

Resumen:

El siguiente Trabajo de Fin de Grado trata sobre la importancia que están adquiriendo las energías renovables en la economía global. Concretamente, en este estudio nos centraremos en cómo la energía solar puede favorecer el crecimiento económico de una región y que políticas serían las adecuadas para aprovechar las ventajas que ofrecen estas fuentes de energía. Para ello, analizaremos cómo la región de Andalucía ha desarrollado este tipo de energías y compararemos las políticas energéticas desarrolladas en España y Alemania.

Palabras clave: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica, energía solar térmica, energía solar termoeléctrica, Andalucía, Alemania, España.

Abstract:

The following study is about the importance that renewable energies are acquiring in the global economy. Specifically, in this study we will focus on how solar energy can promote economic growth in a region and what policies would be appropriate to take advantage of the benefits offered by these energy sources. To do this, we will analyze how the Andalusian region has developed this type of energy and we will compare the energy policies developed in Spain and Germany.

Keywords: renewable energy, solar energy, photovoltaic solar energy, thermal solar energy, thermoelectric solar energy, Andalusia, Germany, Spain.

ÍNDICE

Resumen del trabajo.....	2
CAPÍTULO 1. Introducción.....	9
1.1. Antecedentes generales.....	9
1.2. Objeto y motivación del trabajo.....	11
1.3. Metodología del trabajo.....	12
1.4. Estructura.....	12
CAPÍTULO 2. El papel de las energías renovables en Andalucía.....	14
2.1. Situación actual	14
2.2. Normativa.....	17
2.3. Evolución por tipologías.....	19
2.4. Evolución por provincias.....	21
CAPÍTULO 3. Energía solar en Andalucía.....	30
3.1. Fuentes de energía obtenidas a partir del sol.....	30
3.2. Evolución de la energía solar en Andalucía.....	32
3.3. Infraestructura instalada para el aprovechamiento de energía solar.....	36
3.3.1. Tipos de instalaciones para el aprovechamiento de la energía solar.....	36
3.3.2. Evolución de la capacidad instalada en Andalucía para la generación de energía solar.....	37
CAPÍTULO 4. Casos de éxito en la utilización de la energía solar como factor de crecimiento.....	43
4.1. La energía solar como factor de crecimiento económico.....	43
4.1.1. Análisis macroeconómico.....	43
4.1.2. Análisis microeconómico.....	52
4.2. El caso de éxito en inversión en energía solar alemán.....	54
4.2.1. Comparación con la capacidad de producción en Alemania.....	54
4.2.2. Comparación de las balanzas comerciales.....	56

4.2.3. Comparación con las políticas públicas alemanas en materia de energías renovables.....	60
CAPÍTULO 5. Conclusiones.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Potencia renovable instalada en Andalucía. 2019.....	14
Ilustración 2: Estructura del consumo de energía final por sectores en la UE, España y Andalucía. Año 2018 (en %)......	15
Ilustración 3: Intensidad energética final en la UE, España y Andalucía (en tep/M€ ref. 2010)......	16
Ilustración 4: Radiación solar en Europa.....	31
Ilustración 5: Radiación solar España.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evolución de la importancia de las energías renovables en Andalucía, España y la Unión Europea.....	16
Tabla 2: Consumo de energías renovables por tecnologías y usos.....	19
Tabla 3: Consumo total de energías renovables por provincias.....	22
Tabla 4: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía eólica.....	23
Tabla 5: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía hidráulica... ..	24
Tabla 6: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa.....	25
Tabla 7: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa para uso térmico.....	26
Tabla 8: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biogás....	27
Tabla 9: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía geotérmica..	28
Tabla 10: Evolución del consumo de energía solar en Andalucía.....	32
Tabla 11: Evolución del consumo de la energía solar térmica.....	33
Tabla 12: Evolución del consumo de energía solar fotovoltaica.....	34
Tabla 13: Evolución del consumo de energía termosolar.....	35
Tabla 14: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar fotovoltaica.....	38

Tabla 15: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía termosolar.....	39
Tabla 16: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar térmica.....	41
Tabla 17: Datos de una instalación fotovoltaica en una vivienda en la provincia de Sevilla.....	53
Tabla 18: Datos de una instalación fotovoltaica en una pyme en la provincia de Huelva.....	54
Tabla 19: Capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en la Unión Europea (en MW).....	54
Tabla 20: Capacidad instalada de energía solar térmica en la Unión Europea (en m2 y capacidad equivalente en MW).....	55
Tabla 21: Clientes y proveedores de paneles solares fotovoltaicos de Alemania (en millones de euros y en %)......	57
Tabla 22: Clientes y proveedores de paneles solares fotovoltaicos de Alemania (en millones de euros y en %)......	58
Tabla 23: Normativa sobre energías renovables en España y Alemania.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Distribución porcentual del consumo energético mundial en 2017, por tipo de energía.....	10
Gráfica 2: Porcentaje de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo bruto final de energía en España de 2004 a 2018.....	10
Gráfica 3: Consumo nacional bruto de energías renovables en España en 2019, por tipo (en miles de toneladas equivalentes de petróleo).....	11
Gráfica 4: Evolución de la importancia de las energías renovables en Andalucía, España y la Unión Europea.....	17
Gráfica 5: Evolución del consumo de energías renovables en Andalucía.....	20
Gráfica 6: Evolución del uso de las energías renovables en Andalucía.....	21
Gráfica 7: Evolución del consumo de energías renovables por provincias.....	22
Gráfica 8: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía eólica....	23

Gráfica 9: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía hidráulica.....	24
Gráfica 10: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa.....	25
Gráfica 11: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa para uso térmico.....	26
Gráfica 12: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biogás.....	27
Gráfica 13: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía geotérmica.....	28
Gráfica 14: Evolución del consumo de energía solar en Andalucía.....	32
Gráfica 15: Evolución del consumo de la energía solar térmica.....	33
Gráfica 16: Evolución del consumo de energía solar fotovoltaica.....	34
Gráfica 17: Evolución del consumo de energía termosolar.....	35
Gráfica 18: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar fotovoltaica.....	38
Gráfica 19: Evolución de la importancia relativa de la capacidad instalada para energía solar fotovoltaica por provincias.....	39
Gráfica 20: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía termosolar.....	40
Gráfica 21: Evolución de la importancia relativa de la capacidad instalada para energía termosolar por provincias.....	40
Gráfica 22: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar térmica.....	41
Gráfica 23: Evolución de la importancia relativa de la capacidad instalada para energía solar térmica por provincias.....	42
Gráfica 24: Aportación al PIB del sector de energías renovables.....	43
Gráfica 25: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB de energías renovables.....	44
Gráfica 26: Aportación al PIB del sector de la energía solar fotovoltaica (en millones de euros corrientes).....	44

Gráfica 27: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB del sector de la energía solar fotovoltaica.....	45
Gráfica 28: Aportación al PIB del sector de la energía solar térmica.....	46
Gráfica 29: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB del sector de la energía solar térmica.....	46
Gráfica 30: Aportación al PIB del sector de la energía solar termoeléctrica.....	47
Gráfica 31: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB del sector de la energía solar termoeléctrica.....	48
Gráfica 32: Aportación al empleo de las energías renovables en el mundo.....	49
Gráfica 33: Aportación al empleo de las energías renovables.....	49
Gráfica 34: Aportación al empleo del sector de la energía solar fotovoltaica.....	50
Gráfica 35: Aportación al empleo del sector de la energía solar térmica.....	51
Gráfica 36: Aportación al empleo del sector de la energía solar termoeléctrica.....	51
Gráfica 37: Datos de exportación e importación de paneles solares fotovoltaicos en Alemania (en millones de euros).....	56
Gráfica 38: Datos de exportación e importación de paneles solares térmicos en Alemania (en millones de euros).....	58
Gráfica 39: Comercio hispano-alemán de paneles solares fotovoltaicos (en millones de euros).....	59
Gráfica 40: Comercio hispano-alemán de paneles solares térmicos (en millones de euros).....	60

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes generales

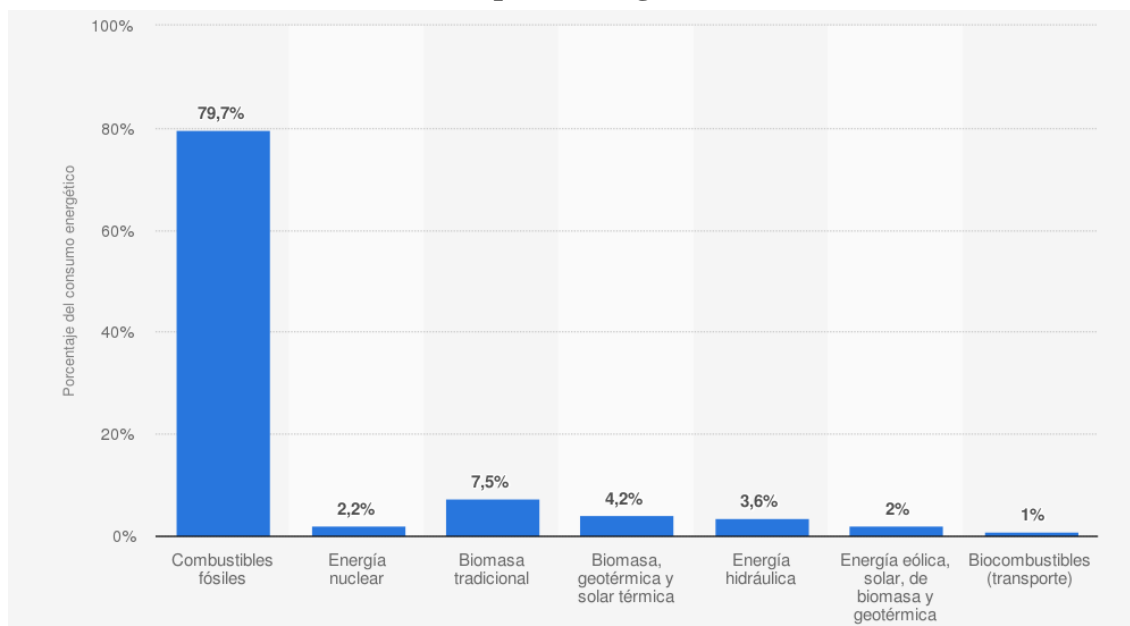
Llamamos energías renovables a “la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales”. Este tipo de energía presenta múltiples ventajas como pueden ser: la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, ayudan a reducir la dependencia energética, disminuyen las emisiones de otros contaminantes locales y aporta creación de empleo y desarrollo tecnológico (Cerdá, 2012).

Las energías renovables han experimentado un fuerte crecimiento en su participación en el mercado mundial de la energía. Esto está teniendo efectos importantes en nuestra sociedad, tanto por la calidad de la energía aportada que tiene beneficios sociales y ambientales, como por el efecto positivo que está teniendo en la economía de las naciones. Este efecto se presenta a través de 4 factores (Posso et al., 2014):

- a. Grandes flujos de capital hacia la generación energía renovable, dinamizando de esta forma la economía.
- b. Un incremento del empleo local, al requerir las energías renovables gran cantidad de mano de obra, tanto en la etapa de diseño como en la construcción de infraestructuras destinadas a su aprovechamiento.
- c. Un gran ahorro de recursos económicos que anteriormente eran destinados a la utilización de combustibles fósiles.
- d. Una importante participación en el mercado del carbono, que permite a los países en desarrollo conseguir fondos para su fortalecimiento.

Cada período de desarrollo económico ha sido motivado por una especial transición energética desde una fuente de energía a otra. Hoy en día, los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) son, con diferencia, la fuente de energía más consumida de las economías industriales y el principal origen de crecimiento en la producción de energía de las economías en vías de desarrollo (ver Gráfica 1). Pero en los últimos años estamos observando que se está aproximando una nueva gran transición energética desde los combustibles fósiles a las fuentes de energías renovables (Timmons et al., 2014).

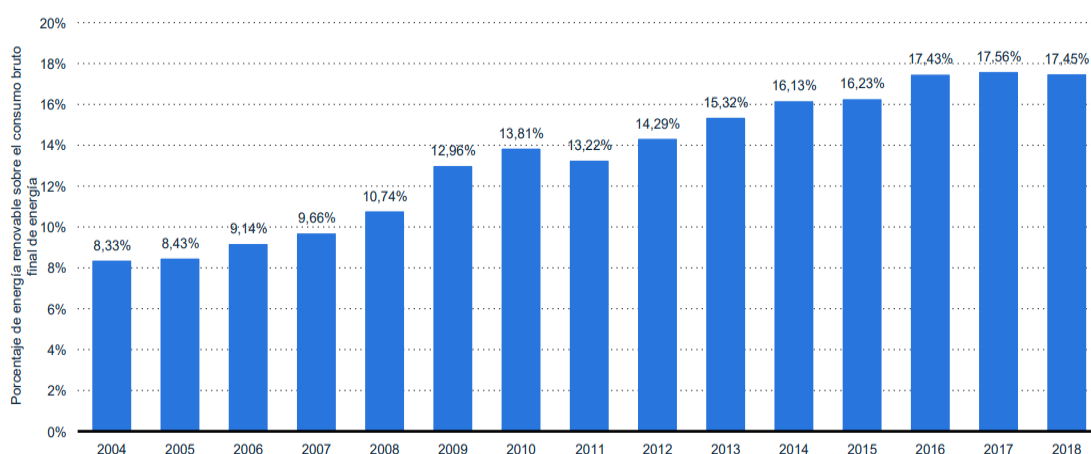
Gráfica 1: Distribución porcentual del consumo energético mundial en 2017, por tipo de energía



Fuente: Statista (2020)

Esta tendencia de transición energética la podemos ver reflejada en el caso de España. Como podemos observar en la Gráfica 2, la importancia de las energías renovables dentro del consumo energético total se ha ido incrementando a lo largo de los años.

Gráfica 2: Porcentaje de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo bruto final de energía en España de 2004 a 2018

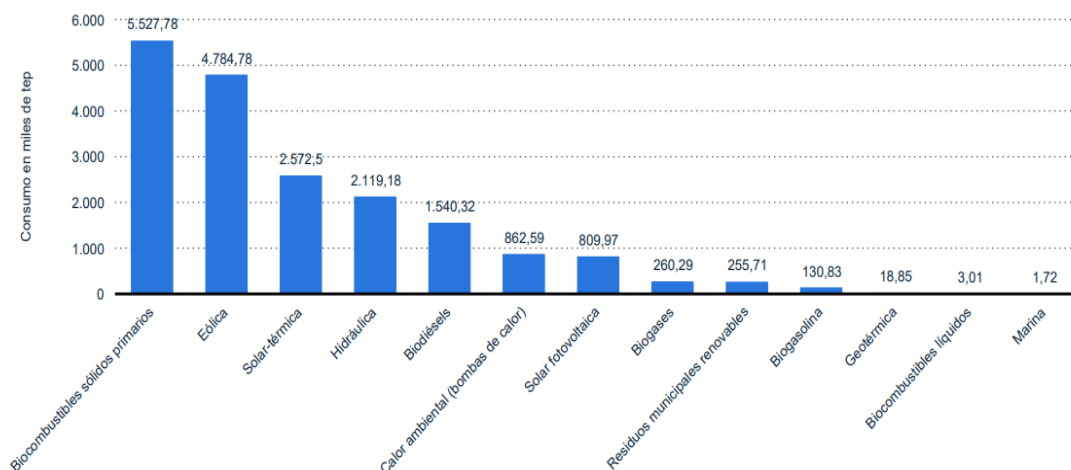


Fuente: Statista (2020)

En este trabajo vamos a analizar cómo las energías renovables pueden favorecer al crecimiento de una región, centrándonos en Andalucía y en la importancia que tienen hoy en día las energías renovables procedentes del sol, que como podemos observar en la

gráfica 3, tienen una gran importancia en el peso total de las energías renovables en España.

Gráfica 3: Consumo nacional bruto de energías renovables en España en 2019, por tipo (en miles de toneladas equivalentes de petróleo)



Fuente: Statista (2020)

1.2. Objeto y motivación del trabajo

La motivación sobre este trabajo surge del interés propio sobre cómo las energías renovables pueden ayudar a acabar con la dependencia energética de otros países, haciendo crecer las economías nacionales y ayudando también a frenar el cambio climático

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado consiste en la descripción de la situación energética de Andalucía y de su potencial para poder explotar el uso de energías renovables. Concretamente, nos centraremos en cómo la energía solar puede contribuir al crecimiento de la economía andaluza y a un mejor aprovechamiento de los recursos de esta región.

Este trabajo tiene por objeto también el análisis de las políticas públicas adecuadas para fomentar el uso de las energías renovables, centrándonos siempre en la energía solar al ser una de las que más se consumen tanto a nivel nacional en España como en la comunidad autónoma de Andalucía.

1.3. Metodología del trabajo

La metodología de este trabajo se puede dividir en las siguientes fases:

- Descripción de la situación energética en Andalucía.
- Definición de las fuentes de energía que podemos obtener a partir de la energía solar
- Evolución que ha seguido la importancia que tiene la energía solar en el sector energético andaluz
- Descripción de la infraestructura con la que cuenta Andalucía para el aprovechamiento de la energía solar
- Explicación de los factores que hacen que la inversión en energía solar favorezca el crecimiento económico.
- Observación un país como Alemania en el que la inversión en energía solar ha aumentado su crecimiento económico a nivel nacional.
- Exposición de políticas públicas que ayudan a la inversión en energía solar.
- Conclusiones extraídas a partir de los datos obtenidos.

Para el desarrollo de estas fases hemos utilizado numerosas fuentes. Principalmente, hemos utilizado estudios empíricos y estadísticos que nos han ayudado a tener una visión más amplia sobre el tema tratado en este Trabajo de Fin de Grado.

