

EVALUACIÓN ACÚSTICA MEDIOAMBIENTAL DEL PARQUE EÓLICO “ LA CUERDA”

PACS REFERENCE 43.50.X

Martínez Juan; Ferri, Marcelino; Jesús Alba; Jaime Ramis; García, José M^a .

Escuela Politécnica Superior de Gandía

Dirección Crta Nazaret-Oliva s/n

46730 Grao de Gandía

Gandía (Valencia)

Tel: 962849300

Fax: 962849309

E-mail: jmmora@fis.upv.es; mferri@fis.upv.es ; jesalba@fis.upv.es , jramis@fis.upv.es ;

jogargar@epsg.upv.es;

ABSTRACT

The aim of this paper is the acoustic evaluation of the wind park “La Cuerda”. This park is located at 40 km from Albacete (Spain). This park it extended over an area of 1500 square meters and it has a number of 47 aerogenerators which produced the electromotrice force to feed Spanish electric net.

This work is included in our research line of the Environmental Acoustics and Psychoacoustics.

We have evaluated (statistical and frequencialy) 180 measuring points extended across the park, points near the aerogenerator (50 m) and far from aerogenerator (450 m).

DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO “LA CUERDA”

El Parque Eólico de La Cuerda se encuentra a unos 40 kilómetros en dirección sudeste de Albacete capital, a unos 7 km al sudeste de la población de Pétrola, y a unos 3 km al sur de Corral-Rubio, quedando el parque integrado entre estos dos últimos municipios.

La vegetación predominante está compuesta fundamentalmente por matorral bajo, aunque también se puede observar que existen pinos, encinas y coscojas. La zona de medida abarca más allá del propio parque, en dicha zona hay terrenos de cultivo y se encuentra entre las cotas de altitud de 900 y 1000 m.

A continuación se describen las características generales de los aerogeneradores antes de mostrar los resultados del estudio acústico.

En un principio el parque se ideo con un total de 75 aerogeneradores, aunque posteriormente se redujo el número de molinos a 47 para abrir huecos para el paso de aves.

Al final el parque quedó constituido por los 47 aerogeneradores mencionados repartidos del siguiente modo:

ALINEACIÓN	Nº DE AEROGENERADORES
A-1	9
A-2	13
A-3	17
A-4	8

Todos los aerogeneradores de una misma alineación son equidistantes entre sí, siendo la

distancia aproximada que los separa de 80 m. Las cuatro alineaciones están concatenadas longitudinalmente, ocupando una longitud total de casi 5 km, incluyendo los dos pasos de aves que se encuentran en el centro (más de 1 km).

Los aerogeneradores alcanzan una altura total de 55 metros, cada uno de ellos proporciona una potencia de 660 kW, sumando una potencia total de 31 MW, suponiendo que el número de horas a plena potencia de la instalación es de 1492 horas, la producción anual del parque sería de 46.2 GWh.



