



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Experiencia piloto de aprovechamiento de minieólica en La Ciudad de Las Palmas de Gran Canaria

Autor: Francisco Javier García Latorre

Institución: Agencia Local Gestora de la Energía de Las Palmas de Gran
Canaria

e-mail: vdefuentes@algelpgc.es

Otros Autores: Ignacio De la Nuez Pestana (Agencia Local Gestora de la
Energía de Las Palmas de Gran Canaria); Alejandro Ramos Martín
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria)

RESUMEN

Una fuente renovable existente en el territorio canario y que no ha sido masivamente introducida es la energía eólica de pequeña potencia. Este tipo de instalaciones se han utilizado solamente para la generación de energía eléctrica en sistemas aislados. Este artículo describe una experiencia piloto en la que se instalarán cinco aerogeneradores de 5kWp en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria.

Inicialmente se ha evaluado el potencial eólico del área del término municipal de Las Palmas de Gran Canaria, que ha sido determinado tomando como referencia los datos extraídos del detalle del estudio realizado por la agencia AEMET y de la recopilación de los datos que conforman la Cartografía del Recurso Eólico de Canarias. Posteriormente, se ha llevado a cabo un estudio de variables físicas relacionadas con el flujo de viento sobre las Islas Canarias, en una simulación por ordenador de las condiciones climatológicas más probables a lo largo de un año.

Una vez calculados los datos eólicos, se definen los emplazamientos más idóneos para cada una de las unidades de minieólica, se proporciona una descripción del tipo de aerogeneradores que se van a instalar y se introduce una descripción del marco legal que afecta a este tipo de instalaciones en el territorio.

Palabras Clave: energía minieólica; experiencia piloto; aerogeneradores de pequeña potencia

1. Introducción

Los aerogeneradores son dispositivos que convierten la energía del viento en energía eléctrica. Las instalaciones eólicas pueden ser clasificadas de diversas formas, como por ejemplo, atendiendo a la potencia del aerogenerador, utilizándose las turbinas de minieólica, eólica de media potencia, etc. [1]. Una clasificación en función de la conexión eléctrica consistiría en diferenciar los aerogeneradores conectados a la red eléctrica de los sistemas aislados.

En esta configuración, la energía generada por el aerogenerador es volcada a la red eléctrica, por lo que éstos deben generar una corriente alterna a la frecuencia y tensión de red. En función de la potencia de estos, se tienen dos grandes divisiones:

De media y alta potencia: son aerogeneradores que van desde potencias de 100 kilovatios (kW) hasta los megavatios (MW), y la conexión a la red eléctrica implica que estos deben cumplir una serie de requisitos para conectarse a la red.

De pequeña potencia: son aerogeneradores que no suelen influir en la estabilidad de la red eléctrica y se consideran de potencia inferior a 100 kilovatios (kW) y su instalación se realiza en BT [2], [3].

Este trabajo se centrará en los aerogeneradores de pequeña potencia conectados a la red eléctrica. Se realizará, una experiencia piloto de aprovechamiento de energía minieólica, en la Ciudad de Las Palmas de Gran Canaria y se fundamenta en la instalación de cinco aerogeneradores de reducida potencia, para formar y concienciar a la ciudadanía sobre este tipo de energía renovable.

2. Potencial eólico

En este apartado se muestra el origen de los datos utilizados para la estimación del potencial eólico, el tratamiento matemático aplicado a los mismos y finalmente se presenta de forma gráfica la información relativa al potencial eólico en el término municipal de Las Palmas de Gran Canaria [4].

Inicialmente, los datos de partida han sido extraídos del detalle del estudio numérico, que conforman la Cartografía del Recurso Eólico de Canarias.

Esta información describe las características principales del recurso eólico (velocidad, dirección del viento y otros parámetros) para coordenadas específicas de puntos del archipiélago canario. Los puntos del estudio están integrados en una malla de 100 m de resolución.

Además, se han obtenido los datos reales generados por la AEMET desde el año 1959 hasta 2009. La combinación de ambas fuentes es suficiente para realizar una aproximación del potencial eólico en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria [5].