1.4. Estructura

Para el desarrollo de esta investigación hemos estructurado este Trabajo de Fin de Grado en 5 capítulos:

- En el primero de ellos hemos hablado sobre la importancia que están adquiriendo las energías renovables en la economía de las diferentes naciones hoy en día.
- En el segundo estudiaremos cuál ha sido la evolución que ha sufrido los distintos tipos de energía renovable en la comunidad autónoma de Andalucía y qué importancia están adquiriendo en esta región.
- En el tercer capítulo nos centraremos en investigar cómo Andalucía puede aprovechar las ventajas que ofrece la energía solar y qué evolución ha sufrido durante la última década.

- En el cuarto capítulo analizamos más en profundidad las ventajas que ofrece la energía solar tanto a nivel macroeconómico como a nivel microeconómico y compararemos la situación de la energía solar en España con la de Alemania.
- En el quinto capítulo expondremos las principales conclusiones sobre el estudio realizado y haremos algunas recomendaciones para aprovechar el potencial que tiene la energía solar.

CAPÍTULO 2: EL PAPEL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ANDALUCÍA

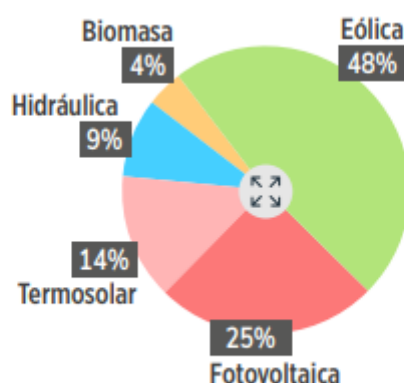
2.1. Situación actual

Andalucía está entre las comunidades autónomas que tienen un mayor potencial en energías renovables. Si aprovecháramos estas fuentes de energía, sustituyendo el consumo de energía fósil, podríamos disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero e incluso llegar a superar los objetivos marcados por la Unión Europea (Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030, 2021).

Actualmente, la biomasa es la fuente renovable que mayor importancia tiene en la estructura del consumo de energía primaria (42% en 2019), seguida por la termosolar (34%) y la eólica (16%) (Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030, 2021).

En cuanto a la generación eléctrica, en 2019 la potencia renovable instalada era de 7.216 MW, lo cual supuso el 43% de la potencia eléctrica total (48% eólica, 25% fotovoltaica, 14% termosolar, 9% hidráulica, 4% biomasa), llegando así la electricidad de origen renovable a representar el 39% del consumo final de Andalucía durante ese año. Respecto a la generación de energía eléctrica de origen renovable, la eólica supuso más de la mitad (51%) de la electricidad generada con fuentes limpias, seguida de la termosolar (19%), la fotovoltaica (13%) y la biomasa (12%) (Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030, 2021).

Ilustración 1: Potencia renovable instalada en Andalucía. 2019

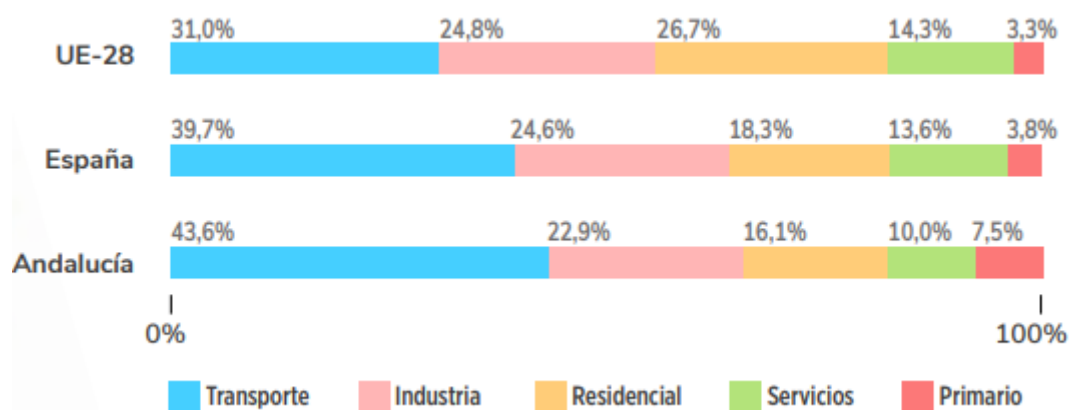


Fuente: Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030 (2021)

También sería interesante comparar la situación energética actual de Andalucía con la que hay tanto a nivel nacional como a nivel europeo.

Para ello podemos analizar la estructura del consumo final de energía por sectores en Andalucía, España y la Unión Europea.

Ilustración 2: Estructura del consumo de energía final por sectores en la UE, España y Andalucía. Año 2018 (en %)



Fuente: Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030 (2021)

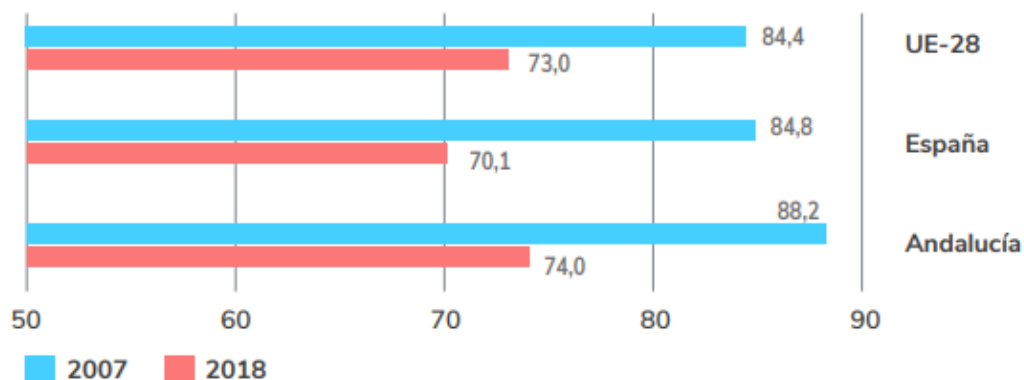
Los sectores servicios, industrial y residencial tienen una importancia relativa inferior en la estructura del consumo energético andaluz que en la media nacional y europea.

Por otra parte, los sectores del transporte y primario tienen mayor peso en la estructura del consumo andaluz. En el caso del sector primario, incluso llega a casi duplicar la importancia que tiene este sector en la media nacional y europea.

Respecto a el sector transporte, aunque la incidencia es mayor también en Andalucía en términos relativos, el consumo per cápita del sector es similar a la media europea: Andalucía 0,62 tep/habitante, España 0,70 tep/habitante y UE 0,64 tep/habitante según los datos de la Agencia Andaluza de la Energía en el año 2018.

Un indicador a tener en cuenta a la hora de realizar la comparación de la estructura energética andaluza con su entorno es la intensidad energética, la cual relaciona la oferta primaria energética total con el Producto Interior Bruto (Ramos Martín, 2003), estableciendo cuántas unidades energéticas son necesarias para producir una unidad monetaria.

Ilustración 3: Intensidad energética final en la UE, España y Andalucía (en tep/M€ ref. 2010)



Fuente: Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030 (2021)

Como podemos observar, Andalucía presenta un índice de eficiencia energética inferior a la media de la Unión Europea y nacional. Por tanto, debemos aumentar este indicador y adoptar hábitos más sostenibles en cuanto al consumo de energía para poder reducir la demanda y aumentar la competitividad de las empresas andaluzas (Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030, 2021).

También debemos de tener en cuenta la importancia que tienen las energías renovables en el consumo de energía total a la hora de analizar cómo Andalucía está aprovechando estas fuentes de energía. Para ello, vamos a comparar el porcentaje que representa el consumo de energías renovables en el consumo total de energía en Andalucía con España y la Unión Europea.

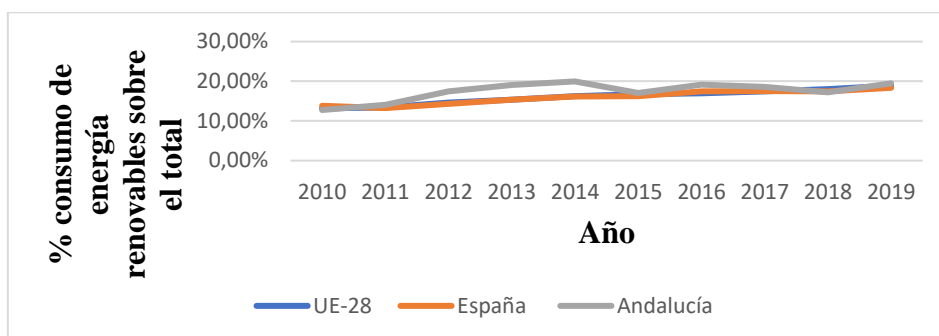
Tabla 1: Evolución de la importancia de las energías renovables en Andalucía, España y la Unión Europea

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
UE-28	13,16	13,39	14,66	15,37	16,20	16,73	16,98	17,48	18,01	18,88
España	13,83	13,25	14,31	15,35	16,16	16,26	17,42	17,56	17,45	18,36
Andalucía	12,76	14,10	17,49	19,10	19,96	17,07	19,14	18,59	17,22	19,48

Nota: Unidad de medida %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat y la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 4: Evolución de la importancia de las energías renovables en Andalucía, España y la Unión Europea



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat y la Agencia Andaluza de la Energía.

Como podemos apreciar, a partir del año 2010 las energías renovables han ido teniendo una mayor importancia en la estructura energética andaluza, incluso superior que en España y en la Unión Europea en algunos años, sobre todo entre los años 2012 y 2014.

Estas diferencias se han ido reduciendo hasta que actualmente la cantidad de energía renovable consumida representa en torno al 19% del total de energía consumida tanto en Andalucía como en España y la Unión Europea, aunque Andalucía sigue manteniéndose ligeramente por encima.

2.2. Normativa

Recientemente, cabe destacar dos reales decretos aprobados por el gobierno español que imponen medidas para el fomento del autoconsumo de energía eléctrica a través de fuentes renovables.

El primero de ellos es el Real Decreto-Ley 15/2018, el cual reconoce 3 principios fundamentales que guiarán la actividad de autoconsumo: “i) se reconoce el derecho a autoconsumir energía eléctrica sin cargos; ii) se reconoce el derecho al autoconsumo compartido por parte de uno o varios consumidores para aprovechar las economías de escala; y iii) se introduce el principio de simplificación administrativa y técnica, especialmente para las instalaciones de pequeña potencia”.

Por otro lado, en el Real Decreto-Ley 244/2019 se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas que regirán el autoconsumo de energía eléctrica. En este Real Decreto-Ley, con la finalidad de incentivar el autoconsumo de energía

eléctrica a través de energías renovables “se establece que la energía autoconsumida de origen renovable, cogeneración o residuos, estará exenta de todo tipo de cargos y peajes”. Además, se incorporan una serie de modificaciones del artículo 9 de la Ley 24/2013, el cual habla sobre el autoconsumo de energía eléctrica. Estas modificaciones son las siguientes:

– Se redefine el autoconsumo, de tal forma que se conocerá como “el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación próximas”.

– Se definen las dos nuevas modalidades de autoconsumo: “autoconsumo sin excedentes” y “autoconsumo con excedentes”.

–Se permite a los consumidores que dispongan de instalaciones de autoconsumo sin excedentes y que ya tengan permiso de acceso y conexión para el consumo no tener que adquirir permisos de acceso y de conexión para las instalaciones de generación.

–Reglamentariamente, podrán los consumidores que estén inscritos en la modalidad de autoconsumo con excedentes que dispongan de instalaciones de hasta 100 Kw, utilizar mecanismos de compensación entre déficit y superávit.

–Se dispondrá de un registro de autoconsumo muy abreviado a nivel estatal para usos estadísticos con el fin de evaluar si se está consiguiendo los objetivos establecidos.

En cuanto a la regulación normativa dentro de la comunidad andaluza en materia de energías renovables, cabe destacar que constituye una de las debilidades estructurales de la economía andaluza debido a la calidad de esta reglamentación y de sus organismos. Por tanto, sería necesario revisar la excesiva regulación y “sus costes para las empresas, la facilidad para emprender negocios, los controles de precios y las barreras a la libre competencia”, con el fin de conseguir normas eficientes (Ruiz, 2020).

Además, aunque existen multiplicidad de normas y leyes que tratan asuntos relacionados con el medio ambiente y energías renovables, la Consejería que se ocupa del medio ambiente, se ocupa, también, de la Agricultura, Ganadería y Pesca, lo cual condiciona la atención que se le dedica a la normativa por parte del Departamento en materia medio ambiental (Ruiz, 2020)

A todo esto, se le suma que desde la proclamación del estado de alarma por parte del presidente del Gobierno el 14 de marzo de 2020 la producción de normativa relacionada con las energías renovables en Andalucía en el más alto nivel ha sido bastante escasa (Ruiz, 2020).

No obstante, parece que las administraciones públicas andaluzas se están reactivando tras haber pasado lo peor de la pandemia. De hecho, el pasado 12 de mayo de 2021 se

publicaron nuevas ayudas cofinanciadas con fondos FEDER de 37,3 millones de euros para instalaciones de generación de energía renovable, de los cuales 30 millones se destinarán a nuevas instalaciones y los 7,3 millones restantes cubrirán las solicitudes que no se pudieron atender por agotamiento de fondos el año anterior (Junta de Andalucía, 2021).

Estas ayudas financian, según la Agencia Andaluza de la Energía, habitualmente entre el 20% y el 70% del coste de la instalación dependiendo del tipo de actuación y van destinadas a:

- Personas físicas y sus asociaciones, incluyendo las agrupaciones de propietarios.
- Personas jurídicas privadas, con o sin fines lucrativos.
- Asociaciones de personas jurídicas, las comunidades de bienes y cualquier categoría de unidad económica o patrimonio separado sin capacidad jurídica.
- Administraciones locales territoriales y las administraciones del sector público local.
- Organismos públicos empresariales previstos en la Ley 9/2007, de 22 de octubre.

2.3. Evolución por tipologías

Para analizar la evolución de las energías renovables en Andalucía hemos clasificado los distintos tipos de energías renovables según los usos que se le dan, es decir, para uso térmico o para generación eléctrica y vamos a mostrar el consumo de cada tipo en los últimos 10 años de 2010 a 2019.

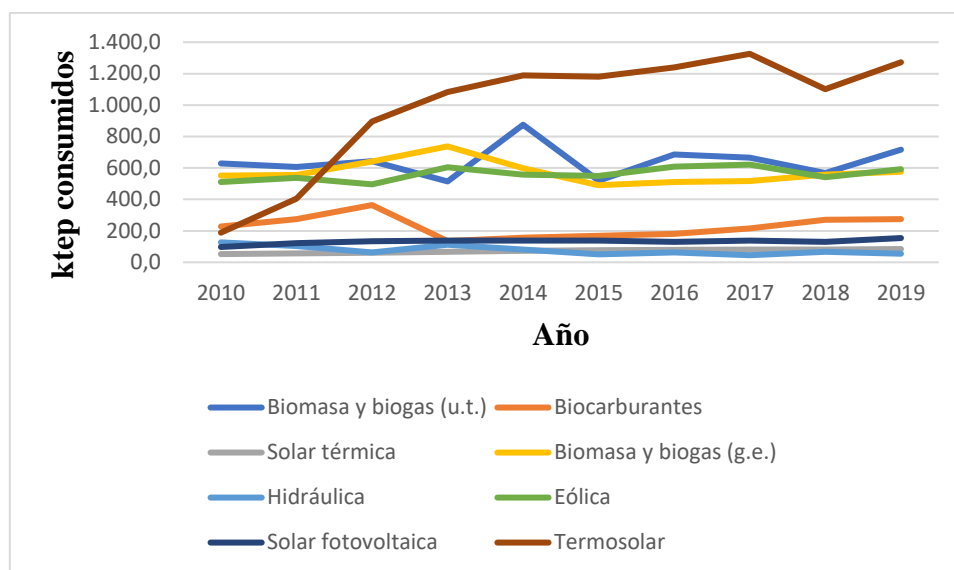
Tabla 2: Consumo de energías renovables por tecnologías y usos.

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Uso Térmico	Biomasa y biogas (u.t.)	620	607	643	514	875	518	686	665	567	716
	Biocarburos	229	275	364	135	156	168	181	215	270	275
	Solar térmica	52	56	61	67	73	77	79	81	82	84
	Total	911	939	1.068	717	1.104	764	946	961	920	1.076
Generación eléctrica	Biomasa y biogas (g.e.)	551	555	641	737	598	490	511	517	557	576
	Hidráulica	127	104	62	112	82	50	63	45	67	54
	Eólica	510	538	496	604	557	550	608	621	541	592
	Solar fotovoltaica	97	122	133	138	138	137	130	138	129	154
	Termosolar	188	404	896	1.084	1.189	1.181	1.240	1.326	1.101	1.273
	Total	1.474	1.722	2.228	2.675	2.564	2.409	2.552	2.648	2.395	2.649
Total		2.385	2.661	3.296	3.392	3.668	3.172	3.498	3.608	3.315	3.725

Nota: Unidad de medida ktep

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

Gráfica 5: Evolución del consumo de energías renovables en Andalucía

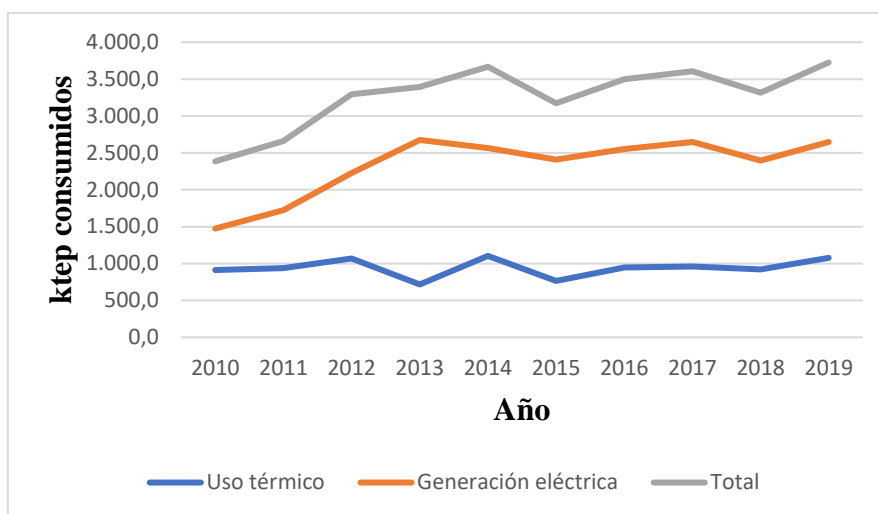


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

Como podemos observar, la fuente de energía renovable que mayor crecimiento ha experimentado en la última década ha sido la energía termosolar cuyo consumo ha crecido en un 575% de 2010 a 2019 y se ha convertido en la energía renovable que más se consume en Andalucía ocupando el 34% del consumo total de energías renovables en 2019.

