porque en el plan se pretende instalar casi 60 gigavatios de energía renovable, sobre todo de energía solar y también la eólica, consiguiendo así otro de los objetivos de España para el año 2030: una participación del 74% de las energías renovables en la generación eléctrica (IEA, 2023). En la Gráfica 22 se puede distinguir que para el año 2030 el PNIEC prevé una potencia total instalada de 161 gigavatios, de los cuales 50 gigavatios corresponderán a la energía eólica y 39 gigavatios, a la solar fotovoltaica.

Gráfica 22. Potencia instalada en el escenario objetivo del PNIEC de España.



Fuente: (IEA, 2023).

Con el fin de conseguir el objetivo de una participación del 74% de las energías renovables en la generación eléctrica, se ha planteado una estrategia basada en tres pilares fundamentales:

- Proyectos de gran generación
- Promoción del autoconsumo y del consumo distribuido
- Medidas para incluir las energías renovables en el mercado y el sistema eléctricos

La Directiva 2018/2001 de la UE sobre el fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables establece que una herramienta muy útil para llevar a cabo estos planes serían las subastas de energía (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023).

La parte positiva es que España cuenta con unos mecanismos de subasta actualizados, y con unos inversores que confían y disponen de suficiente capital para invertir, aunque también será conveniente acelerar los procesos de concesión de los permisos y dar claridad a las condiciones de las subastas (IEA, 2023).

La parte negativa es que el crecimiento de las energías renovables podría ser mayor si se adjudicara más capacidad en las subastas competitivas, sobre todo para la energía solar y la eólica terrestre, dado que los volúmenes actuales no cumplen con las aportaciones de energía anuales proyectadas hasta 2030 (IEA, 2022). A continuación, en la Tabla 2, aparece el calendario de las subastas programadas para los próximos años.

*Tabla 2. Calendario de las subastas de energía renovable en España para el periodo 2020-2025.*

Tecnología	Potencia acumulada total mínima (MW)					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Energía eólica	1.000	1.000	4.000	5.500	7.000	8.500
Energía solar fotovoltaica	1.000	2.800	4.600	6.400	8.200	10.000
Energía solar térmica	–	200	200	400	400	600
Biomasa	–	140	140	260	260	380
Otras fuentes de energía (energía hidroeléctrica, biogás, etc.)	–	20	20	40	40	60

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Internacional de la Energía.

Además, con el fin de implementar la anteriormente mencionada Directiva 2018/2001 de la UE sobre el fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, se ha aprobado el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

En él se establecen unas definiciones más claras de autoconsumo, unos esquemas de compensación optimizados y unos requisitos administrativos y técnicos simplificados. También se definen los conceptos de autoconsumo individual y autoconsumo colectivo, el cual consta de varios participantes (Gobierno de España, 2023).

El Gobierno contempla el autoconsumo colectivo como una forma muy oportuna para expandir el uso de las energías renovables, dado que así los espacios urbanos se aprovechan de forma más eficiente, la inversión requerida por usuario es menor, y los conocimientos técnicos, administrativos y operativos se comparten entre los usuarios (Gobierno de España, 2023).

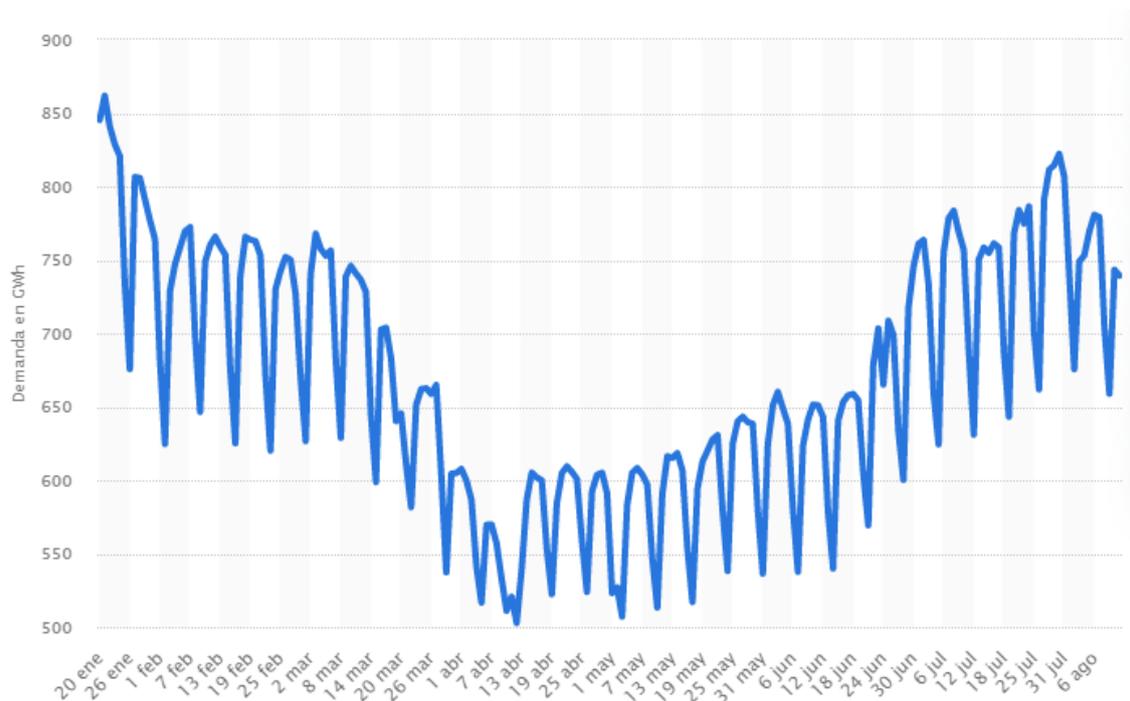
Estudio de viabilidad de una planta solar situada en San Miguel de Salinas (Alicante)

La legislación que regula el sector eléctrico español es la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico. En el artículo 3 se definen las facultades otorgadas al Gobierno central y se otorga la competencia sobre los siguientes tipos de instalaciones (Gobierno de España, 2023):

- Instalaciones peninsulares de producción de energía eléctrica con potencia instalada superior a 50 megavatios
- Instalaciones que excedan del ámbito territorial de una Comunidad Autónoma
- Instalaciones de producción ubicadas en el mar territorial
- Instalaciones de producción de potencia eléctrica superior a 50 megavatios situadas en territorios no peninsulares cuyos sistemas eléctricos estén efectivamente integrados con el sistema peninsular
- Instalaciones de transporte primario y acometidas de tensión nominal igual o superior a 380 kilovatios situadas en territorios no peninsulares, cuando estén conectados con el sistema peninsular

También hay otros temas importantes como el almacenamiento o las comunidades de energías renovables, que han sido incluidos en el Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprobaban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica tras la pandemia por el COVID-19 (Gobierno de España, 2023). En la Gráfica 23 aparece la demanda que tuvo la electricidad antes y después de la pandemia durante el año 2020.

Gráfica 23. Impacto del COVID-19 en la demanda eléctrica en España del 20 de enero al 11 de agosto de 2020 (en gigavatios hora).



Fuente: (Statista, 2023).

Además, en marzo de 2022 se aprobó el Real Decreto-ley 6/2022 por el que se adoptaban unas medidas urgentes para enfrentar las consecuencias de la guerra en Ucrania. En él se trataron temas tales como los retos para la obtención de los permisos o la congestión de la red para proyectos relacionados con la energía renovable. Entre las medidas aprobadas destacan las siguientes (Gobierno de España, 2023):

- Unas aprobaciones más simples para proyectos de energía solar fotovoltaica de menos de 150 megavatios y proyectos de energía eólica de menos de 75 megavatios, además de un plazo de respuesta menor (de seis a dos meses)
- La obligación de destinar un 10% de los presupuestos de inversión para los operadores de redes de distribución con el fin de mejorar la conexión con las nuevas plantas de generación renovable a pequeña escala
- La obligación de liberar un 10% de la transmisión para proyectos de autoconsumo a gran escala
- La fijación de una fecha de finalización a las ganancias extraordinarias para los proyectos comerciales, además de la decisión de que los proyectos con Power Purchase Agreements (conocidos también como PPA por sus siglas en inglés) de precio fijo sólo se podrán recuperar si el precio del contrato es mayor de 67€/MWh

Aparte de las medidas planteadas respecto al sector eléctrico, se prevén otras acciones como las citadas a continuación (IEA, 2023):

- Ampliar el autoconsumo de las energías renovables y la energía distribuida
- Aumentar el uso de energías renovables en la industria y la calefacción
- Permitir una mayor producción de biocombustibles avanzados, gases renovables e hidrógeno

Para incluir más energías renovables en otros sectores, se ha propuesto una estrategia basada en cuatro elementos: la eficiencia energética, la electrificación basada en las renovables, el almacenamiento, y la electrificación a partir de gases renovables (sobre todo, el hidrógeno). Además, será necesario asegurar que la electricidad pueda competir con los combustibles fósiles, a través de políticas fiscales como la inclusión del coste del carbono en los precios finales, procurando así una mayor utilización de la electricidad limpia en usos finales (IEA, 2023).

Por otro lado, será necesario integrar las energías renovables variables dentro del mix energético. Para ello, se han planteado medidas respecto a cuestiones tales como la gestión de la demanda, las interconexiones, el almacenamiento y la digitalización (IEA, 2023).

Para permitir una mejor interconexión será crucial cooperar con países vecinos con el fin de conseguir una mayor conexión con el resto de Europa. En Portugal, parece que los proyectos están progresando. Sin embargo, en Francia, los nuevos proyectos se han retrasado debido a que la interconexión suele estar congestionada, lo cual complica la consecución del objetivo que se ha propuesto España de conseguir un 15% de interconexión para 2030 (IEA, 2023). A continuación, en la Figura 4, aparece el mapa con las interconexiones actuales entre España y sus países vecinos: Portugal, Francia, Andorra y Marruecos.

Figura 4. Interconexiones actuales de España con los países vecinos.



Fuente: (IEA, 2023).

En el siguiente capítulo se versará sobre la energía solar y su contribución al sector energético español. También se conocerán las perspectivas futuras que ha planteado el Gobierno en relación con esta energía y las acciones que se están tomando para llegar al escenario planteado.