La información compilada en la Cartografía del Recurso Eólico resulta útil para aerogeneradores de potencia media y elevada, no ocurriendo lo mismo para pequeños aerogeneradores, cuya altura de buje suele estar por debajo de los 40m. Por otro lado, los datos de la AEMET comprenden alturas entre 10 m y 60 m. Debido a esto se debe de determinar las velocidades del viento a cotas inferiores a 40m de altura.

Esta metodología es la que ha sido utilizada, en este estudio, para determinar las velocidades a las alturas de 30 y 35m de altura, que son cotas más razonables para pequeños aerogeneradores. La expresión es:

$$V = \alpha_1 \cdot \ln\left(\frac{z}{40}\right) + V_{40} \quad \text{para } z < 40$$

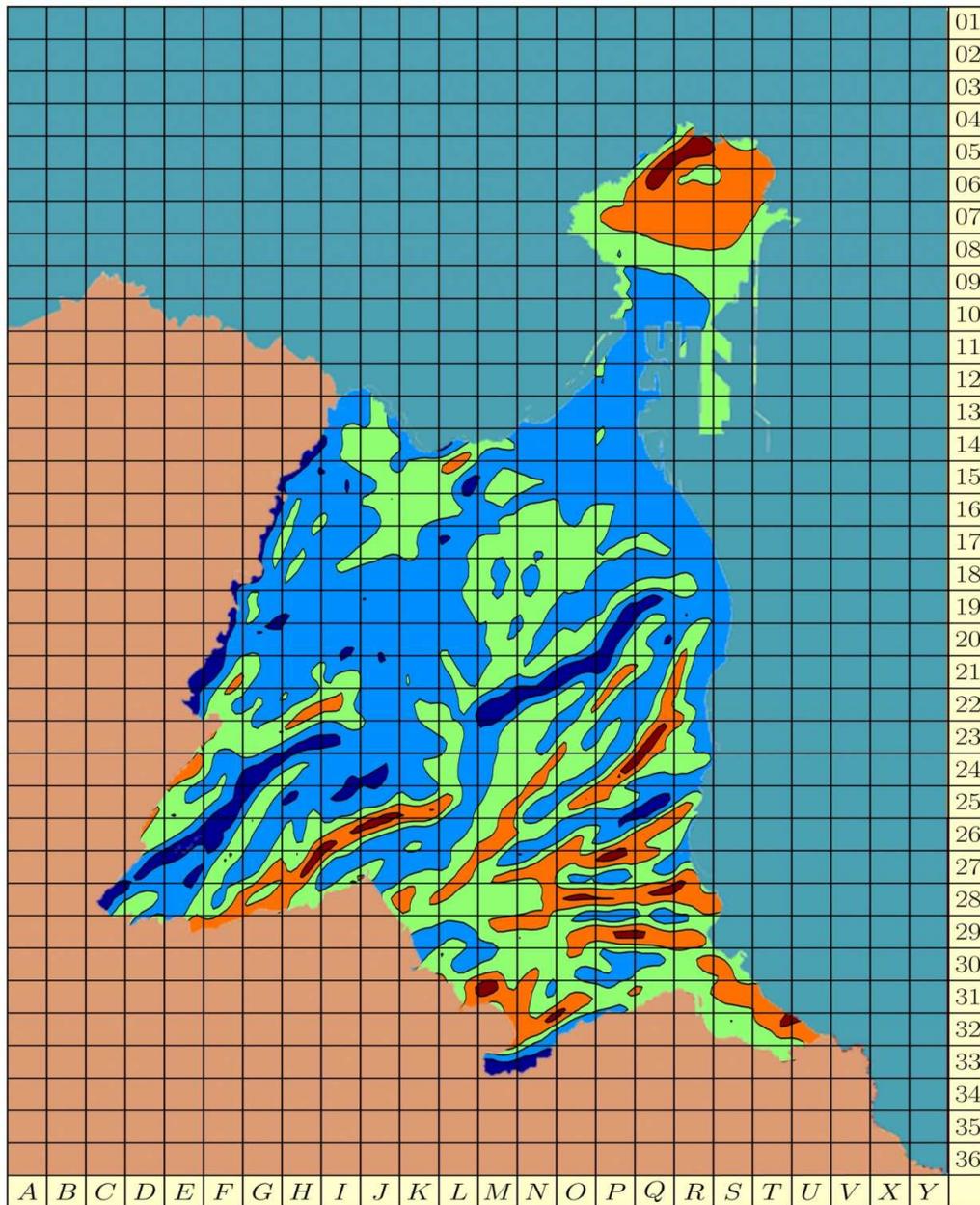
donde el ajuste del parámetro es:

$$\alpha_1 = 1,0479 \cdot V_{80} + 0,6288 \cdot V_{60} - 1,7037 \cdot V_{40}$$

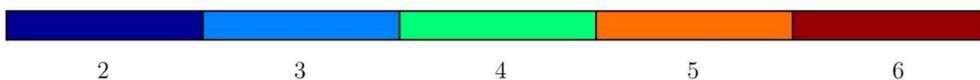
Siendo V la velocidad del viento a la altura z , y los parámetros (V_{80}, V_{60}, V_{40}) las velocidades extraídas de la información disponible.

El método elegido para mostrar la información de una forma simple, ha sido el diagrama de velocidades, mediante la utilización de un código de colores sobre el área del término municipal de Las Palmas de Gran Canaria. A cada zona coloreada determinada le corresponderá una velocidad. Se han establecido sólo cinco niveles de velocidad del viento, con el objeto de simplificar la determinación inicial de las zonas más convenientes para la instalación de un aerogenerador de pequeña potencia.

A continuación se muestra el resultado del mapa del viento a la cota de 30m de altura.



Velocidad del viento (m/s)



2

3

4

5

6

Mapa de vientos de Las Palmas de Gran Canaria

Velocidades del viento a 30m de altura

FIGURA 1. MAPA DE VIENTOS A UNA COTA DE 30M DE ALTURA.

3. Aerogeneradores de pequeña potencia

Una clasificación de los aerogeneradores de pequeña potencia se podría hacer atendiendo al eje de giro del rotor, a continuación se muestran las principales características.

Los aerogeneradores de eje horizontal son los más utilizados y suelen estar en lo alto de un mástil, junto con el generador y la caja multiplicadora en caso necesario. Las palas del generador se encuentran en la parte delantera de este para evitar las turbulencias, y disponen de algún dispositivo para orientarlo en la dirección del viento. A continuación se detallan algunas de sus características.

- ❖ Las torres altas permiten acceder a vientos más energéticos.
- ❖ Mayor rendimiento que los de eje vertical.
- ❖ Gran cantidad de fabricantes al ser una tecnología muy asentada.

Por otro lado, los aerogeneradores de eje vertical se caracterizan por las siguientes ventajas:

- ❖ No se necesita una torre de estructura poderosa.
- ❖ Como las palas del rotor son verticales no se necesita orientación al viento, y funcionan aún cuando este cambia de dirección rápidamente.
- ❖ Pueden ser ubicadas cerca del suelo, haciendo más fácil su mantenimiento.
- ❖ Pueden tomar ventaja de aquellas irregularidades del terreno que incrementan la velocidad del viento.
- ❖ Necesitan una menor velocidad del viento para empezar a girar.
- ❖ Son menos propensas a romperse con vientos fuertes.
- ❖ Son fácilmente evitadas por los pájaros.

A raíz de los anteriores párrafos y teniendo en cuenta que la ubicación de los aerogeneradores será en lugares públicos y transitados con disponibilidad de viento adecuado, se eligen los aerogeneradores verticales como los más idóneos.

4. Emplazamientos

La caracterización de emplazamientos adecuados, para la prueba piloto de aprovechamiento de energía eólica en el término municipal de Las Palmas de Gran Canaria, se basa en varias directrices, tales como; la intensidad de la velocidad de viento, tipo de edificio en el que se instale el aerogenerador y finalmente el impacto de la instalación en el entorno.