También hay que destacar que hay una fuente de energía cuyo consumo ha disminuido en los últimos años. La energía hidráulica ha experimentado un decrecimiento de su consumo entre 2010 y 2019 de un 58% y es la fuente de energía renovable que menor importancia tiene con solo un 1% del consumo total en 2019. Esto puede ser provocado probablemente por las características climatológicas de Andalucía, donde las lluvias son muy escasas. Esto hace difícil que se pueda aprovechar el agua para generar energía eléctrica.

Gráfica 6: Evolución del uso de las energías renovables en Andalucía



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

Otro aspecto a tener en cuenta es que el aumento del consumo en energías renovables ha sido provocado principalmente por la aplicación de este tipo de energías para la generación de energía eléctrica.

Mientras que el uso térmico ha aumentado sólo en un 18% de 2010 a 2019, el uso de las energías renovables para la generación eléctrica ha aumentado en un 80% de 2010 a 2019. Esta diferencia en el crecimiento de los distintos usos de las energías renovables es debido al gran crecimiento que ha experimentado la energía termosolar en Andalucía, la cual se ha convertido en la fuente energética renovable más consumida.

2.4. Evolución por provincias

Para poder realizar una descripción de la evolución que ha sufrido el consumo de energías renovables en las provincias andaluzas vamos a observar cuál ha sido el consumo total que se ha realizado en cada una de ellas en los últimos años.

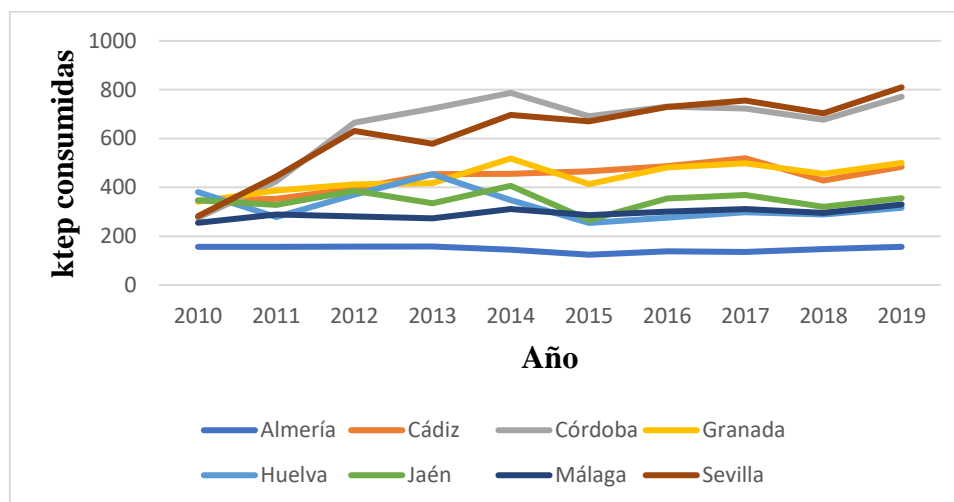
Tabla 3: Consumo total de energías renovables por provincias

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	156,7	156,3	157,4	157,1	144,8	124	137,7	135,4	147,1	155,9
Cádiz	346,1	352,6	395	453,7	456	466,2	487,4	519,3	427,8	484,3
Córdoba	275,4	425,2	665,2	722,6	787	691,1	730,7	722,9	676,7	771,6
Granada	341,6	387,3	411,7	417,8	518,4	413,6	481,9	498,1	455,8	500,2
Huelva	381	278,2	369,8	453,9	347,4	254,2	275,7	297,9	288,6	316,7
Jaén	346,9	327,9	385,8	335,2	406,3	266,2	354,1	368,6	319,8	356,3
Málaga	254,9	288,5	280,4	272,7	311	286,8	300,9	310,6	295,8	329,9
Sevilla	282	445,3	630,8	578,9	697,2	670,5	729,4	755,8	703,2	809,9
Andalucía	2384,7	2661,3	3296,1	3391,9	3668,1	3172,5	3497,7	3608,5	3314,7	3724,8

Nota: Unidad de medida ktep

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

Gráfica 7: Evolución del consumo de energías renovables por provincias



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Como podemos observar, las provincias que mayor crecimiento han experimentado en el consumo de energías renovables han sido Sevilla y Córdoba en los que el consumo ha variado en un 187% y un 180% respectivamente del año 2010 al 2019, lo cual las han convertido en las provincias que mayor cantidad de energía renovable consumen de Andalucía.

Por otro lado, podemos encontrar provincias cuyo consumo ha disminuido en este periodo como son Huelva y Almería cuyos consumos han decrecido en un 17% y 1% respectivamente.

También podemos analizar el papel de los diferentes tipos de energías renovables en las provincias andaluzas a través de la evolución de la capacidad instalada para generar cada tipo de energía renovable.

Para ello, hemos elaborado diferentes tablas en las cuales hemos calculado el porcentaje que representa la capacidad instalada en una provincia para un determinado tipo de energía sobre el total de capacidad instala para ese tipo de energía en Andalucía.

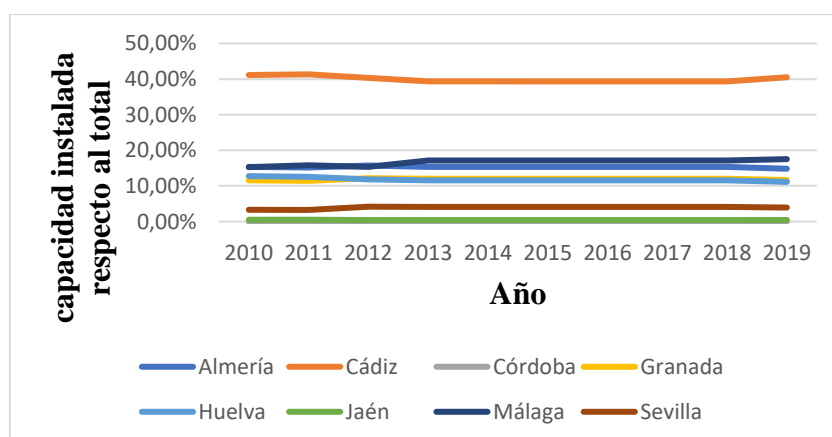
Tabla 4: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía eólica

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	15,38	15,15	15,73	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	14,83
Cádiz	41,17	41,33	40,30	39,37	39,37	39,38	39,38	39,38	39,38	40,48
Córdoba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Granada	11,61	11,43	12,16	12,03	12,03	12,03	12,03	12,03	12,03	11,66
Huelva	12,76	12,56	11,81	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	11,54	11,13
Jaén	0,51	0,50	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,44
Málaga	15,28	15,77	15,37	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,53
Sevilla	3,31	3,26	4,17	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	3,93

Nota: Unidad de medida %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 8: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía eólica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Para comenzar este análisis, hablaremos en primer lugar sobre la energía eólica. La capacidad instalada para el aprovechamiento de este tipo de energía se mide en megavatios. Como podemos observar tanto en la gráfica como en la tabla, la provincia que mayor infraestructura posee para generar este tipo de energía es Cádiz, cuya capacidad ha supuesto alrededor del 40% del total de megavatios instalados en Andalucía durante la última década.

Por otro lado, podemos observar que solo hay una provincia sin capacidad instalada para la generación de energía eólica que es Córdoba.

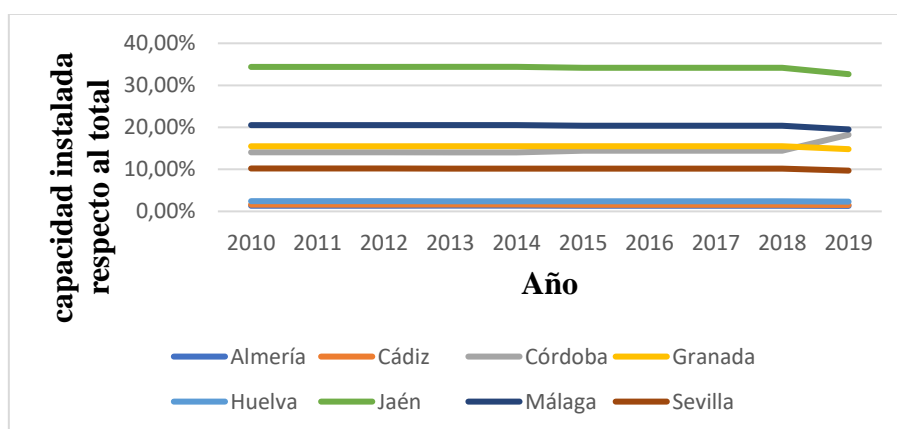
Tabla 5: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía hidráulica

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	1,34	1,34	1,34	1,36	1,36	1,35	1,35	1,35	1,35	1,29
Cádiz	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,59	1,59	1,59	1,59	1,52
Córdoba	14,03	14,03	14,03	14,03	14,03	14,40	14,40	14,40	14,40	18,23
Granada	15,49	15,49	15,49	15,48	15,48	15,48	15,48	15,48	15,48	14,80
Huelva	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,42	2,42	2,42	2,42	2,31
Jaén	34,38	34,38	34,38	34,37	34,37	34,19	34,19	34,19	34,19	32,65
Málaga	20,52	20,52	20,52	20,52	20,52	20,41	20,41	20,41	20,41	19,50
Sevilla	10,21	10,21	10,21	10,20	10,20	10,15	10,15	10,15	10,15	9,69

Nota: Unidad de medida %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 9: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía hidráulica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Respecto a la energía hidráulica, la capacidad para su generación también se mide en función de los megavatios instalados. Cabe destacar que la capacidad de cada provincia sobre el total de Andalucía se ha mantenido más o menos constante a lo largo del horizonte temporal, siendo la provincia de Jaén la que mayor capacidad posee para la generación de energía hidráulica en los últimos años.

También podemos resaltar que la provincia de Córdoba ha experimentado un gran crecimiento en su capacidad instalada en el último año, la cual ha pasado de representar el 14,4% del total de Andalucía al 18,23%.

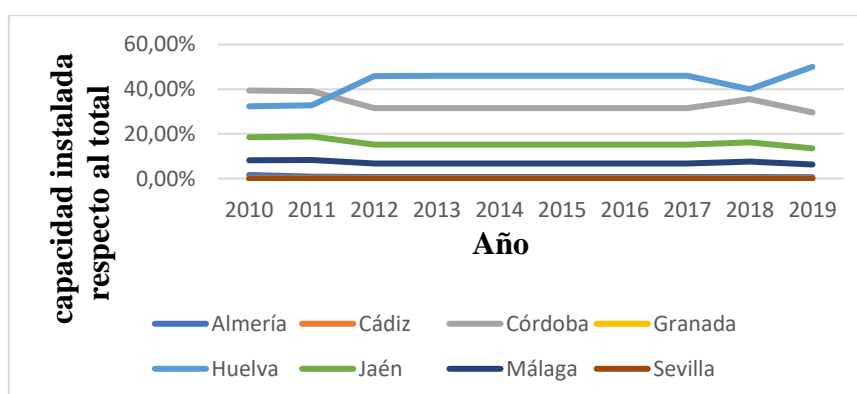
Tabla 6: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	1,62	0,82	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,75	0,62
Cádiz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Córdoba	39,40	39,18	31,56	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	35,57	29,60
Granada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Huelva	32,32	32,85	45,91	45,98	45,98	45,98	45,98	45,98	39,91	50,00
Jaén	18,54	18,84	15,18	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	16,23	13,50
Málaga	8,17	8,31	6,69	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68	7,54	6,28
Sevilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Nota: Unidad de medida %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 10: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

En cuanto a la capacidad instalada para la generación de energía procedente de biomasa, comparando la cantidad de megavatios instalados en cada una de las provincias a lo largo de los últimos años, podemos observar que la provincia de Huelva se ha situado por encima de Córdoba, y se ha convertido en la provincia que mayor capacidad tiene para la generación de energía procedente de biomasa, suponiendo su capacidad el 50% del total de la capacidad instalada en Andalucía en el año 2019.

Por otra parte, podemos ver que existen 3 provincias que siguen sin tener instalaciones para el aprovechamiento de este tipo de energía como son Sevilla, Cádiz y Granada.

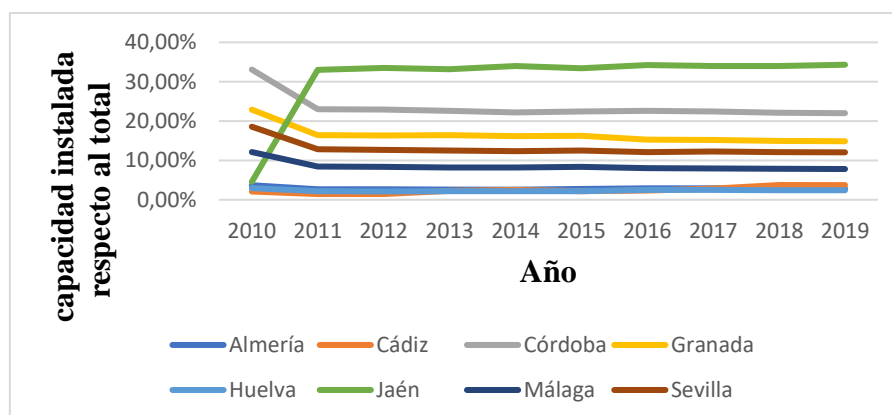
Tabla 7: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa para uso térmico

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	3,68	2,70%	2,66	2,60	2,56	2,73	2,91	2,89	2,85	2,83
Cádiz	2,11	1,47%	1,45	2,28	2,47	2,19	2,34	2,82	3,74	3,72
Córdoba	33,09	23,00%	22,94	22,61	22,18	22,43	22,59	22,41	22,10	22,00
Granada	22,90	16,41%	16,37	16,44	16,15	16,24	15,29	15,16	14,94	14,87
Huelva	2,95	2,14%	2,11	2,19	2,21	2,19	2,49	2,47	2,43	2,42
Jaén	4,57	33,00%	33,46	33,14	33,95	33,38	34,25	33,97	33,99	34,31
Málaga	12,12	8,45%	8,35	8,22	8,18	8,32	8,04	7,98	7,85	7,81
Sevilla	18,56	12,84%	12,67	12,52	12,31	12,50	12,09	12,30	12,10	12,05

Nota: Unidad de medida %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 11: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biomasa para uso térmico



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Sin embargo, a la hora de analizar la capacidad instalada para aprovechar la energía de biomasa como fuente de energía térmica, en este caso sí observamos que todas las provincias poseen instalaciones para su uso y que la provincia de Jaén es la que mayor cantidad de megavatios instalados posee actualmente suponiendo un el 34,31% del total de megavatios instalados en Andalucía.

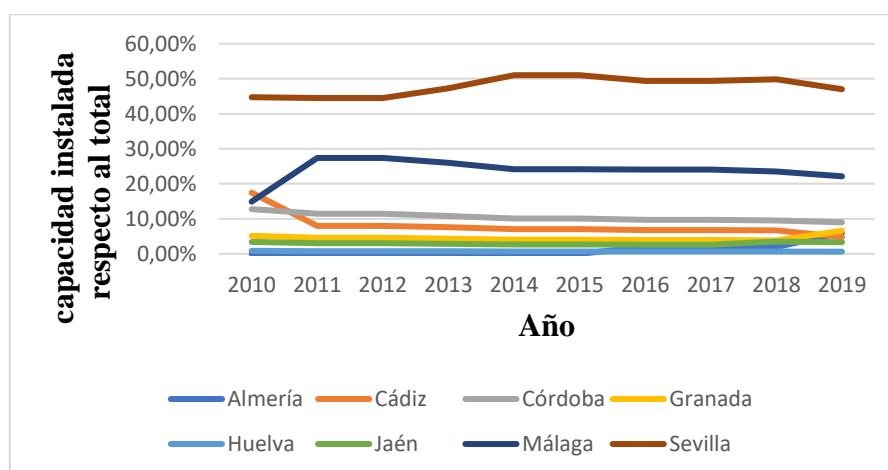
Tabla 8: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biogás

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95	1,95	1,90	5,99
Cádiz	17,45	7,98	7,98	7,58	7,05	7,05	6,82	6,82	6,67	4,79
Córdoba	12,77	11,41	11,41	10,83	10,07	10,07	9,74	9,74	9,52	8,98
Granada	5,11	4,56	4,56	4,33	4,03	4,03	3,90	3,90	3,81	6,59
Huelva	0,85	0,76	0,76	0,72	0,67	0,67	0,65	0,65	0,63	0,60
Jaén	3,40	3,04	3,04	2,89	2,68	2,68	2,60	2,60	3,49	3,29
Málaga	14,89	27,38	27,38	25,99	24,16	24,16	24,03	24,03	23,49	22,16
Sevilla	44,68	44,49	44,49	47,29	51,01	51,01	49,35	49,35	49,84	47,01

Nota: Unidad de medida %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 12: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía de biogás



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

En cuanto a la evolución de la capacidad instalada para la explotación de la energía de biogás, podemos observar que la provincia de Sevilla se ha mantenido a lo largo de los

años como la provincia con mayor capacidad instalada, suponiendo los megavatios instalados en esta región alrededor del 50% del total de la capacidad instalada en toda la comunidad autónoma.