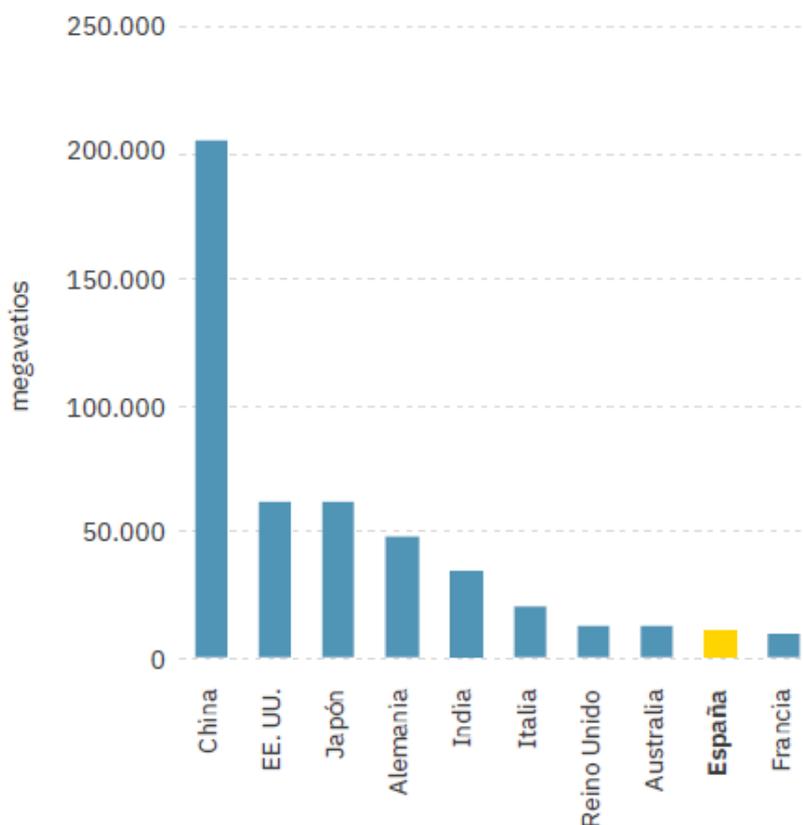
## 5. Uso de la energía solar en España

Durante los últimos años, la energía solar ha contribuido considerablemente al consumo total de energía final. Entre los años 2009 y 2019 duplicó su aportación, aunque en 2013 se produjo una ralentización en la instalación de plantas solares fotovoltaicas a causa de una disminución de las *feed-in tariffs* (IEA, 2023).

Tras la aprobación del Real Decreto 661/2007, que concedió un acceso prioritario a la red, unas condiciones más favorables para instalaciones más grandes y la revisión cada 4 años de las *feed-in tariffs*, en 2007 se originó un aumento en la instalación de plantas solares fotovoltaicas (Gobierno de España, 2023) (Gürtler, Postpischil, & Quitzow, 2019).

Así, en 2019, España se convirtió en el país con el mayor crecimiento del sector fotovoltaico de la Unión Europea y el sexto del mundo (Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España, 2023). Además, la energía solar contribuyó en un 6% a la generación de electricidad, situando a España en el séptimo puesto en la cuota de participación de la energía solar en la generación de electricidad entre los países miembros de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2023). Actualmente, se sitúa en el noveno puesto en el ranking mundial de potencia solar instalada, tal y como se puede observar en la Gráfica 24.

Gráfica 24. Ranking mundial de potencia solar instalada.



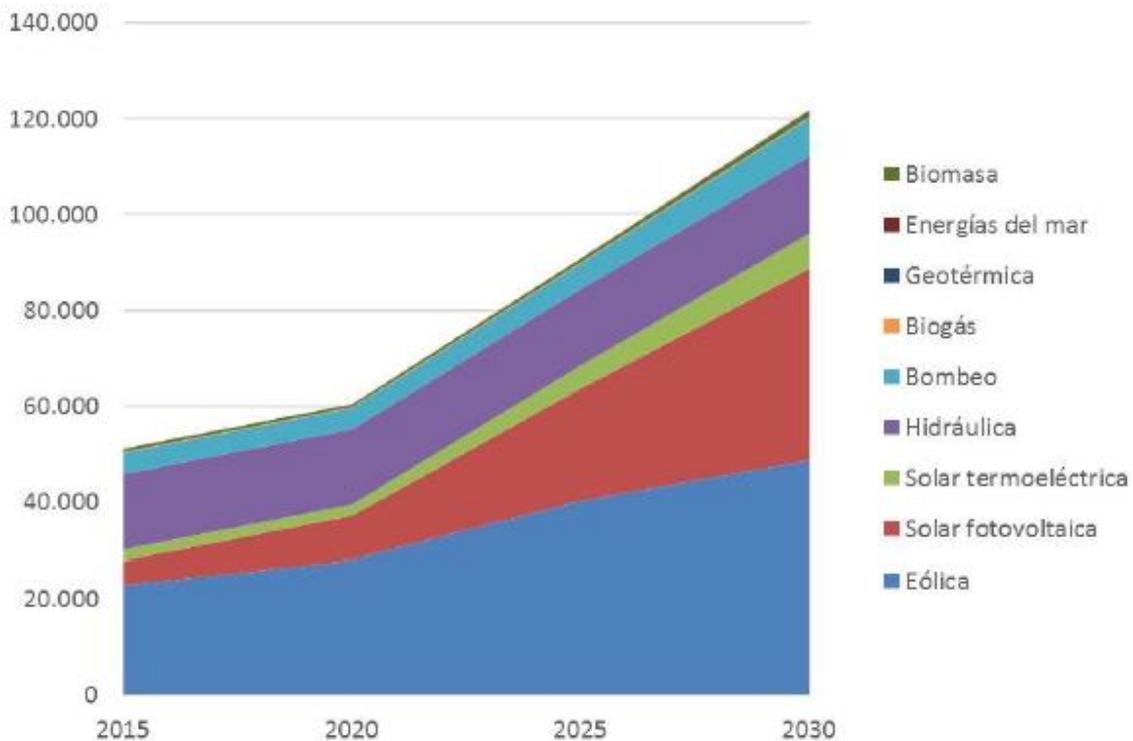
Fuente: (Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España, 2023).

Estudio de viabilidad de una planta solar situada en San Miguel de Salinas (Alicante)

En la última década, la energía solar ha sido una de las tecnologías que más se ha desarrollado a nivel mundial hasta el punto de que, tal y como se menciona en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, “en la actualidad, en la gran mayoría de situaciones las fuentes renovables, principalmente la eólica y la solar, generan la electricidad más económica cuando se trata de desarrollar nueva capacidad” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023). Esta es una de las razones por las que en 2022 las instalaciones solares fotovoltaicas añadieron 4.498 megavatios a la potencia instalada en el parque de generación nacional, un aumento del 29,4% respecto al año 2021 (Red Eléctrica Española, 2023).

Es por ello por lo que en el escenario objetivo que se ha propuesto conseguir el Gobierno de España, la energía solar fotovoltaica es una de las tecnologías que tendrá mayor crecimiento en los próximos años, tal y como se puede observar en la Gráfica 25.

Gráfica 25. Capacidad instalada de las energías renovables en España desde 2015 hasta 2030 en megavatios.



Fuente: (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023).

Uno de los objetivos marcados por España para el año 2030 trata de que la energía solar fotovoltaica crezca en unos 30 gigavatios: de 9 gigavatios en 2020 a 21,7 gigavatios en 2025 y 39,2 gigavatios en 2030. Esta evolución aparece en la Tabla 3.

Para conseguir esta meta, se han propuesto las siguientes medidas (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023):

- Desarrollo de nuevos materiales y tecnologías
- Reducción de los costes en el desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de grandes plantas
- Integración de la energía solar fotovoltaica en edificios
- Mejora de la gestionabilidad
- Integración en red de la generación fotovoltaica

Tabla 3. Evolución de la potencia instalada de energía eléctrica en España en megavatios.

Tecnologías y combustibles	Parque de generación del Escenario Objetivo (MW)			
	2015	2020*	2025*	2030*
Eólica (terrestre y marítima)	22.925	28.033	40.633	50.333
Solar fotovoltaica	4.854	9.071	21.713	39.181
Solar termoeléctrica	2.300	2.303	4.803	7.303
Hidráulica	14.104	14.109	14.359	14.609
Bombeo Mixto	2.687	2.687	2.687	2.687
Bombeo Puro	3.337	3.337	4.212	6.837
Biogás	223	211	241	241
Otras renovables	0	0	40	80
Biomasa	677	613	815	1.408
Carbón	11.311	7.897	2.165	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	6.143	5.239	4.373	3.670
Fuel y Fuel/Gas (Territorios No Peninsulares)	3.708	3.708	2.781	1.854
Residuos y otros	893	610	470	341
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento	0	0	500	2.500
<b>Total</b>	<b>107.173</b>	<b>111.829</b>	<b>133.802</b>	<b>160.837</b>

\*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNIEC.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En cuanto a las subastas de energía renovable, en España se ha establecido un mecanismo nuevo basado en un precio por unidad de energía durante un período de tiempo y para una cantidad máxima de energía. Por tanto, las subastas se harán sobre la generación de electricidad (MWh), sobre la capacidad (MW) o sobre una combinación de estas dos (IEA, 2023). En la tercera subasta, celebrada el 25 de octubre de 2022, se adjudicaron 31.000 kilovatios a un precio medio de 55 euros/MWh, lo cual se puede apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Tercera subasta de energía renovable en España celebrada el 25 de octubre de 2022.

Nombre adjudicatario	CIF adjudicatario	Tecnología	Reserva mínima por especificidad	Precio de adjudicación (euros/ MWh)	Potencia adjudicada (kW)
BREZOS DE TORMANTOS, S.A.	A84897628	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	52,00	3.000
BREZOS DE TORMANTOS, S.A.	A84897628	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	58,00	1.500
ENERLAND GENERACION SOLAR 22, S.L. UNIPERSONAL	B99564692	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	44,98	4.200
ENERLAND GENERACION SOLAR 4, S.L	B99521312	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	47,98	2.900
ERASP SPAIN, S.L.U.	B67831016	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	57,82	5.000
ERASP SPAIN, S.L.U.	B67831017	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	60,24	2.500
HIDRODELTA, S.A.	A50165877	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	57,50	1.000
HIDRODELTA, S.A.	A50165878	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	62,50	1.000
LONDRES 1908 SOLAR S.L.	B02839603	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	54,98	4.900
POWERDIS, S.A.U.	A88203435	Fotovoltaica	Fotovoltaica de generación distribuida con carácter local	54,00	5.000
<b>Precio medio</b>				<b>55,00</b>	
<b>Total</b>					<b>31.000</b>

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

También en la última década, los mecanismos de apoyo a la electricidad proveniente de las energías renovables han sufrido cambios significativos.

En cuanto a las subvenciones disponibles para la generación de electricidad renovable, se puede destacar la Orden TEC/1380/2018, de 20 de diciembre, que establece las bases reguladoras para otorgar ayudas a instalaciones que generen energía eléctrica con tecnologías eólica y fotovoltaica ubicadas en territorios no peninsulares cofinanciadas con Fondos Comunitarios FEDER y otros fondos regionales. El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, también conocido por sus siglas como IDAE, es el órgano encargado de gestionar y adjudicar los 170 millones de euros en cuatro subastas, de las cuales dos están relacionadas con la energía solar fotovoltaica (Gobierno de España, 2023).

Después de esta Orden, se publicó la Orden TED/766/2020, de 3 de agosto, que establece un marco regulatorio para que tanto los Fondos Comunitarios FEDER como otros fondos puedan conceder ayudas a instalaciones de generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovable en todo el territorio nacional, con un valor de 110 millones de euros en licitaciones. Estos fondos están dirigidos a aquellas instalaciones que no se encuentran en las subastas generales (Gobierno de España, 2023).

Además, en 2018, se abolió el polémico “impuesto al sol”, que se aplicaba a las instalaciones de autoconsumo de más de 10 kilovatios, lo que ha permitido el aumento del autoconsumo en comparación con los años anteriores.

Aparte de las subastas, la energía solar ha experimentado un aumento de los contratos de compraventa de energía, también conocidos como Power Purchase Agreements. El Gobierno de España no ha mostrado su apoyo a estos contratos de forma explícita, pero los objetivos que ha marcado en su agenda en cuanto a las energías renovables y la abundancia de recursos, sobre todo, de energía solar, han propiciado este tipo de acuerdos, llevando a España a situarse en los niveles más altos de Europa (Bektas, 2020).

