



ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍA MINIEÓLICA EN UN ENTORNO URBANO



Autora: Andrea Jaimez Cabezuelos

Tutora: Etelvina Andreu Sánchez

Departamento de Física Aplicada
Grado de Ciencias Ambientales
Facultad de Ciencias Experimentales
Universidad Miguel Hernández
Curso académico 2020-2021

*Gracias a todos los que me habéis apoyado a lo largo de estos años y esta etapa,
en especial a mis padres, a Kico y Esmeralda, y a Etelvina por confiar en mí.*





RESUMEN:

El viento es un recurso de fácil aprovechamiento para la producción de electricidad. A nivel global, la generación de energía eólica se encuentra en constante crecimiento, siendo una de las renovables más aprovechadas actualmente. La energía eólica producida por turbinas de pequeña potencia es una buena alternativa para el autoconsumo o la implantación en entornos urbanos, logrando así, la transición hacia ciudades sostenibles.

Este Trabajo de Fin de Grado pretende realizar un estudio sobre la viabilidad de la implantación de energía minieólica en el entorno urbano de Benidorm. Para ello, se evalúan los distintos parámetros tales como la velocidad del viento en la zona escogida, la potencia o su estabilidad. De acuerdo con los ODS 7, 11 y 13, el proyecto nace de la necesidad de implantar energías más sostenibles y verdes, además de obtener conocimientos sobre tecnologías en auge.

Palabras clave:

Energía eólica, minieólica, ODS 7, ODS 11, ODS 13, ciudades sostenibles, Energías renovables.

ABSTRACT:

Wind is an easily exploitable resource for the production of electricity. Globally, wind energy generation is constantly growing, and it is currently one of the most developed renewable energies. Wind energy produced by small turbines is a good alternative for self-consumption or implementation in urban environments, thus achieving the transition towards sustainable cities.

This final degree project aims to study the viability of implementing small wind turbine systems (SWTS) in the urban areas of Benidorm. To this end, different parameters such as the windspeed at the selected area, power and stability will be assessed. In accordance with the SDG 7, 11 and 13, the idea of this project comes from the need of implementing more sustainable and green energies, as well as obtaining knowledge about emerging technologies.

Key words:

Wind energy, small wind turbine system, ODS 7, ODS 11, ODS 13, sustainable cities, renewable energies.



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	ANTECEDENTES	9
2.1.	<i>CONTEXTO HISTÓRICO DE LA ENERGÍA EÓLICA</i>	9
2.2.	<i>EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA HASTA LA ACTUALIDAD</i>	10
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	15
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	15
4.1.	<i>ZONA DE ESTUDIO</i>	15
4.2.	<i>METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE VIABILIDAD</i>	19
5.	RESULTADOS	22
6.	DISCUSIÓN	27
7.	BIBLIOGRAFÍA:	29
8.	ANEXOS	31





1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico continuo de nuestra sociedad y el crecimiento demográfico conllevan cada vez más a mayores niveles de demanda energética. En los últimos años, este incremento de demanda mundial pone en duda la sostenibilidad de las fuentes energéticas de las que nos abastecemos actualmente.

Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, el cambio climático es la variación del clima de la Tierra debido a causas naturales y a la acción antropogénica, afectando a la temperatura y precipitaciones, entre otros. Actualmente, existe un consenso científico que recoge que la idea de nuestro modo de vida, producción y consumo de energía produce una alteración climática a nivel global que provoca grandes impactos tanto socioeconómicos como ambientales.

El origen del cambio climático se encuentra en la masiva emisión a la atmósfera de los conocidos gases de efecto invernadero, contribuyendo en gran medida al aumento de temperatura de la Tierra provocado por la actividad humana (Velázquez, (s.f)). Por ello, y como se ha mencionado en el párrafo anterior, existe un consenso científico preparado para abordar las consecuencias del cambio climático. Para ello, la Organización de las Naciones Unidas presenta la Agenda 2030 el 25 de septiembre de 2015, donde 193 países se comprometieron a cumplir los 17 objetivos de desarrollo sostenible. Estos objetivos persiguen la igualdad entre personas, proteger el planeta y asegurar la prosperidad sin dejar a nadie atrás (Agenda 2030).

En este proyecto, se pretende estudiar la viabilidad del uso de energía eólica en entornos urbanos, pudiendo así disminuir el gasto energético de fuentes no renovables y promover e impulsar, a su vez, el uso de energías verdes. Además, cumple con tres de los diecisiete objetivos de desarrollo sostenible. En primer lugar, el **objetivo número 7: Energía asequible y no contaminante**. Este objetivo pretende garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todas las personas. La constante inclusión de energías procedentes de fuentes renovables implementa beneficios tanto socioeconómicos como ambientales, generando situaciones de aumento de empleo y reducción de la dependencia extranjera (Agenda 2030, (2021)). Presenta como metas los siguientes puntos:

- Acceso universal a la energía, garantizando que los servicios energéticos sean asequibles, fiables y modernos.
- Energía renovable, aumentando la proporción en el conjunto de fuentes energéticas.
- Eficiencia energética, duplicando la tasa mundial.
- Investigación e inversión en energías limpias, aumentando la cooperación internacional para facilitar el acceso y tecnología limpia.



- Infraestructura y tecnología en países de desarrollo, ampliándolas y mejorando para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todas las personas en los países de desarrollo y/o menos adelantados.

En segundo lugar, el **objetivo número 11. Ciudades y comunidades sostenibles**, que pretende lograr ciudades y asentamientos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. La vulnerabilidad al cambio climático hace trabajar en la mitigación de los riesgos y en la adaptación. Las prioridades de actuación en esta materia pasan por reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades, atendiendo a la calidad de aire y gestión de residuos, reducir los efectos negativos, poniendo especial atención a las poblaciones vulnerables, protegiendo el patrimonio natural y cultural (Agenda 2030, (2021)). Sus objetivos son los siguientes:

- Asegurar el acceso a la vivienda a todas las personas, mejorando los servicios básicos, seguros y asequibles.
- Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguro, accesible y sostenible para todos, mejorando la seguridad vial mediante la ampliación del transporte público, atendiendo en especial a personas en situación de vulnerabilidad, discapacidad o de edad.
- Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y gestión integrada y sostenible en todos los países.
- Redoblar los esfuerzos para proteger el patrimonio cultural y natural del mundo.
- Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades.
- Proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles.
- Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales.
- Aumentar el número de ciudades y asentamientos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él.
- Proporcionar apoyo a los países menos adelantados para que puedan construir edificios sostenibles.

Por último, el **objetivo número 13. Acción por el clima**, que insta a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El objetivo es la preparación para afrontar los impactos del



cambio climático, sentar las bases de una economía neutra en emisiones y acompañar a los colectivos más vulnerables en el proceso de transición, involucrando a todas las administraciones y a todos los actores de la sociedad civil y del mundo académico y científico (Agenda 2030, (2021)). Tiene como objetivos los citados a continuación:

- Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.
- Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.
- Mejorar la educación, sensibilización y capacidad humana respecto a la mitigación del cambio climático.
- Cumplir el compromiso de los países desarrollados que son partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales a fin de atender las necesidades de los países en desarrollo y poner en funcionamiento el Fondo Verde para el Clima.
- Promover mecanismos para el aumento de capacidad de planificación y gestión eficaz en relación con el cambio climático en los países menos adelantados.

Una vez descritos los Objetivos de Desarrollo Sostenible que engloba este proyecto y sus metas, conviene definir la parte principal del estudio. La energía eólica es obtenida a través del recurso natural del viento, es decir, una forma de energía cinética provocada por corrientes de aire que, a través de aerogeneradores que mueven una turbina, se transforma en energía mecánica y, posteriormente a través de un generador, en energía eléctrica.

Este tipo de energía se ha convertido en una fuente de generación eléctrica fundamental para el cambio de modelo energético, ya que se trata de un modelo limpio¹, sostenible y respetuoso con el medio ambiente, además de ayudar a reemplazar la energía producida por los combustibles fósiles, reduciendo, por tanto, las emisiones de CO₂.

Para que la energía eólica pueda ser utilizada de forma eficiente en una zona, el viento ha de cumplir una serie de condiciones en relación con la velocidad, dirección o estabilidad. Un valor importante a la hora de emplear esta energía es su potencia máxima, es decir, el valor máximo de potencia que se puede conseguir en un área. Se considera que, por debajo de los 50 W/m², no es eficiente la instalación eólica en una zona determinada (Espejo, 2004).

En cuanto a la explotación de la energía eólica se utilizan aerogeneradores formados por una torre de altura considerable que soporta una turbina eólica. El viento pasa a través de las aspas del

¹ No emite gases contaminantes, efluentes líquidos ni residuos sólidos.

aerogenerador, provocando su giro. Las palas hacen que ruede un eje situado dentro de la góndola, que entra en una caja de cambios donde ésta, a su vez, aumenta la velocidad de rotación e impulsa un generador. Por último, la energía producida por el generador eléctrico se traslada por medio de conductores hasta la red de distribución eléctrica más cercana.