La velocidad del viento, en el emplazamiento, debe de tener la suficiente intensidad, para que resulte viable técnicamente desde el punto de vista de los aerogeneradores de pequeña potencia, que se puedan encontrar en el mercado. Esta primera condición implica la selección de un emplazamiento dentro del término municipal, con las mayores expectativas posibles en relación a la intensidad del viento.

En la figura 1, obtenida a partir del mapa de vientos para 30m de altura se muestran las zonas que poseen bajas velocidades de viento, y que no se tendrán en

cuenta para este estudio previo a la experiencia piloto. En la misma figura se puede apreciar que la zona de baja intensidad del viento.

En cambio existen dos áreas en el término municipal que presentan características más adecuadas en relación a la intensidad de la velocidad del viento. Una se encuentra en la zona de la isleta y otra en la zona sur.

En la zona de la isleta se puede observar un área bastante adecuada debido a su uniformidad en la intensidad de la velocidad del viento.

En la zona sur, también se encuentra una zona con elevada intensidad de la velocidad del viento. Esta área no tiene una uniformidad de velocidades tan considerable, como el área de la Isleta.

Además la zona de la isleta se presenta directamente en la dirección de los vientos predominantes y siendo la zona más poblada del término municipal se presenta como idónea para esta experiencia.

Para la elección de la máquina propuesta se han considerado las exigencias medioambientales para este tipo de instalaciones y que son las siguientes [6]:

- Impacto ambiental
- Impacto visual
- Impacto acústico

Todos estos impactos se deben de completar con un certificado de seguridad de la máquina.

5. Marco legal

En este apartado, se presenta un conjunto de documentos legales relevantes, para el campo de la generación de energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de la energía eólica. Sin pretender llegar a ser una recopilación completa de la legislación vigente en este campo, se muestra la normativa básica aplicable.

5.1. Normativa internacional

- ❖ DIRECTIVA 2001/77/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 27 de septiembre de 2001 relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

5.2. Normativa estatal

- ❖ Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.
- ❖ REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción energía eléctrica en régimen especial.
- ❖ REAL DECRETO LEY 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.

- ❖ REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- ❖ REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

5.3. Normativa autonómica

Para el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias se pueden presentar los siguientes documentos [7]:

- ❖ ORDEN de 27 de abril de 2007, por la que se convoca concurso público para la asignación de potencia en la modalidad de nuevos parques eólicos destinados a verter toda la energía en los sistemas eléctricos insulares canarios.
- ❖ PLAN ENERGÉTICO DE CANARIAS, 29 de marzo de 2007, Parlamento de Canarias.
- ❖ ORDEN de 29 de noviembre de 2006, por la que se rectifica la ORDEN de 15 de noviembre de 2006, que regula las condiciones técnico-administrativas de las instalaciones eólicas ubicadas en Canarias.
- ❖ ORDEN de 15 de noviembre de 2006, por la que se regulan las condiciones técnico-administrativas de las instalaciones eólicas ubicadas en Canarias.
- ❖ DECRETO 32/2006, de 27 de marzo, por el que se regula la instalación y explotación de los parques eólicos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- ❖ DECRETO 161/2006, de 8 de noviembre, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En general estos documentos preceptivos, que se han presentado para el ámbito autonómico, tratan de promocionar, regular y definir las instalaciones para la generación de energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de la energía eólica, **de forma general para instalaciones eólicas de potencia superior a 10kW**.

Otro de los aspectos a considerar, dentro de la normativa autonómica, es que se hace referencia a instalaciones eólicas dedicadas a fines de investigación y desarrollo tecnológico conectadas a las redes eléctricas y aquellas asociadas a sistemas de acumulación energética. Estando estas instalaciones eximidas temporalmente de la necesidad de obtener asignación previa mediante concurso.

5.4. Normativa municipal

Dentro de la normativa municipal se puede hacer referencia a la siguiente Ordenanza Municipal;

- ❖ Ordenanza municipal de protección del medio ambiente frente a ruidos y vibraciones.