Estudio de viabilidad de una planta solar situada en San Miguel de Salinas (Alicante)

Por tanto, se pone de manifiesto que a la energía solar fotovoltaica se le presenta un futuro muy optimista. La Agencia internacional de la Energía incluso ha llegado a revisar al alza el pronóstico que preparó para el año 2022 debido a dos hechos (IEA, 2022):

1. Es un negocio atractivo tanto para la energía solar fotovoltaica a escala de servicios públicos no subsidiada como para el autoconsumo en energía fotovoltaica distribuida, donde se registró un crecimiento mayor del esperado. Esto se tradujo en adiciones fotovoltaicas de 4,7 gigavatios, el mayor crecimiento registrado hasta esa fecha en España.
2. Se han aprobado reformas en la regulación que han permitido acelerar el crecimiento de las energías renovables para hacerle frente a la situación vivida con la guerra de Ucrania. Estas reformas han supuesto una agilización de los permisos para plantas solares fotovoltaicas, un aumento de la capacidad de la red para nuevos proyectos, y una mayor claridad sobre la recuperación de las ganancias extraordinarias.

Además de esto, en 2021 las aplicaciones fotovoltaicas distribuidas se expandieron un 88% más de lo esperado, debido a que el autoconsumo se hace más económico y las reformas de la red permitirán una conexión más fácil.

Tras conocer el sector energético español y la introducción en él de las energías renovables, sobre todo, de la energía solar, en el siguiente capítulo se presentará el proyecto que se plantea en este Trabajo Final de Grado.

## 6. Descripción del proyecto

El proyecto que se propone llevar a cabo en el presente Trabajo Final de Grado es una instalación solar fotovoltaica en la provincia de Alicante, concretamente en el término municipal de San Miguel de Salinas. En los siguientes apartados se explicará la elección de la ubicación y las características de la planta solar.

### 6.1. Elección del emplazamiento

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el lugar seleccionado para situar la planta solar es el término municipal de San Miguel de Salinas, ubicado dentro de la comarca de Vega Baja del Segura, en la provincia de Alicante. Se encuentra a 59 kilómetros de la capital de la provincia (Alicante), y ocupa una superficie de 54,85 km<sup>2</sup>. A 1 de enero de 2018, el municipio contaba con 5.811 habitantes, con una densidad de población de 105,95 habitantes/km<sup>2</sup> (Ayuntamiento de San Miguel de Salinas, 2023). En la Imagen 2 aparece la vista aérea del municipio de San Miguel de Salinas.

*Imagen 2. Vista aérea del municipio de San Miguel de Salinas*

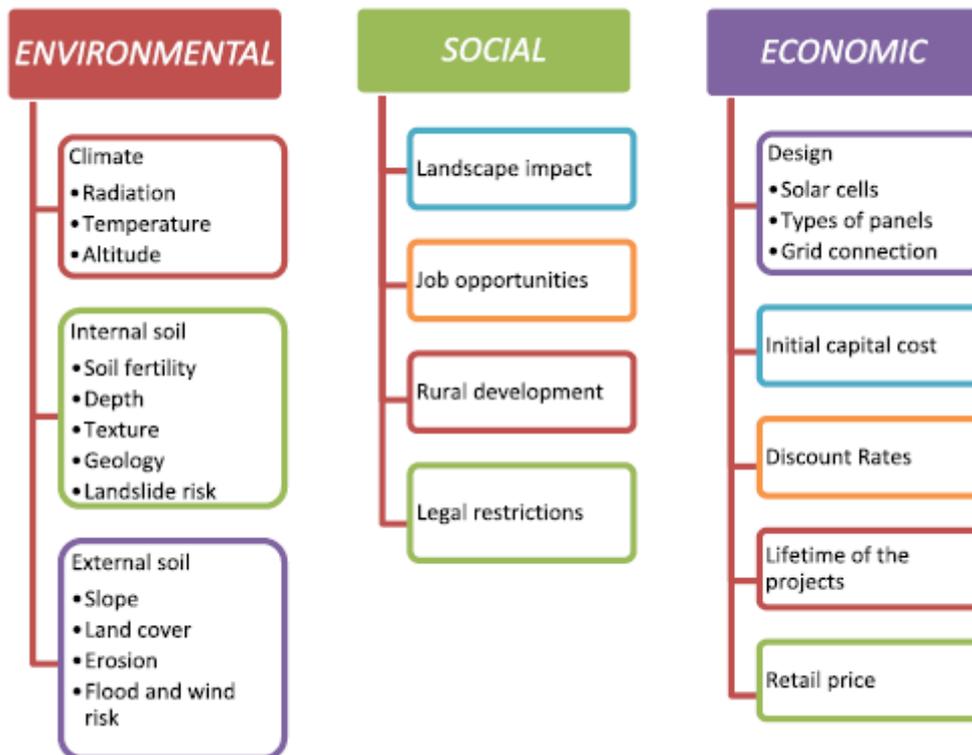


Fuente: (Ayuntamiento de San Miguel de Salinas, 2023).

Se ha seleccionado este emplazamiento gracias a un estudio realizado por un equipo de profesores de la Universidad Politécnica de Valencia, donde se encontraron las áreas idóneas para la localización de plantas solares fotovoltaicas en la Comunidad Valenciana a través de una serie de herramientas y procesos que se describen a continuación (Marques-Perez, Guaita-Pradas, Gallego, & Segura, 2020):

1. Se definieron 12 criterios y 15 subcriterios económicos, sociales y medioambientales para identificar *áreas con alto potencial para el desarrollo de parques solares*. Estos criterios y subcriterios se pueden observar en la Figura 5. Primero se aplicaron criterios legales, medioambientales y geológicos que impiden la instalación de parques solares, obteniendo así las *áreas no excluidas*. Después, esas *áreas no excluidas* se analizaron con los criterios restantes con el objetivo de conocer las *áreas con alto potencial para el desarrollo de parques solares*.

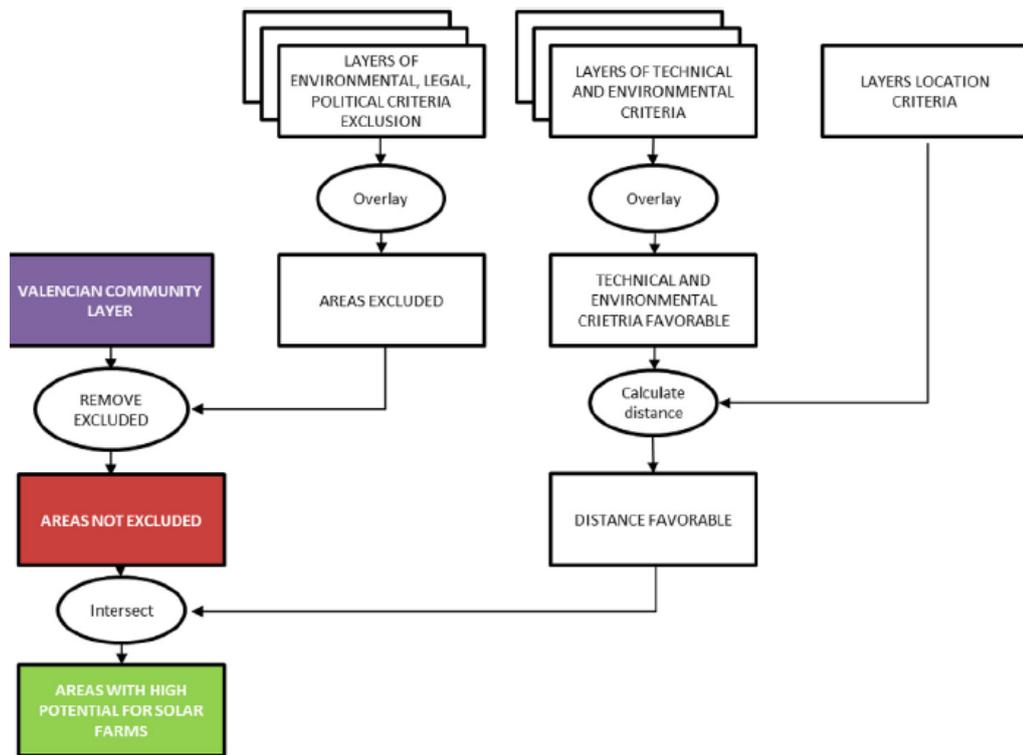
Figura 5. Criterios y subcriterios identificar las áreas con alto potencial para el desarrollo de plantas solares fotovoltaicas.



Fuente: (Marques-Perez, Guaita-Pradas, Gallego, & Segura, 2020).

2. Se utilizó un Sistema de Información Geográfica o SIG (también conocido como GIS por sus siglas en inglés). Con él, se superpusieron las capas con criterios de exclusión sobre el mapa de la Comunidad Valenciana con el fin de obtener las *áreas no excluidas*. Además, también se superpusieron capas con criterios técnicos y medioambientales, y capas con criterios de localización. Tras este proceso, se obtuvo la capa con las distancias idóneas, que, a su vez, fue cruzada con la capa de las *áreas no excluidas* para averiguar las *áreas con alto potencial para el desarrollo de parques solares*. Este proceso aparece representado en la Figura 6.

Figura 6. Metodología utilizada para seleccionar áreas con SIG.



Fuente: (Marques-Perez, Guaita-Pradas, Gallego, & Segura, 2020).

3. Se aplicó la metodología del Proceso Analítico Jerárquico de Thomas L. Saaty para asignar pesos a los criterios según su importancia. El proceso seguido fue el siguiente:
  - a. Se construyó una jerarquía del problema de decisión con los aspectos más importantes.
  - b. A través de una encuesta, un grupo compuesto por treinta y tres expertos hizo comparaciones entre los distintos pares de criterios en cada nivel de la jerarquía. Cada miembro decidió cuál era el criterio más relevante y también cuánta relevancia tenía. Tras ello, los juicios de los expertos se convirtieron en valores numéricos mediante la escala fundamental del 1 al 9 de Saaty.
  - c. Se crearon matrices con las preferencias individuales y se calcularon los resultados con el fin de obtener las prioridades entre los criterios.



Los resultados del estudio muestran que la ubicación óptima es San Miguel de Salinas. Es por ello por lo que en este Trabajo Final de Grado se ha seleccionado esta ubicación. En la Tabla 5 se muestran tanto el VAN como la producción de energía de las 22 ubicaciones.

Tabla 5. Producción de energía y VAN de cada ubicación.