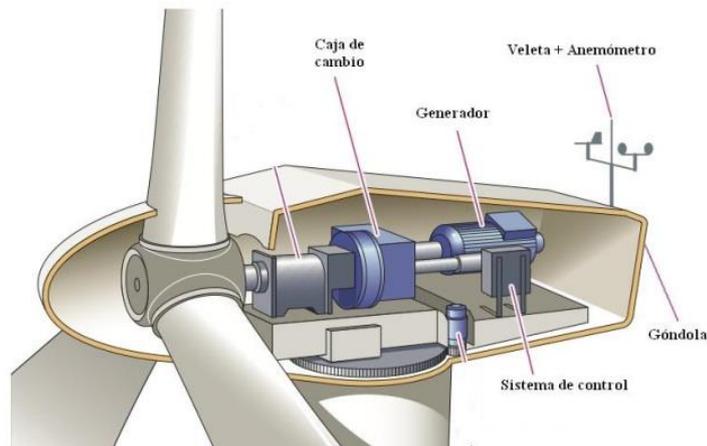


Figura 1. Ilustración de las partes de un aerogenerador de eje horizontal. (Sanz D, 2012).

Existen varios tipos de turbinas eólicas, clasificadas principalmente por el eje rotatorio.

Las turbinas de eje horizontal son aquellas en las que las palas giran en dirección perpendicular a la velocidad del viento. Este tipo de turbina necesita estar en una orientación determinada para lograr una eficiencia óptima, además de ser más costosas que las turbinas de eje vertical y provocar también un gran impacto ambiental. Sin embargo, son las más utilizadas en parques eólicos, pudiendo llegar a producir 1 MW de potencia (Portillo, 2016).

Las turbinas de eje vertical destacan por no necesitar una orientación determinada para su correcto funcionamiento. La producción energética es menor que con los aerogeneradores de eje horizontal y algunas necesitan ser monitorizadas para arrancar. Sin embargo, son muy prácticas para el autoconsumo en zonas donde se registran velocidades de viento adecuadas.

Una variante apta para el uso autónomo es la energía minieólica. La energía minieólica es aquella que genera electricidad a pequeña escala gracias al viento, con capacidad de producir un máximo de 100 kW de potencia, lo que la convierte en una fuente de producción energética idónea para entornos urbanos donde haya un gran número de cubiertas y tejados aptos para estas turbinas (Painello, 2010). Se pueden destacar diferentes características muy útiles en este tipo de miniturbinas tales como la generación de energía próxima a puntos de consumo que reduce las pérdidas por generación distribuida.

También promueve el autoconsumo y da la posibilidad de integrar sistemas híbridos, comúnmente junto a la energía fotovoltaica (García, 2018). Tiene una sencilla accesibilidad para el usuario, ya que la inversión es baja, con una instalación sencilla y facilidad de transporte.

Además, funciona a partir de vientos moderados, sin requerir grandes velocidades para su aprovechamiento y no necesita grandes superficies para la instalación, destacando también en este apartado su bajo impacto ambiental.

Para su correcto funcionamiento, el área escogida para la implantación de mini turbinas eólicas de eje vertical ha de cumplir unos requisitos, entre ellos, una velocidad de viento adecuada² (Cruz, 2019).

Sin embargo, la implantación de estas turbinas en entornos urbanos también refleja algunos inconvenientes. En estas áreas se pueden producir vientos inestables debido a la diferencia de alturas de los edificios y las turbulencias que se generan, afectando a la eficiencia y vida útil. (Paniello, 2010).

En cuanto a las potencias adecuadas del aerogenerador, varía según las necesidades de cada usuario, oscilando entre 1 kW en una pequeña vivienda hasta los 10 kW en el caso de comunidades.

Según Enair, el tamaño apropiado del aerogenerador se refleja en la siguiente ilustración:

Propósito	Potencia Requerida
Ahorrar energía	3 ó 5 kW
Autoabastecimiento para casa normal	5 o 10 kW
Autoabastecimiento para casa con alto consumo de electricidad	10 o 15 kW
Ahorro de energía para pequeña empresa o granja	3, 5, 10 o 15 kW

Figura 2. Tabla informativa de potencias (Enair, (s.f.)).

Todo aerogenerador de pequeña potencia debe tener un sistema de protección contra el posible exceso de velocidad en casos extremos. Así, se puede alargar la vida útil del dispositivo y garantizar su seguridad, ya que se evitan cargas mecánicas sobre las palas³. Aunque no se pueda garantizar la seguridad total, los aerogeneradores disponen de limitadores de potencia y control aerodinámico y de frenado eléctrico o mecánico (Cruz, 2012).

² Se considera que un viento es óptimo para la implantación de mini turbinas eólicas cuando este es de 4 m/s (anual).

³ Las palas son los componentes de mayor riesgo de estos aerogeneradores.

Como conclusión previa de esta introducción, hay que destacar que la tecnología eólica de pequeña potencia se encuentra en pleno desarrollo y evolución para ser más fiable, segura y eficiente para producir energía eléctrica cada vez más cercana al lugar de consumo, evitando la distribución espacial. Para ello, es necesario mejorar el coste de fabricación, intentando que los objetivos en investigación y desarrollo tengan estos objetivos claros para lograr que el precio de la energía producida sea menor y competir con las demás fuentes de distribución (Cruz et Al, 1999).

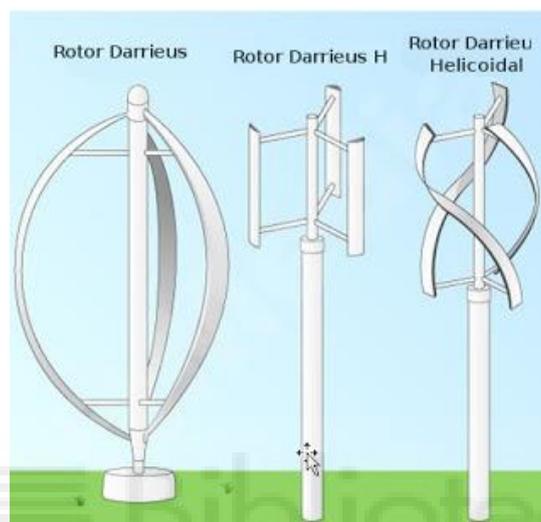


Figura 3. Tres tipos de rotores: Darrieus, Darrieus H y Darrieus helicoidal.

2. ANTECEDENTES

2.1. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA ENERGÍA EÓLICA

El viento es un recurso natural que lleva siendo explotado desde la antigüedad por el ser humano, siendo utilizado para proporcionar movimiento a los barcos que transitaban los ríos mediante el uso de la vela o, incluso, como maquinaria de molinos para bombear agua girando las aspas.

En Europa, durante la Edad Media los molinos de viento comenzaron a extenderse por Grecia, Italia y Francia, haciéndose populares en Holanda a partir del siglo XIV, donde se empleaban para desecar pantanos, lagunas y moler los granos de cereal. En este caso se utilizaban modelos multipala, que no trabajaban a gran velocidad.

Más adelante, en 1724 se proyecta por parte de Leopold Jacob un molino hecho de ocho palas moviendo una bomba de pistón (Premium Energía, 2017).



Tras la llegada de la máquina de vapor en la Primera Revolución Industrial, los molinos perdieron su protagonismo, quedando anticuados y siendo recuperados posteriormente, durante el siglo XIX, por el físico y matemático Sir William Thomson para la generación de electricidad (Moratilla, 2006).

Fue, aproximadamente, en 1885 cuando aparece el multipala americano diseñado por Steward Perry, el cual ha sido el más vendido de la historia y precursor de los actuales aerogeneradores.

El verdadero interés por esta fuente de energía renovable llegó en la década de 1970 propiciada por la primera crisis del petróleo, que incitó la investigación de nuevas formas de abastecimiento energético. En la siguiente década, la energía eólica se afianzó como forma de producir energía, implicando la actuación de los gobiernos mediante subvenciones a esta nueva energía y la creación de un sector eólico con grandes expectativas de futuro.

En España, Cataluña fue la primera comunidad en desarrollar energía eólica, inaugurando y poniendo en marcha el primer aerogenerador en el año 1984, marcando el nacimiento de la energía eólica moderna en el país. El proyecto fue pionero en todo el Estado, conectándose a la red de manera ilegal ya que, por entonces, no existía normativa de regulación de infraestructuras para la producción de energía eólica (Fernández, 2016).

En cuanto a la energía de aerogeneradores de pequeña potencia, en España se encuentra en pleno desarrollo. Actualmente, son pocas las empresas que se mantienen activas en este sector, pero con una gran variedad de diseños de aerogeneradores, destacando Ennera o Enair.

Además, el etiquetado de pequeños generadores va coordinado con IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) proponiendo unos requisitos específicos para fabricantes o importadores basadas en las Recomendaciones prácticas para la Agencia Internacional de la energía (García Barquero et Al, 2020).

2.2. EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA HASTA LA ACTUALIDAD

La preocupación sobre el cambio climático y la búsqueda de alternativas para la sustitución de fuentes de energía no renovables por fuentes de energía renovables y más sostenibles ha llevado a la necesidad de acuerdos internacionales que permitan afrontar objetivos concretos como la financiación de la mitigación y adaptaciones al cambio climático. De estos acuerdos internacionales, impulsados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), destacan la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), el Protocolo de Kyoto (1995) y el Acuerdo de París (2015).



En Río de Janeiro, en el año 1992, tuvo lugar la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**, donde se produjo un consenso internacional para abordar el problema del cambio climático. Fue firmada por 166 países, entrando en vigor en marzo de 1994. Actualmente, ha sido ratificada por 197 estados (ONU, 2021).

Tres años después, en 1995, los gobiernos acordaron incorporar una adición a la Convención conocida como **Protocolo de Kyoto**, que cuenta con medidas relacionadas con la energía, especialmente, con compromisos jurídicamente vinculantes de reducción y limitación de emisiones. Actualmente, 192 países forman parte de este tratado.

