

**ANÁLISIS  
CONTEXTUAL Y  
EVALUACIÓN DE  
POTENCIAL  
ENERGÉTICO**

**Ayuntamiento de Palma del Río**

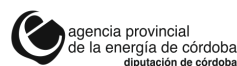


**Financiado por:**



**Proyecto subvencionado**

CONVOCATORIA DE SUBVENCIONES PARA LA PROMOCIÓN, IMPULSO Y CONSOLIDACIÓN DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 2023



**Redacción, diseño y maquetación:**



**Análisis contextual y evaluación de potencial energético:**

Junio 2024.

# ÍNDICE

## **INFORME DIAGNÓSTICO.....4**

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción.....                               | 5  |
| 2. Eje demográfico.....                            | 7  |
| 3. Infraestructura energética.....                 | 11 |
| 4. Análisis Urbanístico.....                       | 12 |
| 5. Análisis Energético Municipal.....              | 15 |
| 6. Análisis de Casos de Éxito.....                 | 17 |
| 6.1. Otras Comunidades energéticas en Córdoba..... | 19 |

## **EVALUACIÓN DE RECURSO Y POTENCIAL ENERGÉTICO..... 21**

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Radiación solar:.....                                                                   | 22 |
| 2. Energía mini-eólica.....                                                                | 27 |
| 3. Geotermia.....                                                                          | 32 |
| 4. Biomasa.....                                                                            | 33 |
| 5. Energía hidroeléctrica.....                                                             | 36 |
| 6. Biogás.....                                                                             | 38 |
| 7. Almacenamiento de energía.....                                                          | 40 |
| 8. Comunidades energéticas de éxito. Mix de generación.....                                | 46 |
| 9. Otras iniciativas de servicio y de financiación que pueden ser lanzadas por una CE..... | 49 |
| 10. Análisis DAFO.....                                                                     | 51 |

# **INFORME DIAGNÓSTICO**

## 1. Introducción

Conocer el entorno es crucial para la implementación de una Comunidad Energética (CE) porque permite adaptar las soluciones energéticas a las particularidades locales, optimizando el uso de recursos naturales disponibles y fomentando la participación activa de la comunidad. En Palma del Río, comprender factores como el clima, la disponibilidad de recursos renovables (solar, eólica, biomasa) y las características socioeconómicas de la población es esencial para diseñar una CE que sea eficiente, sostenible y que responda a las necesidades y capacidades de sus habitantes. Además, este conocimiento facilita la identificación de potenciales socios locales y el desarrollo de estrategias de educación y concienciación que promuevan la adopción y el éxito de la CE.

En el contexto de Palma del Río, una CE representa una ventaja significativa porque promueve la autosuficiencia energética, reduce los costos de electricidad y genera empleo local. Palma del Río, con su entorno rural y recursos naturales, puede beneficiarse enormemente de una CE al aprovechar la energía solar y eólica disponibles en la región. Este modelo no solo impulsa la economía local, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y mejora la calidad de vida de sus habitantes, creando una comunidad más resiliente y con menor dependencia de fuentes de energía externas.

Para la implementación exitosa de una CE en Palma del Río, es fundamental evaluar diversas fuentes de energía renovables, como la solar, eólica, y la biomasa. Cada una de estas fuentes tiene características y potenciales diferentes que pueden ser aprovechados según las condiciones locales:

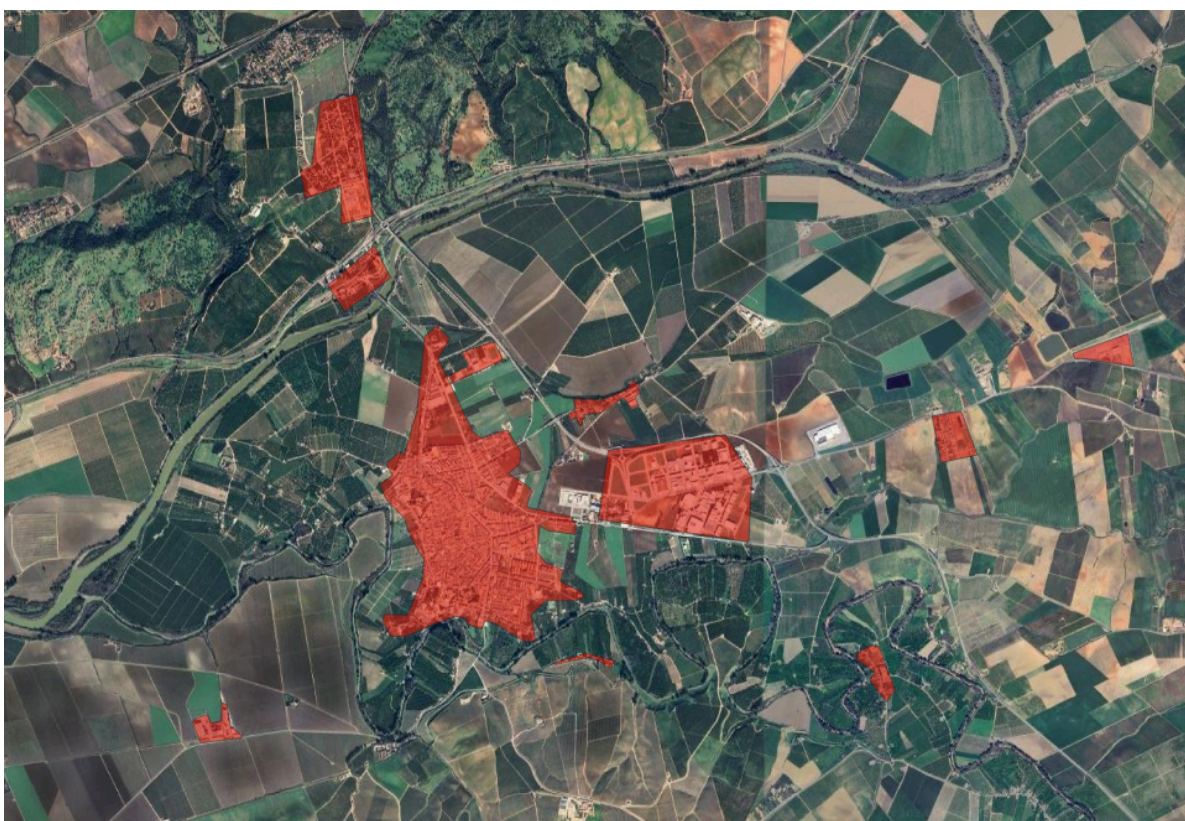
- 1. Energía Solar:** Palma del Río cuenta con un alto índice de radiación solar, lo que hace viable la instalación de paneles solares en techos de edificios públicos, viviendas y espacios agrícolas.
- 2. Energía Eólica:** Aunque la región no es conocida por fuertes vientos, se pueden identificar áreas específicas donde la instalación de aerogeneradores podría ser factible.
- 3. Biomasa:** La actividad agrícola en Palma del Río genera residuos que pueden ser utilizados para producir energía a través de biomasa, ofreciendo una solución para la gestión de desechos y una fuente de energía local.

Estas iniciativas no sólo proporcionan beneficios ambientales al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también tienen un impacto social positivo al generar empleos locales, promover la cohesión comunitaria y reducir la pobreza energética. Además, la creación de programas de educación y formación en energías renovables puede empoderar a la comunidad, aumentando la aceptación y el compromiso con el proyecto de CE.

## 2. Eje demográfico

Palma del Río es un municipio situado en el extremo occidental de la provincia de Córdoba, en la comunidad autónoma de Andalucía, al sur de España. Esta localidad se encuentra en una posición geográfica privilegiada, ya que está asentada a orillas del río Guadalquivir, uno de los más importantes de la península ibérica. Su ubicación estratégica le confiere una serie de características geográficas y climáticas que influyen en su desarrollo y paisaje. Situada a tan sólo 60 km de la capital de provincia, Córdoba y a 80 km respecto de Sevilla.

En cuanto a la orografía del terreno, Palma del Río se encuentra en una zona predominantemente llana, típica de la campiña cordobesa. El terreno es mayoritariamente fértil y dedicado a la agricultura, con extensas áreas de cultivo de cítricos, olivos y cereales. A pesar de la llanura que caracteriza a gran parte del municipio, al norte se pueden apreciar algunas elevaciones suaves, producto de la cercanía con sistemas montañosos como la Sierra Morena.



*Principales núcleos y subnúcleos que conforman la infraestructura de Palma del Río*

La superficie total del municipio de Palma del Río es de aproximadamente 200.23 kilómetros cuadrados. En cuanto a su altitud sobre el nivel del mar, se sitúa en torno a los 56 metros, siendo un municipio de baja altitud, lo que influye en su clima y en las actividades económicas predominantes.

Además del núcleo principal del municipio, existen otros núcleos de población de dentro del término:

| Aldea                         | Población | Distancia km |
|-------------------------------|-----------|--------------|
| Pueblo Calongue               | 99        | 9.19         |
| Barrio Parque                 | 52        | 9.33         |
| Casas de Huertas el Carrascal | 10        | 1.52         |
| Casas de Huertas el Pinzón    | 15        | 1.96         |
| Barriada Estación.            | 16        | 2.50         |
| Chalets Acebuchal             | 123       | 4.58         |
| Chalets Baldíos               | 218       | 3.58         |
| Casa de Huertas la Graja      | 99        | 5.34         |
| Chalets la Algaba.            | 27        | 4.02         |
| Polígono Industrial           | 2         | 3.43         |
| Veredón el Mohíno             | 124       | 6.32         |
| Casas de Huertas Pedro Díaz   | 2         | 3.58         |
| Núcleos diseminados           | 248       | --           |

El Baldío, La Vereda y el Acebuchal distan entre sí 1.38km (Baldío-Vereda), Baldío-Acebuchal 1 km y Acebuchal-Vereda 1 km, por lo que resultaría interesante una comunidad energética común.

En cuanto a la población, Palma del Río cuenta con alrededor de 19.836 habitantes y una densidad de población de 106.1 habitantes por kilómetro cuadrado, según datos del SIMA (2022). La distribución de edades en el municipio es variada, con una proporción considerable de jóvenes y adultos, siendo la edad media del municipio de 43.1 años, aunque en las últimas décadas se ha observado un envejecimiento de la población debido a la emigración de los más jóvenes en busca de oportunidades laborales en otras regiones, siendo tan sólo un 19.9 % de la población menor de los 20 años. Esto se refleja en un porcentaje de variación relativa de la población de un -3.4% en los últimos diez años (2012-2022).