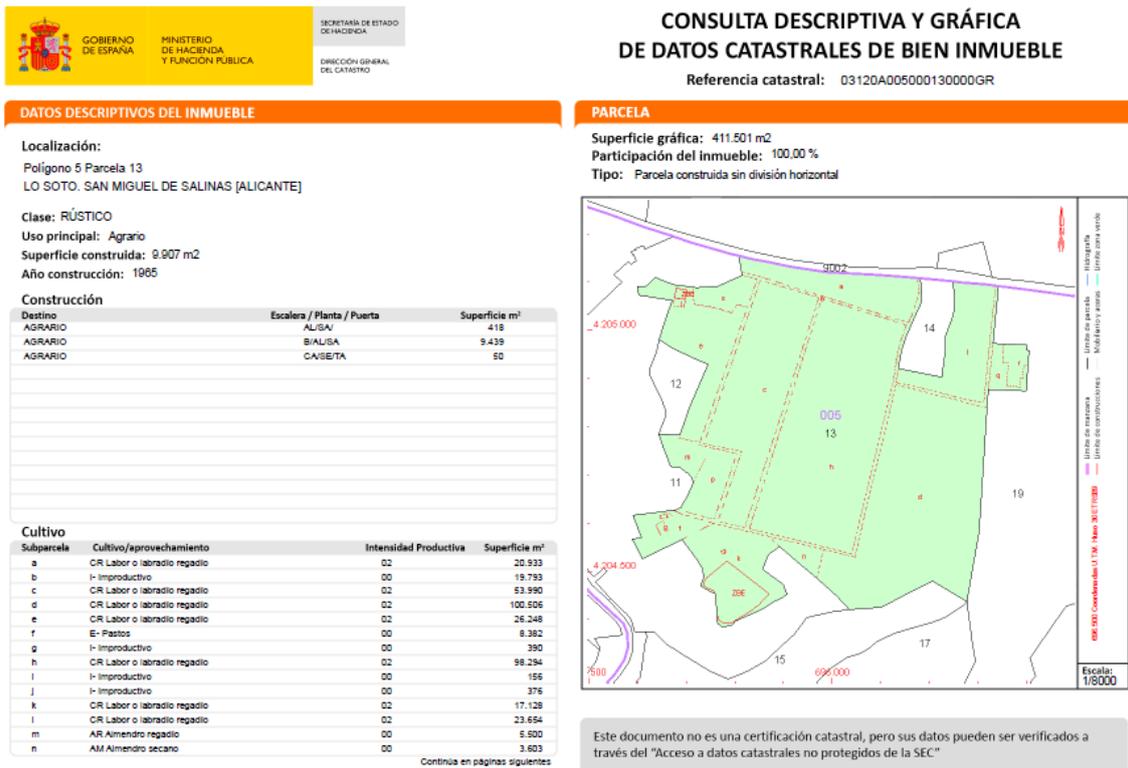
Ranking de PROMETHEE	Ubicaciones alternativas	Municipio	Producción anual de energía fotovoltaica (KWh)	VAN (€), sin alquiler del terreno	VAN (€), con alquiler del terreno
1	20	SAN MIGUEL DE SALINAS	684.000,00	854.593,46	450.040,13
2	3	LOS MONTESINOS	677.793,57	844.258,17	551.962,00
3	4	TORREVIEJA	673.382,97	836.913,39	384.764,11
4	9	ELX	670.687,91	832.425,43	418.534,74
5	21	CANET D'EN BERENGUER	655.961,23	807.901,75	263.632,06
6	22	SAGUNT	648.694,84	795.801,35	251.531,66
7	14	DAIMÚS	646.787,60	792.625,31	252.041,42
8	18	SAGUNT	644.869,84	789.431,75	245.162,06
9	8	ORIHUELA	644.192,31	788.303,49	383.750,16
10	13	SAGUNT	644.069,84	788.099,55	243.829,85
11	15	ORIHUELA	643.912,31	787.837,22	383.283,89
12	19	CANET D'EN BERENGUER	643.861,23	787.752,16	243.482,47
13	11	LA VALL D'UIXÓ	643.523,32	787.189,45	197.461,57
14	12	PEGO	638.951,24	779.575,77	227.492,18
15	10	LA VALL D'UIXÓ	638.523,32	778.863,17	189.135,29
16	17	ALACANT	637.039,42	776.392,10	351.100,01
17	16	ORIHUELA	637.912,31	777.845,69	373.292,36
18	5	NOVELLÉ	636.131,98	774.880,98	406.301,06
19	6	SENYERA	635.152,89	773.250,55	445.214,41
20	7	PEGO	638.951,24	779.575,77	227.492,18
21	2	TORRELLA	635.000,00	772.995,95	404.416,02
22	1	LES COVES DE VINROMÀ	622.000,00	-	530.199,67

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio realizado por Inmaculada Marques-Pérez, Inmaculada Guaita-Pradas, Aurea Gallego y Baldomero Segura.

Concretamente, el terreno elegido para el proyecto planteado en este trabajo es la parcela 13 del polígono 5, situado en Lo Soto, San Miguel de Salinas. Es un terreno rústico cuyo uso principal es el agrario. Cuenta con una superficie gráfica de 411.501 m<sup>2</sup>, y una superficie construida de 9.907 m<sup>2</sup> (Catastro, 2023). A continuación, en la Figura 8 se muestran los datos obtenidos del Catastro y en la Figura 9 se muestra la vista aérea del bien inmueble.

En el siguiente apartado se describirán las características de la planta objeto de estudio desde el punto de vista económico. Se darán a conocer tanto los costes como los ingresos de la planta solar fotovoltaica, así como los flujos de efectivo que generará.

Figura 8. Datos catastrales de la parcela elegida.



Fuente: (Catastro, 2023).

Figura 9. Vista aérea de la parcela elegida.



Fuente: (Catastro, 2023).

## 6.2. Características de la planta

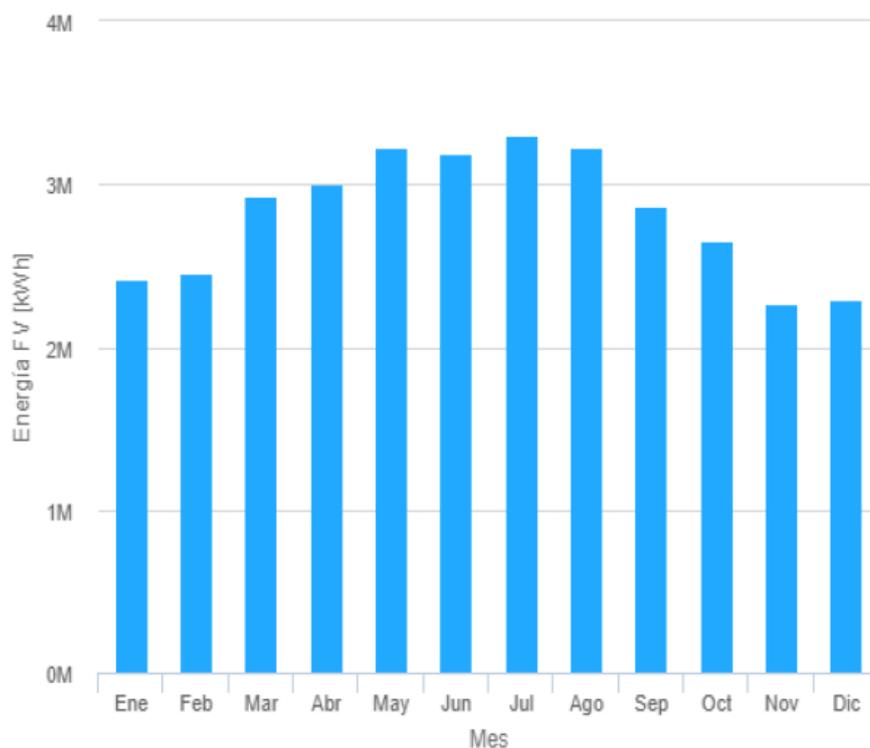
En esta parte del trabajo se calcularán tanto los ingresos como los costes de la planta solar fotovoltaica que se plantea instalar, teniendo en cuenta los distintos factores que afectan al funcionamiento de esta como, por ejemplo, el precio del alquiler o el IPC. También se calcularán los flujos de caja con una previsión de 25 años, que es la vida útil de la instalación fotovoltaica (Guaita-Pradas & Blasco-Ruiz, 2020).

### 6.2.1. Ingresos de la planta

Lo primero que habría que tener en cuenta a la hora de instalar una planta solar fotovoltaica es la capacidad eléctrica que se pretende instalar, y viene dada sobre todo por la dimensión del terreno elegido. La parcela seleccionada para el presente estudio ocupa 411.501 m<sup>2</sup>, con lo cual, la capacidad eléctrica será de 20.080 kWh.

Conociendo estos datos, se procede a calcular la producción anual fotovoltaica, que se obtiene gracias a Photovoltaic Geographical Information System o PVGIS, que es una herramienta que la Comisión Europea ha dispuesto para facilitar los cálculos necesarios a la hora de plantearse una instalación solar fotovoltaica. En el caso que nos ocupa, PVGIS predice que la producción anual fotovoltaica será de 33.819.956,70 kWh, lo cual se puede observar en la Gráfica 26.

Gráfica 26. Producción de energía mensual de la planta solar fotovoltaica.



Fuente: (Comisión Europea, 2023).

Estudio de viabilidad de una planta solar situada en San Miguel de Salinas (Alicante)

A partir de este dato, se pueden conocer los ingresos de la planta solar multiplicando la producción anual fotovoltaica de la planta por el precio de la electricidad en España. Además, con el fin de conocer los ingresos de los 25 años de la instalación, a la producción anual fotovoltaica se le aplicará un deterioro anual del 0,5% y los precios se actualizarán a una tasa del 3%, que es el porcentaje fijado por los expertos en la materia. Los ingresos de la planta solar objeto de estudio aparecen en la Tabla 6.

Tabla 6. Ingresos de la planta solar fotovoltaica.

Años	Producción anual de energía FV (kWh)	Precio	Ingresos
0			
1	33.819.956,70	0,1587 €	5.367.227,13 €
2	33.650.856,92	0,1635 €	5.500.602,72 €
3	33.482.602,63	0,1684 €	5.637.292,70 €
4	33.315.189,62	0,1734 €	5.777.379,42 €
5	33.148.613,67	0,1786 €	5.920.947,30 €
6	32.982.870,60	0,1840 €	6.068.082,84 €
7	32.817.956,25	0,1895 €	6.218.874,70 €
8	32.653.866,47	0,1952 €	6.373.413,74 €
9	32.490.597,14	0,2010 €	6.531.793,07 €
10	32.328.144,15	0,2071 €	6.694.108,13 €
11	32.166.503,43	0,2133 €	6.860.456,71 €
12	32.005.670,91	0,2197 €	7.030.939,06 €
13	31.845.642,56	0,2263 €	7.205.657,90 €
14	31.686.414,34	0,2331 €	7.384.718,50 €
15	31.527.982,27	0,2400 €	7.568.228,75 €
16	31.370.342,36	0,2472 €	7.756.299,24 €
17	31.213.490,65	0,2547 €	7.949.043,27 €
18	31.057.423,20	0,2623 €	8.146.577,00 €
19	30.902.136,08	0,2702 €	8.349.019,44 €
20	30.747.625,40	0,2783 €	8.556.492,57 €
21	30.593.887,27	0,2866 €	8.769.121,41 €
22	30.440.917,84	0,2952 €	8.987.034,08 €
23	30.288.713,25	0,3041 €	9.210.361,87 €
24	30.137.269,68	0,3132 €	9.439.239,37 €
25	29.986.583,33	0,3226 €	9.673.804,46 €

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de PVGIS.

## 6.2.2. Gastos de la planta

A la hora de realizar un análisis de costes hay muchos factores para tener en cuenta. Como en todo proyecto, en este también hay unos costes iniciales y otros costes que se producirán durante los 25 años de vida útil de la instalación fotovoltaica.