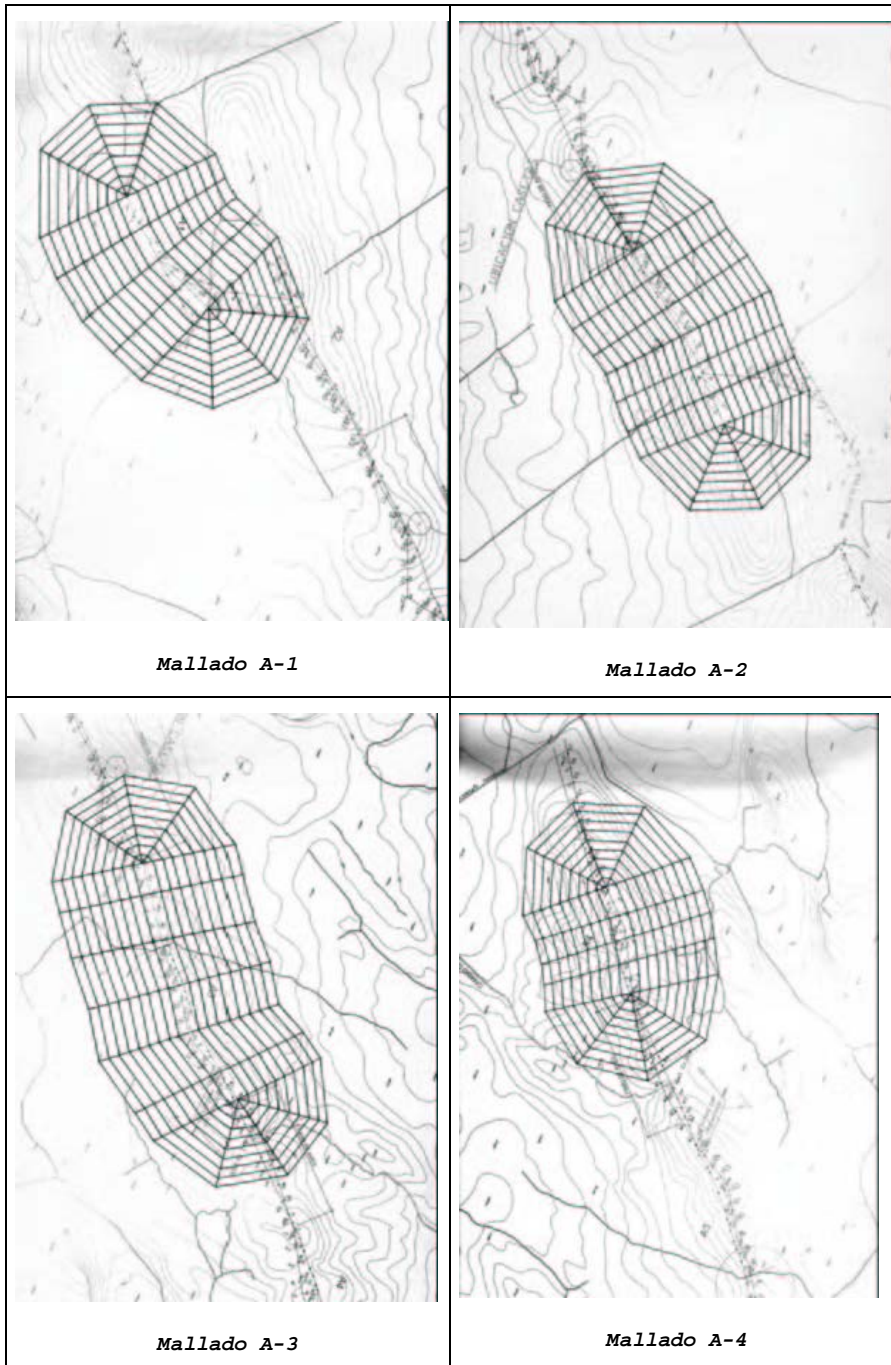
Los aerogeneradores son del tipo GAMESA GI47/660, dichos aparatos constan de un rotor, de eje horizontal situado a gran altura, accionado por tres palas y al que se conecta, mediante un multiplicador, el alternador. El aerogenerador, está situado encima de una torre cimentada en una zapata de hormigón armado.

El aerogenerador GI47/660 es una turbina con el rotor situado a barlovento (hacia la parte de la cual viene el viento), de 47 metros de diámetro, equipado con tres palas aerodinámicas de paso variable controlado por microprocesador, y con un sistema activo de orientación y otro mediante el cual se regula la velocidad.

Estos aerogeneradores son capaces de arrancar sin motor, gracias a la regulación del paso del viento: A bajas velocidades de viento, las palas se orientan para presentar la máxima resistencia al viento, y así aprovecharlo de modo óptimo. Cuando el viento es demasiado elevado, las palas son orientadas para oponer una resistencia mínima al viento, quedando de este modo parado el aerogenerador. Gracias a esto, se optimiza la eficiencia en la captación de la energía del viento. La velocidad del viento necesaria para que arranque el aerogenerador es 4,5 m/s, y la velocidad para que se giren las palas, provocando la parada y así evitar posibles riesgos es 25 m/s.