Si se desglosa esa cifra de población total, existen un total de 10.331 hombres frente a 10.479 mujeres. Resulta interesante notar que un 57.2% son de procedencia extranjera, concretamente de Rumanía.

Analizando los retos demográficos a largo y medio plazo que enfrenta Palma del Río, es importante considerar diversos aspectos que pueden influir en su desarrollo futuro:

- **Envejecimiento de la población:** Como se mencionó anteriormente, Palma del Río experimenta un envejecimiento de su población debido a la emigración de los jóvenes en busca de empleo y oportunidades fuera del municipio. Esto puede llevar a una disminución de la población activa y a un aumento de la dependencia de los servicios sociales, como la atención médica y el cuidado de personas mayores.
- **Desafíos en el mercado laboral:** La falta de oportunidades laborales dentro del municipio puede generar un estancamiento económico y dificultar la retención de la población más joven. Es necesario promover el desarrollo de sectores económicos diversificados y sostenibles que generen empleo localmente y eviten la despoblación.

- **Necesidades de infraestructuras y servicios:** El crecimiento demográfico y las demandas de una población envejecida pueden sobrecargar las infraestructuras y servicios existentes en Palma del Río, especialmente en áreas como la salud, la educación y la vivienda. Es fundamental invertir en la mejora y ampliación de estas infraestructuras para satisfacer las necesidades de la población actual y futura.
- **Sostenibilidad ambiental:** Dada su dependencia de la agricultura, es importante que Palma del Río adopte prácticas agrícolas sostenibles que protejan el medio ambiente y los recursos naturales. El uso eficiente del agua, la gestión de residuos y la promoción de la biodiversidad son aspectos clave a considerar para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del municipio.
- **Integración social y cultural:** La diversidad cultural es un aspecto enriquecedor para cualquier comunidad, pero también puede plantear desafíos en términos de integración y cohesión social. Es importante fomentar el diálogo intercultural, promover la inclusión y la igualdad de oportunidades para todos los residentes, independientemente de su origen o background cultural.

En resumen, Palma del Río enfrenta una serie de retos demográficos a largo y medio plazo que requieren una atención integral y coordinada por parte de las autoridades locales y regionales. El envejecimiento de la población, la necesidad de diversificación económica, la mejora de infraestructuras y servicios, la sostenibilidad ambiental y la promoción de la integración social son algunos de los aspectos clave que deben abordarse para garantizar un desarrollo equilibrado y sostenible del municipio en las próximas décadas.

### 3. Infraestructura energética

El plan estratégico municipal establece una serie de líneas de actuación en el campo de las energías renovables. Una de ellas es la creación de una nueva planta eléctrica ya que la capacidad instalada no alcanza para las necesidades locales y para los niveles de consumo demandados.

Concretamente se define una línea de desarrollo sostenible en la que se proponen acciones como el diseño y puesta en marcha de medidas de educación ambiental, optimización de la gestión del Punto Limpio, instalación de un Centro de recogida de residuos industriales y agrícolas, desarrollo de infraestructuras para el aprovechamiento y valorización de subproductos de la naranja y otros residuos y la puesta en marcha del Plan de Optimización Energética Local.

La actualidad de estas medidas destaca que La Junta de Andalucía destina 2,6 millones a 49 actuaciones de eficiencia energética en edificios públicos de Palma del Río (Córdoba). Se destinarán a 49 medidas de eficiencia energética y energías renovables en 13 edificios públicos e infraestructuras del municipio.

Es de suma importancia mencionar las 3 centrales termosolares existentes en el término municipal de Palma del Río. Se tratan de las centrales de Palma del Río I y II y la planta de Guzman sumando entre las 3 un total de 150 MW de electricidad.

También existe una planta fotovoltaica de nombre "Palma del Río" que cuenta con una potencia instalada de 10 MW.

## 4. Análisis Urbanístico

El eje urbanístico de Palma del Río es un elemento fundamental en el desarrollo y la planificación de la ciudad. Como en cualquier municipio, el diseño urbano y la distribución del espacio tienen un impacto significativo en la calidad de vida de sus habitantes, así como en la funcionalidad y la estética del entorno construido. La organización urbanística de Palma del Río se caracteriza por una fusión entre su legado histórico y los desarrollos urbanos más contemporáneos. La ciudad, en su diseño, refleja una cuidadosa planificación que ha evolucionado con el tiempo para adaptarse a las necesidades cambiantes de su creciente población y las demandas urbanas modernas.

**Infraestructura de telecomunicaciones:** Existe un Plan Estratégico de Tecnología cuyo principal objetivo es favorecer la mejora del nivel de desarrollo humano, económico, turístico y cultural de Palma del Río, tanto a nivel individual como colectivo, fomentando y utilizando para ello los recursos que brindan las tecnologías de la información y la comunicación y garantizando la igualdad de oportunidades de toda la ciudadanía para poder acceder a las mismas. Entre las acciones que contempla el plan se encuentran la creación de un centro tecnológico, instalación de puntos de acceso públicos a internet y mejora del portal de tramitaciones electrónicas.

**Acceso a Internet:** A día de hoy, ya oferta 13 puntos de acceso libre y gratuito a internet y una plataforma propia para el sector turístico.

**Formación y capacitación:** También se está desarrollando el programa 'Preparadas', una iniciativa de formación y capacitación digital dirigida a mujeres en municipios de menos de 30.000 habitantes.

Ya se ha desarrollado el primero de los cursos donde se forman 20 mujeres en la temática 'Redacta tu propio documento con los procesadores de texto'.

### **Infraestructura de servicios públicos:**

La infraestructura de Palma del Río abarca una variedad de servicios y sistemas que son esenciales para el funcionamiento diario de la ciudad. Las carreteras conectan el municipio con otras localidades cercanas y proporcionan acceso a las principales vías de comunicación. Las redes de suministro de agua y energía garantizan el abastecimiento continuo de estos recursos vitales a los hogares, comercios e industrias de la ciudad. Además, el transporte público, que incluye autobuses urbanos e interurbanos, facilita la movilidad de los residentes y reduce la dependencia del transporte privado. La planificación de la infraestructura de transporte tiene en cuenta la accesibilidad, la seguridad vial y la eficiencia del sistema para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Cuenta con 16 Centros de Infantil, 6 de Primaria, 3 de Educación Secundaria Obligatoria, 2 Centros de Bachillerato, 2 Centros de C.F. de Grado Medio y Grado Superior. Además dispone de 2 centros de Educación de Adultos, 1 Biblioteca Pública y 1 Centro de Salud. Cabe destacar la "Ciudad del Deporte" que es un conjunto de instalaciones deportivas del municipio. Cuenta con polideportivo multiusos con vestuarios, 2 pistas de pádel, 4 pistas de tenis, Campo de césped artificial, piscina cubierta, piscina al aire libre, parque de mayores con máquinas de uso libre y campo de césped natural con seis calles de atletismo habilitado para lanzamiento de jabalina, martillo y disco.

El municipio ha venido realizando una importante apuesta por el desarrollo de diversas actividades deportivas en el municipio, fruto de lo cual muchas se han convertido en un referente a nivel autonómico e incluso nacional. Cabe destacar las siguientes:

1. Campeonato de España de Rally, que cuenta con la acogida de varias etapas en territorio Palmeño lo que la convierte durante unos días en referente del motor de esta especialidad.
2. Equipo de balonmano en la división de honor española que permite pasear el nombre de la ciudad por gran parte de la geografía española.
3. Actividades de vuelo sin motor: al encontrarse Palma del Río en un enclave privilegiado, entre el valle y la sierra, y cerca de los márgenes de ambos ríos los cuáles crean bolsas de aire que permiten las condiciones idóneas principalmente para el vuelo sin motor.
4. Open Cruzcampo de tenis. Un importante Torneo Nacional que cuenta ya con 14 ediciones, durante el paso de los años ha ganado relevancia en el mundo de la raqueta a nivel nacional.

En el contexto del **parque residencial de Palma del Río**, que cuenta con un total aproximado de **8.746 viviendas**. Esta cifra se desglosa en 6.438 viviendas de ocupación principal, 73.5%, 440 viviendas secundarias, 5.03 %, y 1.859 viviendas vacías, lo cuál representa un 21.25%. Esta última cifra subraya la sobrecapacidad de viviendas en relación con la población residente, lo que genera desafíos significativos en términos de rehabilitación y revitalización de las mismas

## 5. Análisis Energético Municipal

En base a los datos proporcionados por Endesa, el consumo de energía de esta localidad en 2022 fue de 81.168 MWh. Esto se distribuye entre Agricultura 6.423 MWh, Industria 7.184 MWh, Comercios y Servicios 9.985 MWh, Sector Residencial 29.799 MWh, Servicios Públicos y Administración 12.810 MWh y 14.967 MWh en otros servicios. Siendo el sector más demandante el residencial.

En comparación con municipios vecinos como Hornachuelos 22.206 MWh, Fuente Palmera 28.393 MWh, Posadas 40.715 MWh, Guadalcázar 8.413 MWh, Peñafior 18.727 MWh o Écija 184.232 MWh el consumo es considerable y por encima de la media.

Palma del Río es un municipio que apuesta ampliamente por el sector energético renovable, con inversiones de entorno a 3,4 millones de euros por otorgados por la Agencia Andaluza de la Energía, adscrita a la Consejería de Industria, Energía y Minas, a través del Programa para el desarrollo energético sostenible de Andalucía, cofinanciado con Fondos Feder.

Las intervenciones en centros escolares representan un gran parte del desembolso, realizándose trabajos que abarcan aspectos como la climatización mediante aerotermia o la instalación de fotovoltaicas en los recintos, así como el cambio de puertas, ventanas y luminarias. Con ello se busca una alta eficiencia en el aspecto energético, en algunos casos llegando a aportar de manera gratuita el 78% de la energía consumida. También cabe destacar la rehabilitación energética del antiguo convento de Santa Clara y del Teatro Coliseo.