Por un lado, si se analizan los costes iniciales, entonces habrá que tener en cuenta los siguientes (Onyeka Okoye & Chioma Oranekwu-Okoye, 2018):

- Matriz fotovoltaica
- Batería
- Controlador de carga
- Inversor
- Otros balances de sistema, también conocidos como Balance of System o BoS, por sus siglas en inglés

Si se solicita un presupuesto a alguna empresa especializada en electricidad y energías renovables, entonces se puede averiguar que el desembolso inicial de un proyecto como el que se plantea en el presente trabajo, una planta solar fotovoltaica con una capacidad eléctrica de 20.080 kWh, sería de 14.603.240€.

Por otro lado, si se analizan los costes anuales, entonces se habrán de tener en cuenta los que aparecen a continuación (Onyeka Okoye & Chioma Oranekwu-Okoye, 2018) (Marques-Perez, Guaita-Pradas, Gallego, & Segura, 2020):

- Costes de operación y mantenimiento
- Seguro
- Alquiler
- Amortización técnica
- Intereses del préstamo
- Impuestos

En cuanto a los costes de mantenimiento y los del seguro, se aplicará un 9% a los ingresos en concepto de costes de mantenimiento y un 6% por el seguro según los criterios del mercado, tal y como se puede apreciar en la Tabla 7 (Marques-Perez, Guaita-Pradas, Gallego, & Segura, 2020).

Tabla 7. Gastos de mantenimiento y seguro de la planta solar fotovoltaica.

Años	Mantenimiento y seguro
0	
1	805.084,07 €
2	825.090,41 €
3	845.593,91 €
4	866.606,91 €
5	888.142,10 €
6	910.212,43 €
7	932.831,21 €
8	956.012,06 €
9	979.768,96 €
10	1.004.116,22 €
11	1.029.068,51 €
12	1.054.640,86 €
13	1.080.848,68 €
14	1.107.707,77 €
15	1.135.234,31 €
16	1.163.444,89 €
17	1.192.356,49 €
18	1.221.986,55 €
19	1.252.352,92 €
20	1.283.473,89 €
21	1.315.368,21 €
22	1.348.055,11 €
23	1.381.554,28 €
24	1.415.885,90 €
25	1.451.070,67 €

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio realizado por Inmaculada Marques-Pérez, Inmaculada Guaita-Pradas, Aurea Gallego y Baldomero Segura.

En cuanto al alquiler, si se hace una búsqueda en los portales de venta y alquiler de bienes inmuebles, entonces se verá que el precio de terrenos similares en la zona de San Miguel de Salinas sería de 32.127,52€ mensuales. La evolución que sufrirá el precio del alquiler durante los 25 años de vida útil de la instalación solar fotovoltaica se muestra en la Tabla 8.

*Tabla 8. Gastos de alquiler de la planta solar fotovoltaica.*

Años	Alquiler
0	
1	385.530,24 €
2	394.011,91 €
3	402.680,17 €
4	411.539,13 €
5	420.592,99 €
6	429.846,04 €
7	439.302,65 €
8	448.967,31 €
9	458.844,59 €
10	468.939,17 €
11	479.255,83 €
12	489.799,46 €
13	500.575,05 €
14	511.587,70 €
15	522.842,63 €
16	534.345,17 €
17	546.100,76 €
18	558.114,98 €
19	570.393,51 €
20	582.942,16 €
21	595.766,89 €
22	608.873,76 €
23	622.268,99 €
24	635.958,90 €
25	649.950,00 €

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del mercado.

Además, hay unos gastos que se deben a la amortización técnica de las placas solares. Según el Artículo 12 de la Ley 27/2014 del Impuesto sobre Sociedades, el coeficiente lineal máximo es del 7% y el período máximo es de 30 años (Gobierno de España, 2023). En este caso, la amortización se producirá durante los 25 años de vida útil de la planta solar, con lo cual, el coeficiente que se utilizará será un 4%, lo cual se puede observar en la Tabla 9.

*Tabla 9. Gastos de amortización técnica de la planta solar fotovoltaica.*

Años	Amortización técnica
0	
1	584.129,60 €
2	584.129,60 €
3	584.129,60 €
4	584.129,60 €
5	584.129,60 €
6	584.129,60 €
7	584.129,60 €
8	584.129,60 €
9	584.129,60 €
10	584.129,60 €
11	584.129,60 €
12	584.129,60 €
13	584.129,60 €
14	584.129,60 €
15	584.129,60 €
16	584.129,60 €
17	584.129,60 €
18	584.129,60 €
19	584.129,60 €
20	584.129,60 €
21	584.129,60 €
22	584.129,60 €
23	584.129,60 €
24	584.129,60 €
25	584.129,60 €

Fuente: elaboración propia a partir de la legislación española.

También se han de tener en cuenta los intereses del préstamo con el que se financiará la planta solar fotovoltaica. Según las condiciones del mercado, se aplicará un interés nominal anual del 4%. Las cantidades que se pagarán cada año en concepto de intereses aparecen en la Tabla 10.

Tabla 10. Gasto en intereses de la planta solar fotovoltaica.

Años	Intereses del préstamo
0	
1	584.129,60 €
2	570.103,50 €
3	555.516,36 €
4	540.345,73 €
5	524.568,28 €
6	508.159,73 €
7	491.094,83 €
8	473.347,35 €
9	454.889,96 €
10	435.694,27 €
11	415.730,76 €
12	394.968,71 €
13	373.376,18 €
14	350.919,94 €
15	327.565,46 €
16	303.276,79 €
17	278.016,58 €
18	251.745,96 €
19	224.424,52 €
20	196.010,22 €
21	166.459,35 €
22	135.726,44 €
23	103.764,21 €
24	70.523,50 €
25	35.953,16 €

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del mercado.

Por último, entre los costes que la planta solar irá teniendo anualmente, se encuentran los impuestos. En la actualidad, en España, el Impuesto sobre Sociedades, conocido también por sus siglas como IS, se sitúa en el 25% (Ministerio de Hacienda y Función Pública, 2023). A partir de esta información se obtienen los datos que aparecen en la Tabla 11.

*Tabla 11. Gasto en impuestos de la planta solar fotovoltaica.*

Años	Impuestos
0	
1	752.088,40 €
2	781.816,83 €
3	812.343,17 €
4	843.689,51 €
5	875.878,58 €
6	908.933,76 €
7	942.879,10 €
8	977.739,36 €
9	1.013.539,99 €
10	1.050.307,22 €
11	1.088.068,00 €
12	1.126.850,11 €
13	1.166.682,10 €
14	1.207.593,37 €
15	1.249.614,19 €
16	1.292.775,70 €
17	1.337.109,96 €
18	1.382.649,98 €
19	1.429.429,72 €
20	1.477.484,18 €
21	1.526.849,34 €
22	1.577.562,29 €
23	1.629.661,20 €
24	1.683.185,36 €
25	1.738.175,26 €

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de la Administración Tributaria.

### 6.2.3. Flujos de caja de la planta

Tras calcular las cantidades de ingresos y gastos de la planta solar fotovoltaica objeto del presente estudio, el siguiente paso a realizar es averiguar los flujos de caja que se producirán durante los 25 años de vida útil de la instalación. Para ello, primero habrá que conocer los cobros y los pagos del proyecto.

En este caso, sabemos que los cobros serán iguales a los ingresos. Sin embargo, los pagos serán menores que los gastos, dado que en los pagos no se tienen en cuenta ni la amortización técnica ni los intereses del préstamo. Así es como se obtienen los datos de la Tabla 12 y la Tabla 13.

Tabla 12. Ingresos y cobros de la planta solar fotovoltaica.

Años	INGRESOS	COBROS
0		
1	5.367.227,13 €	5.367.227,13 €
2	5.500.602,72 €	5.500.602,72 €
3	5.637.292,70 €	5.637.292,70 €
4	5.777.379,42 €	5.777.379,42 €
5	5.920.947,30 €	5.920.947,30 €
6	6.068.082,84 €	6.068.082,84 €
7	6.218.874,70 €	6.218.874,70 €
8	6.373.413,74 €	6.373.413,74 €
9	6.531.793,07 €	6.531.793,07 €
10	6.694.108,13 €	6.694.108,13 €
11	6.860.456,71 €	6.860.456,71 €
12	7.030.939,06 €	7.030.939,06 €
13	7.205.657,90 €	7.205.657,90 €
14	7.384.718,50 €	7.384.718,50 €
15	7.568.228,75 €	7.568.228,75 €
16	7.756.299,24 €	7.756.299,24 €
17	7.949.043,27 €	7.949.043,27 €
18	8.146.577,00 €	8.146.577,00 €
19	8.349.019,44 €	8.349.019,44 €
20	8.556.492,57 €	8.556.492,57 €
21	8.769.121,41 €	8.769.121,41 €
22	8.987.034,08 €	8.987.034,08 €
23	9.210.361,87 €	9.210.361,87 €
24	9.439.239,37 €	9.439.239,37 €
25	9.673.804,46 €	9.673.804,46 €

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Gastos y pagos de la planta solar fotovoltaica.

Años	GASTOS	PAGOS
0	14.603.240,00 €	14.603.240,00 €
1	2.358.873,51 €	1.190.614,31 €
2	2.373.335,42 €	1.219.102,31 €
3	2.387.920,03 €	1.248.274,07 €
4	2.402.621,38 €	1.278.146,04 €
5	2.417.432,97 €	1.308.735,09 €
6	2.432.347,79 €	1.340.058,46 €
7	2.447.358,29 €	1.372.133,86 €
8	2.462.456,32 €	1.404.979,37 €
9	2.477.633,11 €	1.438.613,55 €
10	2.492.879,26 €	1.473.055,39 €
11	2.508.184,70 €	1.508.324,34 €
12	2.523.538,63 €	1.544.440,32 €
13	2.538.929,51 €	1.581.423,73 €
14	2.554.345,02 €	1.619.295,47 €
15	2.569.772,00 €	1.658.076,94 €
16	2.585.196,45 €	1.697.790,05 €
17	2.600.603,43 €	1.738.457,25 €
18	2.615.977,09 €	1.780.101,53 €
19	2.631.300,54 €	1.822.746,42 €
20	2.646.555,87 €	1.866.416,05 €
21	2.661.724,05 €	1.911.135,10 €
22	2.676.784,91 €	1.956.928,87 €
23	2.691.717,08 €	2.003.823,27 €
24	2.706.497,91 €	2.051.844,81 €
25	2.721.103,43 €	2.101.020,67 €

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta todos estos datos, ya se pueden calcular los flujos de caja, los cuales aparecen en la Tabla 14. Analizando los resultados que se obtienen, se puede afirmar que el proyecto es rentable desde el primer año, lo cual es muy positivo, sobre todo a la hora de pedir un préstamo para una cantidad de dinero tan considerable como los más de 14 millones de euros que supone poner en marcha este proyecto.

Tabla 14. Flujos de caja de la planta solar fotovoltaica.