En 2015, las partes miembro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, acordaron combatir el cambio climático acelerando e intensificando las acciones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. El **Acuerdo de París** agrupa a todas las naciones del mundo bajo una causa común: combatir el cambio climático. Para lograr este objetivo, se incide en que los países en desarrollo tendrán que recibir mayor apoyo para impulsar esta batalla. El principal objetivo es aumentar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, manteniendo el incremento de temperatura global en este siglo por debajo de los 2°C (ONU, 2021).

España ratificó a los tres tanto por responsabilidad global como por su condición de miembro de la Unión Europea.

En España, el marco de política climática y energética se determina por la Unión Europea (UE) y, a su vez obedece a los requerimientos del Acuerdo de París firmado en 2015 para la respuesta internacional ante la crisis climática.

Las cifras de generación energética nacional conducen a situar a la energía eólica en el segundo puesto, llegando a producir el 21,9 % del mix energético, produciendo 27.447 MW de energía acumulada anualmente, seguida por el ciclo combinado⁴, la hidráulica, generando casi un 12 %, la cogeneración, con un 10,8 % y la fotovoltaica, generando un 6,1 % de la estructura de generación nacional (REE, 2021).

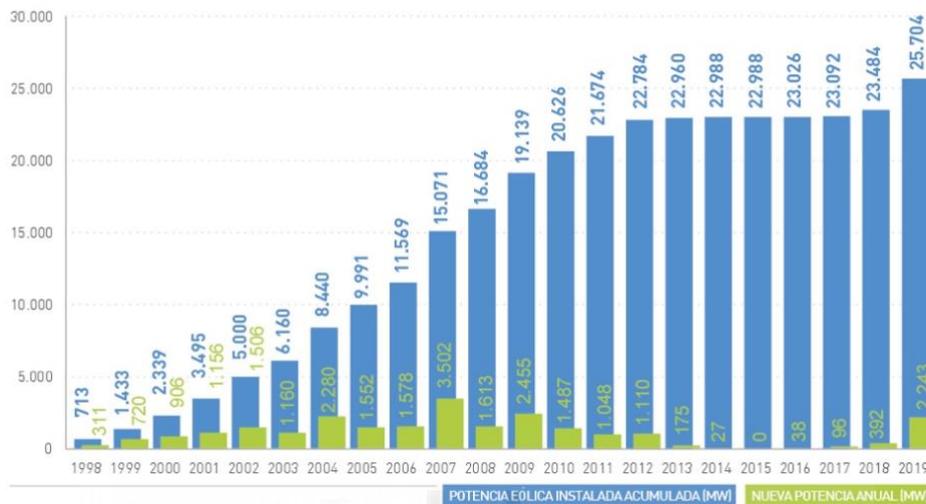
En cuanto a la exportación de esta tecnología, España ocupa la tercera posición, existiendo actualmente 227 centros de fabricación en 16 de las 17 comunidades autónomas.

⁴ El ciclo combinado aporta el 17,8 % del total.

En la siguiente gráfica se muestra la evolución anual y acumulada de la potencia eólica instalada en España y la evolución de la antigüedad de los parques eólicos españoles.

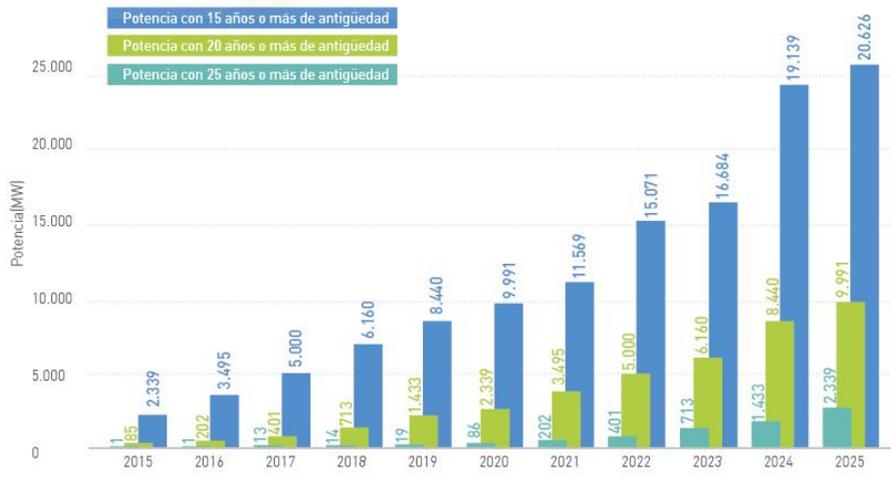
EVOLUCIÓN ANUAL Y ACUMULADA DE LA POTENCIA INSTALADA EN ESPAÑA

Fuente: AEE



EVOLUCIÓN DE LA ANTIGÜEDAD DEL PARQUE EÓLICO ESPAÑOL

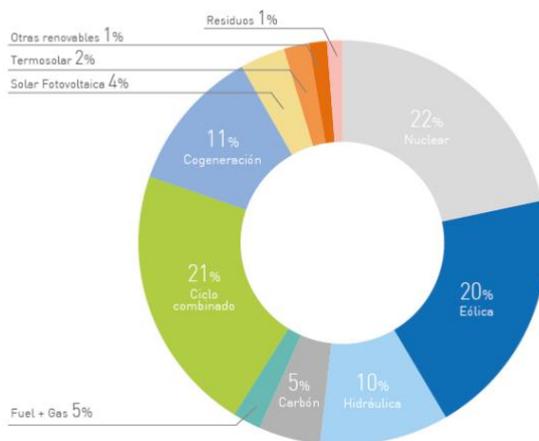
Fuente: AEE



Además, se adjunta la cuota de mercado por generación en España en 2019:

CUOTA DE MERCADO POR GENERACIÓN EN 2019

Fuente: REE



La tecnología de pequeños aerogeneradores en España se ha venido utilizando de forma mayoritaria para el autoconsumo de instalaciones hasta ahora aisladas a la red y conectadas a baterías y para el suministro energético de viviendas situadas en lugares alejados de la red eléctrica.

Pese a ser un país pionero en la producción de energía eólica, la tecnología minieólica no ha conseguido los mismos avances debido a falta de inversión y de permisos y a la alta competencia con la tecnología solar fotovoltaica.

El potencial de mercado de la tecnología de mini turbinas eólicas en España se definió en el Plan de Energías Renovables 2011-2020 (PER), que estableció como objetivo generar una cantidad de 300 MW de energía instalada para 2020. Actualmente, el objetivo no se ha cumplido debido, principalmente, a que las tarifas de alimentación se eliminaron en España en 2011 y a la competencia con la tecnología fotovoltaica (Arribas, 2020).

Por ello, la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA) Minieólica y Ciemat, firmaron un acuerdo de colaboración para propulsar la tecnología minieólica en España. Junto a los acuerdos de colaboración, APPA ha realizado una campaña para promover esta tecnología con la marca SmallWindSpain para mostrar de manera internacional que España es un país con iniciativa en el ámbito tecnológico (León, 2021).

Además, a nivel nacional, cada país posee su propia institución que elaboran normas nacionales. En España, AENOR, es el único Organismo de Normalización en España, designado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad ante la Comisión Europea. A través del BOE, difunde las normas españolas, identificándose con las siglas UNE. La normativa de fabricación de pequeños aerogeneradores, establecida por el Comité Electrotécnico Internacional (CEI) es la Norma UNE-EN 61400-2:2015/AC:2019-11 que no es de obligado cumplimiento (APPA, 2021).

En la siguiente figura se muestra la distribución geográfica de la mineólica en España en 2020, según CIEMAT:

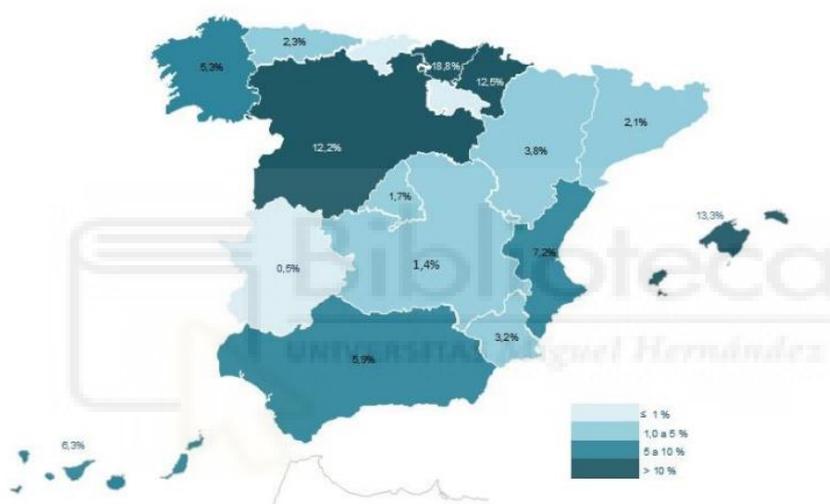


Figura 4. Distribución geográfica de mineólica en España. Fuente: CIEMAT

El registro de productores conectados a la red de mini aerogeneradores muestra las siguientes potencias:

COMUNIDAD AUTÓNOMA	POTENCIA INSTALADA (kW)
Canarias	10.350
Navarra	34
País Vasco	100
Andalucía	13
Total General	10.496

Figura 5. Potencia eólica de autoconsumo en España. Fuente: CIEMAT

La potencia que se muestra en la tabla es de aproximadamente 10,5 MW, quedando muy lejos del objetivo propuesto en el Plan de Energías Renovables.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos que se plantean para este Trabajo de Fin de Grado son los siguientes:

- I. Valorar la viabilidad de implantar energía minieólica en un entorno urbano en Benidorm.
- II. Fomentar el consumo de Energías Renovables.
- III. Desarrollar proyectos que ayuden a impulsar ciudades sostenibles.
- IV. Apoyar las iniciativas de Acción por el Clima.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. ZONA DE ESTUDIO

Para la elaboración del estudio, se ha elegido la ciudad de Benidorm, situada en la costa sureste de España y perteneciente a la provincia de Alicante, en la Comunidad Valenciana.