METODOLOGÍA

La densidad de puntos de un área depende de la resolución espacial requerida para el estudio y la variación de los niveles de presión sonora del ruido. Se recomienda, que la elección de los puntos de medida se realice de tal forma que entre dos situaciones consecutivas no exista una diferencia mayor de 5 dB(A) en el nivel de presión sonora. Para facilitar la expresión y dar una apariencia homogénea a la representación de los resultados es aconsejable utilizar una malla rectangular sobre el entorno sometido a estudio, de tal forma que las estaciones de medida se sitúen en los vértices de dicha malla [1].



El Parque estudiado está dividido en 4 alineaciones, diferentes entre sí, por este motivo se decidió hacer un mallado personalizado para cada una de las alineaciones. Cada alineación fue tomada como una línea recta, y los puntos de medida, trazaban líneas perpendiculares a la alineación tanto por un lado como por el otro, dichos puntos están separados una distancia de 50 m, abarcando una distancia total de 50 hasta 450 m fuente-receptor.

Los extremos de todas las alineaciones fueron considerados de forma diferente, en ellos se trazaron puntos, también separados 50 m, pero ahora las líneas no son perpendiculares, sino que forman ángulos de 45° . Todas estas descripciones se pueden ver en las gráficas particulares de cada alineación, la distribución de puntos es del siguiente modo:

Tras el mallado, fueron marcados sobre el terreno, todos los puntos, un total de **648 puntos**, que ocupan longitudinalmente casi **5 km** abarcando una superficie total de terreno de más de

cinco millones y medio de m^2 (5.649.688 m^2).

Antes de realizar las medidas todos los puntos fueron marcados, para que posteriormente el periodo de medidas fuese más sencillo y rápido.

Este estudio se llevó a cabo siguiendo la metodología Dinámica, debido a la ingente cantidad de puntos que resultaron del mallado.

EQUIPO DE MEDIDAS

Para la realización de todas las medidas se utilizó la siguiente instrumentación:

- Anemómetro de gran precisión.
- Sonómetro 2231 de Brüel & Kjaer de clase 1 de acuerdo con la norma IEC 651.

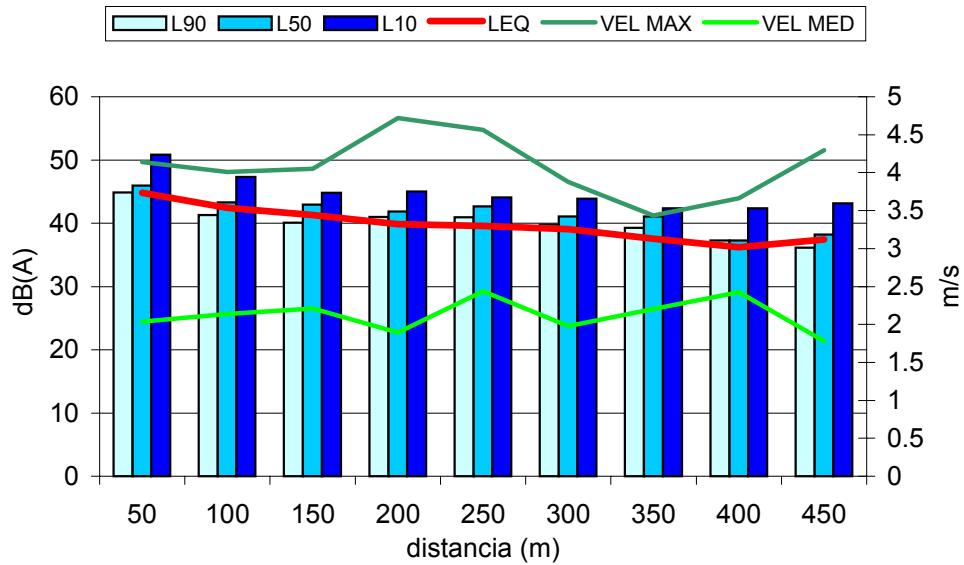
Se expone a continuación la configuración del sonómetro, dicha configuración fue la misma para las medidas estadísticas y para las frecuenciales, pese a que cada una de estas fuese realizada con un módulo diferente del sonómetro. La escala de ponderación en frecuencia fue la *A*, por ser esta la recomendada por la ISO 1996/3. El equipo fue configurado como *Slow*, de este modo las variaciones bruscas de sucesos aislados, no influirán tanto en procesos de varios minutos. La incidencia elegida fue *Aleatoria*, pues es la que mejor recoge el ambiente sonoro de exteriores. En acústica ambiental la selección del nivel sonoro continuo equivalente $L_{Aeq,T}$ es de carácter obligatorio. Este parámetro nos da una idea global del nivel sonoro que tenemos en cada situación. Sin embargo, necesitamos parámetros que nos indique la distribución de niveles que ha existido durante el periodo de tiempo de medida; Con este fin se han considerado interesantes los niveles $L_{A90,T}$, $L_{A50,T}$ y el $L_{A10,T}$ niveles que se han sobrepasado durante el 90, 50 y 10% del tiempo respectivamente. Para la elección del tiempo de las medidas, se hizo un estudio previo, decidiéndose que cada medida durase 4 minutos.