Años	COBROS	PAGOS	FLUJOS DE CAJA (FC)	IMPUESTOS	FC DESPUÉS DE IMPUESTOS
0		14.603.240,00 €	-14.603.240,00 €		-14.603.240,00 €
1	5.367.227,13 €	1.190.614,31 €	4.176.612,82 €	752.088,40 €	3.424.524,41 €
2	5.500.602,72 €	1.219.102,31 €	4.281.500,41 €	781.816,83 €	3.499.683,58 €
3	5.637.292,70 €	1.248.274,07 €	4.389.018,63 €	812.343,17 €	3.576.675,46 €
4	5.777.379,42 €	1.278.146,04 €	4.499.233,38 €	843.689,51 €	3.655.543,87 €
5	5.920.947,30 €	1.308.735,09 €	4.612.212,22 €	875.878,58 €	3.736.333,63 €
6	6.068.082,84 €	1.340.058,46 €	4.728.024,38 €	908.933,76 €	3.819.090,62 €
7	6.218.874,70 €	1.372.133,86 €	4.846.740,85 €	942.879,10 €	3.903.861,74 €
8	6.373.413,74 €	1.404.979,37 €	4.968.434,37 €	977.739,36 €	3.990.695,01 €
9	6.531.793,07 €	1.438.613,55 €	5.093.179,52 €	1.013.539,99 €	4.079.639,53 €
10	6.694.108,13 €	1.473.055,39 €	5.221.052,74 €	1.050.307,22 €	4.170.745,52 €
11	6.860.456,71 €	1.508.324,34 €	5.352.132,37 €	1.088.068,00 €	4.264.064,37 €
12	7.030.939,06 €	1.544.440,32 €	5.486.498,74 €	1.126.850,11 €	4.359.648,64 €
13	7.205.657,90 €	1.581.423,73 €	5.624.234,17 €	1.166.682,10 €	4.457.552,07 €
14	7.384.718,50 €	1.619.295,47 €	5.765.423,02 €	1.207.593,37 €	4.557.829,65 €
15	7.568.228,75 €	1.658.076,94 €	5.910.151,81 €	1.249.614,19 €	4.660.537,62 €
16	7.756.299,24 €	1.697.790,05 €	6.058.509,18 €	1.292.775,70 €	4.765.733,49 €
17	7.949.043,27 €	1.738.457,25 €	6.210.586,02 €	1.337.109,96 €	4.873.476,06 €
18	8.146.577,00 €	1.780.101,53 €	6.366.475,47 €	1.382.649,98 €	4.983.825,49 €
19	8.349.019,44 €	1.822.746,42 €	6.526.273,01 €	1.429.429,72 €	5.096.843,29 €
20	8.556.492,57 €	1.866.416,05 €	6.690.076,52 €	1.477.484,18 €	5.212.592,34 €
21	8.769.121,41 €	1.911.135,10 €	6.857.986,31 €	1.526.849,34 €	5.331.136,97 €
22	8.987.034,08 €	1.956.928,87 €	7.030.105,20 €	1.577.562,29 €	5.452.542,91 €
23	9.210.361,87 €	2.003.823,27 €	7.206.538,61 €	1.629.661,20 €	5.576.877,41 €
24	9.439.239,37 €	2.051.844,81 €	7.387.394,56 €	1.683.185,36 €	5.704.209,19 €
25	9.673.804,46 €	2.101.020,67 €	7.572.783,80 €	1.738.175,26 €	5.834.608,54 €

Fuente: elaboración propia.

Ahora que se tienen todos los datos necesarios para analizar una inversión, en el siguiente epígrafe se van a calcular los distintos parámetros que mostrarán si este proyecto de una planta solar en la provincia de Alicante se consideraría como una inversión rentable. La inversión será analizada mediante métodos como el Valor Actual Neto o la Tasa Interna de Rendimiento.

## 7. Análisis de la inversión

Una vez conocidos los resultados económicos del proyecto, se procederá a analizar la inversión tanto con los métodos clásicos de evaluación de inversiones como con el método de índices múltiples.

### 7.1. Métodos clásicos de evaluación de las inversiones

En este apartado se incluyen los métodos que aparecen a continuación:

- Valor Actual Neto o VAN
- Tasa Interna de Rendimiento o TIR
- Plazo de recuperación o *payback*

En la Tabla 15 se muestran los resultados del proyecto para los tres métodos. Tal y como se puede observar, la planta solar es muy rentable, dado que el Valor Actual Neto es positivo, la Tasa Interna de Rendimiento es mayor que la Tasa Anual Equivalente o TAE y el plazo de recuperación es mucho menor que la vida útil de la instalación solar fotovoltaica. Por tanto, los tres métodos indican que sería beneficioso invertir en este proyecto.

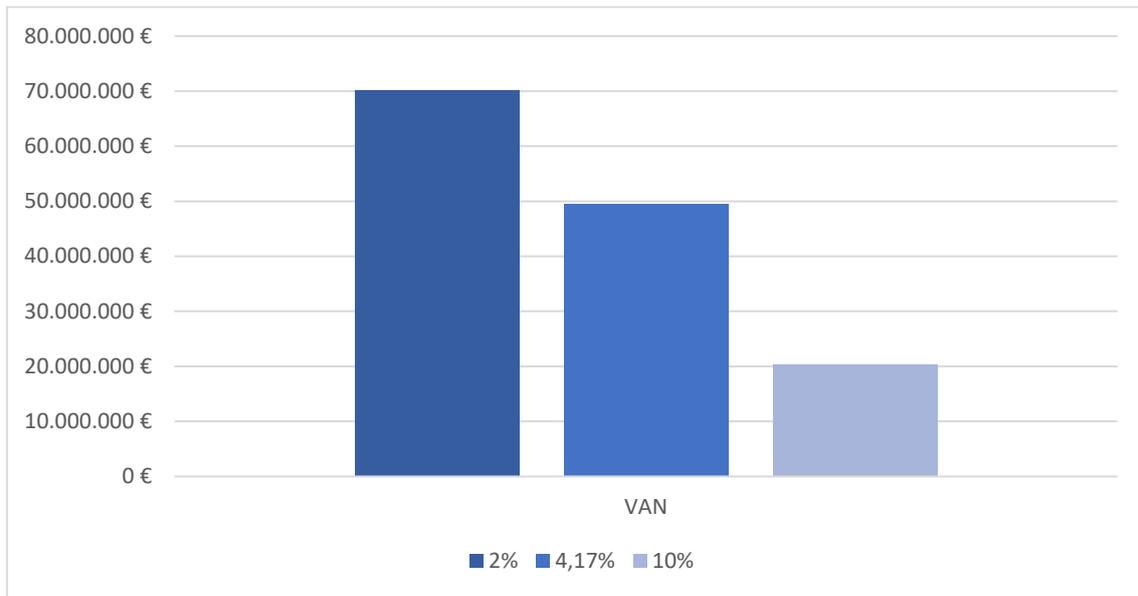
Tabla 15. VAN, TIR y plazo de recuperación de la inversión, y sus respectivos criterios de decisión.

VAN	49.515.628,00 €	> 0
TIR	25,53%	≥ MRA = 4,17%
Payback	5 años	≤ 25 años

Fuente: elaboración propia.

Además, en la Gráfica 27 aparecen los distintos valores que tomaría el VAN si el interés nominal efectivo variara. Así se demuestra que, aunque el interés cambie, la instalación sigue siendo rentable para las distintas tasas.

Gráfica 27. VAN para diferentes tipos de interés.



Fuente: elaboración propia.

A pesar de que los resultados de la inversión planteada sean muy positivos, se utilizarán más procedimientos para asegurarse de que la inversión en este proyecto sería muy beneficiosa. Los autores del estudio *“Economic evaluation methodologies for renewable energy projects”* consideran que los métodos clásicos son limitados e insuficientes para decidir si realizar o no una inversión (Dranka, Cunha, Donizetti de Lima, & Ferreira, 2020). Es por ello por lo que en su trabajo proponen un método de índices múltiples, que aparece en el siguiente apartado.

## 7.2. Método de índices múltiples

Este método propuesto por Dranka y sus compañeros en su estudio “*Economic evaluation methodologies for renewable energy projects*” incluye los ratios e índices que aparecen a continuación (Dranka, Cunha, Donizetti de Lima, & Ferreira, 2020):

- Valor Actual Neto anualizado
- Ratio coste-beneficio
- Retorno de la inversión adicional o ROIA
- Retorno de la inversión o ROI
- Índice ROIA/MRA
- Índice MRA/TIR
- Índice Payback/N

En la Tabla 16 aparecen los resultados del proyecto para todos estos métodos. Se puede observar que hay distintos resultados dependiendo de si el indicador calculado está relacionado con alguno de los métodos clásicos de evaluación de inversiones.

Por un lado, tanto el VAN anualizado como los índices MRA/TIR y Payback/N muestran que es una inversión rentable que no requiere incurrir en grandes riesgos, dado que el VAN anualizado señala que en cada periodo de la vida útil de la instalación fotovoltaica se va a obtener un resultado medio mayor de 3 millones de euros, y en los dos índices se obtiene un porcentaje bajo, lo cual indica que el riesgo de no recuperar el capital invertido es pequeño.

Por otro lado, el resto de estos índices, el ratio coste-beneficio y los indicadores relacionados con el Retorno de la Inversión, muestran que esta inversión no es tan ventajosa como parecía con el análisis realizado mediante los métodos clásicos. Estos nuevos indicadores ponen de manifiesto que los rendimientos adicionales que se dan al realizar esta inversión no son tan altos como parecían al principio del análisis. Sin embargo, la parte positiva es que los resultados no se alejan mucho de los criterios de decisión, lo cual indicaría que con unos ligeros cambios se podrían obtener mejores resultados.

Tabla 16. Resultados del método de índices múltiples, y sus criterios de decisión.

VAN anualizado	3.226.723,07 €	$\geq 0$
Ratio coste-beneficio	0,98	$\geq 1$
ROIA	0,00	$\geq 0$
ROI	4,10%	$\geq \text{MRA} = 4,17\%$
Índice ROIA/MRA	-1,71%	$\geq 0$
Índice MRA/TIR	16,34%	$\leq 100$
Índice Payback/N	20,00%	$\leq 100$

Fuente: elaboración propia.

## 8. Conclusiones

Tal y como se comentaba al principio del presente Trabajo Final de Grado, actualmente es muy importante conseguir abastecernos de energía limpia que asegure un futuro más sostenible, tanto que la Unión Europea ha propuesto unos objetivos para los años 2030 y 2050. España no ha querido quedarse atrás y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha marcado unos objetivos aún más estrictos con el fin de llegar a ser uno de los países más avanzados en la transición hacia unas energías más responsables con el medio ambiente.

Además del Gobierno, el resto de los actores de la sociedad también debe participar en las acciones propuestas por el Gobierno a fin de alcanzar los objetivos deseados. Para ello, se han planteado medidas como el autoconsumo, una mayor facilidad para usar los coches eléctricos y unas subastas energéticas más accesibles.

En este sentido, hay que aprovechar las oportunidades que brinda este impulso a las energías renovables para proponer proyectos que vayan en línea con la estrategia del Gobierno. Es por ello por lo que en este trabajo se ha planteado la instalación de una planta solar fotovoltaica, dado que España cuenta con muchos recursos para conseguir que este tipo de proyectos sean rentables a la vez que responsables con el medio ambiente: la radiación solar es abundante; existen muchos terrenos llanos, óptimos para la instalación de placas solares; y el precio de alquiler de algunas zonas es asequible, lo cual permite minimizar los costes y obtener mayores beneficios.

Sin embargo, en la Comunidad Valenciana sigue habiendo una penetración de energía solar fotovoltaica muy baja dentro del mix energético total, a pesar de que existen estudios que demuestran que hay muchas zonas que son idóneas para la instalación de este tipo de proyectos. Una cuota tan baja de instalaciones solares se debe a que en el territorio que ocupa la comunidad también existen muchas limitaciones como, por ejemplo, las zonas declaradas como parques naturales o el mapa de migración de las aves, que restringe de manera considerable el número de sitios donde sería posible montar un proyecto como el que se propone en el presente trabajo.