En concreto, ha sido elegida la zona de la Cala de Benidorm, donde se dan velocidades de viento de alrededor de 6 m/s, cifras favorables para la implantación de miniturbinas eólicas en las azoteas de los edificios que, además, cuentan con alturas adecuadas para ello, con edificios como el INTEMPO de una altura de 187 metros.

Los vientos procedentes de la costa en dirección sursuroeste permiten una fácil captación por las turbinas de eje vertical ya que, en esta zona, no presentan edificios en áreas que actúen como obstáculos para impedir la recepción del viento.



Figura 6. Dirección y distribución del viento en Benidorm.

Fuente: Windfinder.

A continuación, se muestra la localización en mapas físicos de la zona del proyecto, además de fotografías frontales del área de estudio:



Figura 7. Mapa físico sureste de España (Google Earth, 2021). Área de estudio señalada.

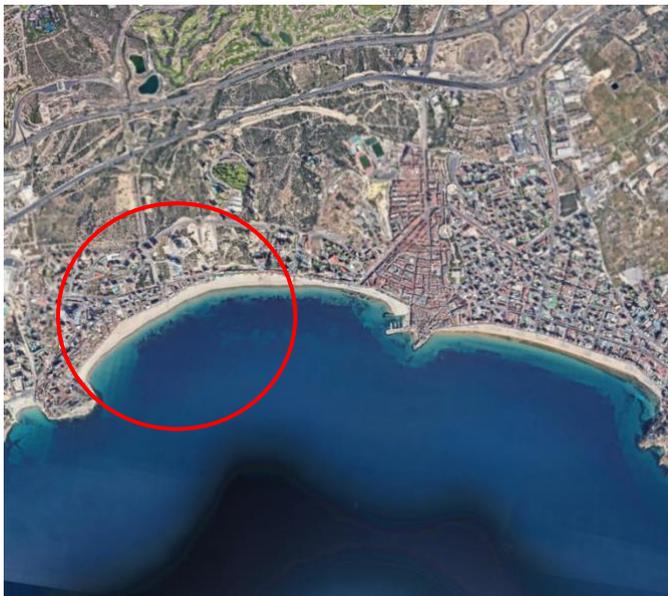


Figura 8. Mapa físico de Benidorm (Google Earth, 2021). Área de estudio señalada.



Figura 9. Mapa físico Cala de Benidorm (Google Earth, 2021). Área de estudio señalada.



Figura 10. Vista frontal Cala de Benidorm (Google Earth, 2021).



Figura 11. Vista área de estudio (Google Earth, 2021).

Además, se adjuntan imágenes de los edificios seleccionados para la implantación de aerogeneradores:



Figura 12. Edificio INTEMPO. Altura: 192 m.

Fuente: Web Oficial Intempo.



Figura 13. Edificio Miragolf 2. Altura: 115 m.

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Edificio Sol de Poniente 2. Altura: 112 m. Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Torre Islamar 1. Altura: 104 m. Fuente: GFA Real Estate



Figura 16. Torre Islamar 2. Altura: 104 m. Fuente: GFA Real Estate

4.2. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE VIABILIDAD

4.2.1. Método de hallazgo del viento medio

Para la implantación de energía minieólica en un entorno urbano es necesario determinar qué velocidad de viento se manifiesta en la zona escogida.

En este estudio, la velocidad del viento se ha estudiado con las herramientas Windfinder y GlobalWind Atlas, que permiten la recolección de datos en detalle tanto diarios como mensuales o anuales dispuestos en gráficos y tablas-

A continuación, se muestra un gráfico con la velocidad⁵ y dirección del viento medio mensual en Benidorm:

Estadísticas mensuales de la velocidad del viento y direcciones para Benidorm Centro



Figura 17. Estadísticas mensuales de velocidad y dirección del viento en Benidorm. Fuente: Windfinder

Como se puede observar en la *Figura 17*, los vientos se mantienen de manera estable entre 6 y 7 nudos durante todo el año a nivel del suelo. Estos datos equivalen a 13 km/h que, a cierta altura, equivalen a valores de vientos óptimos para la instalación de turbinas eólicas.

La *Figura 18* representa la velocidad⁶ media del viento en Benidorm obtenida a través de Meteoblue, herramienta que proporciona los datos clasificados por días y meses, observándose con claridad la variación de las velocidades durante el año.

⁵ En nudos.

⁶ En km/h

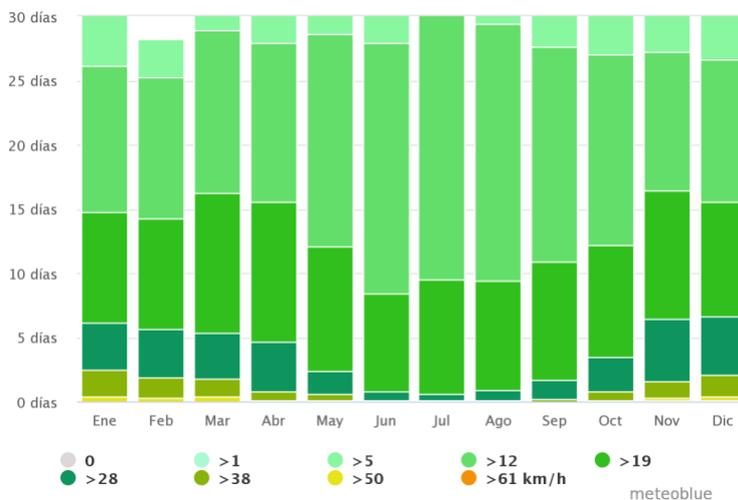


Figura 18. Diagrama de vientos en Benidorm a través de Meteoblue.

4.2.2. Ley de Hellmann para calcular el viento a distintas alturas y Ley de Betz.

La velocidad del viento varía con la altura, siguiendo una ecuación estadística conocida como Ley Exponencial de Hellmann, de manera que:

$$v_h = v_{10} \cdot \left(\frac{h}{10}\right)^\alpha$$

Donde v_h es la velocidad del viento a la altura h , v_{10} es la velocidad del viento a 10 metros de altura y α es el exponente de Hellmann, que varía según la rugosidad del terreno. Sus valores se indican en la tabla siguiente:

Tipo de Terreno	Valor del exponente de Hellmann
Lugares llanos con hielo o hierva	$\alpha = 0.08 \div 0.12$
Lugares llanos (mar, costa)	$\alpha = 0.14$
Terrenos poco accidentados	$\alpha = 0.13 \div 0.16$
Zonas turísticas	$\alpha = 0.2$
Terrenos accidentados o bosques	$\alpha = 0.02 \div 0.26$
Terrenos muy accidentados y ciudades	$\alpha = 0.25 \div 0.4$

Figura 19. Valores del exponente de Hellmann según la rugosidad del terreno. Fuente: Fernández-Díez, 1993

Cuanto mayor es la energía cinética extraída del viento por el aerogenerador, mayor será el frenado que sufre el viento dejado por el aerogenerador al atravesarlo. El viento no atraviesa toda la turbina sin transferir una cantidad de energía cinética.

La Ley de Betz dice que la máxima potencia teórica extraíble de una corriente de aire con un aerogenerador ideal no puede superar el 59% de la potencia disponible del viento incidente. Esta ley fue formulada por Albert Betz en 1919 que demuestra que el valor del límite, $16/27$, aplicado a la fórmula de producción de potencia, nos otorga como resultado el valor real de la potencia generada por una turbina eólica. Actualmente, los aerogeneradores tienen un límite inferior, rondando un valor de 0,45 en el caso de aerogeneradores con una gran eficiencia.

Gracias al valor de este límite y relacionándolo con la velocidad del viento en una zona, se puede seleccionar el tipo de turbina adecuada.

En la *Figura 20* se puede observar el rendimiento de diferentes diseños de turbinas, tanto de eje vertical como horizontal en relación con el TSP⁷ en el eje de abscisas, representado en m/s, y el Límite de Betz en el eje de ordenadas.