En enero de 2023 ya se planteaba el estudio de una comunidad energética local a través de la Corporación municipal de Palma del Río, que permitiera la democratización de la energía, al mismo tiempo que se fomentará el empleo local y el ahorro energético. Con objeto de reducir la dependencia energética de Palma del Río, se plantea el desarrollo de una comunidad energética. Las ventajas que proporciona esta comunidad son:

- **Independencia energética:** Generación de energía de manera descentralizada, reduciendo su dependencia de fuentes externas y volátiles de energía. Esto proporciona mayor estabilidad y seguridad en el suministro energético.
- **Desarrollo económico local:** Creación de empleos y oportunidades de inversión. Además, al fomentar el desarrollo de la industria energética local, se puede generar un flujo de ingresos adicionales para la comunidad.
- **Reducción de costos energéticos:** Al generar energía localmente, la comunidad puede reducir sus costos energéticos a largo plazo.
- **Participación ciudadana:** La creación de una comunidad energética involucra a los residentes en la toma de decisiones sobre la gestión y el uso de la energía en su pueblo. Esto fomenta el sentido de pertenencia, la participación cívica y la colaboración entre los miembros de la comunidad.

## 6. Análisis de Casos de Éxito

| Nombre                              | Localización                  | Tipo                             | Reconocimientos                                                                                            | Figura Jurídica |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <a href="#">Torreblanca Ilumina</a> | Torreblanca, Sevilla          | Autoconsumo colectivo            | Segundo premio EnerAgen 2022 -Segundo premio Germinador Social 2020                                        | Asociación      |
| <a href="#">Alumbra</a>             | Arroyomolinos de León, Huelva | Autoconsumo colectivo            | Primer premio Germinador Social 2019 -Primer premio Greenpeace (Renovathon), proyecto La Energía del Cole. | Cooperativa     |
| <a href="#">Río Monachil</a>        | Monachil, Granada             | Autoconsumo colectivo            | Primer premio Germinador Social 2020                                                                       | Asociación      |
| <a href="#">Almócita</a>            | Almócita, Almería             | Autoconsumo colectivo            | Premio Conama 2020                                                                                         | Asociación      |
| <a href="#">EKILUZ Bujalance</a>    | Bujalance, Córdoba            | Venta de generación fotovoltaica | -                                                                                                          | Cooperativa     |
| <a href="#">Catalunya</a>           | EOLPOP SL                     | Venta directa. Generación eólica |                                                                                                            | S.L.            |

### **Asociación Torreblanca Ilumina:**

Comunidad energética y educativa (CEE) en el barrio sevillano de Torreblanca, uno de los más pobres de España, según los Indicadores Urbanos del Instituto Nacional de Estadística de 2021. El grupo motor lo componen las comunidades educativas de los colegios [Príncipe de Asturias](#) y [Vélez de Guevara](#), el Centro Cívico Juan Antonio Gonzalez Caraballo, el Centro de Servicios Sociales Comunitarios, el [grupo Local de Som Energía](#), el grupo de investigación [ADICI](#) de la Universidad de Sevilla y el [Taller Ecosocial](#).

El grupo motor está constituido por la AMPAS Francesco Tonucci del CEIP Príncipe de Asturias y la AMPA Guevarín del Vélez de Guevara. El grupo [ADICI](#) forma parte de la red Universidad y Compromiso Social, en la que participan profesores de veinte facultades y colabora desde hace años con entidades vecinales de Sevilla. El Taller Ecosocial forma parte de la Red de Economía Social y Solidaria y tiene capacidad de replicar los aprendizajes del proyecto acompañando a futuras comunidades locales de energía, dado que hace un año decidió abrir esta línea de actividad.

### **EKILUZ Bujalance:**

Desarrollada en el término municipal de Bujalance, Córdoba, por Ekiluz, empresa participada por Repsol y Krean (Grupo Mondragón).

La cooperativa opera una planta fotovoltaica de una dimensión significativa, entre 1 MW y 5 MW de potencia, ubicada en terrenos situados en el municipio, que generará energía renovable de kilómetro 0, equivalente a todo el consumo eléctrico anual de los vecinos que participen en la comunidad

## 6.1. Otras Comunidades energéticas en Córdoba

### 1. Comunidad Energética de Lucena

- Descripción: En fase de desarrollo, esta comunidad también está planificando la instalación de una planta fotovoltaica para proporcionar energía renovable a sus socios locales ([AndalucíaEScoop](#)).

### 2. Comunidades Energéticas en Córdoba Capital (Córdoba 1, Córdoba 2 y Noreña)

- Descripción: Tres cooperativas en Córdoba capital están en proceso de obtener permisos y preparar el suelo para miniplantas fotovoltaicas que beneficiarán a unas 3,000 familias ([El Día de Córdoba](#)).

### 3. Otras Comunidades en la Provincia

- Descripción: Incluyen comunidades en Campiña Sur, Puente Genil, Vega del Guadalquivir, y otras localidades. Estas están en diversas etapas de planificación y desarrollo ([Dipucordoba](#)).

**Ventajas:** La cercanía de diversas comunidades energéticas permite compartir recursos y conocimientos, lo que puede llevar a una reducción de costos de implementación y operación. Por ejemplo, las comunidades pueden coordinar la compra conjunta de equipos y servicios, disminuyendo el costo unitario de la energía producida. Además, se pueden negociar mejores tarifas para mantenimiento y servicios técnicos, beneficiando así a todas las comunidades involucradas. La colaboración entre comunidades energéticas cercanas optimiza los costos operativos mediante la economía de escala. Las compras conjuntas de paneles solares, baterías y otros equipos necesarios pueden resultar en precios más bajos, y compartir servicios técnicos y de mantenimiento reduce los costos individuales de cada comunidad energética, haciendo más eficiente y sostenible el modelo.

La creación de múltiples comunidades energéticas incentiva el desarrollo de infraestructuras locales, como redes de distribución de energía renovable y puntos de recarga para vehículos eléctricos. Esto mejora la eficiencia energética de la región y fortalece la resiliencia de la red eléctrica local, permitiendo una

mayor integración de energía renovable. Con varias comunidades energéticas operando en la misma región, se incrementa la generación de energía renovable, reduciendo la dependencia de fuentes no renovables y disminuyendo la huella de carbono. Esto contribuye significativamente a los objetivos de sostenibilidad ambiental y mitigación del cambio climático, beneficiando a toda la región de la Subbética Cordobesa.

**Inconvenientes:** la proximidad de varias comunidades energéticas puede generar competencia por recursos limitados, como terrenos adecuados para instalaciones fotovoltaicas y subvenciones públicas. Esta competencia puede dificultar la obtención de los mejores recursos para cada comunidad y retrasar la implementación de algunos proyectos. Un aumento significativo en la generación distribuida puede provocar problemas de integración en la red eléctrica, como sobrecargas y fluctuaciones de voltaje. Para manejar estas situaciones, se requieren inversiones adicionales en infraestructura y gestión de la red, lo cual puede ser un desafío significativo para las comunidades energéticas y las autoridades locales. Además, pueden surgir conflictos de intereses entre diferentes grupos de socios, especialmente en la distribución de beneficios y la toma de decisiones colectivas. Esto puede complicar la gobernanza y la gestión operativa de las comunidades energéticas. La competencia por subvenciones y ayudas públicas puede ser intensa, y no todas las comunidades pueden obtener los fondos necesarios. Esto puede retrasar proyectos y crear desigualdades entre las comunidades energéticas en términos de desarrollo y operación. La coordinación entre varias comunidades energéticas cercanas puede aumentar la complejidad administrativa y logística.

**EVALUACIÓN  
DE RECURSO Y  
POTENCIAL  
ENERGÉTICO**

## 1. Radiación solar:

En base a las coordenadas de Palma del Río, latitud 37.6644849 y longitud -5.3218707, este municipio se encuentra en la zona climática B4. El significado de las zonas climáticas va unido al ámbito de la eficiencia energética en la vivienda y define las solicitudes exteriores en términos de temperatura y radiación solar.

Es un parámetro determinante para cuantificar las necesidades energéticas de la vivienda y, por tanto, es un dato fundamental para realizar cálculos como el del certificado energético de una vivienda, cuánta potencia de calefacción o de climatización requiere o qué elementos de aislamiento necesita a la hora de llevar a cabo la rehabilitación energética de su fachada.

Para analizar la radiación solar existente en el municipio se va a emplear la aplicación de Radiación solar en Andalucía, la cual facilita la evaluación del recurso solar y las distintas variables implicadas a la hora de proyectar y analizar el posible funcionamiento de una instalación solar que se desee llevar a cabo en un emplazamiento determinado. Este programa ha sido desarrollado por el Grupo de Termodinámica y Energías Renovables de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA).

**Los resultados son:**

### Radiación Global (kWh/m<sup>2</sup>)

[Generar gráfico]

| Mes            | Media |
|----------------|-------|
| 1 (Enero)      | 76.2  |
| 2 (Febrero)    | 98.2  |
| 3 (Marzo)      | 144.1 |
| 4 (Abril)      | 175.2 |
| 5 (Mayo)       | 210.6 |
| 6 (Junio)      | 237.9 |
| 7 (Julio)      | 245.6 |
| 8 (Agosto)     | 220.3 |
| 9 (Septiembre) | 165.1 |
| 10 (Octubre)   | 117   |
| 11 (Noviembre) | 79.2  |
| 12 (Diciembre) | 65    |

Siendo el promedio anual de 152.87 kWh/m<sup>2</sup>, indica buenos niveles de irradiación solar, lo cual es positivo para la generación de energía solar fotovoltaica. Las regiones con irradiación solar anual en este rango son generalmente adecuadas para proyectos solares.

Llegado a este punto, teniendo en consideración la eficiencia de los paneles solares, que varían generalmente entre el 15% y el 22% para los paneles más comunes en el mercado residencial y comercial, resulta necesario tener datos de qué superficie se dispone para la instalación de los mismos.