La buena noticia es que aún quedan unos años para cumplir los objetivos que tiene el Gobierno de España en cuanto a las energías renovables. Por tanto, lo más recomendable sería que la Comunidad Valenciana se promocionase más para este tipo de proyectos a fin de conseguir una mayor independencia energética del exterior y un futuro más próspero para las generaciones futuras. Además, en este Trabajo Final de Grado se ha demostrado que una planta solar como la planteada traería muchos beneficios a las empresas que emprendan proyectos de este tipo, con lo cual, sería una estrategia *win to win*, donde tanto la empresa como la sociedad obtendrían importantes beneficios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayuntamiento de San Miguel de Salinas. (mayo de 2023). *Ayuntamiento San Miguel de Salinas Oficial*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=cUQ3S9KyzUc>
- Ayuntamiento de San Miguel de Salinas. (mayo de 2023). *El Ayuntamiento*. Obtenido de Ayuntamiento de San Miguel de Salinas: <https://www.sanmigueldesalinas.es/el-ayuntamiento/san-miguel-en-cifras/>
- Bakos, G., & Soursos, M. (2002). Technical feasibility and economic viability of a grid-connected PV installation for low cost electricity production. *Energy and Buildings*, 753-758.
- Barbier, E. (2002). Geothermal energy technology and current status: an overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 3-65.
- Bektas, C. (16 de octubre de 2020). *News*. Obtenido de ICIS: <https://www.icis.com/explore/resources/news/2020/10/16/10563896/ppas-in-spain-to-continue-growing-over-this-decade/>
- Bull, S. R. (2001). Renewable energy today and tomorrow. *Proceedings of the IEEE*, 1216 - 1226.
- Catastro. (14 de mayo de 2023). *Buscador de inmuebles y visor cartográfico*. Obtenido de Sede Electrónica del Catastro: <https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?del=3&mun=120&UrbRus=R&RefC=03120A005000130000GR&Apenom=&esBice=&RCBice1=&RCBice2=&DenoBice=&from=nuevoVisor&ZV=NO&anyoZV=>
- Catastro. (mayo de 2023). *Buscador de inmuebles y visor cartográfico*. Obtenido de Sede Electrónica del Catastro: <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/FXCC/Visor3D.aspx?del=3&mun=120&refcat=03120A005000130000GR&final=>
- Chowdhury, M. S., Rahman, K. S., Selvanathan, V., Nuthammachot, N., Suklueng, M., Mostafaeipour, A., . . . Techato, K. (2021). Current trends and prospects of tidal energy technology. *Environment, Development and Sustainability*, 8179–8194.
- Comisión Europea. (17 de enero de 2023). *Directorate-General for Research and Innovation*. Obtenido de Publications Office of the European Union: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f0d8515-8dc0-4435-ba53-9570e47dbd51>
- Comisión Europea. (mayo de 2023). *PVGIS Online Tool*. Obtenido de EU Science Hub: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/#api\\_5.2](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#api_5.2)
- Dranka, G. G., Cunha, J., Donizetti de Lima, J., & Ferreira, P. (2020). Economic evaluation methodologies for renewable energy projects. *AIMS Energy*, 339-364.
- Elbatran, A. H., Abdel-Hamed, M. W., Yaakob, O. B., Ahmed, Y. M., & Ismail, M. A. (2015). Hydro Power and Turbine Systems Reviews. *Jurnal Teknologi*, 83–90.

- European Council. (9 de enero de 2023). *Infographics*. Obtenido de European Council: [https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/eu-gas-supply/#:~:text=The%20EU's%20gas%20supply,\)%2C%20particularly%20from%20the%20US.](https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/eu-gas-supply/#:~:text=The%20EU's%20gas%20supply,)%2C%20particularly%20from%20the%20US.)
- Gobierno de España. (19 de enero de 2023). *Administración Pública y Estado*. Obtenido de Punto de Acceso General electrónico: [https://administracion.gob.es/pag\\_Home/espanaAdmon/comoSeOrganizaEstado/ComunidadesAutonomas.html](https://administracion.gob.es/pag_Home/espanaAdmon/comoSeOrganizaEstado/ComunidadesAutonomas.html)
- Gobierno de España. (1 de febrero de 2023). *Atención al ciudadano*. Obtenido de Sede electrónica: <https://sede.educacion.gob.es/publivena/espana-mapa-de-las-comunidades-autonomas-espanolas/ensenanza-lengua-espanola/15936>
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-12328#top>
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645&p=20221019&tn=1#a3>
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-10556&p=20130713&tn=0>
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-17706>
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-9262](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-9262)
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089)
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-6621>
- Gobierno de España. (2023). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Diarios Oficiales: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-4972>
- Guaíta-Pradas, I., & Blasco-Ruiz, A. (2020). Analyzing Profitability and Discount Rates for Solar PV Plants. A Spanish Case. *Sustainability*.
- Gürtler, K., Postpischil, R., & Quitzow, R. (2019). The dismantling of renewable energy policies: The cases of Spain and the Czech Republic. *Energy Policy*, 110881.
- IAE. (11 de enero de 2023). *Oil*. Obtenido de IEA - International Energy Agency: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/oil>
- IAE. (19 de diciembre de 2022). *News*. Obtenido de IEA – International Energy Agency: <https://www.iea.org/news/how-the-european-union-can-avoid-natural-gas-shortages-in-2023>
- IAE. (19 de diciembre de 2022). *News*. Obtenido de IEA – International Energy Agency: <https://www.iea.org/news/how-the-european-union-can-avoid-natural-gas-shortages-in-2023>

- IEA. (15 de diciembre de 2022). *Renewables*. Obtenido de IEA – International Energy Agency: <https://www.iea.org/reports/renewables-2022>
- IEA. (15 de diciembre de 2022). *Renewables*. Obtenido de IEA – International Energy Agency: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>
- IEA. (11 de enero de 2023). *Coal*. Obtenido de IAE - International Energy Agency: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/coal>
- IEA. (11 de enero de 2023). *Gas*. Obtenido de IEA - International Energy Agency: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/gas>
- IEA. (14 de enero de 2023). *Hydropower*. Obtenido de IEA - International Energy Agency: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydropower>
- IEA. (11 de enero de 2023). *Nuclear*. Obtenido de IEA - International Energy Agency: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/nuclear>
- IEA. (14 de enero de 2023). *Solar*. Obtenido de IEA - International Energy Agency: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/solar#more-solar>
- IEA. (19 de enero de 2023). *Spain*. Obtenido de IEA - International Energy Agency: <https://www.iea.org/countries/spain>
- IEA. (19 de enero de 2023). *Spain*. Obtenido de IEA - International Energy Agency: <https://www.iea.org/reports/spain-2021>
- IEA. (14 de enero de 2023). *Wind*. Obtenido de IAE - International Energy Agency: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/wind>
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Ki-Hyun, K. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 894-900.
- Lewandowski, I., Gaudet, N., Lask, J., Maier, J., Tchouga, B., & Vargas-Carpintero, R. (2018). *Bioeconomy*. Cham: Springer International Publishing AG.
- Marques-Perez, I., Guaita-Pradas, I., Gallego, A., & Segura, B. (2020). Territorial planning for photovoltaic power plants using an outranking approach and GIS. *Journal of Cleaner Production*, 120602.
- Ministerio de Hacienda y Función Pública. (2023). *Impuesto sobre Sociedades*. Obtenido de Agencia Tributaria: <https://sede.agenciatributaria.gob.es/Sede/impuesto-sobre-sociedades/que-base-imponible-se-determina-sociedades/tipo-impositivo.html>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Renovables eléctricas, cogeneración y residuos*. Obtenido de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://energia.gob.es/renovables/regimen-economico/Paginas/Subasta-25-octubre-2022.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Sala de prensa*. Obtenido de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>

- Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España. (2 de abril de 2023). *España 2050*. Obtenido de Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia: <https://futuros.gob.es/nuestro-trabajo/espana-2050>
- ONU. (29 de noviembre de 2022). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Onyeka Okoye, C., & Chioma Oranekwu-Okoye, B. (2018). Economic feasibility of solar PV system for rural electrification in Sub-Sahara Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2537-2547.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2022). *EUR-Lex home*. Obtenido de European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32018L2001>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2022). *EUR-Lex home*. Obtenido de European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32019L0944>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2023). *EUR-Lex home*. Obtenido de Unión Europea: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32009L0028>
- Precup, R.-E., Kamal, T., & Hassan, S. Z. (2019). *Solar Photovoltaic Power Plants*. Singapore: Springer .
- Quintero González, J. R., & Quintero González, L. E. (2015). Energía mareomotriz: potencial energético y medio ambiente. *Gestión y Ambiente*, 121-134.
- Red Eléctrica Española. (11 de abril de 2023). *Publicaciones*. Obtenido de Red Eléctrica Española: [https://www.sistemaelectrico-ree.es/sites/default/files/2023-03/Informe\\_Renovables\\_2022.pdf](https://www.sistemaelectrico-ree.es/sites/default/files/2023-03/Informe_Renovables_2022.pdf)
- Statista. (4 de abril de 2023). *Energía y medio ambiente*. Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/1107427/evolucion-de-la-demanda-de-electricidad-en-espana/>
- Twidell, J. (2021). *Renewable Energy Resources*. London: Routledge.
- Vega de Kuyper, J., & Ramírez Morales, S. (2014). *Fuentes de energía, renovables y no renovables. Aplicaciones*. México: Alfaomega.

## ANEXOS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ADE

Facultat d'Administració  
i Direcció d'Empreses /UPV

**ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030**

**Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.**

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>				X
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>				X
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>			X	
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>				X
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>				X
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>				X
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>	X			
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>		X		
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>	X			
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>				X
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>		X		
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>	X			
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>		X		
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				X
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>				X
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>				X
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>			X	

## **Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.**

Descripción de la alineación del TFG/TFM con los ODS con un grado de relación más alto.

---

En 2015 los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobaron los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el fin de acabar con la pobreza, proteger el medio ambiente, y garantizar la paz mundial. Estos objetivos están integrados, ya que los cambios en uno de los objetivos afectarán a los resultados del resto. Este trabajo está relacionado estrechamente con dos de estos objetivos.

Uno de los ODS que se encuentra vinculado a este trabajo es el doceavo, que trata de garantizar modalidades de consumo y producción responsables, que propicien un uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras responsables con el entorno, y la creación de empleos ecológicos. En este sentido, hay unas metas relacionadas con el mundo empresarial, que consisten en propuestas tales como una gestión sostenible, el uso eficiente de los recursos naturales o la adopción de prácticas sostenibles. Considero que estas metas son las que tienen que marcar también el rumbo del proyecto del que hablaré en este documento, por ello, enlace este objetivo con mi trabajo.

Otro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionado con el presente trabajo es el séptimo, que trata de energía asequible y no contaminante. Entre sus metas se encuentran el aumento de la producción de energía renovable y la promoción de la inversión en energías limpias, aspectos que están estrechamente relacionados con los objetivos de este TFG, dado que se propone una inversión en una planta para producir energía a partir una fuente renovable como la solar, en este caso.