MEDIDAS Y RESULTADOS

Como ya ha sido mencionado, se van a diferenciar dos tipos de resultados: los resultados de las medidas estadísticas, tomadas con el módulo BZ 77115, que nos dan los parámetros $L_{Aeq,T}$, $L_{A90,T}$, $L_{A50,T}$ y $L_{A10,T}$ y por otra parte los resultados del análisis frecuencial.

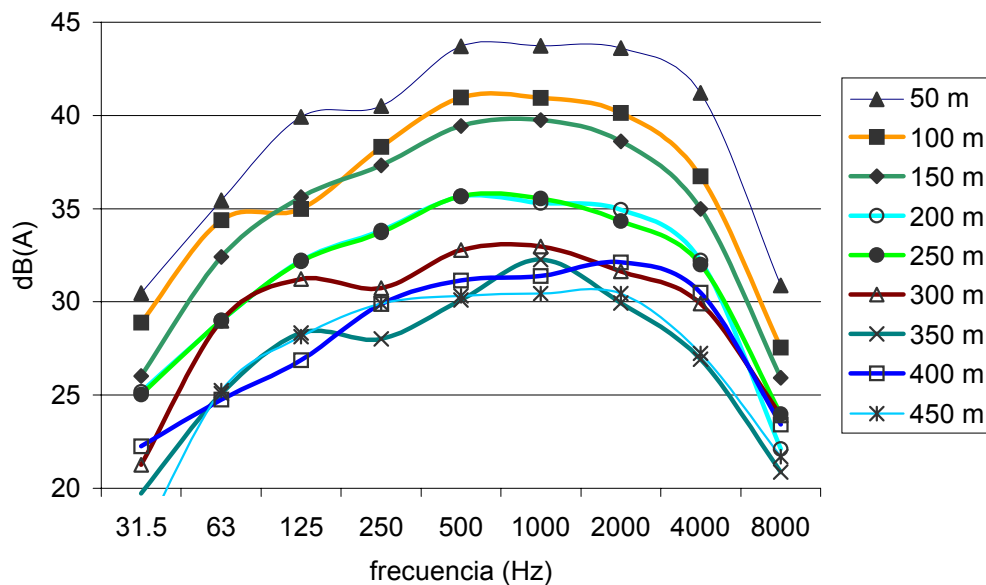
Sumando los dos tipos de medida, obtenemos **28423 datos**. Se hicieron 829 medidas estadísticas, en cada medida se obtuvieron 7 datos significativos, sin tener en cuenta la fecha, la hora, la temperatura... Así que se obtuvieron **5803 datos estadísticos**.

Todos estos datos estadísticos fueron reunidos y se calculó la media energética de cada uno de los parámetros que resultaban de cada medida, el resultado de esta media logarítmica se ve en la siguiente gráfica. Como en todas las medidas se tomó la velocidad media y máxima del viento, también se calcularon las medias de esta y aparecen a continuación:



Podemos ver que las velocidades media y máxima, están referenciadas al eje de la derecha, y todos los demás parámetros, que son niveles sonoros, al eje de la izquierda. Se aprecia que el nivel sonoro disminuye de modo regular, a la vez que la distancia aumenta, pero en ningún momento se alcanzan valores demasiado altos, ya que el mayor valor, (a 50 m lógicamente) es de 45 dB(A).