Para elaborar una estimación general, los paneles solares fotovoltaicos típicos para uso residencial tienen dimensiones de alrededor de 2 metros por 1 metro, lo que resulta en un área de aproximadamente 2 metros cuadrados. Consideraremos un rendimiento medio de 18.5%. La energía generada por panel al año sería:

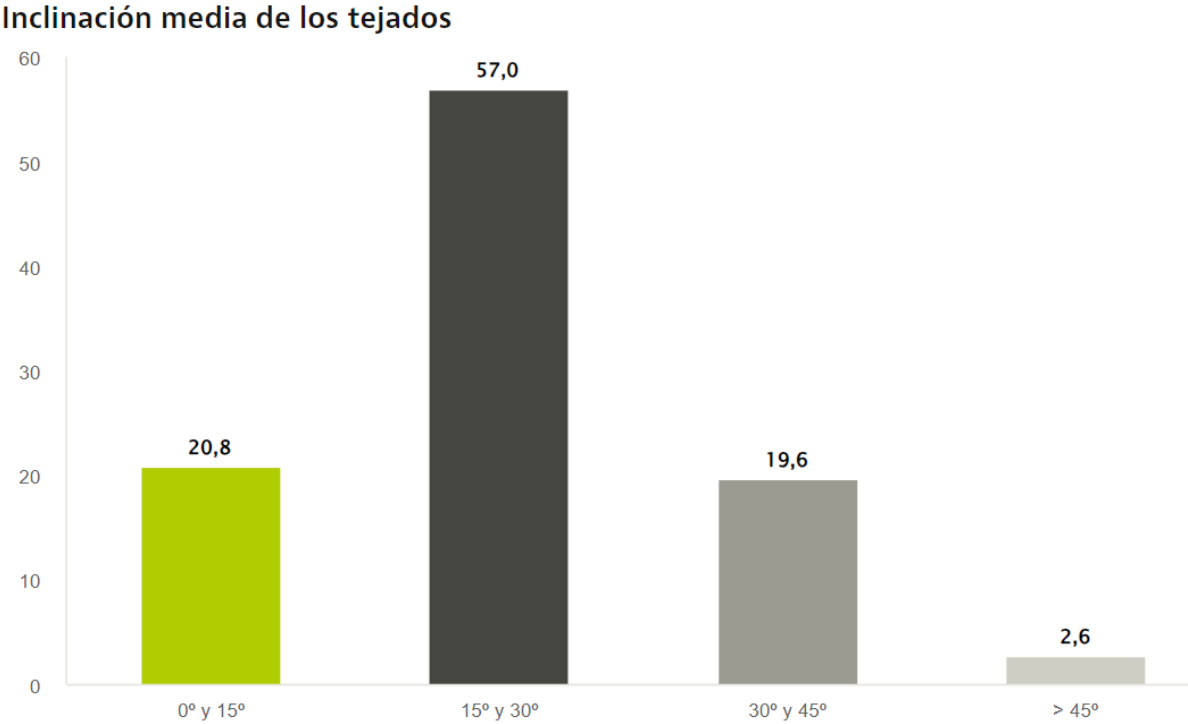
$$E = A \cdot G \cdot \text{Eficiencia}, \text{ siendo } A \text{ } 56.56 \text{ kWh/año por panel.}$$

Para justificar aún más el potencial energético, se plantea un estudio realizado con el Mapa de España con el Potencial de Generación de Energía Fotovoltaica por edificio, desarrollado por idealista/data, CIEMAT y IGN. La metodología seguida para la creación de este mapa se basa en la adaptación del modelo gSolarRoof.

El resultado es un mapa de toda España en el que se reflejan los valores de los edificios en cuanto a: superficie de tejados disponible para instalar paneles solares, potencia y generación de/para energía solar fotovoltaica.

Particularizando a la situación de Palma del Río, de los 5.584 tejados disponibles en el municipio, el 92% de los mismos son viables para instalación de placas solares fotovoltaicas. Además, se cuenta con 52 hectáreas de espacio útil para generar energía solar.

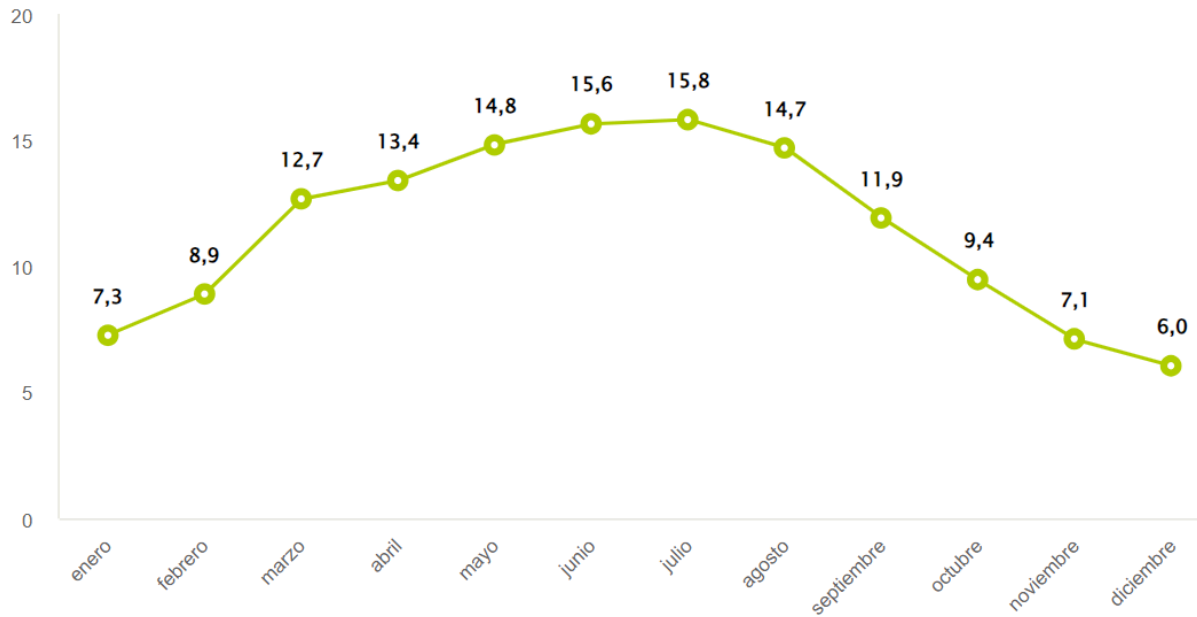
Un factor imprescindible a analizar es la inclinación de los tejados. Gráficamente se obtienen los siguientes resultados:



Siendo la inclinación óptima de 30°.

Otros aspectos a tener en cuenta son la localización y altura de los edificios, la presencia de árboles u otros obstáculos (farolas, carteles, etc.) que por su tamaño puedan proyectar sombras sobre el tejado.

En el caso de que se aprovechara todo el potencial solar de Palma del Río los resultados serían:



La cantidad de energía anual generada ascendería a 137.600 MWh al año frente a su consumo anual de 81.168 MWh, lo cuál representaría un 59% de la energía generada. El resto sería una fuente de ingresos para la comunidad. En base al precio medio del MWh en España en 2023 según el OMIE, 100.20 €/MWh, esto se traduciría en una cifra de 5.654.486,4 € anuales

Las repercusiones medioambientales serían una reducción de las emisiones de Dióxido de Carbono en:

- 12.201 toneladas de CO2
- 71 millones de km en coche
- 243.993 árboles plantados
- 244.020 horas de vuelo

Continuando con la línea de trabajo de la energía solar, resulta conveniente destacar la importancia de este sector en la región gracias a las diversas plantas solares fotovoltaicas ya existentes. Estos antecedentes respaldan aún más las condiciones favorables para el desarrollo de una comunidad energética.

- La planta de Guzmán, ubicada en Palma del Río (Córdoba, España), es una instalación Termosolar para producción eléctrica basada en colectores solares que concentran la radiación solar. La planta está dotada de un campo solar de colectores cilindro - parabólicos, que concentran la radiación solar y producen energía térmica, la cual se utiliza para generar electricidad en un grupo turbina de vapor-generador eléctrico, con una potencia neta total de 49,9 MW. Esta instalación es un proyecto conjunto del área de energía del Grupo de Servicios Ciudadanos, y la multinacional japonesa Mitsui & Co. Ltd. La planta cuenta con una extensión superior a 200 campos de fútbol y posee una superficie de más de 340.000 metros cuadrados de espejos parabólicos que, de manera automatizada e imitando el movimiento de los girasoles funcionan durante las horas de sol, orientándose desde el amanecer al ocaso para reflejar la máxima cantidad de energía solar y dirigirla a un tubo colector relleno de aceite que alcanza una temperatura superior a los 400 grados centígrados.
- Palma del Río I y II: plantas termosolares propiedad de Acciona Energía, diseñadas para una capacidad de 50 MWe cada una, generan energía renovable para 70.000 hogares con una producción media anual de 232 GWh. Ocupa una extensión de 260 hectáreas, contando con 380.160 espejos alineados en 152 kilómetros de colectores.

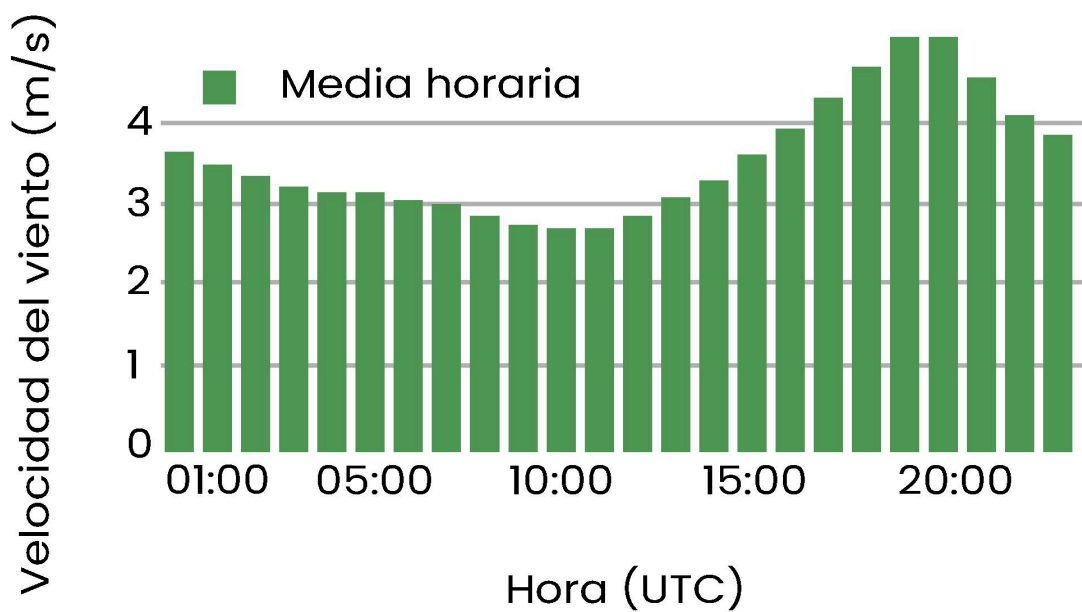
## 2. Energía mini-eólica

Para este análisis se ha empleado la [plataforma](#) online desarrollada por el CENER (Centro Nacional de Energías Renovables) en la que se pueden consultar los datos del recurso eólico de la península ibérica, a nivel de mesoescala y microescala.