Por otro lado, otro de los objetivos relacionados con este TFG es el número nueve, que se refiere a la industria, innovación e infraestructuras. Las inversiones en infraestructuras y productos de alta tecnología son necesarias para conseguir un desarrollo sostenible, dado que sin tecnología e innovación no habrá industrialización, y sin esta, no habrá desarrollo. Las metas a este respecto se refieren al desarrollo de estructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad; una mayor contribución de las empresas al empleo y al producto interior bruto; y una reconversión de las industrias para que sean sostenibles. Esta última meta está relacionada con el presente trabajo, dado que el sector de la energía se ha de reinventar para poder adaptarse a las nuevas líneas de desarrollo.

ANEXO II. INFORME EXTRAÍDO DE PVGIS.



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

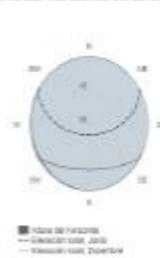
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 37.971,-0.799  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 20080 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

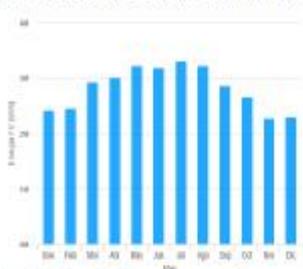
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 38 (opt) °  
 Ángulo de azimut: 3 (opt) °  
 Producción anual FV: 33819958.7 kWh  
 Irradiación anual: 2183.34 kWh/m²  
 Variación interanual: 955322.88 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 - Ángulo de inclinación: -2.49 %  
 - Efectos espectrales: 0.55 %  
 - Temperatura y baja irradiación: -7.65 %  
 - Pérdidas totales: -22.15 %

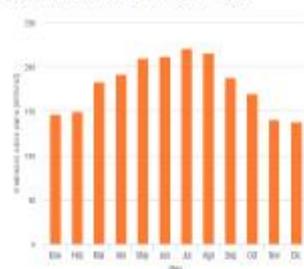
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E <sub>m</sub>	H <sub>(l,m)</sub>	SD <sub>m</sub>
Enero	2420390.66	249882.4	
Febrero	2448612.80	224813.0	
Marzo	2934283.83	284898.3	
Abril	3008400.91	185988.7	
Mayo	3221452.89	281502.8	
Junio	3182852.82	78884.2	
Julio	3300022.01	89357.1	
Agosto	3227732.85	109900.8	
Septiembre	2861802.87	145801.1	
Octubre	2851647.89	234920.5	
Noviembre	2287263.89	233490.3	
Diciembre	2287757.87	198677.9	

E<sub>m</sub>: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].  
 H<sub>(l,m)</sub>: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].  
 SD<sub>m</sub>: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

El presente informe contiene datos estimados basados en datos históricos de irradiación solar y condiciones de operación de un sistema fotovoltaico. No se garantiza la exactitud de los datos ni la precisión de los cálculos. El usuario debe verificar la exactitud de los datos y la precisión de los cálculos antes de utilizarlos para cualquier propósito. Este informe es propiedad de PVGIS y no debe ser reproducido sin el consentimiento escrito de PVGIS.

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

Informe creado el 2023/05/23



## ANEXO III. INGRESOS, GASTOS, BENEFICIOS E IMPUESTOS DE LA PLANTA SOLAR.

Años	Ingresos	Mantenimiento y seguro	Alquiler	Amortización técnica	Intereses del préstamo	Gastos	Beneficios	Impuestos
0								
1	5.367.227,13 €	805.084,07 €	385.530,24 €	584.129,60 €	584.129,60 €	2.358.873,51 €	3.008.353,62 €	752.088,40 €
2	5.500.602,72 €	825.090,41 €	394.011,91 €	584.129,60 €	570.103,50 €	2.373.335,42 €	3.127.267,31 €	781.816,83 €
3	5.637.292,70 €	845.593,91 €	402.680,17 €	584.129,60 €	555.516,36 €	2.387.920,03 €	3.249.372,67 €	812.343,17 €
4	5.777.379,42 €	866.606,91 €	411.539,13 €	584.129,60 €	540.345,73 €	2.402.621,38 €	3.374.758,05 €	843.689,51 €
5	5.920.947,30 €	888.142,10 €	420.592,99 €	584.129,60 €	524.568,28 €	2.417.432,97 €	3.503.514,34 €	875.878,58 €
6	6.068.082,84 €	910.212,43 €	429.846,04 €	584.129,60 €	508.159,73 €	2.432.347,79 €	3.635.735,05 €	908.933,76 €
7	6.218.874,70 €	932.831,21 €	439.302,65 €	584.129,60 €	491.094,83 €	2.447.358,29 €	3.771.516,41 €	942.879,10 €
8	6.373.413,74 €	956.012,06 €	448.967,31 €	584.129,60 €	473.347,35 €	2.462.456,32 €	3.910.957,42 €	977.739,36 €
9	6.531.793,07 €	979.768,96 €	458.844,59 €	584.129,60 €	454.889,96 €	2.477.633,11 €	4.054.159,96 €	1.013.539,99 €
10	6.694.108,13 €	1.004.116,22 €	468.939,17 €	584.129,60 €	435.694,27 €	2.492.879,26 €	4.201.228,86 €	1.050.307,22 €
11	6.860.456,71 €	1.029.068,51 €	479.255,83 €	584.129,60 €	415.730,76 €	2.508.184,70 €	4.352.272,01 €	1.088.068,00 €
12	7.030.939,06 €	1.054.640,86 €	489.799,46 €	584.129,60 €	394.968,71 €	2.523.538,63 €	4.507.400,43 €	1.126.850,11 €
13	7.205.657,90 €	1.080.848,68 €	500.575,05 €	584.129,60 €	373.376,18 €	2.538.929,51 €	4.666.728,39 €	1.166.682,10 €
14	7.384.718,50 €	1.107.707,77 €	511.587,70 €	584.129,60 €	350.919,94 €	2.554.345,02 €	4.830.373,48 €	1.207.593,37 €
15	7.568.228,75 €	1.135.234,31 €	522.842,63 €	584.129,60 €	327.565,46 €	2.569.772,00 €	4.998.456,75 €	1.249.614,19 €
16	7.756.299,24 €	1.163.444,89 €	534.345,17 €	584.129,60 €	303.276,79 €	2.585.196,45 €	5.171.102,79 €	1.292.775,70 €
17	7.949.043,27 €	1.192.356,49 €	546.100,76 €	584.129,60 €	278.016,58 €	2.600.603,43 €	5.348.439,84 €	1.337.109,96 €
18	8.146.577,00 €	1.221.986,55 €	558.114,98 €	584.129,60 €	251.745,96 €	2.615.977,09 €	5.530.599,91 €	1.382.649,98 €
19	8.349.019,44 €	1.252.352,92 €	570.393,51 €	584.129,60 €	224.424,52 €	2.631.300,54 €	5.717.718,89 €	1.429.429,72 €
20	8.556.492,57 €	1.283.473,89 €	582.942,16 €	584.129,60 €	196.010,22 €	2.646.555,87 €	5.909.936,70 €	1.477.484,18 €
21	8.769.121,41 €	1.315.368,21 €	595.766,89 €	584.129,60 €	166.459,35 €	2.661.724,05 €	6.107.397,36 €	1.526.849,34 €
22	8.987.034,08 €	1.348.055,11 €	608.873,76 €	584.129,60 €	135.726,44 €	2.676.784,91 €	6.310.249,17 €	1.577.562,29 €
23	9.210.361,87 €	1.381.554,28 €	622.268,99 €	584.129,60 €	103.764,21 €	2.691.717,08 €	6.518.644,79 €	1.629.661,20 €
24	9.439.239,37 €	1.415.885,90 €	635.958,90 €	584.129,60 €	70.523,50 €	2.706.497,91 €	6.732.741,46 €	1.683.185,36 €
25	9.673.804,46 €	1.451.070,67 €	649.950,00 €	584.129,60 €	35.953,16 €	2.721.103,43 €	6.952.701,04 €	1.738.175,26 €

## ANEXO IV. FINANCIACIÓN DE LA PLANTA SOLAR.

Años	Cuota	Amortización de capital	Intereses	Capital amortizado	Capital pendiente	Flujos de caja
0	0	0	0	0	14.603.240,00 €	14.457.207,60 €
1	934.782,06 €	350.652,46 €	584.129,60 €	350.652,46 €	14.252.587,54 €	-934.782,06 €
2	934.782,06 €	364.678,55 €	570.103,50 €	715.331,01 €	13.887.908,99 €	-934.782,06 €
3	934.782,06 €	379.265,70 €	555.516,36 €	1.094.596,70 €	13.508.643,30 €	-934.782,06 €
4	934.782,06 €	394.436,32 €	540.345,73 €	1.489.033,03 €	13.114.206,97 €	-934.782,06 €
5	934.782,06 €	410.213,78 €	524.568,28 €	1.899.246,81 €	12.703.993,19 €	-934.782,06 €
6	934.782,06 €	426.622,33 €	508.159,73 €	2.325.869,13 €	12.277.370,87 €	-934.782,06 €
7	934.782,06 €	443.687,22 €	491.094,83 €	2.769.556,35 €	11.833.683,65 €	-934.782,06 €
8	934.782,06 €	461.434,71 €	473.347,35 €	3.230.991,06 €	11.372.248,94 €	-934.782,06 €
9	934.782,06 €	479.892,10 €	454.889,96 €	3.710.883,16 €	10.892.356,84 €	-934.782,06 €
10	934.782,06 €	499.087,78 €	435.694,27 €	4.209.970,94 €	10.393.269,06 €	-934.782,06 €
11	934.782,06 €	519.051,29 €	415.730,76 €	4.729.022,24 €	9.874.217,76 €	-934.782,06 €
12	934.782,06 €	539.813,34 €	394.968,71 €	5.268.835,58 €	9.334.404,42 €	-934.782,06 €
13	934.782,06 €	561.405,88 €	373.376,18 €	5.830.241,46 €	8.772.998,54 €	-934.782,06 €
14	934.782,06 €	583.862,11 €	350.919,94 €	6.414.103,57 €	8.189.136,43 €	-934.782,06 €
15	934.782,06 €	607.216,60 €	327.565,46 €	7.021.320,17 €	7.581.919,83 €	-934.782,06 €
16	934.782,06 €	631.505,26 €	303.276,79 €	7.652.825,43 €	6.950.414,57 €	-934.782,06 €
17	934.782,06 €	656.765,47 €	278.016,58 €	8.309.590,91 €	6.293.649,09 €	-934.782,06 €
18	934.782,06 €	683.036,09 €	251.745,96 €	8.992.627,00 €	5.610.613,00 €	-934.782,06 €
19	934.782,06 €	710.357,54 €	224.424,52 €	9.702.984,53 €	4.900.255,47 €	-934.782,06 €
20	934.782,06 €	738.771,84 €	196.010,22 €	10.441.756,37 €	4.161.483,63 €	-934.782,06 €
21	934.782,06 €	768.322,71 €	166.459,35 €	11.210.079,08 €	3.393.160,92 €	-934.782,06 €
22	934.782,06 €	799.055,62 €	135.726,44 €	12.009.134,70 €	2.594.105,30 €	-934.782,06 €
23	934.782,06 €	831.017,84 €	103.764,21 €	12.840.152,54 €	1.763.087,46 €	-934.782,06 €
24	934.782,06 €	864.258,56 €	70.523,50 €	13.704.411,10 €	898.828,90 €	-934.782,06 €
25	934.782,06 €	898.828,90 €	35.953,16 €	14.603.240,00 €	0,00 €	-934.782,06 €