En lo referente al estudio frecuencial, se realizó en tercios de octava desde 31,5 Hz. hasta 8 kHz. Al final se obtuvieron 4327 medidas, cada una de las cuales aportaba 5 datos significativos, teniendo un total de 22620 datos frecuenciales.



En la gráfica anterior se muestra de modo claro el espectro frecuencial resultado del cálculo de las medias de todas las medidas frecuenciales. Se ha calculado de modo independiente el espectro para cada distancia, y el resultado es que son espectros muy semejantes, con niveles más altos en las frecuencias de 1000-4000 Hz.

El decrecimiento regular del nivel sonoro, que ya fue comentado en las medidas estadísticas, continúa mostrándose ahora en las frecuenciales, manteniendo además los valores numérico, (45 dB(A) para 50 m).

El siguiente paso fue modelizar este tipo de fuentes, para ello se barajaron dos modelos

ideales conocidos como son: la fuente puntual y la fuente lineal.

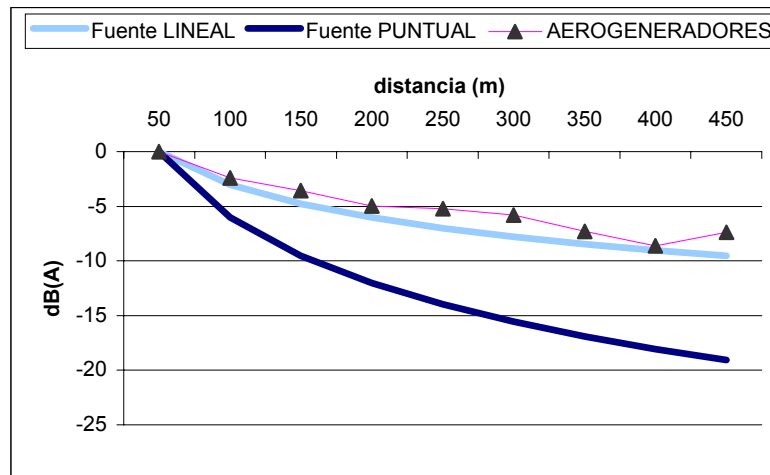
El nivel sonoro producido por una **fuente puntual** ideal, decrece con la distancia

$$\text{según: } 20 \log \frac{R}{R_{\min}}$$

El nivel sonoro producido por una **fuente lineal** ideal, decrece con la distancia

$$\text{según: } 10 \log \frac{R}{R_{\min}}$$

Siendo para ambas fuentes en este caso $R_{\min} = 50 \text{ m}$. Haciendo una comparación gráfica encontramos lo siguiente:



Por lo tanto podemos concluir de nuestro estudio que:

- El impacto acústico del parque eólico es mínimo aproximadamente 45 dB(A) de nivel de presión sonora a 50 m y a 200 m el nivel de presión sonora es ya 40 dB(A). Finalmente a 450 m el nivel cae hasta 37 dB(A).
- Los aerogeneradores a estudio siguen bastante bien el modelo de fuente lineal, aunque se trate de fuentes independientes claramente diferenciadas y espaciadas.
- Los máximos de $L_p(\text{dBA})$ aparecen en el intervalo de 1000 a 4000 Hz siendo los espectros similares para cualquier distancia a la fuente.

REFERENCIAS

- "International Estándar ISO 1996/1. Acoustics Description and Measurement of Environmental Noise. Basic Quantities and Procedures". Primera edición 1982.
- "International Estándar ISO 1996/2. Acoustics Description and Measurement of Environmental Noise. Acquisition of Data Pertinent to Land Use". Primera edición 1987.
- "International Estándar ISO 1996/3. Acoustics Description and Measurement of Environmental Noise. Application to Noise Limits". Primera edición 1987
- "Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido". C. Harris.