Los datos de viento están medidos a una altura de 50 metros. Los resultados son los siguientes:

### Perfil medio diario de la velocidad del viento

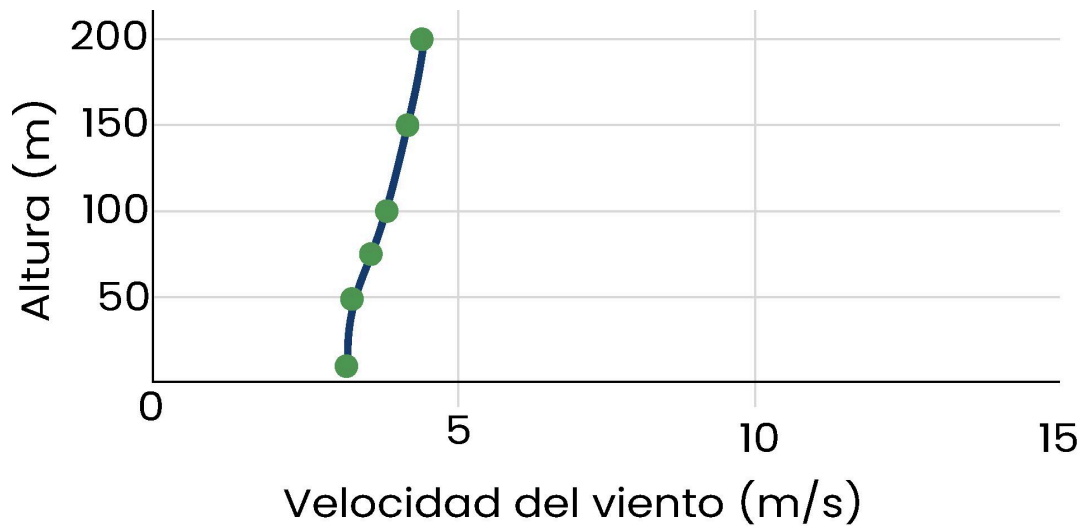
lat: 37.6644849 | lon: -5.3218707 | altura: 50m



Una velocidad media diaria de 3.33 m/s.

### Perfil vertical medio de la velocidad del viento

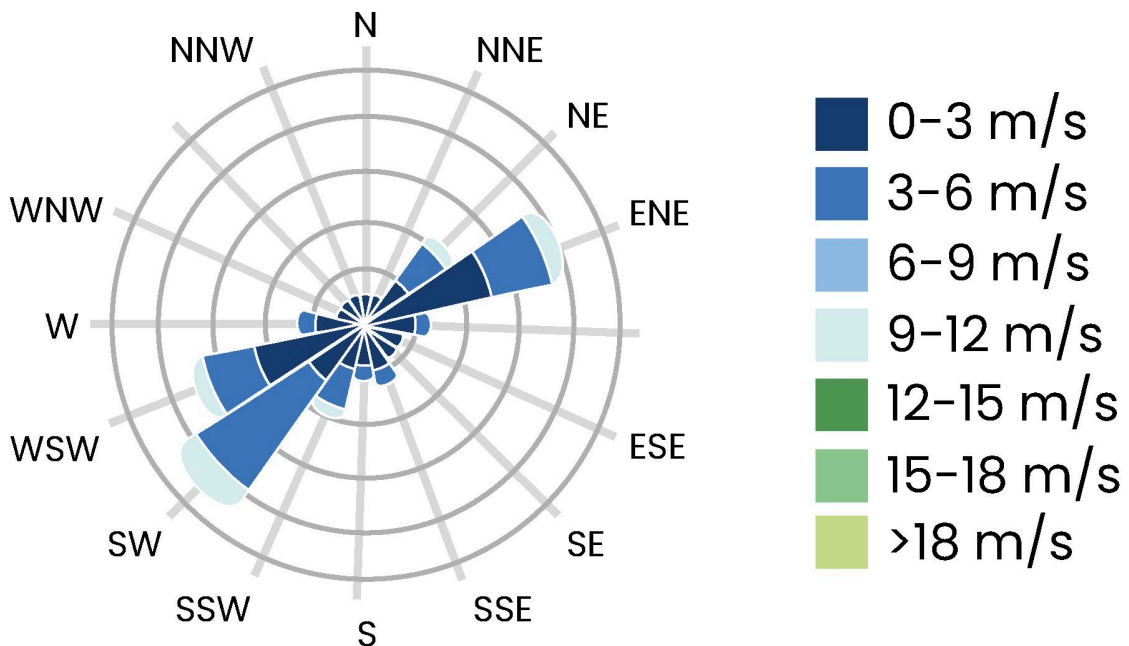
lat: 37.6644849 | lon: -5.3218707



Conforme aumenta la altura de medida desde los 0 a 200 m, la velocidad del viento se incrementa hasta los 5 m/s.

### Rosa de vientos

lat: 37.6644849 | lon: -5.3218707 | altura: 50m



En cuanto a la dirección predominante del viento es "ENE" , es decir, "East-Northeast" en inglés, que traducido al español sería "Este-Noreste". Esto indica una dirección intermedia entre el este y el noreste. También predomina la dirección "WSW" y "SW", es decir, la "Oeste-Suroeste" y la "Suroeste".

Se catalogan como energía minieólica las instalaciones con potencia inferior a 100 kW y una superficie de palas inferior a 200 m<sup>2</sup>. Una instalación minieólica necesita como mínimo para ser rentable un régimen regular de vientos de 4 a 5 m/s.

Para realizar una estimación de cuánta energía podría generar un sistema de minieólicas en el municipio se hará uso de la [web](#) desarrollada por Ryse Energy.

Se consideran las siguientes condiciones:

| Modelo      | Terreno                       | Altura sobre suelo | Potencia Nominal | Potencia Máxima | Área de barrido      | Velocidad de operación |
|-------------|-------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|----------------------|------------------------|
| Enair 200   | Edificios y/o grandes árboles | 20 m               | 18 kW            | 20 kW           | 75,4 m <sup>2</sup>  | 1,85 a 30 m/s          |
| Enair 200L  | Edificios y/o grandes árboles | 20 m               | 10 kW            | 20 kW           | 75,4 m <sup>2</sup>  | 1,85 a 30 m/s          |
| Enair 30Pro | Edificios y/o grandes árboles | 20 m               | 1,9 kW           | 3 kW            | 11,34 m <sup>2</sup> | 2 a 30 m/s             |
| Enair 70Pro | Edificios y/o grandes árboles | 20 m               | 4 kW             | 5,5 kW          | 14,5 m <sup>2</sup>  | 2 a 30 m/s             |

Los resultados son:

| <b>Modelo</b> | <b>Energía diaria generada kWh</b> | <b>Energía anual generada kWh</b> |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Enair 200     | 57,1                               | 20.864                            |
| Enair 200L    | 49,2                               | 17.973                            |
| Enair 30Pro   | 5,2                                | 1.892                             |
| Enair 70Pro   | 7,9                                | 2.890                             |

Notar que estos resultados se refieren a un único equipo de mini-eólica.

Según datos del SIMA, el número de edificios en Palma del Río es de 5.271. Se considerará a continuación la instalación de estos equipos exclusivamente en un tercio de los edificios. El total de equipos de mini eólica ascendería a 1.757. La energía generada sería:

| <b>Modelo</b> | <b>Energía anual generada MWh</b> |
|---------------|-----------------------------------|
| Enair 200     | 36.658                            |
| Enair 200L    | 31.579                            |
| Enair 30Pro   | 3.324                             |
| Enair 70Pro   | 5.078                             |

En base a los datos proporcionados por Endesa, el consumo de energía de esta localidad en 2022 fue de 81.168 MWh. Con los diferentes modelos de mini aerogeneradores esto supondría los siguientes porcentajes:

- **Modelo Enair200:** 12.031 MWh representa el 45,16% del total.
- **Modelo Enair200L:** 10.596 MWh representa el 38,91% del total.
- **Modelo Enair 30Pro:** 1.285 MWh representa el 4.10% del total.
- **Modelo Enair 70Pro:** 1.961 MWh representa el 6.26% del total.

En España, existen unas 664 instalaciones de minieólica, distribuidas en diversas comunidades autónomas, con una capacidad total de 4.483 kW. El País Vasco lidera en número de instalaciones, mientras que la Comunidad Valenciana cuenta con la mayor capacidad instalada.

Se puede mencionar una Instalación con Aerogenerador Enair 70 realizada por [Ryse Energy](#). Desarrollada en la zona Noreste de la península, siendo la generación eólica la única responsable del suministro eléctrico de la vivienda. Cuenta con una gran capacidad de baterías de 1200 amperios, capaces de almacenar más de 60 KW

La empresa [Alba Renova](#) es pionera en el sector de las minieólicas. Ha desarrollado instalaciones de autoconsumo minieólico en el País Vasco, concretamente en el ayuntamiento de San Sebastián, en la empresa de transporte Elipe, en la Ciudad Deportiva de San Jorge en Pamplona. También realizó la primera instalación minieólica de conexión a red de España del Gobierno de Navarra en el edificio del Departamento de Industria.

En la Diputación de Huelva existe un aerogenerador de energía mini eólica Enair en las inmediaciones del antiguo molino harinero de Santa Bárbara

de Casa con el que se da suministro eléctrico al alumbrado exterior e interior en la zona de este molino del siglo XVIII. Esta actuación se enmarca dentro del proyecto 'Retaler II', cofinanciado por el Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2007-2013 con cargo a los fondos Feder de la Unión Europea. El aerogenerador de más de 15 metros totales de altura y una potencia pico de 3KW, produce 6.308 kWh anuales, lo que se traduce en un ahorro de emisiones de 1.892,4 kg de CO<sub>2</sub>. También en el proyecto del marco 'Retaler II' se ha instalado otro aerogenerador Enair de características similares en las instalaciones del Huerto Ramírez, en el municipio de El Almendro, que servirá para suministrar la energía necesaria al edificio anexo.