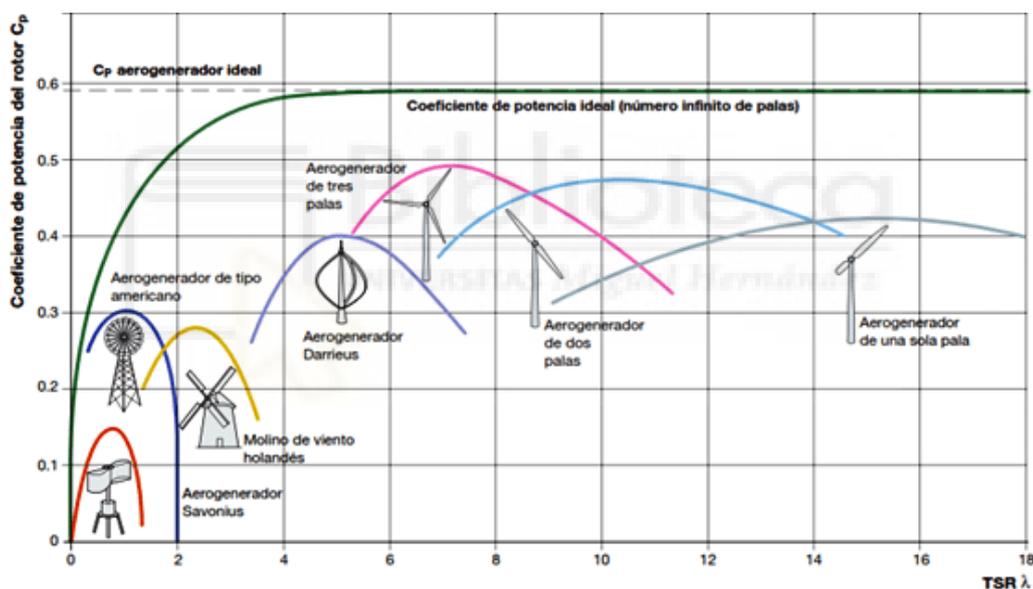


Figura 20. Rendimiento de un sistema eólico. Fuente: Roldán et Al, 2015

4.2.3. Datos de potencias óptimas

La estimación de la energía anual de una miniturbina eólica es la mejor manera de determinar la eficiencia de implantar este tipo de aerogeneradores. Para ello, se realiza un cálculo de producción de energía, donde se necesitan factores como la curva de generación de una turbina específica, el promedio anual del viento en la zona escogida, la altura de la torre donde se implantará y/o la

⁷ Tip-speed ratio: relación entre la velocidad tangencial de la punta de una pala y la velocidad de relación del viento.

distribución de frecuencia del viento, es decir, el número de horas que el viento soplará en cada velocidad.

Los aerogeneradores eólicos de eje vertical presentan la posición de las aspas y el eje del rotor en vertical, perpendiculares al suelo y dirección del viento. El movimiento de las aspas lo produce la fuerza generada por el flujo del viento o fuerza de arrastre.

5. RESULTADOS

De acuerdo con la Ley de Hellmann y, teniendo en cuenta la altura de los edificios seleccionados y las velocidades de viento de la zona, se han obtenido las siguientes estimaciones:

Edificio	Altura edificio (m)	C _p	Velocidad a 10 m (m/s)	Velocidad altura máxima (m/s)
INTEMPO	192	0,25	3,6	7,53
MIRAGOLF PLAYA 2	115	0,25	3,6	6,63
SOL DE PONIENTE 2	112	0,25	3,6	6,58
ISLAMAR 2 y 3	104	0,25	3,6	6,46

Figura 21. Tabla velocidades de viento equivalentes acorde a los edificios. Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas las velocidades a las máximas alturas de los edificios escogidos, se seleccionan los aerogeneradores más adecuados.

Para la elaboración de este estudio, se ha elegido implantar turbinas de eje vertical, ya que presentan ventajas sobre las turbinas de eje horizontal en entornos urbanos, haciéndolas idóneas para el autoconsumo. Destaca que son aerogeneradores silenciosos, ya que su giro suele ser menor que en los aerogeneradores de eje horizontal y generan menos ruido y, además, sus diversos diseños conllevan un menor impacto visual.

Por otra parte, este tipo de aerogenerador presenta cualidades más eficientes que los horizontales, debido a que pueden aprovechar vientos de baja intensidad y no necesitan mecanismos de orientación.

Los aerogeneradores de eje vertical se subdividen en tres tipos: Savonius, Darrieus y un híbrido entre ambos: Darrieus – Savonius.

En cuanto a la selección del aerogenerador más adecuado, se han estudiado varias opciones ofrecidas por empresas especializadas en el sector de energía mini eólica y, su selección, ha sido basada en la velocidad de vientos del área de estudio, diseño del aerogenerador, velocidad de arranque y coste de mantenimiento. A continuación, se muestran las opciones estudiadas:

Empresa	Aerogenerador	Velocidad de arranque (m/s)	Potencia (W)	Precio (€)
UGE URBAN GREEN ENERGY	Eddy GT	3	1000	6138,33
AEOLOS	Aeolos-V 5 kW	2,5	5000	9740,00
MAKEMU	EOLO	2,9	3000	1497,40

Figura 22. Tabla informativa de los diferentes aerogeneradores (VAWT). Fuente: elaboración propia

Finalmente, se ha elegido instalar el aerogenerador Aeolos-V 5 kW. Esta turbina presenta las características más adecuadas para el viento que se genera en Benidorm. La *Figura 20* muestra la eficiencia energética de cada tipo de turbina en función del viento y el coeficiente de potencia. Con una velocidad de viento de entre 6 y 8 m/s, el tipo de aerogenerador adecuado es el Darrieus o tripala. En este caso, el estudio se basa en aerogeneradores de pequeña potencia, es por ello por lo que se ha escogido una turbina con rotor tipo Darrieus, en concreto Darrieus tipo H, con tres palas girando de manera vertical para un mayor aprovechamiento del viento.

Para la elección de la empresa, se buscaron turbinas en empresas nacionales, pero las encontradas presentaban características que no se adaptaban al proyecto, ya que se trataba de aerogeneradores o bien con grandes potencias y tamaños, o bien de escasa potencia. Por ello, Aeolos-V 5 kW se adapta en mayor medida en cuanto a tamaño, peso, potencia y otras características añadidas a continuación.

La empresa presenta su sede en Inglaterra, pero contiene una amplia red de distribución de la que España forma parte. Es por ello por lo que la compra de las turbinas puede realizarse de forma sencilla y a precios accesibles.

En la página web oficial de AEOLOS se muestra la ficha técnica del aerogenerador, con las características siguientes:

- Altura de 4 m
- Peso de 285 kg
- Material: aluminio
- Tiempo de vida: 20 -25 años
- Trabaja a temperaturas entre -20°C y 50°C.
- Velocidad de arranque: 2,5 m/s
- Velocidad máxima de funcionamiento: 55 m/s
- Velocidad nominal: 12 m/s
- Nivel sonoro menor de 45 dB
- Garantía de 5 años



Figura 23. Imagen aerogenerador Aeolos. Fuente: web oficial AEOLOS

Por otro lado, la web aporta la información sobre la energía generada anualmente en relación con la velocidad del viento:

Aeolos-V 5kW Wind Turbine Annual Energy Output			
Wind Speed(m/s)	Annual Energy Output (kWh)	Wind Speed(m/s)	Annual Energy Output (kWh)
3 m/s	1752 kWh	8 m/s	17520 kWh
4 m/s	3942 kWh	9 m/s	26280 kWh
5 m/s	5256 kWh	10 m/s	35040 kWh
6 m/s	7008 kWh	11 m/s	41172 kWh
7 m/s	10512 kWh	12 m/s	44676 kWh

Figura 24. Tabla energía anual generada por la turbina Aeolos-V 5 kW.

Fuente: AEOLOS.

En la *Figura 21* viene indicada la velocidad del viento media en la altura máxima de cada edificio. Con estos datos y los expuestos en la *Figura 24*, puede realizarse una estimación sobre la energía anual generada por cada turbina en cada uno de los 5 edificios.

Asimismo, conociendo el gasto anual de cada comunidad⁸, se puede realizar una valoración de los gastos posibles a cubrir, es decir, el porcentaje de energía generado por cada turbina sobre el consumido de cada comunidad.

Para ello, se calculan los siguientes datos:

- **Edificio INTEMPO:** al edificio INTEMPO llega una velocidad de viento media de 7,53 m/s en su altura máxima. Gracias a los datos indicados en la *Figura 20*, se calcula:

$$\text{Energía generada por la turbina} = 7,53 \text{ m/s} \cdot \frac{10512 \text{ kWh}}{7 \text{ m/s}} = \mathbf{11308 \text{ kWh/año}}$$

Estos 11308 kWh anuales equivalen a una media de, **942,32 kWh** al mes que son generados por la turbina a la velocidad del viento indicada en la ecuación.

Por otra parte, para evaluar la viabilidad debemos evaluar el nivel de gasto anual eléctrico de la comunidad y el posible ahorro que se podría obtener por la instalación de la miniturbina. Conociendo el gasto anual de la comunidad indicado en las facturas que figuran en el Anexo, se realiza una media en función de la energía consumida y el precio del kWh, obteniendo un resultado para este edificio de **703,54 € mensuales** y un consumo de **5480 kWh al mes**.

Al realizar los siguientes cálculos, se obtiene:

$$\frac{942 \text{ kWh/mes producido}}{5480 \text{ kWh/mes consumido}} \cdot 100 = 17,2 \%$$

Es decir, una producción por parte de la mini turbina del **17,2%** del consumo total. Si este dato se pasa a euros, concluimos que, cada mes, la comunidad ahorrará **120,93 €**:

$$17,2\% \cdot \frac{703,53 \text{ €/mes}}{100\%} = \mathbf{120,93 €/mes}$$

Dado que el precio inicial del aerogenerador es de 9740€ y, se utilizan los 120,93€ para cubrir el gasto, el tiempo de amortización de la turbina es de alrededor de **7 años**.

Para el resto de los edificios, se han realizado e los mismos cálculos, los resultados se reflejan en la siguiente tabla:

⁸ Facturas adjuntas en ANEXOS.

Edificio	Producción anual turbina (kWh)	Producción mensual turbina (kWh)	% Rentabilizado	Ahorro mensual (€)	Amortización (años)
INTEMPO	11308,00	942,00	17,20	120,93	7
MIRAGOLF PLAYA 2	9956,36	829,69	15,14	106,52	8
SOL DE PONIENTE 2	9881,28	823,44	15,02	105,72	8
ISLAMAR 2 Y 3	9701,07	808,42	14,75	103,78	8

Figura 25. Tabla de resultados. Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la *Figura 25*, el porcentaje de rentabilidad no supera el 20% del total, sin embargo, el tiempo de amortización no supone ni la mitad del ciclo de vida del aerogenerador, obteniendo beneficios económicos la mayor parte del tiempo de vida útil.

