

ENERGÍA EÓLICA

Servicios de Ingeniería Acústica y Vibraciones



R

“Es preferible una respuesta aproximada a la pregunta correcta, a menudo imprecisa, que una respuesta exacta a una pregunta incorrecta que siempre podrá precisarse tanto como queramos.”

John W. Tukey

Preguntas correctas llevan a respuestas correctas

“No tengo por qué jurar fidelidad a las palabras de ningún maestro.”

Horacio

Lo positivo de un problema sin solución aparente es el placer que produce encontrarla

“Yo defiende que la simbiogénesis es el resultado de una convivencia a largo plazo y que es la principal fuente de innovación evolutiva en todos los linajes de organismos superiores no bacterianos.”

Lynn Margulis

Una comunicación fluida constituye la base para seguir progresando

ICR

Ingeniería para el Control del Ruido (ICR), es una ingeniería acústica con sede en Barcelona dedicada a la solución de problemas de ruido y vibraciones. Fundada en 1995 por profesionales con más de 20 años de experiencia en el campo de la vibroacústica, ofrece los últimos avances en métodos de análisis para sectores tan diversos como el del ferrocarril, la automoción, la energía eólica, la industria o la construcción.

La filosofía de la empresa es ofrecer siempre la solución más eficiente para cada problema vibroacústico de sus clientes. Para ello, la mayoría de los esfuerzos de ICR se han depositado en I+D, con el objetivo de desarrollar nuevos métodos predictivos y de análisis. Este perfil innovador ha permitido a la empresa participar desde sus inicios en numerosos proyectos internacionales y nacionales. En algunos casos, estos proyectos se han traducido en la transferencia de tecnología propia desde ICR a sus clientes.

El equipo de medida de ICR es capaz de analizar de manera simultánea, una gran cantidad de puntos de medida, permitiendo determinar una solución eficiente para problemas de ruido y vibraciones reales.

Los clientes de ICR disponen de una total transparencia en cada uno de los pasos realizados durante el tiempo que dura cada estudio acústico. De esta forma el cliente obtiene el *know-how* necesario para escoger la mejor opción para cada situación. Los servicios de ICR también incluyen la realización de software hechos a medida para cada cliente y el desarrollo de métodos propios para la medición del ruido y el análisis de vibraciones.

El personal de la empresa está formado por doctores, físicos e ingenieros. Este amplio conocimiento y experiencia permite analizar cualquier problema de ruido y vibraciones desde un punto de vista global y especializado. El resultado es siempre un buen diagnóstico de cada problema vibroacústico y la propuesta de la mejor solución. Porque cada problema es único y requiere una respuesta óptima.



Medición acústica de un parque eólico

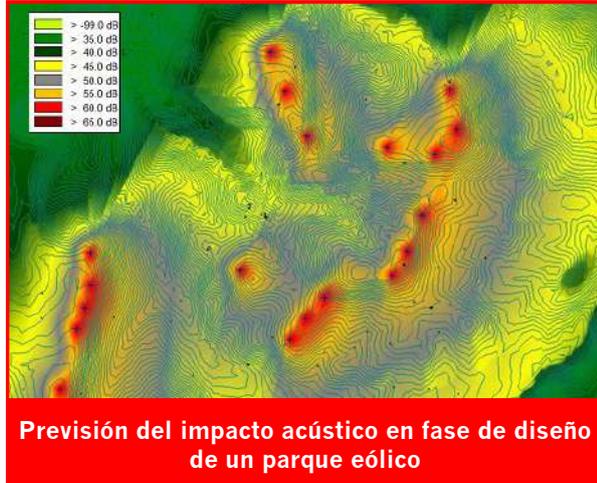
Teoría y Ensayos

Gracias a su trayectoria, ICR ha sabido adaptarse a las necesidades del mercado, y desde hace varios años trabaja activamente para el sector eólico. El trabajo de ICR en este campo se centra en la realización de un estudio acústico completo y en el análisis de vibraciones en aerogeneradores según normativa. También dedica parte de su trabajo al estudio de su impacto ambiental acústico.

ICR actúa en cada una de las fases de implementación de un parque; desde la fase de diseño de los aerogeneradores hasta su finalización con el parque eólico en funcionamiento. La finalidad es obtener estimaciones reales del futuro comportamiento vibroacústico de los mecanismos para prevenir problemas de ruido y vibraciones y realizar un estudio acústico completo para evaluar el impacto ambiental acústico generado por el funcionamiento de un parque ya construido.