### **3. Geotermia**

La energía geotérmica es una de las renovables más desconocidas e inexploradas. Esta tecnología está en su fase inicial de desarrollo, presentando un futuro muy prometedor, pero aún inmadura.

Los recursos geotérmicos de muy baja temperatura , existen prácticamente en todo el ámbito territorial y es consecuencia de la estabilidad de la temperatura del subsuelo a partir de los 10-15 metros. Hablando de fuentes geotérmicas de alta temperatura, son inexistentes o se desconoce su existencia en la zona de Palma del Río.

## 4. Biomasa

Analizando el potencial de biomasa de Palma del Río, resulta bastante prometedor su empleo como combustible para una caldera de biomasa. Estas calderas pueden utilizarse para generar electricidad a través de un proceso de cogeneración o generación combinada de calor y electricidad (CHP, por sus siglas en inglés). Este proceso implica la combustión de biomasa para producir vapor de alta presión, el cual se utiliza para hacer girar una turbina conectada a un generador eléctrico. La energía térmica residual del proceso de generación de electricidad se puede aprovechar para calefacción o para otros usos térmicos, lo que aumenta la eficiencia del sistema.

Los recursos que se dispone en el municipio en base a los datos del mapa de potencial de biomasa, desarrollado por la Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Industria, Energía y Minas son:

| <b>Recurso</b>       | <b>Cantidad<br/>(tn/año)</b> | <b>P.C.I. (kWh/kg)</b> | <b>Energía<br/>(kWh/año)</b> |
|----------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Olivar               | 830,2                        | 2,908                  | 2.414.222                    |
| Tomate               | 161,3                        | 3,489                  | 562.776                      |
| Biomasa forestal     | 48,21                        | 4,067                  | 196.070                      |
| Cultivos energéticos | 26061,64                     | 3,933                  | 102.500.430                  |
| Cítricos             | 1265,52                      | 3,489                  | 4.415.399                    |
| Girasol              | 92,12                        | 3,489                  | 321.407                      |

A día de hoy, existen numerosos casos de éxitos que implementan este tipo de recursos. Es el caso de Les Borges Blanques, la primera planta termosolar hibridada del mundo. Ubicada en Les Borges Blanques, Lleida. Se trata de la primera planta termosolar hibridada con biomasa de origen forestal y cultivo energético construida a escala comercial. Tiene una capacidad de producir 25 MW mediante campo solar con tecnología de colectores cilindro parabólicos (CCP). La planta cuenta con 3 modos de operación: únicamente solar, modo mixto y en modo biomasa.

En relación a la biomasa existe también lo que se conoce como redes de calor o district heating. Huétor Tájar (Granada) se ha convertido en una de las primeras localidades de Andalucía que calienta sus infraestructuras deportivas y escolares con energía de biomasa. La planta de biomasa supone un ahorro considerable a las arcas municipales, en concreto 80.000 euros anuales, al generar una potencia energética de 800 kilovatios. Desde la central de energía se distribuye calor para la piscina cubierta climatizada, para el colegio público San Isidro, además de dotar de agua caliente sanitaria al pabellón municipal de deportes.

Otro caso es el del municipio malagueño de Yunquera, que cuenta con un sistema de calefacción en edificios municipales con fuentes de energía renovables, en concreto con el aprovechamiento de la biomasa forestal (astillas y desbroces de los montes) como fuente energética. El proyecto, denominado Bioforest, ha consistido en el apeo y la saca de biomasa forestal del monte público Sierra del Pinar. Consta de una caldera en las dependencias del consistorio de la localidad que, a través de una tubería aislada de agua caliente, conduce el calor al Ayuntamiento, la guardería, la Casa de la Cultura, el colegio y el instituto. De esta manera, se han sustituido las calderas individuales de gasóleo, reduciendo las emisiones de dióxido de carbono.

Según [aveBiom](#), es en el sector terciario, donde se registra el mayor número de instalaciones, destacan las que dan servicio a complejos hoteleros de 4 y 5 estrellas, localizados en Loja (Granada), Marbella (Málaga) y Punta Umbría (Huelva). La biomasa cubre sus necesidades de calefacción y ACS y también cubre la demanda térmica de las piscinas climatizadas y/o Spa. Dentro de la categoría de hoteles y resorts con espacios interiores de agua climatizada para relax, el Observatorio Nacional de la Biomasa de AVEBIOM ha contabilizado en Andalucía un total de 187 hoteles (con piscina y/o Spa) y 11 Spa urbanos.

Se resume en la tabla adjunta la información existente sobre las redes de calor y frío con biomasa en Andalucía:

| Nº redes calor | Potencia instalada | Energía generada | Longitud redes | Nº edificios suministrados |
|----------------|--------------------|------------------|----------------|----------------------------|
| 10             | 5.650 kW           | 7.725 MWh/año    | 3              | 34                         |

La biomasa empleada es:

| Hueso de aceituna | Astilla    | Pellet    |
|-------------------|------------|-----------|
| 1.489 tm/año      | 223 tm/año | 88 tm/año |

## 5. Energía hidroeléctrica

En el municipio de Palma del Río, cerca de los ríos Genil y Guadalquivir, se presenta una oportunidad única para el desarrollo de proyectos de mini hidroeléctrica. La confluencia de estos ríos podría ofrecer las condiciones ideales de caudal y desnivel necesarios para la generación de energía limpia y renovable. La implementación de este tipo de energía podría contribuir significativamente al abastecimiento energético local de manera sostenible, aprovechando las características naturales de la región y minimizando el impacto ambiental.

Es posible el uso de turbinas conectadas a la red, como la ya existente en el municipio. Se dispone de un depósito elevado para abastecimiento de agua potable a sus 22.000 habitantes. Para evitar un exceso de presión en la red de abastecimiento, la conducción de salida del depósito cuenta con una válvula reductora de presión donde se disipa una importante cantidad de energía durante 24 horas al día y 365 días al año. Gracias a la instalación de la turbina en bypass con la válvula reductora se consigue generar una potencia de 2,5kw de forma constante. Además se da la circunstancia que la válvula reductora está situada junto a la planta potabilizadora (ETAP) del municipio, de manera que la energía se utiliza al 100% para autoconsumo en la propia instalación, generando el correspondiente ahorro en compra de energía a la compañía eléctrica. Se caracteriza por un caudal de 20 L/s, diferencia de altura de 18 m y potencia generada de 2,5 kW.

También en este mismo depósito, gracias a la instalación de la turbina dispuesta en paralelo a la válvula reductora de presión, se genera una potencia de 3,75 kW durante todo el día. La energía generada por la turbina, se utiliza al 100% para autoconsumo en la red de alumbrado público de una parte de la población. Con esta instalación, el municipio cuenta ya con 2 turbinas en funcionamiento en diferentes localizaciones

generando un total de 55.000 kWh al año, lo que se traduce en un ahorro anual de más de 6.000€ en la factura de la luz.

Otros casos de éxitos son las turbinas usadas para cargas de baterías. Es el caso del Edificio Leonardo Da Vinci de la Universidad de Córdoba dispone del Laboratorio de Hidráulica 2 usado para labores de investigación y docencia. En este laboratorio existe una estación de bombeo compuesta por tres bombas de 1.5, 2 y 2.5 kW, que son alimentadas mediante energía fotovoltaica. Los paneles fotovoltaicos se encuentran en la cubierta del edificio y poseen una potencia pico de 10 kW. Estas bombas pueden conectarse en serie y en paralelo y son accionadas mediante variadores de frecuencia. Gracias a la instalación de la turbina se genera energía a partir de la presión introducida por las bombas alimentadas por energía solar. El objetivo es analizar el uso de una PAT (pump as turbine) como fuente de energía renovable en redes de distribución de agua potable y de riego. Características de un caudal de 3 L/s, salto de altura de 30 m y potencia generada de 320 W.

También existe una propuesta de la empresa [PowerSpout](#). Plantea llevar la energía hidráulica a una escala más pequeña con microgeneradores instalados en pequeños flujos de agua. Además, puede funcionar de forma aislada, cargando la electricidad en una batería, o conectada a la red. Una turbina estándar tiene una capacidad de hasta 1.200 W, mientras que la de alta potencia llega hasta los 1.600 W. En algunos casos especiales, se pueden alcanzar los 2.000 W. Actualmente, cuentan con tres modelos de turbina diferentes. Por ejemplo, el modelo Pelton (PLT) admite un flujo inferior a 8 litros por segundo. "Una turbina PLT es una turbina de bajo flujo, por lo que tiende a usarse en sitios de mayor altura, por lo general más de 20 metros.

## 6. Biogás

La gestión de los EDAR se lleva a cabo por la depuradora de Palma del Río. Para los 20.810 habitantes del municipio según datos del SIMA 2022, si se aplica el estándar de 60 gramos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) por día, es posible calcular la carga total de materia orgánica biodegradable que esa población generaría en un día.

La medida de "materia orgánica por habitante equivalente" se refiere típicamente a la carga de materia orgánica biodegradable que tiene una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 60 gramos de oxígeno por día. Este es un estándar comúnmente utilizado para describir la carga contaminante equivalente que una persona promedio contribuiría a través del agua residual doméstica en un día. Esta medida ayuda a comparar y caracterizar las aguas residuales industriales en términos equivalentes a la carga de contaminación que produciría una población específica

### Para calcularlo:

$$\text{Carga total diaria} = 20.810 \text{ habitantes} \times 60 \text{g ramos de DBO /día persona}$$

La carga total de materia orgánica biodegradable generada en un día sería de 1.248,6 kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Esto representa la cantidad de materia orgánica que necesitaría ser tratada o gestionada en un sistema de tratamiento de aguas residuales para esta población en un día.

La materia orgánica en las aguas residuales puede ser aprovechada para la producción de biogás a través de procesos anaeróbicos. El biogás principalmente consiste en metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), pero el metano es un componente valioso porque puede ser utilizado como fuente de energía.