6. Definición de los emplazamientos

En la figura 4 se muestran los emplazamientos dentro del municipio de las 5 unidades de minieólica.

- Campo de fútbol de las Coloradas en el barrio de la Isleta.
- Plaza de la Música, Avda. Príncipe de Asturias, Distrito Puerto- Canteras.
- Edificio de oficinas municipales, C/León y Castillo, 270, Ciudad Jardín, distrito centro.
- Fuente Luminosa, Avda. Alcalde José Ramírez Bethencourt.
- Zona del Rincón, en las inmediaciones del monumento del Atlante.

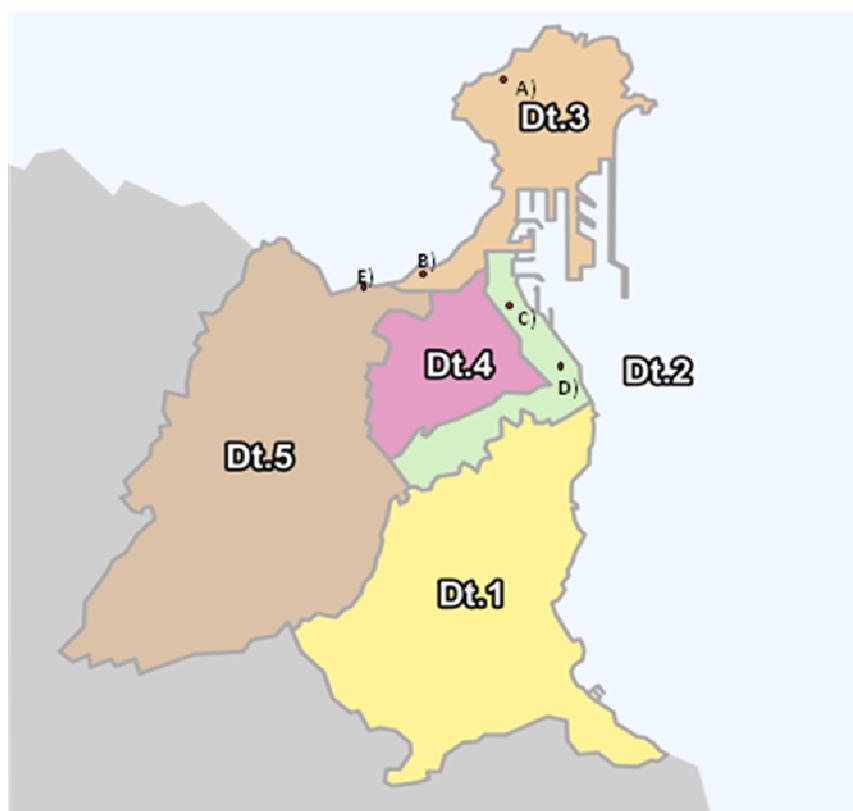


FIGURA 2. UBICACIÓN DE LOS AEROGENERADORES

Las áreas más adecuadas resultan ser las que poseen una intensidad de la velocidad del viento entre 4 y 6 m/s. Estas zonas se encuentran al sur del término municipal, y en la Isleta. Optándose por este último emplazamiento debido a su mayor uniformidad en lo que se refiere a la intensidad del viento, tal y como se muestra en la siguiente figura 5.

En relación al impacto que pueda tener la instalación de un aerogenerador de baja potencia en la zona, se puede decir que no va a resultar considerable. Esto es debido a que, por un lado, la emisión de ruido de los aerogeneradores de pequeña

potencia suele ser reducida, según los fabricantes de los mismos y, por otro lado, a que el impacto visual tampoco será elevado, ya que son diseños muy adaptados a los ambientes urbanos

6.1. Tipo de aerogenerador

Los aerogeneradores van a ser ubicados en zonas urbanas con una intensidad de la velocidad del viento en torno a los 5 m/s, de dirección variable y a veces turbulenta. El hecho de que el viento tenga un régimen turbulento conlleva utilizar aerogeneradores que funcionen bien con direcciones cambiantes de viento, lo que hace que se prefieran los de eje vertical sobre los de eje horizontal. Por otro lado, la baja velocidad del viento hace necesario decantarse por un aerogenerador que necesite poco viento para su funcionamiento, o en el mejor de los casos que con bajas velocidades genere una potencia aceptable.