Medición acústica de un parque



Ruido y vibraciones en fase de diseño

Para averiguar el ruido o las vibraciones que puede llegar a producir un mecanismo como un aerogenerador antes de ser construido, ICR combina el análisis teórico con una serie de ensayos *in situ*. Como consecuencia, ha sido necesario adaptar varios métodos específicos con el fin de poder predecir y comprobar a posteriori, el comportamiento acústico o vibratorio del aerogenerador.

Algunas de estas metodologías están destinadas a realizar cálculos de previsión y al análisis experimental del comportamiento del producto en fase de desarrollo, evitando de este modo posibles problemas futuros.

El objetivo no es sólo limitar el ruido emitido sino, también, minimizar las vibraciones para limitar las cargas dinámicas capaces de provocar roturas, y a su vez, reducir los costes de mantenimiento, por ejemplo de los engranajes.

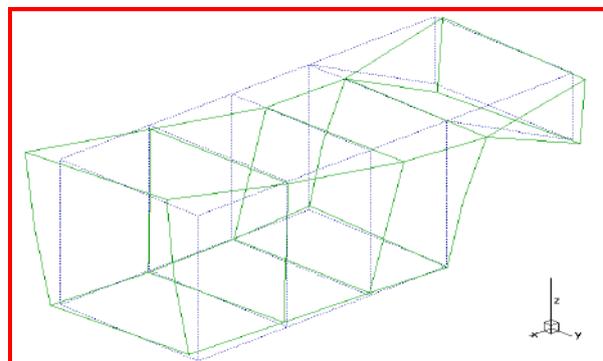
Entre dichos métodos destacan:

- Elementos Finitos (FEM)
- Elementos de Contorno (BEM)
- *Ray-Tracing*
- Análisis Estadístico Energético (SEA)
- Aeroacústica
- Análisis Modal
- ATPA (*Advanced Transfer Path Analysis*)
- Inversión de modelos
- Fotografía acústica

Análisis Modal

Mediante el **Análisis Modal Experimental (EMA)** se determinan los modos propios (deformadas, frecuencias y amortiguaciones propias) de una estructura mediante la aplicación de un protocolo de medición de las funciones de transferencia entre vibraciones y fuerzas. Con esta información se obtiene un modelo dinámico completo del sistema, permitiendo por ejemplo, conocer su respuesta a cualquier excitación externa. De esta manera se identifican y corrigen resonancias problemáticas, o se optimizan los puntos de apoyo de equipos frágiles.

Un caso habitual es el análisis modal de la estructura de la góndola y de los equipos que ésta soporta (multiplicador, generador, armarios eléctricos). ICR atesora una importante experiencia en la realización de análisis modal experimental en aerogeneradores en fábrica o ya instalados en el parque.



Modo propio de flexión del bastidor de una góndola de aerogenerador

En el campo de I+D, ICR ha estudiado intensamente la aplicación del **Análisis Modal Operacional (OMA)** a los aerogeneradores, desarrollando métodos absolutamente innovadores en esta importante metodología.

El OMA consiste en un análisis modal de las vibraciones con el aerogenerador en funcionamiento. A diferencia del método tradicional, no necesita la medición de fuerzas. La realización de ensayos en condiciones de funcionamiento real del aerogenerador permite obtener un modelo experimental que tiene en cuenta las particularidades del comportamiento en operación.

Medidas según norma IEC 61400

ICR caracteriza la potencia acústica de los aerogeneradores en función de las medidas de presión sonora que marca la norma IEC 61400. Dicha normativa especifica un procedimiento de medición que permite caracterizar las emisiones de ruido de un aerogenerador con respecto a una gama de velocidades y direcciones de viento.

Esta clase de mediciones son realizadas por ICR de forma estricta y rigurosa. De acuerdo con la misma norma, también realiza mediciones de directividad, parámetro básico para el posterior cálculo de los niveles de ruido generados por las instalaciones de los molinos.