Otro aspecto a destacar, es el gran crecimiento en instalaciones que hubo en la provincia de Málaga del año 2010 al año 2011 pasando de poseer un 14,89% del total de la capacidad instalada en Andalucía a un 27,38%. Este hecho le ha permitido mantenerse como la segunda provincia que mayor capacidad tiene para la generación de energía procedente de biogás.

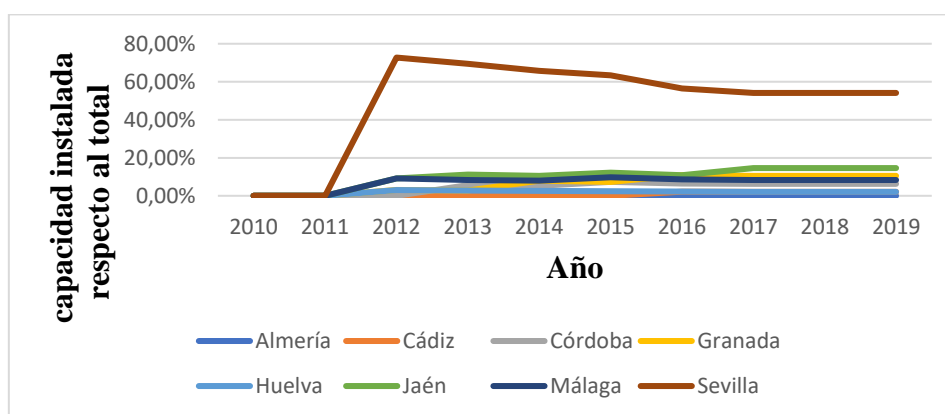
Tabla 9: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía geotérmica

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cádiz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	2,08	2,08	2,08
Córdoba	0,00	0,00	0,00	5,56	5,26	7,32	6,52	6,25	6,25	6,25
Granada	0,00	0,00	3,03	2,78	7,89	7,32	10,87	10,42	10,42	10,42
Huelva	0,00	0,00	3,03	2,78	2,63	2,44	2,17	2,08	2,08	2,08
Jaén	0,00	0,00	9,09	11,11	10,53	12,20	10,87	14,58	14,58	14,58
Málaga	0,00	0,00	9,09	8,33	7,89	9,76	8,70	8,33	8,33	8,33
Sevilla	0,00	0,00	72,73	69,44	65,79	63,41	56,52	54,17	54,17	54,17

Nota: Unidad de medida %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 13: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía geotérmica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Observando la evolución de las instalaciones para la producción de energía geotérmica en Andalucía, podemos destacar el gran crecimiento que ha experimentado la provincia de Sevilla en su capacidad instalada, pasando de no tener ninguna instalación en los años 2010 y 2011 a suponer sus instalaciones el 72,73% del total de capacidad instalada en el año 2012. De esta forma, Sevilla se ha convertido en la provincia con mayor capacidad para la generación de energía geotérmica, manteniendo su liderato durante los últimos años, pero reduciendo la importancia relativa de sus instalaciones respecto al total de la comunidad, hasta llegar a suponer sus instalaciones un 54,17% del total durante los años 2017, 2018 y 2019. Esto es debido al crecimiento en sus instalaciones que han experimentado provincias como Jaén y Granada cuyas instalaciones suponen un 14,58% y un 10,42% del total de capacidad instalada respectivamente durante los años 2017, 2018 y 2019.

Respecto a la evolución de la energía oceanotérmica, sólo podemos destacar que nada más que una provincia posee instalaciones para su aprovechamiento desde el año 2014, Huelva, la cual posee un total de 4,5 MW instalados desde entonces.

En cuanto a las energías procedentes del sol como son la energía solar fotovoltaica, la solar térmica y la termosolar, las analizaremos en el capítulo siguiente, ya que se trata del tema central de este estudio.

CAPÍTULO 3: ENERGÍA SOLAR EN ANDALUCÍA

3.1. Fuentes de energía obtenidas a partir del sol

La energía solar es aquella que obtenemos a partir del sol. Podemos distinguir tres tipos de fuentes de energía en los que interviene el sol para su generación definidas así por la Agencia Andaluza de la Energía:

Energía solar fotovoltaica: Trata de aprovechar y transformar la energía que nos llega del sol en energía eléctrica. La radiación solar es recibida por las placas fotovoltaicas, generando una corriente eléctrica que puede ser consumida directamente, acumularse a través de baterías o ajustarse para integrarse a la red eléctrica.

Energía solar térmica: Utiliza la energía que recibimos del sol para que un fluido que recorre el interior de un dispositivo de captación sea calentado. Este tipo de energía tiene varios usos entre los que podemos encontrar el acondicionamiento de edificios y piscinas, la generación de agua caliente o para usos industriales.

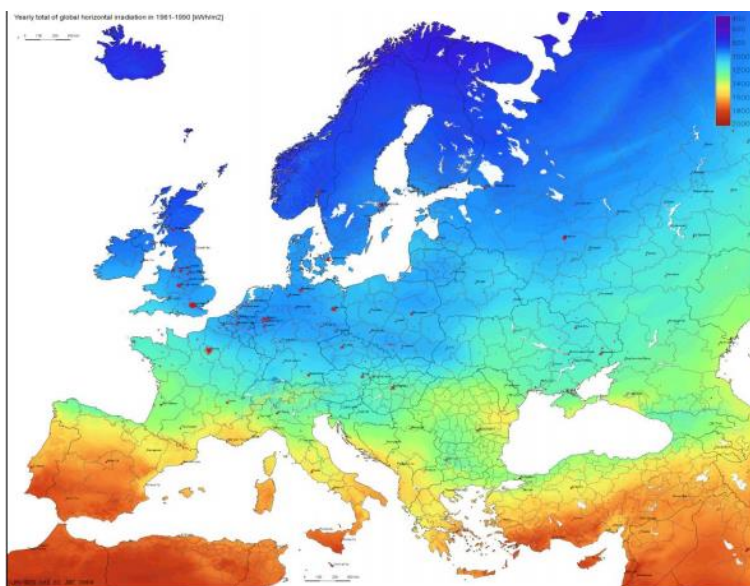
Energía solar termoeléctrica: En las centrales termosolares, un fluido es calentado por el sol a través de dispositivos de concentración llamados espejos. Utilizando un intercambiador de calor, el fluido produce vapor de agua que mediante presión genera electricidad a través de un ciclo convencional. Éste recorre una turbina enchufada a un alternador que genera electricidad suministrada a la red.

La energía solar tiene ciertas características que la hacen más beneficiosa que otras fuentes de energía. Según el profesor Rasero (2011) algunas de esas características son:

- Es una fuente de energía eficaz, inagotable, limpia, segura y que no produce residuos.
- Es una fuente de energía adaptable, que presenta gran variedad de usos como pueden ser la generación de energía eléctrica, la desalinización o la producción de calor o frío.
- El mercado solar mundial presenta una gran capacidad de crecimiento. Las nuevas tecnologías solares están perfeccionando notoriamente la relación entre costes y eficiencia, y pueden permitir en poco tiempo lograr economías de escala que aumenten su competitividad.

La situación geográfica de Andalucía hace que sea una de las zonas de España y de Europa en las que mayor aprovechamiento se le pueda sacar a la energía solar.

Ilustración 4: Radiación solar en Europa



Fuente: Rasero, C. M. (2011). *Energía solar fotovoltaica*.

Ilustración 5: Radiación solar España



Fuente: Rasero, C. M. (2011). *Energía solar fotovoltaica*.

Como podemos observar, España es el país de Europa con mayor irradiación solar con un total de 1850 KWh/m² al año siendo Andalucía la comunidad autónoma donde mayor irradiación solar podemos observar en España.

Andalucía cuenta con una gran cantidad de horas de sol al año, llegando a superar en algunas zonas las 3000 horas al año según la Agencia Andaluza de la Energía. Por lo

tanto, esta región cuenta con un elevado potencial para poder explotar las ventajas de la energía solar.

3.2. Evolución de la energía solar en Andalucía

Para comenzar con el análisis de cómo han evolucionado las distintas fuentes de energía solar en Andalucía, vamos a comenzar estudiando cómo se ha distribuido el consumo de la energía solar entre las provincias en los últimos años.

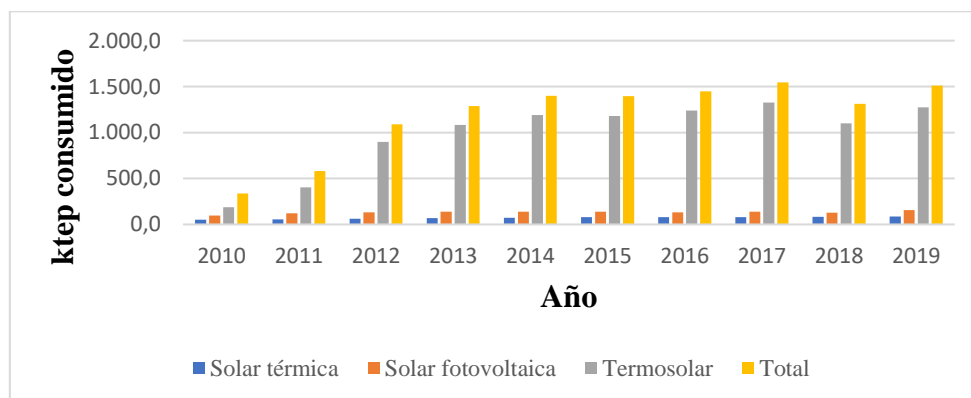
Tabla 10: Evolución del consumo de energía solar en Andalucía

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Solar térmica	52,2	56,4	61,0	67,1	72,7	77,5	79,4	80,7	82,0	84,4
Solar fotovoltaica	97,4	121,8	133,1	137,9	137,8	137,5	130,4	138,5	129,0	154,3
Termosolar	188,5	403,9	896,4	1.084,0	1.189,2	1.181,1	1.239,6	1.326,2	1.100,9	1.272,8
Total	338,1	582,1	1.090,5	1.289,0	1.399,7	1.396,1	1.449,4	1.545,4	1.311,9	1.511,5

Nota: Unidad de medida ktep

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 14: Evolución del consumo de energía solar en Andalucía



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Como podemos observar, el consumo las distintas fuentes de energía solar ha aumentado en Andalucía en la última década. Sin embargo, hay uno cuyo consumo ha aumentado en mayor medida de lo que lo han hecho las demás, esta es la energía termosolar que como vimos anteriormente se ha convertido en la energía renovable que más se consume en la estructura energética andaluza. Mientras que la energía solar térmica y solar fotovoltaica han aumentado su consumo interanualmente por término medio en un 5,53% y un 5,72% respectivamente, la energía termosolar lo ha hecho en un 30,75%.

A continuación, vamos a ver como se ha producido este aumento del consumo por provincias.

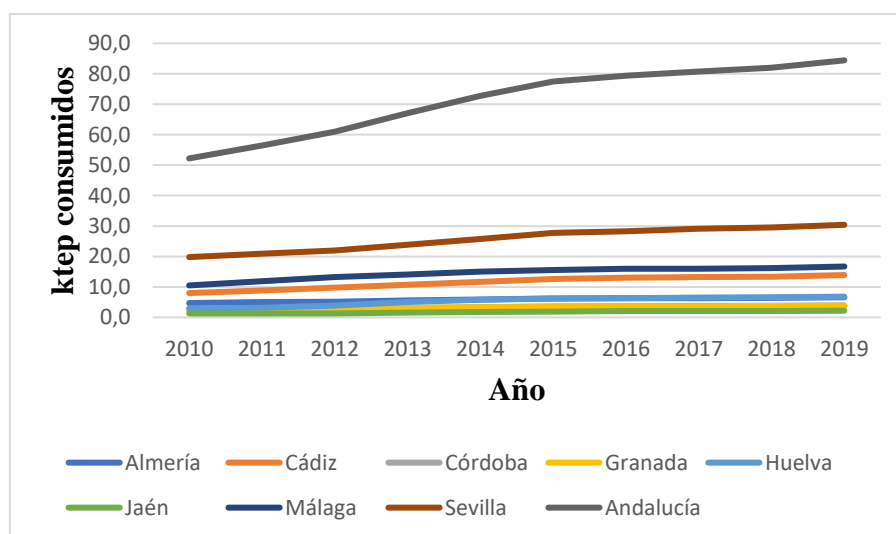
Tabla 11: Evolución del consumo de la energía solar térmica

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	4,7	5,0	5,2	5,6	5,9	6,2	6,3	6,3	6,4	6,6
Cádiz	8,0	8,8	9,8	10,7	11,7	12,6	13,0	13,2	13,4	13,9
Córdoba	2,4	2,5	2,6	3,1	3,4	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9
Granada	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,7	3,7	3,8	3,9
Huelva	3,0	3,2	3,9	5,0	5,8	6,2	6,3	6,5	6,6	6,8
Jaén	1,3	1,3	1,3	1,6	1,8	1,9	2,1	2,1	2,1	2,2
Málaga	10,5	11,9	13,2	14,1	15,0	15,6	16,0	16,0	16,2	16,7
Sevilla	19,8	20,9	22,0	23,9	25,7	27,8	28,3	29,1	29,5	30,4
Andalucía	52,2	56,4	61,0	67,1	72,7	77,5	79,4	80,7	82,0	84,4

Nota: Unidad de medida ktep

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 15: Evolución del consumo de la energía solar térmica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

Como podemos observar en esta gráfica, la evolución del consumo de energía solar térmica por provincias ha ido creciendo de forma más o menos constante, manteniéndose siempre la provincia de Sevilla como la región que mayor cantidad de este tipo de energía consume. También podemos observar que existen grandes diferencias en el consumo como por ejemplo Córdoba, Granada y Jaén que consumen entre 3,9 y 2,2 ktep, cifra muy por debajo de la que consume Sevilla en el año 2019 con 30,4 ktep.

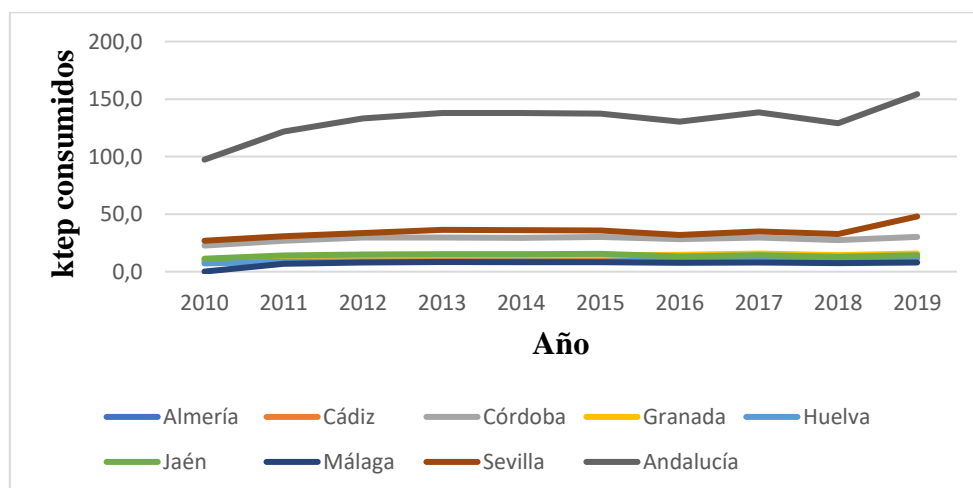
Tabla 12: Evolución del consumo de energía solar fotovoltaica

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	10,2	12,5	13,5	14,0	14,2	13,8	12,3	12,7	12,4	13,6
Cádiz	8,1	9,8	11,2	11,2	11,3	10,8	11,4	11,7	11,1	12,6
Córdoba	22,7	26,9	29,7	29,7	29,4	30,2	28,2	29,6	27,5	30,1
Granada	10,9	12,4	13,6	14,4	14,5	14,5	14,6	15,7	14,5	15,8
Huelva	7,2	8,4	8,7	8,6	8,7	8,6	10,9	11,3	10,5	11,6
Jaén	11,3	14,2	14,9	15,3	15,2	15,5	13,4	14,4	13,1	14,4
Málaga	0,1	7,0	7,9	8,4	8,3	8,2	7,7	7,9	7,3	8,0
Sevilla	26,9	30,7	33,5	36,3	36,2	35,9	31,9	35,1	32,7	48,0
Andalucía	97,4	121,8	133,1	137,9	137,8	137,5	130,4	138,5	129,0	154,3

Nota: Unidad de medida ktep

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

Gráfica 16: Evolución del consumo de energía solar fotovoltaica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

En cuanto a la evolución del consumo de la energía solar fotovoltaica, podemos observar que el aumento del consumo total en Andalucía ha sido escasa, pero podemos destacar dos momentos en los que se produjo un aumento del consumo total notable: del año 2010 al 2011 aumentó en 24,4 ktep y del año 2018 al 2019 donde aumentó en 25,3 ktep. Sevilla se ha mantenido como la provincia que más consume esta fuente de energía, seguida de cerca por Córdoba, aunque la diferencia entre ambas provincias aumentó en el último año estudiado. También podemos observar notables diferencias entre las provincias que más consumen y las que menos, como Málaga que sólo consumió en el año 2019 8 ktep mientras que Sevilla consumió 48 ktep.