Para estimar cuánto biogás podría producirse a partir de la carga orgánica representada por el DBO , podemos utilizar algunos factores de conversión estándar en la industria del tratamiento de aguas residuales:

- 1. Producción de Biogás por kg de DBO :** Se estima que cada kilogramo de DBO degradado en un proceso anaeróbico puede producir entre 0.25 y 0.35 metros cúbicos de biogás.
- 2. Contenido de Metano en el Biogás:** Generalmente, el biogás producido a partir de aguas residuales contiene aproximadamente 60% a 70% de metano.

Dado que tenemos 240.12 kg de DBO por día, si asumimos un valor promedio de producción de biogás de 0.3 m<sup>3</sup> por kg de DBO , **el cálculo sería:**

$$\text{Producción diaria biogás} = 1.248,6 \text{ kg DBO} \times 0,3 \text{ m}^3 / \text{kg DBO}$$

$$\text{Producción diaria biogás} = 374.58 \text{ m}^3$$

**Y el volumen de metano generado:**

$$\text{Volumen metano} = \text{Producción biogás} \times 65 \%$$

$$\text{Volumen metano} = 243.477 \text{ m}^3$$

Este metano podría ser utilizado para generar electricidad, calor o como combustible para vehículos, después de un adecuado proceso de limpieza y acondicionamiento para eliminar impurezas y ajustar su calidad a los requerimientos de uso. Esta conversión no solo ayuda en la gestión sostenible de las aguas residuales, sino que también produce una fuente renovable de energía, contribuyendo a reducir la dependencia de combustibles fósiles.

## 7. Almacenamiento de energía

El almacenamiento de energía es un componente crucial en la gestión de la demanda energética, permitiendo equilibrar la oferta y la demanda a través de diversos métodos. Cada forma de almacenamiento tiene sus propias características, ventajas y limitaciones.

- **Baterías Químicas:** Convierten la energía química en energía eléctrica mediante reacciones electroquímicas reversibles. La densidad energética, eficiencia de carga/descarga, y ciclos de vida varían según la química de la batería.
  - **Baterías de Iones de Litio:** Dado su alta densidad energética (150-250 Wh/kg) y capacidad para soportar miles de ciclos de carga/descarga con una degradación mínima, resultan ideales para comunidades energéticas.
  - **Baterías de Níquel-Metal Hidruro:** Las baterías de Ni-MH, con su resistencia a temperaturas extremas y ausencia del efecto memoria, pueden ser una opción viable para comunidades energéticas en ubicaciones con condiciones climáticas variables. Aunque no tan densas en energía como las baterías de iones de litio, su mayor seguridad y menor impacto ambiental (en comparación con Ni-Cd) las convierten en una opción atractiva para el almacenamiento de energía en aplicaciones comunitarias.
- **Bombeo Hidroeléctrico:** El almacenamiento por bombeo hidroeléctrico (Pumped Storage Hydroelectricity, PSH) representa la mayor parte del almacenamiento de energía a escala de red en el mundo y juega un papel crucial en la gestión de la demanda eléctrica, la integración de energías renovables y la estabilización de

la red eléctrica. Utiliza dos reservorios a diferentes alturas y aprovecha la gravedad y la energía potencial del agua. La eficiencia energética de ciclo completo (bombeo más generación) varía entre el 70% y el 80%. Es una solución probada para el almacenamiento de energía a gran escala, proporcionando servicios de regulación de frecuencia y reserva operativa.

El sistema PHS opera en dos modos:

- 1. Almacenamiento de Energía (Modo de Bombeo):** Durante períodos de baja demanda eléctrica o cuando hay un excedente de producción de energía renovable (como la eólica o solar), la electricidad se utiliza para bombear agua desde un embalse inferior a un embalse superior. Este proceso convierte la energía eléctrica en energía potencial gravitatoria.
- 2. Generación de Energía:** Durante los períodos de alta demanda, el agua almacenada en el embalse superior se libera y fluye hacia el embalse inferior, pasando por turbinas hidroeléctricas. Este flujo de agua impulsa las turbinas, generando electricidad y transformando la energía potencial de vuelta en energía eléctrica.

Una de estas instalaciones a pequeña escala es la planta de bombeo hidroeléctrico en el embalse de Molejón, en Asturias. Aunque el enfoque principal en España ha sido sobre proyectos de mayor envergadura, como la planta de bombeo de Cortes-La Muela en Valencia, que es una de las más grandes de Europa, también hay interés en el desarrollo de proyectos a menor escala para complementar las necesidades locales de energía y mejorar la estabilidad de la red.

Otra instalación de bombeo hidroeléctrico a pequeña escala en España es la Central de Santiago Sil-Xares, en Galicia. Iberdrola ha llevado a cabo un proyecto de optimización en esta central, que incluye la mejora y optimización de la central de acumulación por bombeo. Este proyecto innovador en España, siendo el primero de estas características que se autoriza en el país, involucra la instalación de un arrancador estático y una batería de 5 MWh que permitirá flexibilizar el acoplamiento a la red de los grupos reversibles de bombeo existentes. La central tiene un desnivel de 230 metros, 50 MW de potencia, y una capacidad de almacenamiento hidroeléctrico de casi 3 GWh.

Otra instalación notable de bombeo a pequeña escala en España es el proyecto Chira-Soria en Gran Canaria. Esta central hidráulica de bombeo tendrá una potencia instalada de 200 MW y una capacidad de almacenamiento de 3.200 MWh. Además, incluye una estación desalinizadora de agua de mar para su operación. Este proyecto, impulsado por Red Eléctrica de España, destaca por su configuración innovadora que integra grupos hidráulicos reversibles y un sistema de control avanzado para una alta flexibilidad y rendimiento. Chira-Soria está diseñada para mejorar el suministro energético en Gran Canaria, permitiendo almacenar excedentes de energía renovable y utilizarlos en periodos de escasa generación.

- **Almacenamiento de Energía Térmica:** Este método captura energía térmica para su uso posterior, manteniendo el calor en materiales con alta capacidad térmica o en cambios de fase materiales. Por ejemplo, las sales fundidas pueden almacenar energía térmica a temperaturas superiores a 500°C, con eficiencias que pueden superar el 90% en sistemas cerrados. Esta tecnología es especialmente útil en plantas de energía solar concentrada (CSP).

TSK es una de las compañías que está liderando el desarrollo de esta tecnología. España cuenta con proyectos destacados como la planta de almacenamiento térmico en Sevilla, que utiliza sales fundidas para almacenar energía solar y generar electricidad incluso en ausencia de sol. Este tipo de proyectos no solo aumenta la capacidad de almacenamiento energético del país sino que también mejora la estabilidad de la red eléctrica y promueve una transición energética sostenible ([El Periodico de la Energía](#)).

- **Volantes de Inercia:** Los sistemas de almacenamiento mediante volantes de inercia almacenan energía cinética en un rotor giratorio. La eficiencia de los sistemas modernos de volantes de inercia puede alcanzar hasta el 95% en ciclos cortos. Son ideales para aplicaciones que requieren absorción y liberación de energía en periodos cortos, mejorando la calidad y la fiabilidad de la red eléctrica.
- **Compresión de Aire:** El almacenamiento de energía por aire comprimido (Compressed Air Energy Storage, CAES) implica almacenar aire a alta presión en cavernas subterráneas o contenedores. Los sistemas adiabáticos, que almacenan calor generado durante la compresión y lo utilizan para aumentar la eficiencia durante la expansión, pueden alcanzar eficiencias del 70-80%. Es viable para el almacenamiento a gran escala con liberación de energía prolongada.

En España, el proyecto más destacado de almacenamiento de energía por aire comprimido es el de la central eléctrica de almacenamiento por aire comprimido en la Caverna de Sotón, Asturias. Este proyecto, pionero en España y uno de los pocos en Europa, busca demostrar la viabilidad de esta tecnología como una solución de almacenamiento a gran escala, aprovechando las

características geológicas únicas de la región para almacenar aire comprimido.

- **Hidrógeno:** El hidrógeno puede almacenar energía a través de la electrólisis del agua, que separa el agua en oxígeno e hidrógeno, el cual se puede almacenar y transportar. La eficiencia de la conversión de energía eléctrica en hidrógeno y viceversa varía, pero generalmente está en el rango del 60-75%. El hidrógeno no solo sirve como almacenamiento de energía sino también como un vector energético para transporte y aplicaciones industriales.

En España, se están llevando a cabo varios proyectos significativos para implementar el almacenamiento de energía mediante hidrógeno, destacando por su innovación y ambición en la transición hacia energías más limpias:

- **Corredor Vasco del Hidrógeno:** Un proyecto liderado por el Gobierno de Euskadi y Petronor-Repsol, que apunta a la producción de hasta 20.000 toneladas anuales de hidrógeno verde. Este proyecto integral busca no solo producir hidrógeno de forma sostenible, sino también fomentar su uso en la movilidad y la climatización de edificios, con una inversión prevista de más de 1.300 millones de euros ([National Geographic España](#)).
- **Vall de L'Hidrogen de Catalunya:** Impulsado por la Generalitat de Catalunya junto con Enagás y Repsol, este proyecto se enfoca en la producción de hidrógeno verde a gran escala para usos industriales, especialmente en el sector químico. Además, contempla la instalación de hidrogeneras y la inyección de hidrógeno en la red de gas natural ([National Geographic España](#)).

- **Valle del Hidrógeno de Aragón:** Con el objetivo de establecer un ecosistema industrial centrado en el hidrógeno verde, este corredor promueve la producción, transporte, usos y almacenamiento de hidrógeno renovable. Incluye planes para generar hasta 400 MW de este combustible verde para 2025 y el desarrollo de un prototipo de tren propulsado por hidrógeno verde ([National Geographic España](#)).