Medida de potencia acústica según IEC 61400 parte 11



Estudio de impacto medioambiental de un parque eólico

Estudios de impacto acústico

Los parques eólicos se acercan cada vez más a zonas habitadas y el ruido que producen empieza a ser un factor fundamental en el estudio de su viabilidad. Con este objetivo así como el de cumplir con las actuales normativas medioambientales, ICR realiza estudios completos tanto para evaluar el impacto acústico ambiental generado por el funcionamiento de un parque ya construido, como para predecir el impacto de un parque aún en fase de diseño.

El método desarrollado por ICR se divide en varias fases; en primer lugar, efectúa una caracterización acústica de la zona mediante mediciones in situ para conocer exactamente su situación previa. Una vez conocidos estos datos, simula un modelo teórico en el que se combinan la acústica del entorno natural con la de los aerogeneradores. Por último y con los resultados en la mano, ICR propone las soluciones más adecuadas para cada caso.

Adaptando las mediciones reales previas de ruido al modelo numérico se está en condiciones de calibrarlo, consiguiendo así, los resultados con la máxima fiabilidad.

ICR se encarga de la viabilidad acústica desde la fase del diseño de un parque hasta después de su implementación

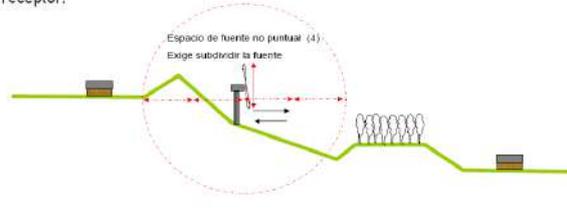
Formación a Medida

Para cada sector donde trabaja, ICR ofrece servicios específicos de formación a los profesionales que lo integran.

En el sector eólico, los cursos se imparten tanto a los fabricantes de aerogeneradores como a los responsables de planificar, gestionar y construir los parques eólicos. Para cada uno de los agentes se desarrolla un temario adaptado a sus necesidades, y en el que se introducen conceptos de acústica, y a su vez, se relacionan con la normativa actual.

Impacto Acústico Ambiental de un Parque Eólico

En los siguientes pasos obtendremos los parámetros especificados por la ISO 9613 de forma simple para calcular el nivel de presión sonora en un punto receptor:



ICR reiligrup Empresa Autorizada X IT

Curso de impacto ambiental

Las empresas más importantes del país ya han realizado los cursos de ICR

Curso de impacto acústico de un parque eólico

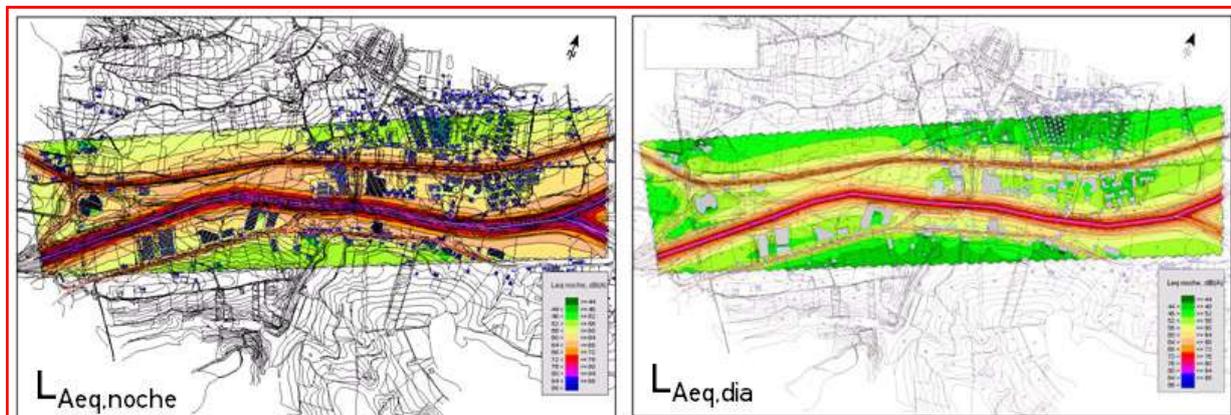
El Curso de impacto acústico de un parque eólico está pensado para que cualquier persona, sin conocimientos previos de acústica, pueda llegar a tener un criterio acústico para poder entender las normativas, tanto de medición como de cálculo medioambiental.

Dicho curso está dividido en tres partes:

1. Introducción a la acústica básica para entender y dominar las normativas medioambientales.
2. Estudio de impacto acústico ambiental de un parque eólico,
3. Realización de varios ejemplos prácticos.