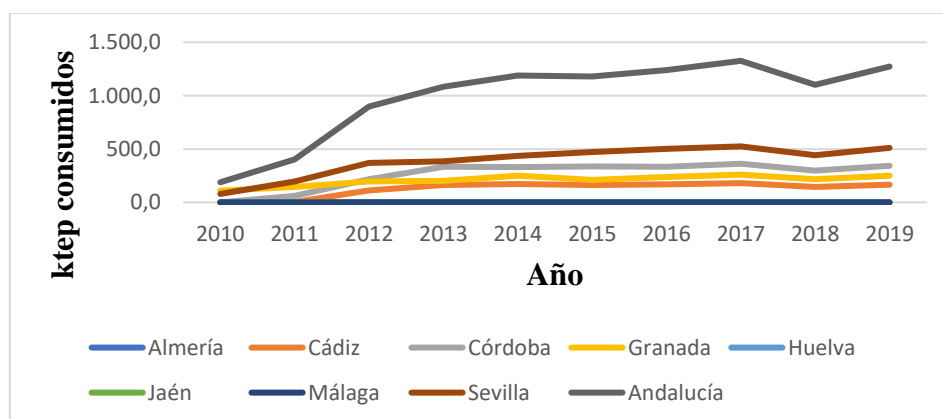
Tabla 13: Evolución del consumo de energía termosolar

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cádiz	0,0	2,6	112,3	162,8	171,4	161,7	168,5	180,3	143,7	166,2
Córdoba	0,0	61,3	216,4	335,2	331,2	337,8	334,1	362,0	297,7	344,2
Granada	109,2	144,7	196,7	201,1	250,8	210,6	236,5	259,6	216,8	250,7
Huelva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jaén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Málaga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sevilla	79,3	195,3	371,1	385,0	435,8	471,0	500,5	524,4	442,6	511,7
Andalucía	188,5	403,9	896,4	1.084,0	1.189,2	1.181,1	1.239,6	1.326,2	1.100,9	1.272,8

Nota: Unidad de medida ktep

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

Gráfica 17: Evolución del consumo de energía termosolar



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía

En esta gráfica podemos observar el gran crecimiento que ha experimentado el consumo de energía termosolar. El consumo total ha pasado de ser 188,5 ktep en el año 2010 a ser en el año 2019 de 1272,8 ktep. En este caso también podemos observar que Sevilla se ha consolidado como la provincia que más consume esta energía, seguida por Córdoba, Granada y Cádiz. En este caso, las diferencias en el consumo entre provincias son aún mayores ya que Almería, Huelva, Jaén y Málaga no consumen nada de energía solar fotovoltaica.

3.3. Infraestructura instalada para el aprovechamiento de la energía solar

En este apartado vamos a ver cómo funcionan los distintos tipos de instalaciones para el aprovechamiento de energía solar y analizar cómo ha evolucionado la capacidad de Andalucía para producir este tipo de energía.

3.3.1. Tipos de instalaciones para el aprovechamiento de la energía solar

A la conversión de la radiación solar en calor se le llama energía solar térmica. La función de esta energía consiste en convertir la radiación solar en calor que se utiliza para generar agua caliente reservada para ser usada en hogares. (Martínez, 2009).

El calor producido por la radiación solar también puede usarse para generar energía mecánica a través de un ciclo termodinámico y, mediante un alternador se genera energía eléctrica: esto es a lo que llamamos energía termoeléctrica o termosolar. Este procedimiento se realiza en las centrales solares termoeléctricas o centrales termosolares (Martínez, 2009).

Por tanto, teniendo en cuenta todo lo anterior, podemos distinguir 3 tipos de instalaciones según Oriol Planas (2011):

- Las plantas que adaptadas para altas temperaturas se usan para producir electricidad. Funcionan, generalmente, con temperaturas que se encuentran por encima de los 500 °C.
- Las plantas que soportan temperaturas medias funcionan con temperaturas que van desde los 100 a los 300 °C.
- Las instalaciones que abarcan bajas temperaturas se usan normalmente en los hogares y funcionan con temperaturas no superiores a los 65 °C

En el caso de la energía solar fotovoltaica, la conversión de la radiación solar en electricidad se realiza mediante unos elementos semiconductores que incorporan los paneles solares fotovoltaicos. La electricidad se puede usar de forma directa, acumulada en baterías, o incluso se puede suministrar a la red de distribución eléctrica (Martínez , 2009).

Dentro de la energía solar fotovoltaica podemos diferenciar dos tipos de instalaciones de acuerdo con Espejo Marín (2004):

- *Instalaciones aisladas*: En estas instalaciones la energía es acumulada en baterías para poder usarse en el momento en que se necesite. Esta clase de instalaciones habitualmente son adquiridas por particulares y tienen una potencia que va desde los 3 a los 5 kWp. Las que cuentan con potencias de entre 5 y 100 kWp se utilizan normalmente en edificios bioclimáticos o en edificios públicos de reciente construcción que utilizan la energía solar como un valor añadido. El reparto de la energía eléctrica generada a través de los módulos transcurre por un regulador de carga y se acumula en baterías. Asimismo, se necesita el montaje de un convertidor, que tiene como misión la conversión de la corriente continua de las baterías en corriente alterna con el fin de abastecer a los electrodomésticos.
- *Instalaciones conectadas a la red eléctrica*: Disponen de una potencia mayor a los 100 kWp y normalmente son adquiridas por negocios. La energía generada mediante las placas solares se convierte a través de un inversor en corriente alterna de idéntica tensión y frecuencia que la de la compañía eléctrica que obtiene la electricidad que generan.

Últimamente se están construyendo los llamados parques solares, infraestructuras que cuentan con una gran cantidad de placas fotovoltaicas distribuidas por diferentes filas para la producción de electricidad y su suministro a la red. La capacidad de estos parques solares puede abarcar entre los 500 kW y 5 MW (Espejo Marín, 2004).

3.3.2. Evolución de la capacidad instalada en Andalucía para la generación de energía solar

Después de haber explicado el funcionamiento de los diferentes tipos de instalaciones, vamos a ver cuál ha sido la evolución que han sufrido en Andalucía en la última década.

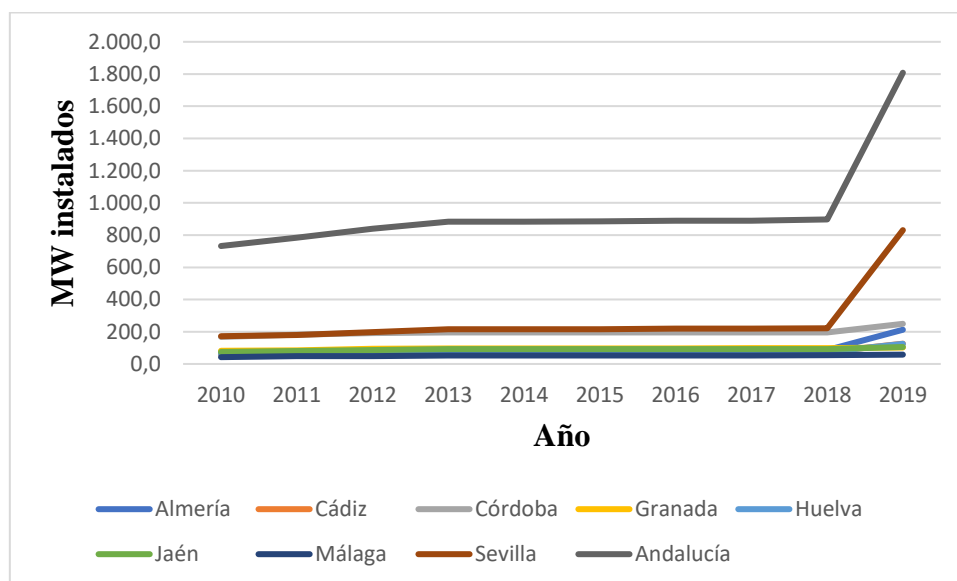
Tabla 14: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar fotovoltaica

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	71,3	78,0	81,5	84,6	84,7	84,8	85,1	85,3	86,5	212,4
Cádiz	59,2	65,7	72,8	73,2	73,5	73,8	73,9	73,9	74,7	125,9
Córdoba	168,0	181,6	192,1	194,9	195,1	195,4	195,5	195,5	195,7	249,1
Granada	81,8	83,7	93,4	96,3	96,6	96,7	97,0	97,5	98,9	102,2
Huelva	62,8	66,4	67,7	73,3	73,4	73,4	73,4	73,6	73,6	124,9
Jaén	74,6	80,5	86,8	91,7	91,8	91,9	91,9	91,9	92,0	105,1
Málaga	42,3	48,0	48,6	52,7	52,8	52,9	53,0	53,2	53,6	57,8
Sevilla	172,2	179,5	197,2	215,6	216,2	216,2	218,5	218,6	222,0	830,8
Andalucía	732,2	783,4	840,1	882,4	884,2	885,2	888,3	889,5	897,1	1.808,2

Nota: Unidad de medida MW

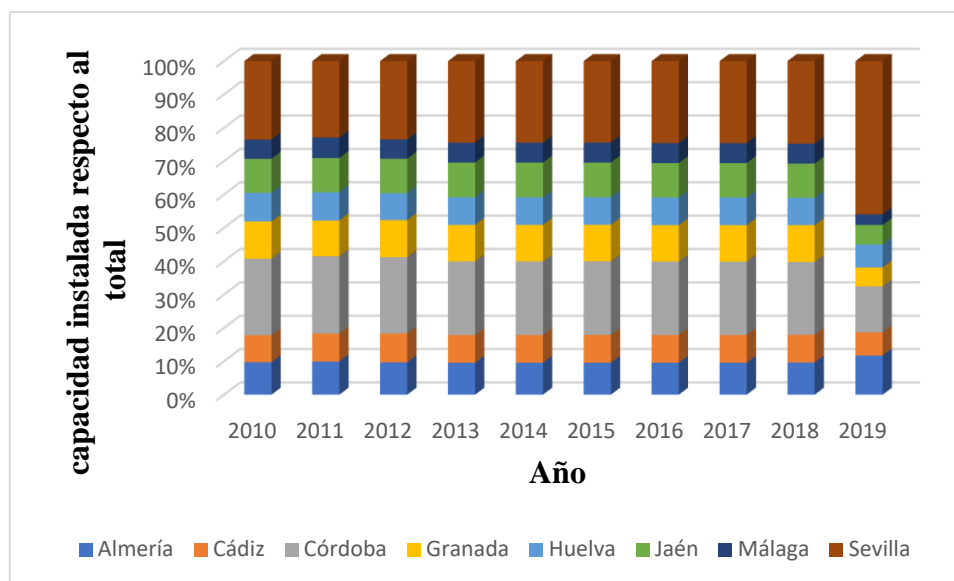
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 18: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar fotovoltaica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 19: Evolución de la importancia relativa de la capacidad instalada para energía solar fotovoltaica por provincias



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Como podemos observar, Sevilla ha sido en todo el horizonte temporal estudiado, salvo en el año 2011 donde lo fue Córdoba, la provincia que mayor capacidad tiene para la generación de energía solar fotovoltaica. Actualmente, Sevilla cuenta con 830,8 MW instalados, lo cual supone el 45,95% del total de la capacidad instalada en Andalucía. Podemos observar también que la importancia de la capacidad instalada en Sevilla ha aumentado en el último año con respecto a la que venía manteniendo anteriormente que era de entorno a un 25%, aumentando así aún más la diferencia con otras provincias aún más.

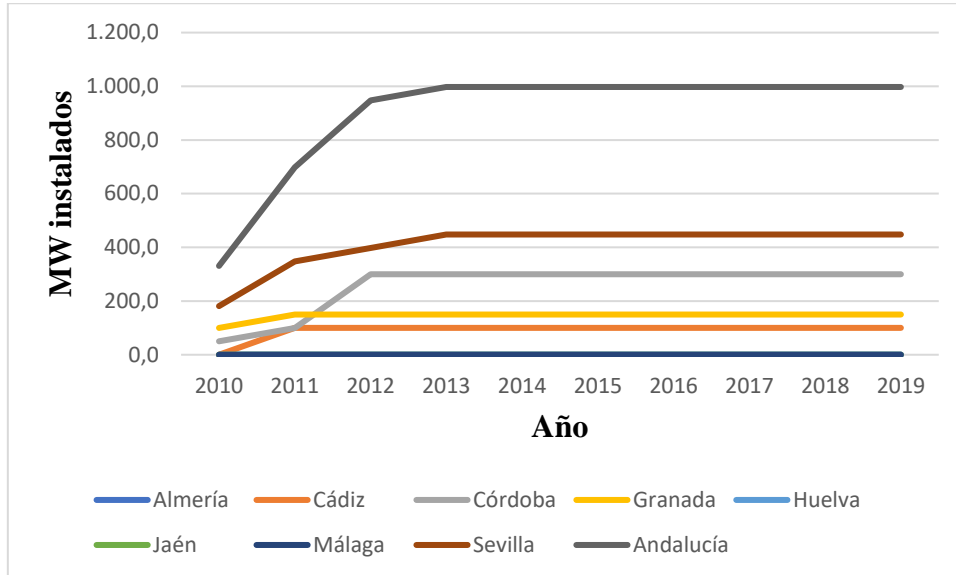
Tabla 15: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía termosolar

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cádiz	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Córdoba	50,0	100,0	299,8	299,8	299,8	299,8	299,8	299,8	299,8	299,8
Granada	99,8	149,7	149,7	149,7	149,7	149,7	149,7	149,7	149,7	149,7
Huelva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jaén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Málaga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sevilla	181,1	348,1	398,0	447,9	447,9	447,9	447,9	447,9	447,9	447,9
Andalucía	330,9	697,8	947,5	997,4	997,4	997,4	997,4	997,4	997,4	997,4

Nota: Unidad de medida MW

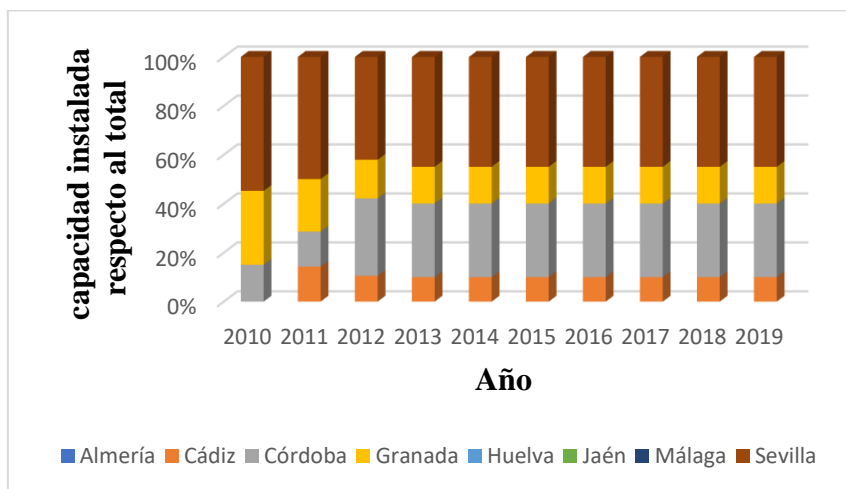
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 20: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía termosolar



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 21: Evolución de la importancia relativa de la capacidad instalada para energía termosolar por provincias



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

En el caso de la evolución de la capacidad instalada para la producción de energía termosolar, podemos observar también que Sevilla es la provincia que mayor capacidad instalada ha mantenido, teniendo actualmente 447,9 MW instalados, lo cual supone el 44,91% del total de capacidad instalada en Andalucía. En este caso, podemos observar que la importancia relativa de Sevilla se ha visto reducida desde el año 2010 debido principalmente a la irrupción de Cádiz en a partir del año 2011. También podemos destacar que en este caso hay provincias que no disponen de capacidad instalada como son Málaga, Jaén y Huelva.