En el caso de INTEMPO, contando con un tiempo medio de vida útil de 22 años del aerogenerador y, cumpliendo los 7 años de amortización de la turbina, quedarían 15 años de uso con una reducción neta⁹ de las facturas de la comunidad, llegando a ahorrar alrededor de 21.767,4 €. Para el resto de los edificios, se generarían los siguientes resultados:

Edificios	Amortización (años)	Uso libre de pago (años)	Ahorro neto (€)
INTEMPO	7	15	21.767,4
MIRAGOLF PLAYA 2	8	14	17.895,36
SOL DE PONIENTE 2	8	14	17.760,96
ISLAMAR 2 Y 3	8	14	17.435,04

Figura 26. Tabla de resultados. Ahorro total en función del tiempo de vida útil del aerogenerador. Fuente: elaboración propia

La *Figura 26* refleja los resultados respecto al tiempo total de vida útil de las turbinas para cada edificio. Como se puede observar, todos los edificios obtendrían un ahorro de más de 17.000€ en los 15 años restantes después de amortizar la turbina.

⁹ A excepción de los gastos de mantenimiento.

6. DISCUSIÓN

Como primera conclusión a este Trabajo de Fin de Grado, se destaca la viabilidad del proyecto. En el apartado anterior se han podido observar los resultados de implantar energía minieólica en entornos urbanos, ya que el importe de inversión se amortiza en pocos años respecto al tiempo de vida útil de los aerogeneradores de baja potencia escogidos. Por tanto, se puede concluir que la instalación sí es viable.

Sin embargo, para una mayor eficiencia energética y económica, existe una alternativa de uso frecuente en estos casos de bajas velocidades de vientos: un sistema mixto o híbrido fotovoltaico y eólico, que permite combinar los dos tipos de energía para el máximo aprovechamiento de los recursos del sol y del viento, de manera que se pueden complementar entre sí y generar mayor energía y autoabastecimiento, además de reducir el tiempo de amortización del equipo pese a tener un coste inicial mayor. En zonas como la costa alicantina, donde el Sol es un recurso aprovechable prácticamente todos los días del año, esta alternativa permite la generación energética diaria.

Debido al escaso fomento institucional y mediático de este tipo de energía renovable, la energía minieólica se encuentra en una situación de bajo aprovechamiento pese a que cada vez más empresas especializadas en el sector diseñan nuevos aerogeneradores y existen muchas posibilidades de instalación.

Es por ello por lo que este trabajo tiene como finalidad poner de manifiesto la viabilidad del uso de energías renovables y autoconsumo, en concreto con el empleo de turbinas de pequeña potencia en azoteas de edificios, ya sea en grandes torres como las expuestas en este proyecto, como en urbanizaciones o casas individuales.

Por otro lado, el empleo de energías renovables en entornos urbanos favorece tanto a nivel ambiental, reduciendo el consumo de energía y generándolo de forma verde y limpia, como a nivel social, incrementando el interés por el medio ambiente, reduciendo las facturas de la luz y fomentando así su uso para posteriores construcciones y generaciones. Además, este Trabajo de Fin de Grado cumple con tres Objetivos para el Desarrollo Sostenible: Energía asequible y no contaminante, ciudades y comunidades sostenibles y acción por el clima, realzando el interés por desarrollar ciudades verdes y contribuir con la detención del cambio climático.

Cabe tener en cuenta que este proyecto es totalmente académico y se han utilizado datos y estimaciones sin tener en cuenta diversos factores que serían necesarios en caso de llevar a cabo la instalación, como los datos técnicos de baterías, conexión a la red, financiación o permisos municipales.

Por último, cabe resaltar que la ciudad de Benidorm se encuentra en continuo desarrollo, ampliando de manera constante la edificación y zonas urbanas. Es importante destacar que este trabajo se ha realizado en función de la distribución y ordenación del territorio actual de la ciudad, sin tener en cuenta futuros proyectos. Sería muy interesante, no obstante, que la viabilidad de las instalaciones de autoconsumo y su vida media fueran tenidas en cuenta por las autoridades responsables de los cambios urbanísticos como un factor determinante a la hora de permitir futuros desarrollos, lo cual no solo contribuiría activamente a la puesta en marcha de los Objetivos de Desarrollo Sostenible sino a una planificación más razonada y sostenible de nuestros municipios.



Figura 27. Imagen de Benidorm. Fuente: Visit Benidorm

7. BIBLIOGRAFÍA:

- Área de estudio en Benidorm, España. *Google Earth*, 2021.
https://earth.google.com/web/search/Benidorm/@38.5374075,-0.1299955,16.04016932a,9091.92511869d,35y,0h,45t,0r/data=CnlaSBJCCiQweGQ2MjA0ZGNhNjI1NzVjMzoweDIxOWZhOTBjMGZmMjZlYjUZeSS5V0FFQ0AhFU53Q79bv78qCEJlbmlkb3JtGAlgASImCjQJxfjPeCZEQ0ARs_LCYm5DQ0AZyAuQ0hqbwr8hyJNdwlurw78oAg
- Arribas L, 2020: *Aerogeneradores de pequeña potencia*. CIEMAT
- Asociación de Empresas de Energías Renovables, 2021: *Marco regulatorio*.
<https://www.appa.es/appa-minieolica/marco-regulatorio-minieolica/>
- Cruz et Al, 1999. *Desarrollo de sistemas eólicos aislados*. Editorial CIEMAT.
<http://www.energiaextremadura.org/www/wp-content/uploads/2014/02/Guia-sobre-tecnologia-minieolica.-COMUNIDAD-DE-MADRID.pdf>
- Cruz I, 2012: *Guía sobre Tecnología Minieólica*. Comunidad de Madrid.
<http://www.energiaextremadura.org/www/wp-content/uploads/2014/02/Guia-sobre-tecnologia-minieolica.-COMUNIDAD-DE-MADRID.pdf>
- Cruz I, 2019, *Pequeños aerogeneradores en un entorno urbano*. CIEMAT.
<http://swtomp.ciemat.es/documents/1349819/3618750/03+SWT+in+urban+environment.pdf/7fda7b34-b921-4a53-a579-547fe57e787b>
- Fernández, S, 2016: *Un poco de historia. El primer aerogenerador de España*. Diario renovables.
<https://www.diariorenovables.com/2016/05/primer-aerogenerador-espana.html>
- García Barquero et Al, 2020: *El mercado de aerogeneradores de pequeña potencia en España*. CIEMAT.
- García G, 2018: *Análisis en banco de ensayos de un aerogenerador de 1 kW acoplado a diferentes cargas*. Universidad de Cartagena.
- Gobierno de España: *Agenda 2030*. Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030
<https://www.agenda2030.gob.es/>
- León M, 2021: *Estancado y sin apoyo el sector de las minieólicas en España*. Cambio16.
- Moratilla B, 2006: *La energía eólica*. Artículos, Energías Alternativas, Medio ambiente.
- Objetivos de Desarrollo Sostenible: *Agenda 2030*. Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. Gobierno de España.
<https://www.agenda2030.gob.es/objetivos/objetivo11.htm>
- Objetivos de Desarrollo Sostenible: *Agenda 2030*. Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. Gobierno de España.



<https://www.agenda2030.gob.es/objetivos/objetivo7.htm>

- **Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agenda 2030. Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. Gobierno de España.**

<https://www.agenda2030.gob.es/objetivos/objetivo13.htm>

- **Organización de las Naciones Unidas, 2021: *Desafíos globales, Cambio Climático.***

<https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>

- **Portillo G, 2016, *Aerogenerador vertical y de eje horizontal.* Renovables verdes.**

<https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>

- **Premium Energía: *Historia de la energía eólica, 2017.***

<https://premiumenergia.es/historia-de-la-energia-eolica/>

<https://estrucplan.com.ar/la-energia-eolica/>

- **Red Eléctrica de España, 2021: *Las renovables alcanzan el 43,6% de la generación de energía eléctrica en 2020, mayor cuota desde que existen registros.* Nota de prensa.**

<https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2020/12/las-renovables-alcanzan-el-43-6-por-ciento-de-la-generacion-de-2020-su-mayor-cuota-desde-existen-registros>

- **Velázquez F, (s.f.), *Cambio climático y protocolo de Kioto. Ciencia y estrategias. Compromisos para España.* Revista Española de Salud Pública.**

<https://www.scielosp.org/article/resp/2005.v79n2/191-201/es/>

- **Windsturbinestar: *Catálogo de productos, 2021.***

<https://www.windturbinestar.com/productos.html>

8. ANEXO: Datos de consumo



Aldro Energía y soluciones, S.L.
Domicilio social: [Redacted]

DATOS DE FACTURA DE ELECTRICIDAD

IMPORTE FACTURA: 1.130,32 €
 Nº de factura: F20ES-01583647
 Periodo de consumo: 19/08/2020 a 19/09/2020
 Fecha de factura: 24/09/2020
 Fecha de cargo: 01/10/2020

FACTURA RESUMEN

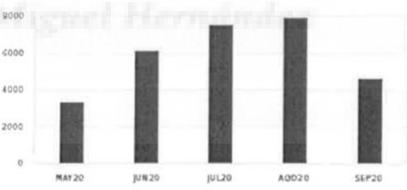
Por potencia contratada:	218,9053 €
Por energía consumida:	665,5643 €
Por energía reactiva:	11,5462 €
Descuento sobre T. Energía:	-13,3113 €
Impuesto electricidad:	45,1300 €
Alquiler equipos de medida y control:	6,3161 €
Impuesto aplicado:	196,17 €
TOTAL IMPORTE FACTURA	1.130,32 €

INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo en el periodo P1	Consumo en el periodo P2	Consumo en el periodo P3	Consumo en el periodo P4	Consumo en el periodo P5	Consumo en el periodo P6
Leitura anterior (Telegestión) (18-08-2020)	13.630,00 kWh	37.441,00 kWh	15.320,00 kWh	5.509,00 kWh	14.915,00 kWh	6.604,00 kWh
Leitura actual (Telegestión) (19-09-2020)	14.740,00 kWh	40.617,00 kWh	16.675,00 kWh	5.949,00 kWh	16.147,00 kWh	7.130,00 kWh
Consumo en el periodo	1.110,00 kWh	3.176,00 kWh	1.355,00 kWh	440,00 kWh	1.232,00 kWh	526,00 kWh

*Su contador mide en 6 periodos, para convertirlo en 3 periodos debe operar:
P1+P4=P1 / P2+P5=P2 / P3+P6=P3*

*Su consumo medio diario en el periodo facturado ha sido de 21,47 €
 Su consumo medio diario en los últimos 14 meses ha sido de 19,62 €
 Su consumo acumulado del último año ha sido de 29.638,00 kWh*



DATOS DEL CONTRATO: 20300009094

ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES S.L. C. I. F.: B-39793294 Domicilio social: Avda. Pallencia, 1 - bajo 01 - 39300 Torrelavega. Inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100, Hoja número 528720. Inscripción 1*

DETALLE FACTURA



Facturación por potencia contratada:		
Importe por peaje de acceso:		
Periodo P1 (19/08/2020 - 19/09/2020): 25,5000 kW * 0,1198052 €/kW día * 32 días		97,7610 €
Periodo P2 (19/08/2020 - 19/09/2020): 25,5000 kW * 0,0751707 €/kW día * 32 días		61,3393 €
Periodo P3 (19/08/2020 - 19/09/2020): 35,3600 kW * 0,0528537 €/kW día * 32 días		59,8050 €
Facturación por energía consumida:		
Importe por peaje de acceso:		
Periodo P1 (19/08/2020 - 19/09/2020): 1.550,0000 kWh * 0,018762 €/kWh		29,0811 €
Periodo P2 (19/08/2020 - 19/09/2020): 4.408,0000 kWh * 0,012575 €/kWh		55,4306 €
Periodo P3 (19/08/2020 - 19/09/2020): 1.881,0000 kWh * 0,004670 €/kWh		8,7843 €
Importe por coste de la energía:		
Periodo P1 (19/08/2020 - 19/09/2020): 1.550,0000 kWh * 0,082022 €/kWh		127,1341 €
Periodo P2 (19/08/2020 - 19/09/2020): 4.408,0000 kWh * 0,074380 €/kWh		327,8670 €
Periodo P3 (19/08/2020 - 19/09/2020): 1.881,0000 kWh * 0,062343 €/kWh		117,2672 €
Descuento sobre T. Energía:		
Periodo P1 (19/08/2020 - 19/09/2020): 2,00 % s/ 156,2152 €		-3,1243 €
Periodo P2 (19/08/2020 - 19/09/2020): 2,00 % s/ 383,2976 €		-7,6660 €
Periodo P3 (19/08/2020 - 19/09/2020): 2,00 % s/ 126,0515 €		-2,5210 €
Energía Reactiva:		
Periodo P1 (19/08/2020 - 19/09/2020): 64,5000 kVAh * 0,041554 €/kVAh		2,6802 €
Periodo P2 (19/08/2020 - 19/09/2020): 213,3600 kVAh * 0,041554 €/kVAh		8,8660 €
Subtotal		882,7045 €
Impuesto de electricidad: Impuesto especial al tipo de 4,864% sobre el producto de la facturación de la electricidad suministrada multiplicada por el coeficiente 1,051130		
Impuesto electricidad (882,7045 * 1,05113 * 4,864%)		45,1300 €
Alquiler de equipos de medida y control: Precio establecido que se paga por el alquiler de equipos de medida y control.		
Alquiler de equipos de medida y control (32 días * 0,197378 €/día)		6,3161 €
Subtotal otros conceptos		51,4461 €
Base imponible		934,15 €
Impuestos:		
IVA General (21%)	21,00 % s/934,15 €	196,17 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		1.130,32 €

Precios de los términos del peaje de acceso publicados en la Orden ETU/1282/2017, de 22 de diciembre, o normativa que le sustituya.
 Precio de los equipos de medida y control establecido en la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, o normativa que le sustituya.
 En su caso, la penalización por consumo de energía reactiva viene contemplada en la Orden ITC 1723/2009, de 26 de junio, o normativa que le sustituya.
 La CNMC ha aprobado la Circular 3/2020, de 15 de enero 2020, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad. Dicha Circular implicará la adaptación de los contratos de los consumidores y de los términos de facturación, lo que deberá producirse antes del 1 de noviembre de 2020. Desde ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES le mantendremos informado de los cambios que pudieran afectar a su contrato. Puede ampliar información en <https://www.cnmc.es/prensa/circular-3-2020-peajes-electricidad-transporte-distribucion-20200124>

MAXIMETROS			
PERIODO HORARIO	DESDE	HASTA	LECTURA POTENCIA
MAXIMETRO P1	19/08/2020	19/09/2020	16,83 kW
MAXIMETRO P2	19/08/2020	19/09/2020	15,5 kW
MAXIMETRO P3	19/08/2020	19/09/2020	18,79 kW

antill de Cantabria Torno 1072. Folio 100. Hoja número 528720. Inscripción 1*

al. Avda. Palencia, 1 - bajo 01 - 39300 Torrelavega. Inscripción en el Registro



Aldro Energía y soluciones, SL.
Domicilio social: Avda. Palencia 1, bajo 1 - 39300 Torrelavega, Cantabria.

DATOS DE FACTURA DE ELECTRICIDAD

IMPORTE FACTURA: 670,39 €
 Nº de factura: F20ES-02211958
 Período de consumo: 18/11/2020 a 15/12/2020
 Fecha de factura: 21/12/2020
 Fecha de cargo: 28/12/2020

FACTURA RESUMEN

Por potencia contratada:	191,5422 €
Por energía consumida:	335,3409 €
Por energía reactiva:	1,6526 €
Descuento sobre T. Energía:	-8,7068 €
Impuesto electricidad:	26,6795 €
Alquiler equipos de medida y control:	5,5266 €
Impuesto aplicado:	116,35 €
TOTAL IMPORTE FACTURA	670,39 €



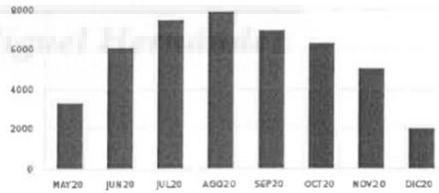
¿Son correctos sus datos personales?
 Puede actualizarlos online en su Oficina Virtual de la web entrando en
<https://www.aldroenergia.com/>

INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo en el período P1	Consumo en el período P2	Consumo en el período P3	Consumo en el período P4	Consumo en el período P5	Consumo en el período P6
Lectura anterior (Telegestión) (17-11-2020)	16.507,00 kWh	45.664,00 kWh	18.310,00 kWh	6.728,00 kWh	18.273,00 kWh	7.818,00 kWh
Lectura actual (Telegestión) (15-12-2020)	17.112,00 kWh	47.281,00 kWh	18.787,00 kWh	6.997,00 kWh	18.987,00 kWh	8.006,00 kWh
Consumo en el período	605,00 kWh	1.617,00 kWh	477,00 kWh	269,00 kWh	714,00 kWh	188,00 kWh

Su contador mide en 6 periodos, para convertirlo en 3 periodos debe operar:
 $P1+P4=P1 / P2+P5=P2 / P3+P6=P3$

Su consumo medio diario en el periodo facturado ha sido de 12,42 €
 Su consumo medio diario en los últimos 14 meses ha sido de 18,07 €
 Su consumo acumulado del último año ha sido de 45.550,00 kWh



DATOS DEL CONTRATO: 2030009094

DETALLE FACTURA

Facturación por potencia contratada:	
Importe por peaje de acceso:	
Periodo P1 (18/11/2020 - 15/12/2020): 25,5000 kW * 0,1198052 €/kW día * 28 días	85,5409 €
Periodo P2 (18/11/2020 - 15/12/2020): 25,5000 kW * 0,0751707 €/kW día * 28 días	53,6719 €
Periodo P3 (18/11/2020 - 15/12/2020): 35,3609 kW * 0,0528537 €/kW día * 28 días	52,3294 €
Facturación por energía consumida:	
Importe por peaje de acceso:	
Periodo P1 (18/11/2020 - 15/12/2020): 874,0000 kWh * 0,018762 €/kWh	16,3980 €
Periodo P2 (18/11/2020 - 15/12/2020): 2.331,0000 kWh * 0,012575 €/kWh	29,3123 €
Periodo P3 (18/11/2020 - 15/12/2020): 665,0000 kWh * 0,004670 €/kWh	3,1050 €
Importe por coste de la energía:	
Periodo P1 (18/11/2020 - 15/12/2020): 874,0000 kWh * 0,082022 €/kWh	71,6872 €
Periodo P2 (18/11/2020 - 15/12/2020): 2.331,0000 kWh * 0,074380 €/kWh	173,3798 €
Periodo P3 (18/11/2020 - 15/12/2020): 665,0000 kWh * 0,062343 €/kWh	41,4581 €
Descuento sobre T. Energía:	
Periodo P1 (18/11/2020 - 15/12/2020): 2,00 % s/ 88,0852 €	-1,7617 €
Periodo P2 (18/11/2020 - 15/12/2020): 2,00 % s/ 202,6921 €	-4,0538 €
Periodo P3 (18/11/2020 - 15/12/2020): 2,00 % s/ 44,5636 €	-0,8913 €
Energía Reactiva:	
Periodo P2 (18/11/2020 - 15/12/2020): 39,7700 kWh * 0,041554 €/kVAh	1,6526 €
Subtotal	521,8289 €
Impuesto de electricidad: Impuesto especial al tipo de 4,854% sobre el producto de la facturación de la electricidad suministrada multiplicada por el coeficiente 1,051130	
Impuesto electricidad (521,8289 * 1,05113 * 4,864%)	26,6795 €
Alquiler de equipos de medida y control: Precio establecido que se paga por el alquiler de equipos de medida y control.	
Alquiler de equipos de medida y control (28 días * 0,197379 €/día)	5,5266 €
Subtotal otros conceptos	32,2061 €
Base imponible	554,04 €
Impuestos:	
IVA General (21%)	21,00 % s/554,04 €
TOTAL IMPORTE FACTURA	670,39 €