## 8. Comunidades energéticas de éxito. Mix de generación

Destaca el caso de éxito de la isla de [Samsø](#) en Dinamarca, que se ha vuelto autosuficiente, energéticamente hablando, gracias a los 21 generadores eólicos que dispone. 11 aerogeneradores terrestres del tipo Bonus B54/10005, fabricados por Bonus Energy (Siemens Gamesa Renewable Energy, S.A n.d.). El 90% de estos aerogeneradores pertenecen a 450 habitantes de la isla. Cada aerogenerador tiene una capacidad de generación de 1 MW, una altura de 50 metros y aspas de 27 metros de largo. El costo individual de cada aerogenerador es de aproximadamente 800.000 euros y su producción anual de energía es de 2.540 MWh, en conjunto, todos los aerogeneradores generan 28.000 MWh por año, el equivalente a 690.000 galones de petróleo. Un solo aerogenerador puede satisfacer las necesidades de electricidad de aproximadamente 600 hogares. En conjunto, estos aerogeneradores satisfacen todas las necesidades eléctricas de la isla. 10 aerogeneradores marinos offshore instalados en el 2002, cada uno tiene una potencia de 2,3 MW. Un solo aerogenerador tiene la capacidad de cubrir el consumo eléctrico de 2.000 hogares. Estos aerogeneradores se encuentran ubicados en la parte sur de la isla, a una distancia de 2,5 kilómetros de la costa. Tienen una altura de 63 metros y sus aspas tienen una longitud de 40 metros. El costo individual de cada aerogenerador es de 3 millones de euros . En conjunto, estos aerogeneradores tienen una producción anual de 77.500 MWh.

También disponen de 4 centrales térmicas de calefacción urbana que abastecen al 70% de las viviendas. Estas centrales aprovechan tanto la energía solar como los productos residuales de la actividad agrícola y forestal. Además, se utiliza la producción de paja, que se convierte en biomasa y posee un alto valor energético. Se estima que 2,5 kg de paja

equivale a un litro de gasóleo, generando aproximadamente 10 kilovatios de energía.

En Samsø, también se han instalado paneles fotovoltaicos en una amplia superficie de techos de granjas para generar electricidad. Asimismo, es importante destacar que en algunas localidades de Samsø se optó por no implementar un sistema de calefacción urbana, lo que llevó a la adopción de sistemas individuales en las viviendas. Estos sistemas incluyen la instalación de paneles solares térmicos, bombas de calor y sistemas de biomasa, según las necesidades y preferencias de cada hogar. La electricidad en Samsø sigue garantizada mediante su conexión al sistema eléctrico danés en caso de escasez de viento. No obstante, los resultados han sido tan positivos que se ha generado un excedente del 10% de energía, el cual se vende a la red eléctrica danesa.

[Feldheim](#), un pueblo a 60 km al suroeste de Berlín, se ha convertido en mundialmente famoso por ser completamente autosuficiente desde el punto de vista energético. La red local de suministro y el 100% de la electricidad y la calefacción de Feldheim se genera gracias a sus turbinas eólicas, paneles solares y una planta de biogás. Los primeros molinos de viento se instalaron en 1995. En 2008 construyeron una planta de biogás, con una potencia eléctrica de 500 kilovatios. En ella se convierten 2.000 metros cúbicos de purines y excrementos de granjas porcinas, 1.500 metros cúbicos de explotaciones vacunas, 6.150 toneladas de maíz y 650 toneladas de grano vegetal, en cuatro gigavatios por hora de electricidad al año y 12.000 metros cúbicos de digestato, que se devuelve a los campos como fertilizante. La inversión fue de 1,7 millones de euros. Además tienen una granja solar de unas 45 hectáreas con 9.844 módulos fotovoltaicos. El calor que se produce en el proceso de generación de electricidad lo inyectan en un District heating, el cual suministra calefacción y agua caliente a las casas, cuerdas o

empresas locales. En los días de más demanda se aprovecha un sistema de generación con Biomasa.

La factura eléctrica es un 31% más barata, y por la calefacción pagan un 10% menos con respecto a la media alemana.

[Gorona del Viento](#) es un proyecto emblemático situado en la isla de El Hierro, Canarias, diseñado para suministrar energía 100% renovable a la isla. Combina un parque eólico con una central hidroeléctrica para almacenar energía. Cuando hay exceso de energía eólica, se utiliza para bombear agua a un embalse superior; cuando hay menos viento, el agua se libera, generando electricidad. Este sistema permite un suministro eléctrico estable y reduce la dependencia de combustibles fósiles, marcando un hito en la sostenibilidad energética. La Central Hidro-Eólica está compuesta por un parque eólico de 11,5 MW (5 aerogeneradores de 2.300 kW), una central de bombeo de 6 MW (8 grupos), una central hidroeléctrica de 11,32 MW (4 turbinas Pelton de 2.830 kW), un depósito superior con una capacidad de 380.000 m<sup>3</sup>, un depósito inferior con una capacidad útil de 150.000 m<sup>3</sup>, las conducciones asociadas y una subestación eléctrica y edificio de control.

## 9. Otras iniciativas de servicio y de financiación que pueden ser lanzadas por una CE

### Herramienta "Entiende tu factura".

La CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) ha estrenado una nueva [herramienta](#) destinada a consumidores domésticos y que busca explicar de forma sencilla el detalle de tu factura eléctrica y el tipo de contrato. Te explicamos qué contiene y cómo hacer una consulta. La herramienta facilita a los consumidores conceptos básicos como quién es su comercializadora eléctrica y su distribuidora, qué tipo de contrato (precio regulado, precio único o por periodos) tienen, su consumo, su potencia contratada y demandada (importante para saber si podrías reducir la potencia), cuándo se realiza, la renovación del contrato y si tienen penalizaciones, entre otros.

### Revitalización Rural.

"[Apadrina un Olivo](#)", es un proyecto centrado en revitalizar áreas rurales mediante el apadrinamiento de olivos, generando empleo local y produciendo aceite de oliva. El objetivo es recuperar los olivos abandonados de Oliete, un pueblecito de Teruel que ha visto cómo su población ha ido descendiendo en los últimos años. Con una aportación anual de 60€, se elige un olivo abandonado, se bautiza y se puede visitar siempre que se quiera. Como agradecimiento, disfrutarás de 2L de Aceite de Oliva Virgen Extra al año.

## **Democratización de la Inversión en Energías Renovables**

"[Fundeen](#)", la primera plataforma en España avalada por la CNMV (Comisión Nacional de Mercado de Valores) que permite a individuos invertir directamente en proyectos de energías renovables. Este enfoque facilita la participación ciudadana en la transición energética, democratizando la inversión en energías limpias y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental

## 10. Análisis DAFO

La creación de una comunidad energética en Palma del Río, basándonos en la información previa, presenta varias fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. A continuación, se realiza un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para este proyecto.

### Fortalezas:

- **Recursos Naturales Abundantes:** Palma del Río cuenta con un clima favorable y una elevada radiación solar, ideal para la instalación de paneles solares y otras tecnologías de energía renovable.
- **Infraestructura Existente:** La presencia de plantas termosolares y fotovoltaicas en la zona, como la Planta Termosolar Palma del Río I y II, proporciona una base sólida y experiencia en el manejo de energías renovables.
- **Compromiso Local:** Existencia de un interés creciente por parte de los ciudadanos y las autoridades locales en la sostenibilidad y las energías renovables.
- **Apoyo Gubernamental:** Disponibilidad de subvenciones y ayudas económicas tanto a nivel nacional como europeo para proyectos de energías renovables.
- **Reducción de Costos Energéticos:** La creación de una comunidad energética puede reducir significativamente los costos energéticos para los habitantes y las empresas locales.
- **Mejora de la Independencia Energética:** Reducción de la dependencia de fuentes de energía externas, aumentando la seguridad energética local.

## Oportunidades

- **Auge de la Transición Energética:** El creciente impulso global hacia la sostenibilidad energética representa una oportunidad inmejorable para posicionar a Palma del Río como un modelo de innovación y transición energética a nivel local y regional.
- **Avances Tecnológicos Accesibles:** El rápido desarrollo de tecnologías de energía renovable ofrece a Palma del Río la posibilidad de implementar soluciones de vanguardia a costos cada vez más competitivos.
- **Fondos de Inversión y Subvenciones:** La accesibilidad a diversos programas de financiación europeos, nacionales y regionales para energías limpias y proyectos comunitarios brinda una oportunidad crucial para minimizar los costos iniciales y acelerar el desarrollo.
- **Conciencia Ambiental Creciente:** Aumento de la conciencia sobre la necesidad de prácticas sostenibles y reducción de emisiones de carbono entre la población.
- **Potencial de Integración en el Turismo Sostenible:** El desarrollo de infraestructuras energéticas renovables como atractivos turísticos añade una dimensión única al perfil turístico de Palma del Río, alineándose con las tendencias globales hacia el turismo responsable.

## Debilidades

- **Limitaciones de Infraestructura y Capacitación:** Aprovechar alianzas con instituciones educativas y empresas del sector energético para formar a residentes y técnicos locales en gestión y mantenimiento de energías renovables.
- **Desafíos de Financiación Inicial:** Utilizar un enfoque multifacético para la financiación, combinando subvenciones, financiación colectiva (crowdfunding) y acuerdos de compra de energía (PPA) para mitigar la carga inicial de inversión.
- **Marco Regulatorio Complejo:** Establecer un equipo de trabajo dedicado a la navegación y el cumplimiento regulatorio, asegurando que el proyecto se alinee con las políticas actuales y futuras.
- **Riesgo de Participación Insuficiente:** Desarrollar campañas de sensibilización y educación energética, mostrando los beneficios tangibles de la participación en la comunidad energética para aumentar el compromiso local.
- **Complejidad Administrativa:** Trámites burocráticos y regulaciones que pueden complicar la rápida implementación del proyecto.

## Amenazas

- **Volatilidad de Políticas y Subvenciones:** Mantener una estrategia flexible y adaptable, capaz de ajustarse a cambios en el panorama político y de subvenciones, minimizando así los riesgos financieros.
- **Variabilidad Climática:** Incorporar un enfoque diversificado de fuentes renovables (solar, eólica, biomasa) para compensar la variabilidad y asegurar una generación energética constante.
- **Competencia del Mercado Energético:** Establecer modelos de precios competitivos y promover los beneficios locales de la energía renovable para fomentar la lealtad y el apoyo de la comunidad.
- **Desafíos Tecnológicos y de Integración:** Colaborar con expertos y empresas tecnológicas para garantizar una integración fluida de las energías renovables en la red existente, superando así los obstáculos técnicos.
- **Resistencia al Cambio:** Implementar programas de involucramiento comunitario que demuestren el impacto positivo de la transición energética en la vida cotidiana y en la economía local, convirtiendo la resistencia inicial en apoyo activo.

**ANÁLISIS CONTEXTUAL Y  
EVALUACIÓN DE POTENCIAL  
ENERGÉTICO**