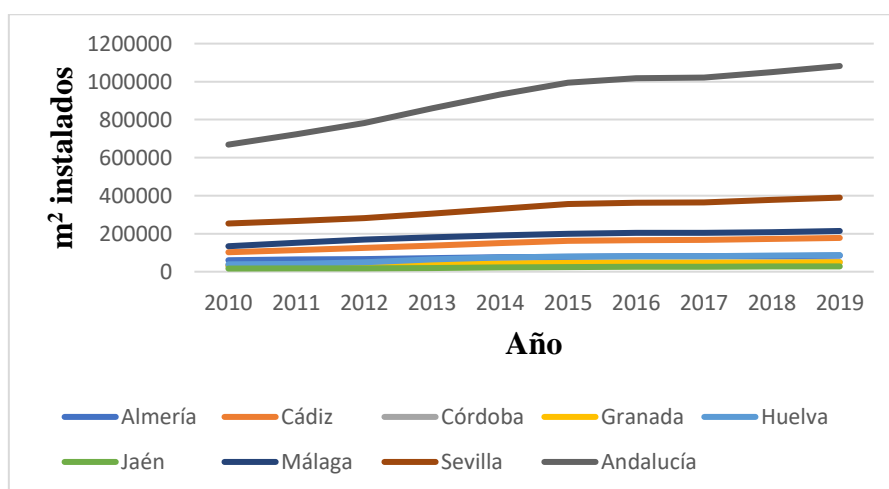
Tabla 16: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar térmica

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Almería	60.264	64.041	66.828	72.058	75.965	78.854	80.695	80.695	81.978	84.396
Cádiz	102.454	112.883	125.689	136.899	150.472	161.535	166.181	166.881	172.425	177.660
Córdoba	30.358	32.285	33.851	39.439	43.933	46.679	47.721	47.845	49.100	50.552
Granada	32.481	35.649	38.296	40.728	43.486	46.209	47.690	47.690	48.428	49.858
Huelva	38.888	41.578	49.774	64.519	73.978	79.775	81.297	81.764	85.054	87.564
Jaén	16.496	16.850	17.187	19.951	22.963	24.451	26.756	26.756	27.170	27.972
Málaga	134.061	152.616	169.227	180.963	191.718	200.127	204.778	204.802	208.069	214.232
Sevilla	253.613	267.486	281.623	305.849	329.947	356.498	362.944	364.878	378.422	389.758
Andalucía	668.615	723.388	782.475	860.406	932.462	994.128	1.018.062	1.021.311	1.050.646	1.081.992

Nota: Unidad de medida m²

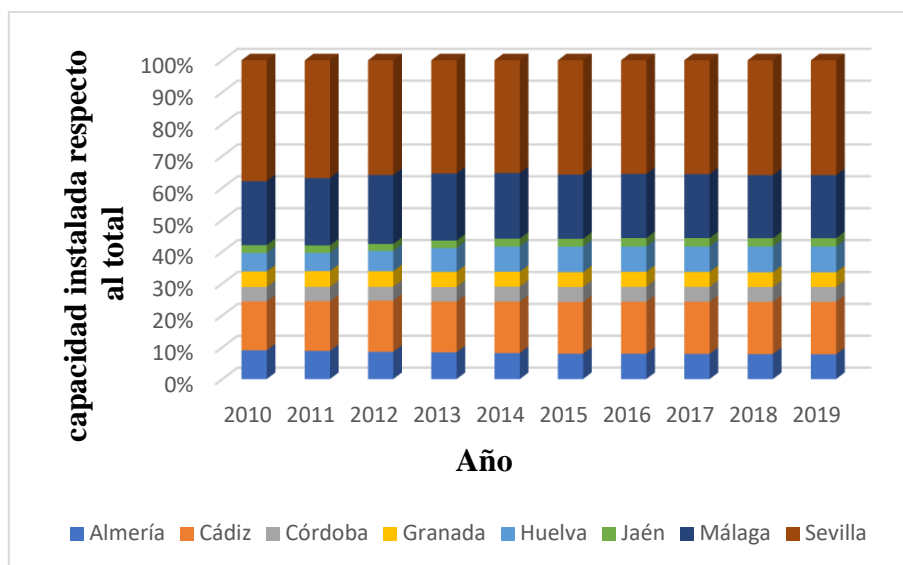
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 22: Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar térmica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Gráfica 23: Evolución de la importancia relativa de la capacidad instalada para energía solar térmica por provincias



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la plataforma Info-energía de la Agencia Andaluza de la Energía.

Con respecto a la evolución de la capacidad instalada para la generación de energía solar térmica, podemos observar que en este caso también Sevilla es la provincia que mayor capacidad instalada tiene. En el año 2019, Sevilla tiene 389758 m² instalados, lo cual supone un 36,02 % del total de capacidad instalada en Andalucía. La importancia relativa de Sevilla se ha mantenido más o menos constante, entre el 35% y el 37% del total de capacidad instalada en Andalucía durante todo el periodo estudiado.

Después de haber analizado la evolución de los tres tipos de energía solar, podemos decir que Sevilla es la provincia líder en el aprovechamiento de la energía solar y que existen grandes diferencias entre las provincias ya que hay algunas que tienen escasa capacidad instalada para generar energía solar.

CAPÍTULO 4: CASOS DE ÉXITO EN LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR COMO FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

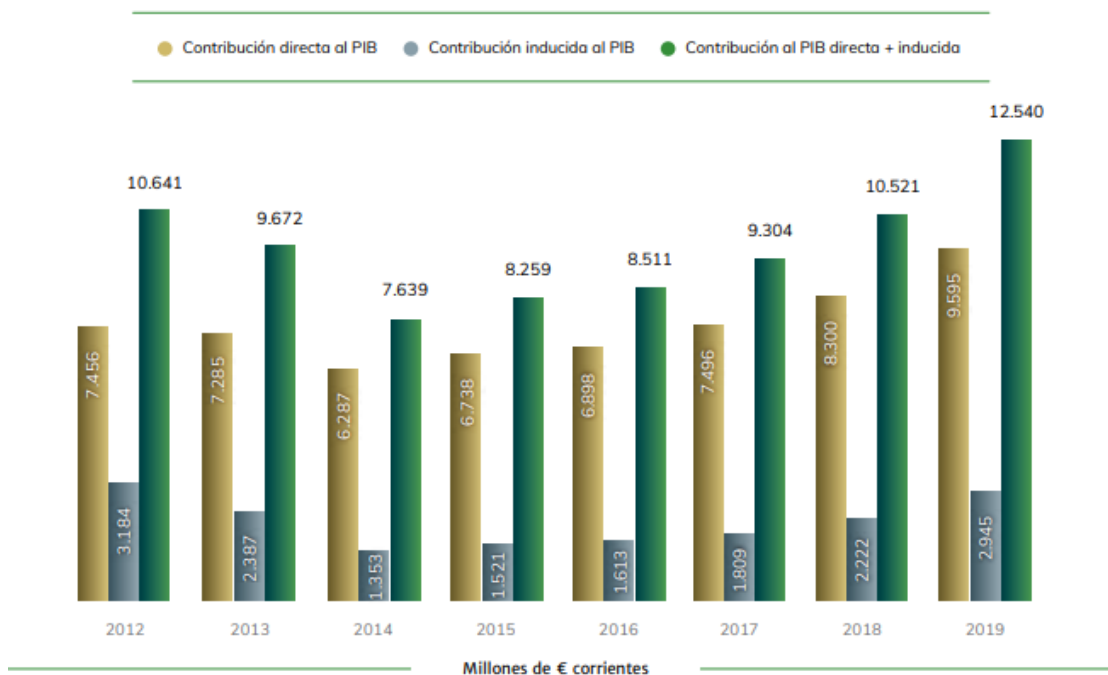
4.1. La energía solar como factor de crecimiento económico

En este apartado vamos a estudiar los factores en los que incide la energía solar para fomentar el crecimiento tanto de la economía de un país como de las economías domésticas.

4.1.1. Análisis macroeconómico

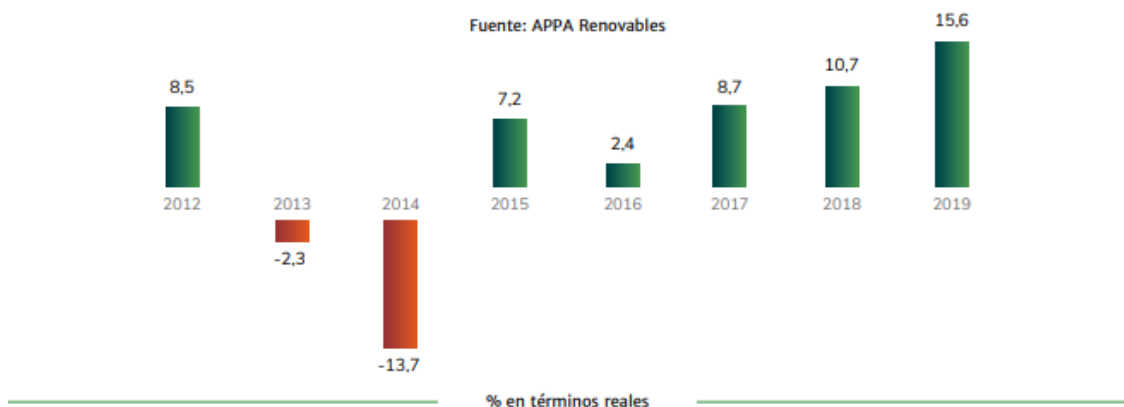
Para comenzar con el análisis del impacto macroeconómico que la energía solar tiene en la economía de una nación, vamos a analizar cuánto contribuye la energía solar producida al PIB nacional. Seguidamente analizaremos también el impacto que tiene en la creación de empleo.

Gráfica 24: Aportación al PIB del sector de energías renovables



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

Gráfica 25: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB de energías renovables

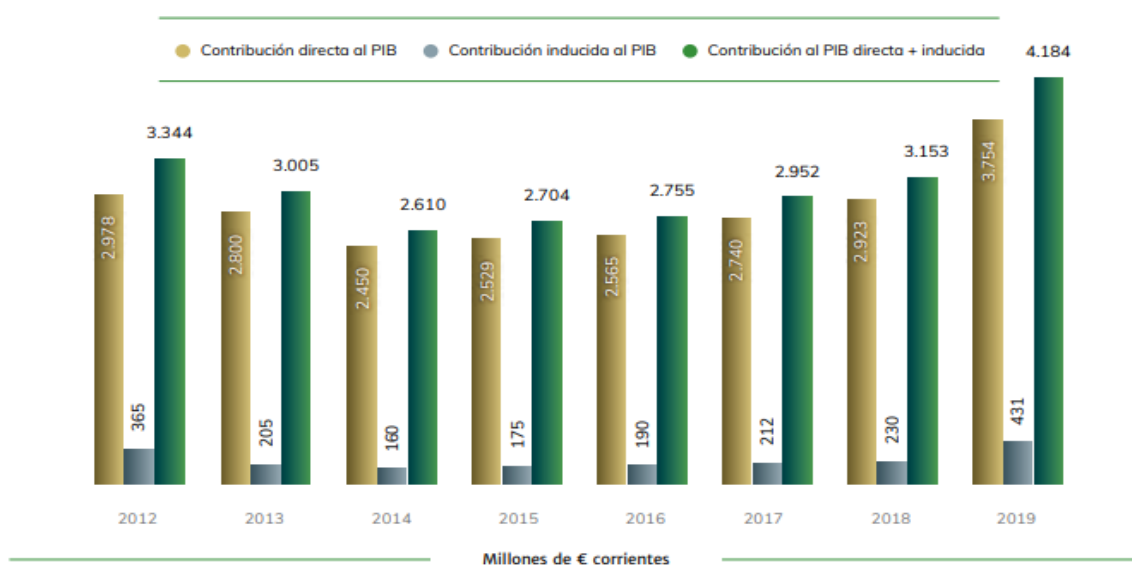


Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

Como podemos apreciar la aportación al PIB del total de energías renovables disminuyó entre los años 2013 y 2014 en un 2,3% y un 13,7% respectivamente hasta que a partir del año 2015 la tasa de crecimiento empieza a aumentar y la aportación al PIB nacional llega a un total de 12.540 millones de euros corrientes, siendo los responsables de este aumento los sectores de la energía solar fotovoltaica y la energía eólica principalmente.

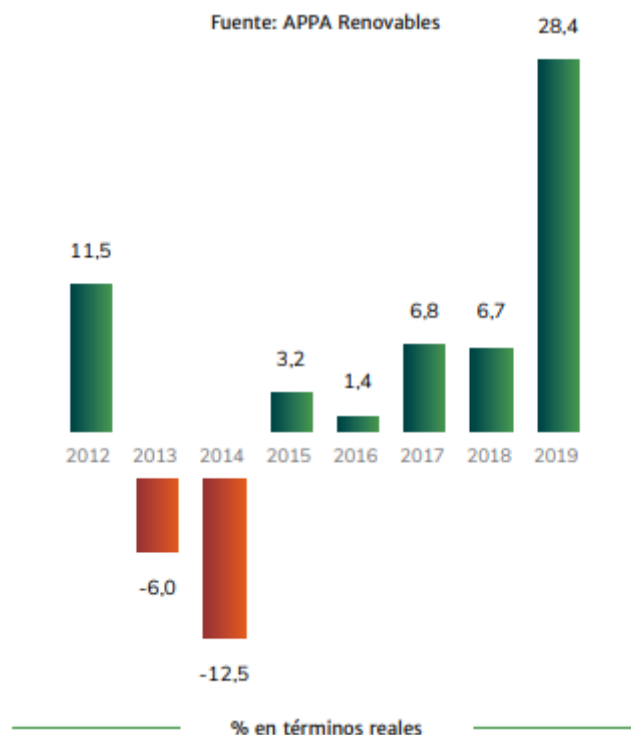
También podemos destacar que en el año 2012 el sector de las energías renovables llegó a representar por primera vez el 1% del PIB español, no volviéndose a alcanzar esa cifra hasta el año 2019 (APPA, 2019).

Gráfica 26: Aportación al PIB del sector de la energía solar fotovoltaica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

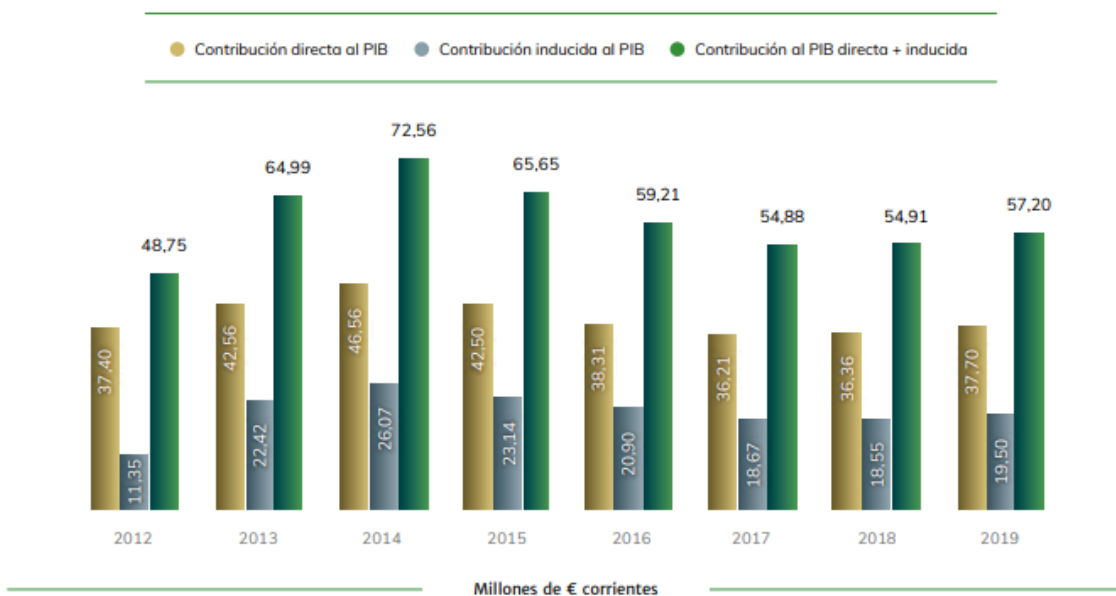
Gráfica 27: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB del sector de la energía solar fotovoltaica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

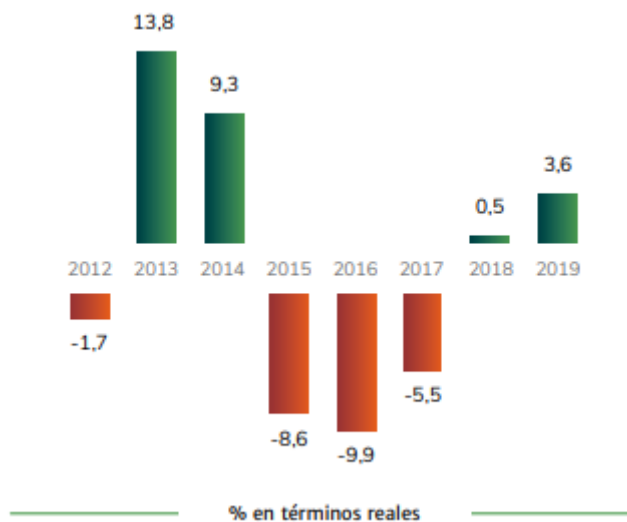
Comenzando por el análisis de la aportación al PIB del sector de la energía solar fotovoltaica, podemos observar que actualmente es el sector dentro de las energías renovables que más aporta al PIB nacional con unos 4184 millones de euros corrientes. Entre los años 2013 y 2014 podemos ver que la aportación al PIB va presentando una tasa de variación negativa, pero a partir del año 2015 la aportación al PIB va aumentando hasta llegar a los niveles actuales. Por tanto, coincide con la evolución que tuvo la aportación al PIB del total de energías renovables.