6.2. Potencia nominal del aerogenerador

Para la elección de la potencia nominal del aerogenerador, hay que tener en cuenta que objetivo principal es la realización de una experiencia piloto. Con esta experiencia piloto se pretende obtener, de una forma objetiva, información acerca del potencial eólico real de Las Palmas de Gran Canaria. Debido a esto, la instalación objeto de esta experiencia piloto debería de ser lo más simple posible, siempre que cumpla con las especificaciones mínimas de la prueba.

Todo lo anterior conlleva que la potencia nominal del aerogenerador no debe de ser superior a los 10 kW. En caso contrario, debido al proceso de asignación de potencia para verter energía a la red eléctrica y la autorización administrativa de la instalación pasaría a ser mucho más complejo, tal y como se muestra en la normativa preceptiva.

Para una instalación eólica de potencia igual o inferior a 10 kW, no es necesario presentar solicitud en los concursos eólicos de asignación de potencia, ni tampoco es necesaria la redacción de un **proyecto** para la definición y autorización administrativa de la instalación. Sólo es necesaria la elaboración de una **memoria técnica de diseño, tal y como se establece en el Anexo IV del DECRETO 161/2006, de 27 de marzo, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.**

6.3. Recomendaciones adicionales

La información del potencial eólico utilizada no es la más adecuada para conocer el mismo. Debido a esto, sería interesante instalar un conjunto de anemómetros en diversas instalaciones municipales para así tener información real de la intensidad de la velocidad del viento. Con el registro de esta información sería más sencillo y preciso la elección del aerogenerador adecuado, así como la estimación de la energía que se podría obtener. El emplazamiento de estos anemómetros no se debería de restringir sólo a las zonas de mayores vientos, sino que también se podrían incluir zonas en las

que existan instalaciones municipales deportivas, que normalmente están en zonas abiertas y con suficiente espacio como para la instalación del aerogenerador.

7. Conclusiones

En este trabajo se expone una experiencia piloto con máquinas eólico urbanas de pequeña potencia conectadas a la red en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria. Este proyecto parte de una evaluación previa del potencial eólico del área del municipio. En este trabajo se ha considerado además el marco legal, desde la normativa internacional hasta la autonómica, que es de aplicación a sistemas de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de energía eólica, teniendo en cuenta que los documentos preceptivos para el ámbito autonómico son de aplicación de forma general a instalaciones eólicas de potencia superior a 10kW. Asimismo, se han definido una serie de parámetros más relevantes a la hora de seleccionar un aerogenerador, en el entorno urbano, considerando las exigencias medioambientales para este tipo de instalaciones, así como las exigencias de seguridad de las máquinas.

Bibliografía

- [1] **IDAE** “PANER Plan Nacional de acción de energías renovables. 2011-2020”.
- [2] **Pérez-Martínez, M.; Cuesta, M.J.; Cabrera, J.A.** “Aerogeneradores de potencia inferior a 100 kW” CIEMAT. Unidad de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica. 2009.
- [3] **J.L. Rodríguez, J.C. Burgos, S. Amalte** “Sistemas Eólicos – De Producción de Energía Eléctrica” Editorial Rueda, S.L. - ISBN: 84-7207-139-1.
- [4] **ITC** “Cartografía del Recurso Eólico de Canarias” tomos 4, 5, 7 y 8. www.itccanarias.org/recursoeolico
- [5] **AEMET** “Datos de viento de varias estacones situadas en el término municipal de Las Palmas de Gran Canaria y Aeropuerto de Gran Canaria”, 2009.
- [6] **IEC** “INTERNATIONAL STANDARD IEC 61400-1”. 2005-08, Ed. 3.0
- [7] **Gobierno de Canarias. Consejería de Industria Comercio y Nuevas Tecnologías.** “PECAN. Plan Energético de Canarias”.