Precios de los términos del peaje de acceso publicados en la Orden ETU/1282/2017, de 22 de diciembre, o normativa que le sustituya.
 Precio de los equipos de medida y control establecido en la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, o normativa que le sustituya.
 En su caso, la penalización por consumo de energía reactiva viene contemplada en la Orden ITC 1723/2009, de 26 de junio, o normativa que le sustituya.
 La CNMC ha aprobado la Circular 3/2020, de 15 de enero 2020, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad. Dicha Circular implicará la adaptación de los contratos de los consumidores y de los términos de facturación, lo que deberá producirse antes del 1 de noviembre de 2020. Desde ALDRO ENERGIA Y SOLUCIONES le mantendremos informado de los cambios que pudieran afectar a su contrato. Puede ampliar información en <https://www.cnmc.es/prensa/circular-3-2020-peajes-electricidad-transporte-distribucion-20200124>

MAXIMETROS			
PERIODO HORARIO	DESDE	HASTA	LECTURA POTENCIA
MAXIMETRO P1	18/11/2020	15/12/2020	14 kW
MAXIMETRO P2	18/11/2020	15/12/2020	13,46 kW
MAXIMETRO P3	18/11/2020	15/12/2020	12,25 kW

ALDRO ENERGIA Y SOLUCIONES S.L. C.I.F. B-39793294 - Domicilio social: Avda. Palencia, 1 - bpo 01 - 38500 Torrelavega. inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100, Hoja número 528720. inscripción 1*

Calle de Cantabria Tomo 1072, Folio 100, Hoja número 528720, inscripción 1ª
 I. Avida, Palencia, 1 - bajo 01 - 39300 Torrelavega, inscrita en el Registro



Aldro Energía y soluciones, SL.

Domicilio social:

DATOS DE FACTURA DE ELECTRICIDAD

IMPORTE FACTURA: 889,43 €

Nº de factura: F20ES-01998558

Periodo de consumo: 20/10/2020 a 17/11/2020

Fecha de factura: 20/11/2020

Fecha de cargo: 27/11/2020

FACTURA RESUMEN

Por potencia contratada:	198,3829 €
Por energía consumida:	489,5110 €
Por energía reactiva:	15,7631 €
Descuento sobre T. Energía:	-9,7902 €
Impuesto electricidad:	35,4753 €
Alquiler equipos de medida y control:	5,7239 €
Impuesto aplicado:	154,36 €
TOTAL IMPORTE FACTURA	889,43 €

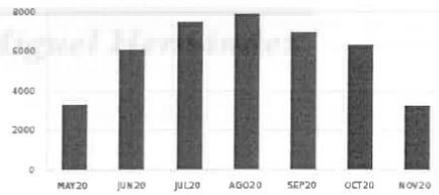
¿Son correctos sus datos personales?
Puede actualizarlos online en su Oficina Virtual de la web entrando en
<https://www.aldroenergia.com/>

INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo en el periodo P1	Consumo en el periodo P2	Consumo en el periodo P3	Consumo en el periodo P4	Consumo en el periodo P5	Consumo en el periodo P6
Leitura anterior (Telegestión) (19-10-2020)	15.591,00 kWh	43.082,00 kWh	17.581,00 kWh	6.406,00 kWh	17.391,00 kWh	7.599,00 kWh
Leitura actual (Telegestión) (17-11-2020)	16.507,00 kWh	45.664,00 kWh	18.310,00 kWh	6.728,00 kWh	18.273,00 kWh	7.818,00 kWh
Consumo en el periodo	916,00 kWh	2.582,00 kWh	729,00 kWh	322,00 kWh	882,00 kWh	219,00 kWh

Su contador mide en 6 periodos, para convertirlo en 3 periodos debe operar:
 $P1+P4=P1 / P2+P5=P2 / P3+P6=P3$

Su consumo medio diario en el periodo facturado ha sido de 17,48 €
Su consumo medio diario en los últimos 14 meses ha sido de 18,98 €
Su consumo acumulado del último año ha sido de 41.680,00 kWh



DATOS DEL CONTRATO: 20300009094

ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES S.L. C. I. F.: B-39793294 Domicilio social: Avda. Palencia, 1 - bajo 01 - 39300 Torrelavega. Inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100, Hoja número 528720, Inscripción 1ª

DETALLE FACTURA



Facturación por potencia contratada:

Importe por peaje de acceso:

Periodo P1 (20/10/2020 - 17/11/2020): 25,5000 kW * 0,1198052 €/kW día * 29 días	88,5959 €
Periodo P2 (20/10/2020 - 17/11/2020): 25,5000 kW * 0,0751707 €/kW día * 29 días	55,5887 €
Periodo P3 (20/10/2020 - 17/11/2020): 35,3600 kW * 0,0528537 €/kW día * 29 días	54,1983 €

Facturación por energía consumida:

Importe por peaje de acceso:

Periodo P1 (20/10/2020 - 17/11/2020): 1.238,0000 kWh * 0,018762 €/kWh	23,2274 €
Periodo P2 (20/10/2020 - 17/11/2020): 3.464,0000 kWh * 0,012575 €/kWh	43,5598 €
Periodo P3 (20/10/2020 - 17/11/2020): 948,0000 kWh * 0,004670 €/kWh	4,4272 €

Importe por coste de la energía:

Periodo P1 (20/10/2020 - 17/11/2020): 1.238,0000 kWh * 0,082022 €/kWh	101,5432 €
Periodo P2 (20/10/2020 - 17/11/2020): 3.464,0000 kWh * 0,074380 €/kWh	257,6523 €
Periodo P3 (20/10/2020 - 17/11/2020): 948,0000 kWh * 0,062343 €/kWh	59,1012 €

Descuento sobre T. Energía:

Periodo P1 (20/10/2020 - 17/11/2020): 2,00 % s/ 124,7706 €	-2,4954 €
Periodo P2 (20/10/2020 - 17/11/2020): 2,00 % s/ 301,2121 €	-6,0242 €
Periodo P3 (20/10/2020 - 17/11/2020): 2,00 % s/ 63,5283 €	-1,2706 €

Energía Reactiva:

Periodo P1 (20/10/2020 - 17/11/2020): 87,4600 kVAh * 0,041554 €/kVAh	3,6343 €
Periodo P2 (20/10/2020 - 17/11/2020): 291,8800 kVAh * 0,041554 €/kVAh	12,1288 €

Subtotal

693,8668 €

Impuesto de electricidad: Impuesto especial al tipo de 4,864% sobre el producto de la facturación de la electricidad suministrada multiplicada por el coeficiente 1,051130

Impuesto electricidad (693,8668 * 1,05113 * 4,864%)	35,4753 €
---	-----------

Alquiler de equipos de medida y control: Precio establecido que se paga por el alquiler de equipos de medida y control.

Alquiler de equipos de medida y control (29 días * 0,197376 €/día)	5,7239 €
--	----------

Subtotal otros conceptos

41,1992 €

Base imponible

735,07 €

Impuestos:

IVA General (21%)	21,00 % s/735,07 €	154,36 €
-------------------	--------------------	----------

TOTAL IMPORTE FACTURA

889,43 €

Precios de los términos del peaje de acceso publicados en la Orden ETU/1282/2017, de 22 de diciembre, o normativa que le sustituya.

Precio de los equipos de medida y control establecido en la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, o normativa que le sustituya.

En su caso, la penalización por consumo de energía reactiva viene contemplada en la Orden ITC 1723/2009, de 26 de junio, o normativa que le sustituya.

La CNMC ha aprobado la Circular 3/2020, de 15 de enero 2020, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad. Dicha Circular implicará la adaptación de los contratos de los consumidores y de los términos de facturación, lo que deberá producirse antes del 1 de noviembre de 2020. Desde ALDRO ENERGIA Y SOLUCIONES le mantendremos informado de los cambios que pudieran afectar a su contrato. Puede ampliar información en <https://www.cnmc.es/prensa/circular-3-2020-peajes-electricidad-transporte-distribucion-20200124>

MAXÍMETROS			
PERIODO HORARIO	DESDE	HASTA	LECTURA POTENCIA
MAXIMETRO P1	20/10/2020	17/11/2020	13,72 kW
MAXIMETRO P2	20/10/2020	17/11/2020	14,35 kW
MAXIMETRO P3	20/10/2020	17/11/2020	16,16 kW