Gráfica 28: Aportación al PIB del sector de la energía solar térmica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

Gráfica 29: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB del sector de la energía solar térmica

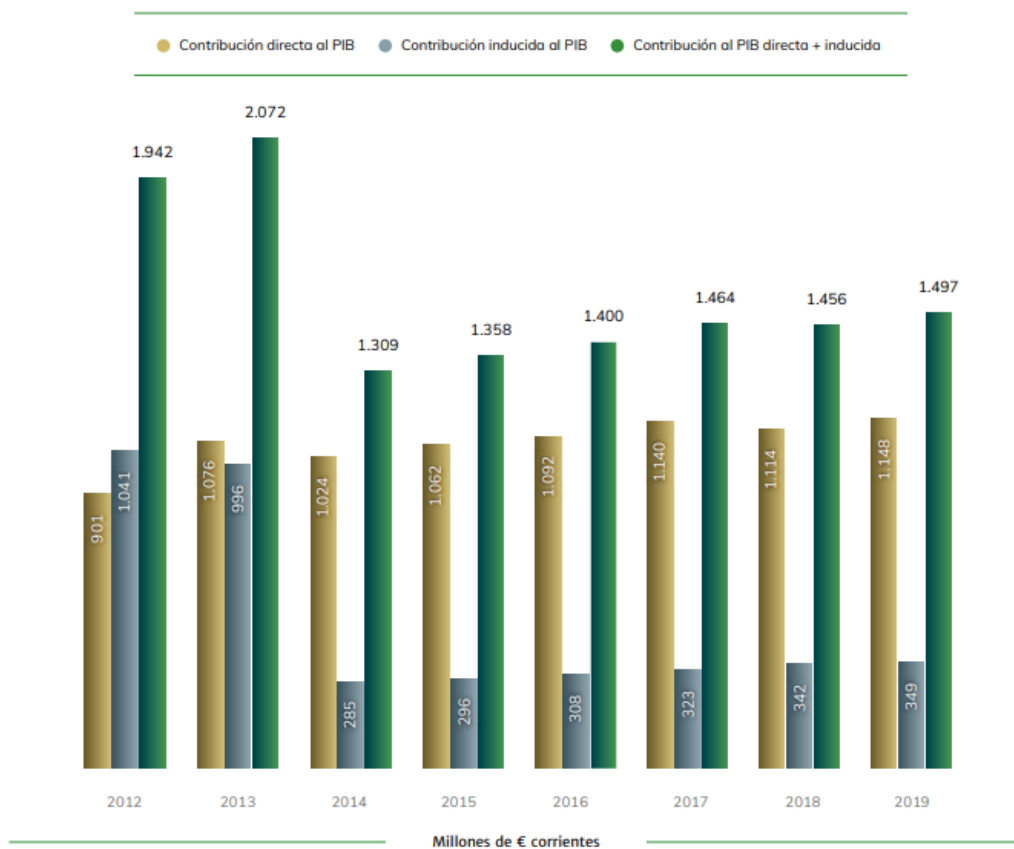


Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

En el caso de la energía solar térmica, podemos observar que experimentó un crecimiento de su aportación al PIB entre los años 2012 y 2014, sin embargo, entre los años 2015 y 2017 su tasa de crecimiento es negativa y su aportación al PIB español disminuye hasta

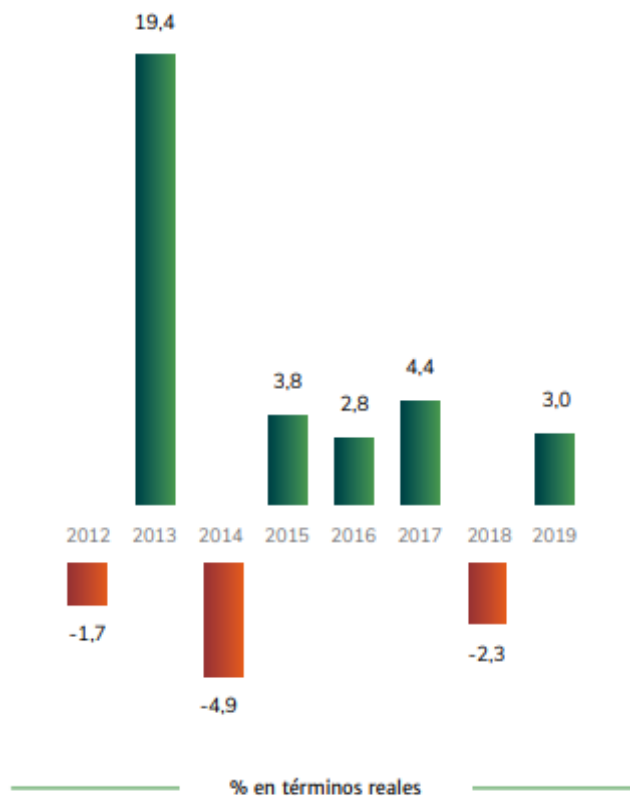
que a partir del año 2018 comienza a recuperarse levemente hasta alcanzar en el año 2019 una aportación al PIB de 57,20 millones de euros corrientes.

Gráfica 30: Aportación al PIB del sector de la energía solar termoelectrica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

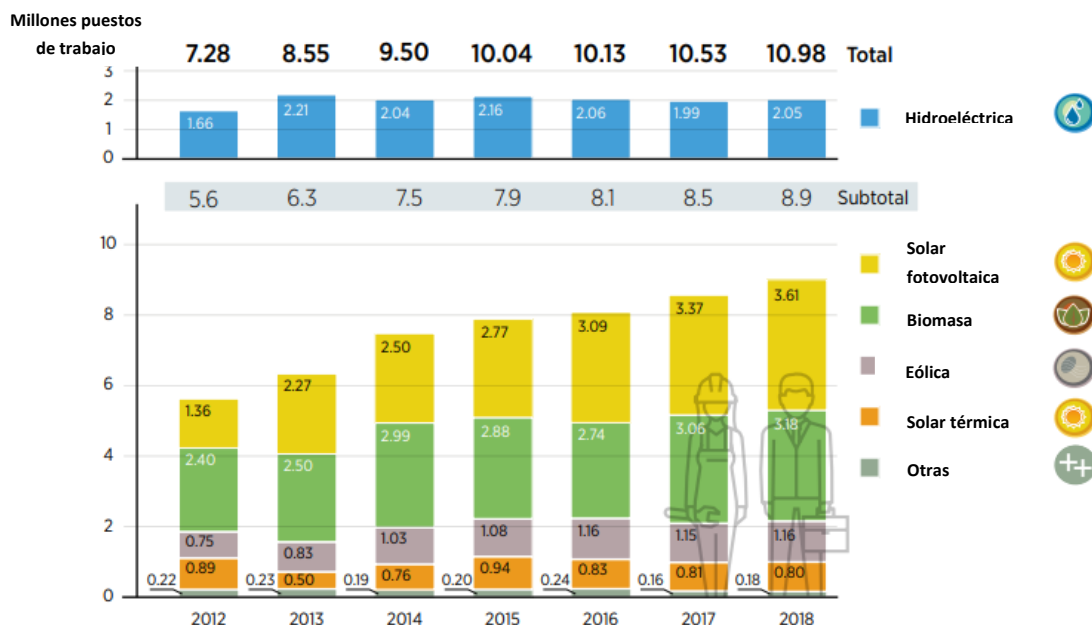
Gráfica 31: Tasa de crecimiento de la aportación al PIB del sector de la energía solar termoeléctrica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

En el caso de la energía solar termoeléctrica podemos observar que entre los años 2012 y 2013 experimenta un gran crecimiento, presentando una tasa de crecimiento en el año 2013 del 19,4%. Este crecimiento se vio frenado por una disminución de su aportación al PIB en el año 2014. Entre los años 2015 y 2017 presenta un crecimiento positivo hasta que en el año 2018 vuelve a presentar una tasa de crecimiento negativa y en el año 2019 vuelve a recuperar su aportación al PIB con 1.497 millones de euros.

Gráfica 32: Aportación al empleo de las energías renovables en el mundo



Fuente: Energías Renovables y Trabajos, Revisión Anual, IRENA (2019)

En cuanto a la aportación al empleo de las energías renovables, podemos observar que la energía solar fotovoltaica es la que mayor empleo aporta a partir del año 2013, lo cual nos habla de la gran importancia que tiene este sector a nivel mundial.

Gráfica 33: Aportación al empleo de las energías renovables



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

En el caso de España, podemos observar que el empleo generado por las energías renovables ha disminuido entre los años 2012 y 2014. A partir del 2014, se inicia una recuperación del empleo llegando en el año 2019 a los 95.089 puestos de trabajo

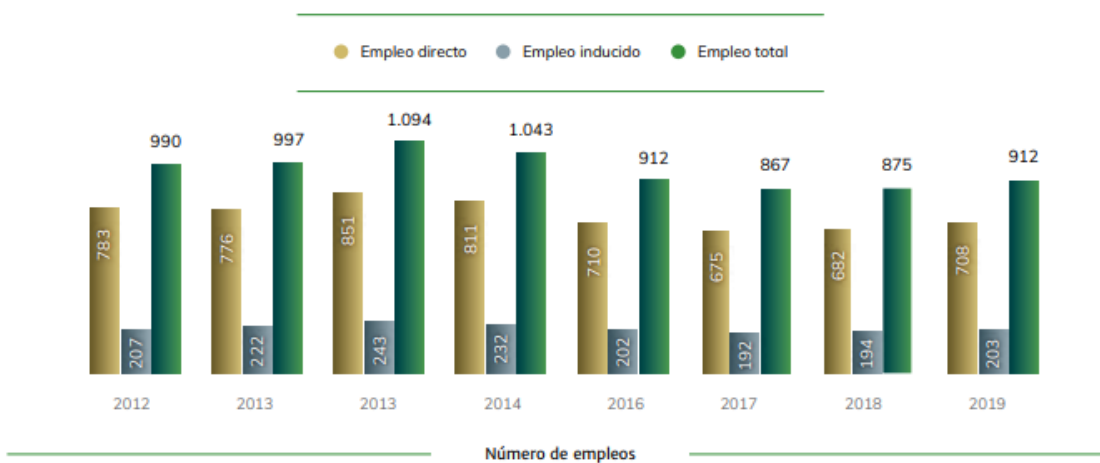
Gráfica 34: Aportación al empleo del sector de la energía solar fotovoltaica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

En el caso de la empleabilidad en el sector de la energía solar fotovoltaica, podemos ver que se produce la misma tendencia que en el sector de las energías renovables en su conjunto, produciéndose un gran aumento del empleo generado entre los años 2018 y 2019 llegando a dar empleo a 21.370 personas en este último año. De esta forma, se convierte en el tercer sector que mayor empleo genera dentro de las energías renovables por detrás de la energía eólica, la cual genera 28.307 puestos de trabajo en el año 2019 y el sector de la biomasa que genera 31.905 empleos.

Gráfica 35: Aportación al empleo del sector de la energía solar térmica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

Respecto a los puestos de trabajo generados por el sector de la energía solar térmica, podemos observar que se produce una tendencia diferente a la vista anteriormente. Entre los años 2012 y 2013 el número de puestos de trabajo asciende. Entre el año 2013 y 2016 el empleo desciende y a partir de entonces se mantiene más o menos constante, entorno a los 900 puestos de trabajo.

Gráfica 36: Aportación al empleo del sector de la energía solar termoeléctrica



Fuente: Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA (2019)

En cuanto al empleo dentro del sector de la energía solar termoeléctrica, podemos ver que se produce un notable descenso de la empleabilidad, pasando de ser uno de los sectores que mayor empleo generaba en el año 2012 con 27.582 puestos de trabajo a tener en el año 2014 sólo 5.404 personas empleadas, manteniéndose en el resto del tiempo la empleabilidad entorno a los 5.000 puestos de trabajo.

4.1.2. Análisis microeconómico

Una de las principales ventajas que tiene la utilización de la energía solar tanto para las familias como para empresas es el autoconsumo.

Llamamos autoconsumo al procedimiento por el cual las instalaciones producen energía eléctrica de forma repartida con la misión de que ésta sea consumida de forma local. En la mayor parte de las ocasiones la instalación consta de un grupo de placas solares montados en el tejado de un hogar que generan una parte de la electricidad consumida en la vivienda (Ramiro, 2016).

Actualmente, cualquier persona puede generar su propia electricidad mediante módulos fotovoltaicos para satisfacer sus necesidades de consumo. Según la Agencia Andaluza de la Energía, el autoconsumo presenta las siguientes ventajas:

- Ayuda al consumidor a ahorrar económica y energéticamente con un gasto mínimo, siempre que la instalación sea adaptada adecuadamente al consumo de energía de la vivienda.
- Estas instalaciones tienen una amplia vida útil (entre 15 y 25 años) y tienen escasos costes de mantenimiento.
- El sistema energético consigue ser más eficiente ya que produce energía que se reparte de forma más equitativa, dando lugar a un ahorro energético como mínimo del 10%, al eludir las pérdidas por transporte: la energía producida se encuentra más cerca de los sitios donde se consume.
- Permite beneficiarse de las energías renovables y el ahorro de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Disminuye el gasto en combustibles fósiles y la alta dependencia energética de otros países.
- No conlleva gasto alguno para el sistema eléctrico.
- Estimula el sector económico e industrial ligado al sector de las energías renovables, generando empleo, y aumentando la competencia entre las empresas.
- También, a través de una inversión y un ahorro local, se beneficia a todo el mundo.

Un dispositivo para el autoconsumo en un hogar tiene, normalmente, una capacidad que oscila entre 1,5 kW y 4 kW de potencia fotovoltaica y un coste que puede ir de los 2.500 euros hasta unos 6000 euros (Agencia Andaluza de la Energía, 2019).

Sin embargo, una instalación dimensionada de forma adecuada puede suponer un gran ahorro en nuestra factura eléctrica, de manera que la instalación quede amortizada en un periodo comprendido entre los 6 y 8 años (Agencia Andaluza de la Energía, 2019).

A continuación, vamos a ver dos casos en ellos que las instalaciones fotovoltaicas suponen un ahorro en la factura eléctrica:

Tabla 17: Datos de una instalación fotovoltaica en una vivienda en la provincia de Sevilla

DATOS DE PARTIDA DEL CONSUMIDOR	
Ubicación	Dos Hermanas
Provincia	Sevilla
Gasto en electricidad anual	1200 €/año
DATOS DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN PARA AUTOCONSUMO	
Tecnología generación	Fotovoltaica
Almacenamiento	11 kWh
Potencia generación	3,7 kWp
RENTABILIDAD ECONÓMICA	
Inversión	15.000 €
Años estimados de amortización	12,5 años
Emisiones CO2 evitadas	2.146 kg CO2/año

Fuente: Mesa para el autoconsumo en Andalucía (2019)

Este caso se trata de una instalación fotovoltaica en una vivienda en la localidad de Dos Hermanas perteneciente a la provincia de Sevilla. Se trata de una instalación formada por 14 placas fotovoltaicas de 265 Wp con capacidad de almacenamiento de 11 kWh mediante baterías de litio, abasteciendo así el 70% del consumo eléctrico total de la vivienda, lo cual significa un ahorro en la factura de la luz de unos 900 € al año.

Tabla 18: Datos de una instalación fotovoltaica en una pyme en la provincia de Huelva

DATOS DE PARTIDA DEL CONSUMIDOR	
Ubicación	Puerto Moral
Provincia	Huelva
DATOS DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN PARA AUTOCONSUMO	
Tecnología generación	Fotovoltaica
Almacenamiento	NO
Potencia generación	1,89 kWp
RENTABILIDAD ECONÓMICA	
Inversión	4.500 €
Años estimados de amortización	5,9 años
Emisiones CO2 evitadas	1.096 kg CO2/año

Fuente: Mesa para el autoconsumo en Andalucía (2019)

En este caso nos encontramos ante una instalación localizada en una farmacia en el municipio de Puerto Moral, perteneciente a la provincia de Huelva. Se trata de una infraestructura fotovoltaica enchufada a la red formada por 17 módulos fotovoltaicos de 270 Wp. Con un coste de 4.500 euros, la instalación es amortizada en tan sólo 6 años

4.2. El caso de éxito en inversión en energía solar alemán

A continuación, en este apartado vamos a comparar como se está aprovechando la energía solar en otros países como Alemania con la situación actual de España.

4.2.1. Comparación con la capacidad de producción en Alemania

Alemania es uno de los países que mayor energía solar produce de la Unión Europea ya que cuenta con un gran número de instalaciones que le ayudan a ello.

Tabla 19: Capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en la Unión Europea, Alemania y España (en MW)

	Acumulado en 2018	Acumulado en 2019	Instalado en 2019
Alemania	45.181	49.016	3.856
España	5.239,9	9232,8	3.992,9
Total UE-28	115.148,9	130.670,4	15.634,9

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del barómetro fotovoltaico, EurObserv'ER (2019)

Como podemos observar Alemania cuenta con un total de 49.016 MW instalados, situándose como el país de la UE que mayor capacidad instalada posee para la creación de energía solar fotovoltaica en el año 2019, capacidad muy superior a la instalada en España con un total de 9239,8 MW. Sin embargo, en el año 2019 España instaló mayor cantidad de MW que Alemania en su territorio.

La estructura económica y demográfica influye en la distribución geográfica de estas instalaciones. Debido a que hay zonas en Alemania donde se experimentan grandes aumentos del número de instalaciones. (ICEX, 2019)

Por otro lado, esta industria ha experimentado un gran crecimiento en Alemania debido a que se está invirtiendo en sustituir la minería tradicional por otras fuentes de energías renovables, y también por su baja densidad poblacional que permite la construcción de grandes instalaciones fotovoltaicas. (ICEX, 2019)

Tabla 20: Capacidad instalada de energía solar térmica en la Unión Europea (en m² y capacidad equivalente en MW)

	Total m²	Energía equivalente en MW
Alemania	573.500	401,5
España	205.530	143,9
Total UE-28	2.244.825	1.571,40

Fuente: Elaboración propia a partir de los barómetros sobre energía solar térmica y solar concentrada, EurObserv'ER (2019)

Como podemos observar, en el caso de la energía solar térmica Alemania también es el país con mayor capacidad instalada para su producción con un total de 573.000 m², cifra muy por encima de los 205.530 m² instalados en España.

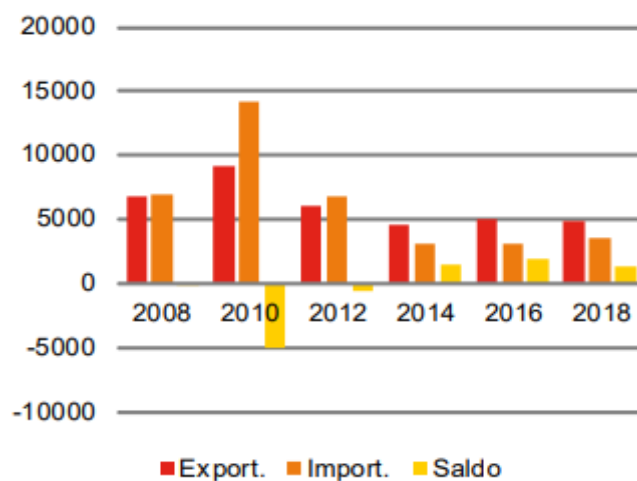
Un aspecto a tener en cuenta en Alemania sobre la energía solar térmica son las centrales de generación de agua caliente urbana. No están repartidas de forma homogénea por todo el país. Su presencia es mayor en el este, y su optimización energética puede necesitar la instalación de grandes superficies de instalaciones solares térmicas en esta zona del país. (ICEX, 2019)

Otro dato destacable es que Alemania crea más empleo en el sector solar que España. Mientras que Alemania daba trabajo a más de 45.000 trabajadores de forma directa e indirecta en el año 2016 en España había 11.304 trabajadores en ese mismo año.

4.2.2. Comparación de las balanzas comerciales

Otro aspecto que deberíamos analizar serían las balanzas comerciales en paneles de energía solar fotovoltaica y solar térmica de Alemania y España.

Gráfica 37: Datos de exportación e importación de paneles solares fotovoltaicos en Alemania (en millones de euros)



Fuente: Energía solar en Alemania, ICEX (2019)

En la evolución del comercio exterior de paneles solares fotovoltaicos en Alemania observamos que, tras el boom de 2010, cuando se pusieron en marcha muchas instalaciones solares y hubo que importar muchos paneles, hay una tendencia a la estabilización. El saldo comercial a partir del año 2014 es positivo para Alemania.

Tabla 21: Clientes y proveedores de paneles solares fotovoltaicos de Alemania (en millones de euros y en %)

Principales clientes	M euros	%	Principales proveedores	M euros	%
1. Países Bajos	409	8,4	1. Países Bajos	617	17,6
2. China	390	8,1	2. China	572	16,3
3. Italia	339	7,0	3. Malasia	548	15,6
4. Estados Unidos	282	5,8	4. Taiwán	244	7,0
5. Hungría	244	5,1	5. Corea del Sur	197	5,6
6. España	232	4,8	6. Hungría	153	4,4
7. Austria	229	4,7	7. Reino Unido	143	4,1
8. Francia	205	4,2	8. Tailandia	137	3,9
9. Polonia	170	3,5	9. Japón	107	3,1
10. Taiwán	156	3,2	10. Austria	90	2,6
SUMA Top 10	2657	54,9	SUMA Top 10	2807	80,2

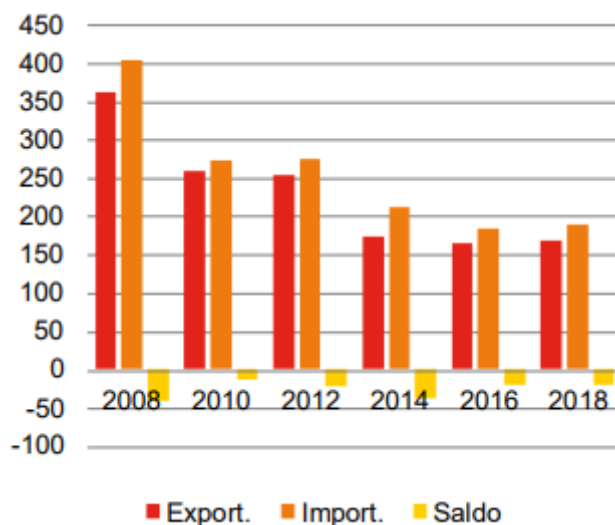
Fuente: Energía solar en Alemania, ICEX (2019)

En esta tabla podemos observar cuáles son los principales clientes y proveedores de paneles solares fotovoltaicos de Alemania. Entre los principales clientes vemos que se encuentra España que supone casi un 5% del total de exportaciones que Alemania realiza de placas solares fotovoltaicas, mientras que dentro de los proveedores principales España ni siquiera aparece.

Los principales clientes de Alemania observamos que son principalmente Países Bajos, China e Italia cuyas exportaciones a cada uno de estos países son más de 300 millones de euros.

Por otro lado, los principales proveedores de Alemania de estas instalaciones son Países Bajos, China y Malasia cuyas importaciones de cada uno de estos países suponen más de 500 millones de euros.

Gráfica 38: Datos de exportación e importación de paneles solares térmicos en Alemania (en millones de euros)



Fuente: Energía solar en Alemania, ICEX (2019)

En la evolución del comercio exterior de paneles solares térmicos en Alemania también observamos que existe una tendencia a la estabilización tras el boom del sector en 2010. Sin embargo, en este caso el saldo comercial es negativo y las cifras de las transacciones son mucho menores (ICEX, 2019).

Tabla 22: Clientes y proveedores de paneles solares térmicos de Alemania (en millones de euros y en %)

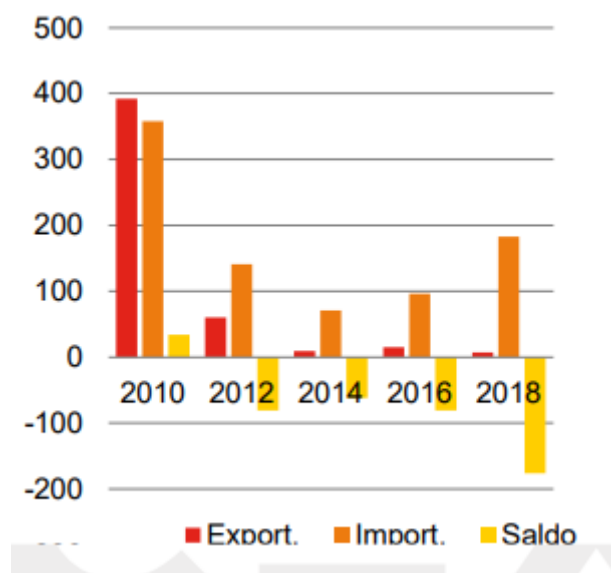
Principales clientes	M euros	%	Principales proveedores	M euros	%
1. Suiza	30,5	18,0	1. Francia	70,0	36,7
2. Austria	16,7	9,9	2. Polonia	35,4	18,6
3. Bélgica	15,1	8,9	3. Austria	20,3	10,7
4. Países Bajos	13,5	8,0	4. Suiza	17,2	9,1
5. Eslovaquia	9,5	5,6	5. Italia	10,2	5,4
6. Polonia	9,3	5,5	6. China	8,9	4,7
7. Francia	8,9	5,3	7. Eslovaquia	5,3	2,8
8. Italia	8,8	5,2	8. Países Bajos	5,0	2,6
9. España	7,5	4,4	9. Reino Unido	4,1	2,2
10. Estados Unidos	5,5	3,3	10. Bulgaria	4,0	2,1
SUMA Top 10	125,4	74,2	SUMA Top 10	180,5	94,8

Fuente: Energía solar en Alemania, ICEX (2019)

En esta tabla podemos observar cuáles son los principales clientes y proveedores de paneles solares térmicos de Alemania. Entre los principales clientes vemos que se vuelve a encontrar España que supone un 4,4% del total de las exportaciones de Alemania en esta tecnología.

Entre los principales clientes destaca Suiza que supone un 18% del total de las exportaciones mientras que en el lado de los proveedores podemos destacar Francia que supone un 36,7% del total de las importaciones que Alemania realiza de paneles solares térmicos.

Gráfica 39: Comercio hispano-alemán de paneles solares fotovoltaicos (en millones de euros)

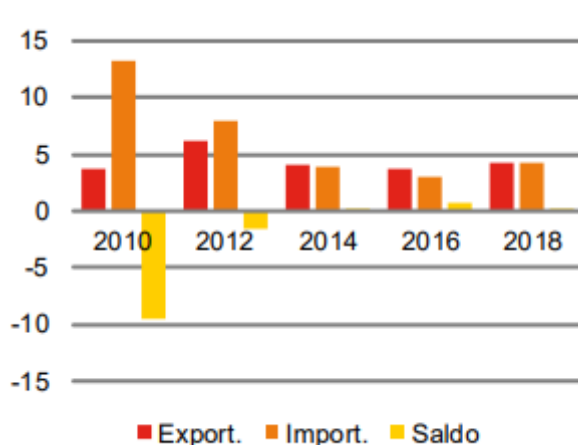


Fuente: Energía solar en Alemania, ICEX (2019)

Como podemos observar en esta gráfica, el saldo comercial español respecto a Alemania en el mercado de los paneles solares fotovoltaicos es negativo. Esto se debe a que el sector solar fotovoltaico en Alemania está muy desarrollado, haciendo que sea un mercado muy competitivo en este país, donde los productores locales ofrecen una gran calidad y los importadores compiten más bien por el precio (ICEX, 2019).

Todo ello hace que los productores españoles no muestren un gran interés por el mercado alemán porque acceder a él requiere mucho esfuerzo debido a la alta competencia y a que su tamaño es reducido en comparación con otros países (ICEX, 2019).

Gráfica 40: Comercio hispano-alemán de paneles solares térmicos (en millones de euros)



Fuente: Energía solar en Alemania, ICEX (2019)

En cuanto a sistemas térmicos, España se encuentra en una situación más competitiva, ya que se han realizado varios proyectos con distintas técnicas. Los productores españoles de paneles solares térmicos aumentan sus exportaciones globales cada año. El comercio de paneles térmicos con Alemania es bastante reducido, ya que el mercado alemán de paneles térmicos es bastante menor que el fotovoltaico (ICEX, 2019).

Se calcula que la capacidad de producción de paneles térmicos en España es de 1.300.000 m², de la cual en 2017 sólo se aprovechó el 15% (203.300 m²). Cerca de dos tercios de la producción se exportaron (ICEX, 2019)

4.2.3. Comparación con las políticas públicas alemanas en materia de energías renovables

La expansión de las energías renovables en Alemania es uno de los pilares clave de la transición energética en este país. Alemania tiene como objetivo aumentar la proporción de energía renovable consumida sobre el total, pasando de un 42% actualmente al 40-45% que se propone que sea para el año 2025 (EurObserv'ER 2020).

Por otro lado, en España en el año 2018 el consumo de energías renovables supuso un 13,9% del consumo de energía total según la APPA. En este caso, el objetivo que España se fija para el año 2030 es que aproximadamente el 42% del consumo de energía total proceda de fuentes renovables (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020)

Para conseguir los objetivos marcados por estas naciones, se han servido de las siguientes normas resumidas en el cuadro siguiente:

Tabla 23: Normativa sobre energías renovables en España y Alemania

España	Alemania
<ul style="list-style-type: none"> - En España se promueve la generación de electricidad a partir de fuentes renovables a través del Real Decreto 413/2014 por el que se regula el régimen de compensación específico o tarifa premium, con el objetivo de apoyar plantas de energía renovable. - Los Reales Decretos 359/2017 y 650/2017 fijan cada uno una convocatoria para la asignación del régimen de compensación específico para nuevas plantas de energía renovable ubicadas en el sistema eléctrico continental. - En 2015 se aprobó el Real Decreto 900/2015, por el que se establecen los cargos a las plantas de energías renovables de autoconsumo nuevas y existentes, tanto a nivel de capacidad como de generación. Según Real Decreto 900/2015 estos no son impuestos o compensación por pérdidas de servicios públicos, sino contribuciones a los costos generales del sistema. Las instalaciones de autoconsumo inferiores a 10 kW y las plantas ubicadas fuera de la península se ahorran el cargo de generación, pero seguirán estando sujeto a un cargo fijo por kW de capacidad. - El Real Decreto 15/2018 eliminó estos cargos sobre el autoconsumo para plantas de energías renovables nuevas y existentes y simplificó el procedimiento para aplicar al régimen de autoconsumo para plantas de hasta 100kW. - Actualmente España solo tiene un programa de financiación para promover la instalación de grandes centrales térmicas en edificios que utilizan energías renovables como 	<ul style="list-style-type: none"> - La Ley de Fuentes de Energía Renovable en vigor desde el año 2.000 y que propone pagos de apoyo para la producción de energía a partir de instalaciones de energía renovable para que estén garantizados por 20 años. - El banco de desarrollo alemán KfW ofrece diferentes programas de apoyo que brindan préstamos a bajo interés para inversiones en tecnologías de energía renovable en particular. El límite de 52 GWp colocado sobre soporte de energía solar fotovoltaica se ha eliminado en 2020. - La Ley de Calor de Energías Renovables (EEWärmeG) es el principal instrumento para aumentar la proporción de calor generado a partir de fuentes renovables para calefacción/refrigeración con los detalles de financiación siendo desarrollado en el Programa de Incentivo de Mercado (MAP). La Ley de Calor de Energías Renovables (EEWärmeG) obliga a los nuevos edificios a incluir sistemas de energía renovable (por ejemplo, bombas de calor, instalaciones térmicas, etc.) - Además, el gobierno alemán en el año 2016 adoptó medidas adicionales de estímulo para la movilidad eléctrica que consisten en incentivos de compra temporales, financiación adicional para la expansión de la infraestructura de carga, y medidas fiscales.

fuentes de energía, p. ej. Biomasa, solar y geotermia (Programa de Grandes Centrales Térmicas – GIT).	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia a través de datos del EurObserv'ER

Como podemos observar, Alemania cuenta con mayores facilidades para que consumidores particulares puedan acceder a instalaciones que produzcan energía renovable. En Alemania vemos que existen más ayudas directas a través de subvenciones y también existen mayores ventajas para la financiación de instalaciones.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

Como hemos ido observando a lo largo de este trabajo, las energías renovables están adquiriendo una gran importancia a nivel económico en la sociedad de hoy en día. La transición energética hacia un mayor uso de las energías renovables va a marcar el devenir del crecimiento económico de muchas naciones en los próximos años.

España y Andalucía en concreto, cuentan con numerosos factores que favorecen el desarrollo de estos tipos de energía. Sin embargo, estos factores no se están aprovechando como se debería.

España es uno de los países que mayor capacidad tiene para producir energía solar por la gran cantidad de horas de sol de la que dispone y no las aprovecha lo suficiente debido a la inexistencia de los suficientes incentivos para la construcción de estas instalaciones y a la inactividad en esta materia de las administraciones públicas.

Para solucionar este problema, deberíamos de tomar como ejemplo las políticas públicas que incentivan el uso de energías renovables de países como Alemania para poder empezar a ser un país más competente en el mercado de las energías renovables.

Las ayudas a las energías renovables deberían de ser directas y dirigidas, principalmente, a los consumidores particulares. También deberían de requerir escasos requisitos, de manera que cualquiera podría beneficiarse de este tipo de ayudas. Sólo de esta forma conseguiremos comenzar una verdadera transición energética que nos haga ser un país menos dependiente de otros tipos de energía de los cuales no disponemos.

Aunque Andalucía es una de las comunidades autónomas que más incentivan el uso de las energías renovables, especialmente la energía solar, todavía queda un largo camino por recorrer y sin ayuda de organismos superiores no podremos conseguir ser una economía autosuficiente y que aproveche al máximo las ventajas que nos proporcionan las energías renovables.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Andaluza de la Energía (2021). Directrices energéticas de Andalucía. Horizonte 2030. Disponible en: https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documentos/Planificaci%C3%B3n/directrices_energeticas_de_andalucia_horizonte_2030.pdf
- Agencia Andaluza de la Energía (2021). Energía solar. Disponible en: <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/informacion-energetica/energias-renovables/energia-solar#>
- Agencia Andaluza de la Energía (2021). Financiación (Incentivos 2017-2021). Disponible en: <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/financiacion/incentivos-2017-2020/programa-para-el-desarrollo-energetico-sostenible-de-andalucia/construccion-sostenible>
- Agencia Andaluza de la Energía (2021). Plataforma Info-energía. Disponible en: <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/info-web/loginController>
- Agencia Andaluza de la Energía. Mesa para el autoconsumo en Andalucía. Autoconsumo eléctrico en Andalucía con energía solar (2019). Disponible en: https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documentos/Renovables/documento_general_autoconsumo_actualizado_feb21.pdf
- Asociación de Empresas de Energías Renovables (2019). Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España.
- Cerdá, E. (2012). Economía de las energías renovables. *Cuadernos económicos de ICE*, nº83, 5-10.
- Espejo Marín, C. (2004). La energía solar fotovoltaica en España. *Ninmbus*, nº 13-14.
- EurObserv'ER (2020). Informes de políticas y estadísticas. Disponible en: <https://www.eurobserv-er.org/euroserver-policy-files-for-all-eu-28-member-states/>
- Junta de Andalucía (2021). Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/presidencia/portavoz/economiaempleo/160680/JuanBravo/Energia/Autoconsumo/RevolucionVerde/Renovables/Ahorro/Sostenibilidad>
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Martínez, P. R. (2009). *Energía solar térmica: técnicas para su aprovechamiento* (Vol. 4). Marcombo.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Estudio Ambiental Estratégico del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/images/es/eae_pniec_tcm30-506493.pdf
- Oriol Planas (2011). Energía solar térmica, usos y tipos de instalaciones. Disponible en: <https://solar-energia.net/energia-solar-termica>
- Posso, F., Acevedo, J., Hernández, J. (2014). El impacto económico de las energías renovables. *Revista de investigación en administración e ingeniería*, 2(2), 49-54.
- Ramiro, I., González, A., Victoria, M., Castillo, M. (2016). Un autoconsumo que democratice el sistema eléctrico. *Lecciones aprendidas de la experiencia internacional*. Disponible en: <https://gobiernoabierto.navarra.es/sites/default/files/un-autoconsumo-que-democratice-el-sistema-electrico.pdf>
- Ramos Martín, J. (2003). Intensidad energética de la economía española una perspectiva integrada.
- Rasero, C. M. (2011). Energía solar fotovoltaica. *Energía solar fotovoltaica, situación actual*. Vol. 4
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Ruiz, M. M. (2020). Derecho y Políticas ambientales en Andalucía (Primer semestre 2020). *Revista Catalana de Dret Ambiental*, Vol. 11, Núm. 1, 1-15.
- Timmons, D., Harris, J. M., Roach, B. (2014). La economía de las energías renovables. Disponible en: <http://www.bu.edu/eci/files/2019/06/EconomiaEnergiasRenovables.pdf>