El punto fuerte de la jornada es el desarrollo de un estudio de impacto acústico ambiental de un parque eólico especializado en las medidas de ruido de fondo según la NFS 31-010 y la Pr NFS 31-114, y un modelo de previsión acústica según la normativa ISO 9613-2.

El curso tiene una duración de tres días, aunque puede variar dependiendo del temario, debido a que ICR ofrece la posibilidad de ajustar cada curso a los menesteres del cliente hasta el punto de hacerlo totalmente personalizado. Por este motivo, la jornada está teniendo muy buena acogida entre los principales agentes del sector del país.



Curso de impacto ambiental - Comparación del cálculo L_{Aeq}

Proyectos de acústica y vibraciones en energía eólica.

Aunque son pocos los años que ICR lleva involucrada en el sector de la energía eólica, cuenta con un significativo número de proyectos, entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

- Curso de impacto acústico ambiental en parques eólicos debido a la instalación de un nuevo parque. Suzlon Wind Energy España.
- Estudio de impacto acústico en un parque eólico de Vestas localizado en Dubai. Modelización mediante software CadnaA a través de dos pasos. Vestas.
- Estudio acústico en un transformador de ABB, líder global en tecnologías electrotécnicas y de automatización, en su fábrica de Shangai. Incluye mediciones del nivel de potencia según norma IEC60076-1, test de tonalidad según norma IEC61400-1 y propuesta de soluciones. ABB.
- Proyecto I+D “InVent: Automatic Operational Modal Analysis (OMA) para determinar los modos de vibración en la estructura de un aerogenerador”. Determinación de los modos propios de los aerogeneradores de forma automatizada a partir de mediciones con los aerogeneradores en operación. Alstom Ecotecnia.
- Asesoría acústica para la evaluación del grado de molestia ocasionado por un aerogenerador situado en el parque eólico de Les Forques I en el exterior de dos viviendas afectadas por el ruido. Mediciones de ruido *in situ*, estimación de los niveles sonoros mediante la aplicación de modelos de simulación con CadnaA basados en la normativa ISO 9613 y propuesta de soluciones de apantallamiento para los vecinos afectados por el ruido de los aerogeneradores. Gamesa Corporación Tecnológica S.A.
- Estudio de predicción del impacto acústico ambiental para la puesta en marcha de tres nuevos parques eólicos en Cataluña y determinación de las posibles soluciones. Gamesa Corporación Tecnológica S.A.
- Estudio de previsión del impacto acústico ambiental para la puesta en marcha de un nuevo parque eólico en Gomera (18 MW), ubicado en el término municipal de Osuna (Sevilla). Gamesa, Corporación Tecnológica S.A.
- Estudio del nivel de potencia acústica generado por los sistemas de ventilación del aerogenerador ECO100 de Alstom Wind. Caracterización de la situación de partida mediante Inversión de Modelo para obtener los valores de potencia acústica de cada una de las fuentes de ruido modeladas. Realización de mediciones sonométricas para estimar el incremento de ruido debido a la conexión de los ventiladores interiores con el aerogenerador. Mediciones realizadas según norma IEC-61400. Alstom Wind.
- Estudio de las resonancias acústicas presentes en el disco de acoplamiento elástico situado entre el generador y el multiplicador de un prototipo de aerogenerador ECO100 . Alstom Ecotecnia.
- Realización de mediciones de potencia acústica en un aerogenerador de Ecotecnia en Villaviente según normativa IEC 61400/11. Creación de un modelo acústico del entorno mediante simulación numérica de la situación inicial y determinación de las características acústicas del aerogenerador. Alstom Ecotecnia.
- Estudio de las vías de transmisión de ruido y vibraciones según método ATPA en el prototipo de un aerogenerador para evaluar la influencia de sus sistemas de ventilación sobre el ruido total emitido. Alstom Wind



EXPERIENCIA

- Análisis Modal Experimental (EMA) en el tren de potencia del aerogenerador ECO 100 de Alstom Wind en su fábrica de Buñuel (Navarra). Análisis en dos configuraciones: par de fuerzas y sin par de fuerzas sobre el eje lento. Alstom Wind.
- Análisis Modal Experimental (EMA) en la góndola del aerogenerador ECO 80 de Alstom Ecotecnia en Buñuel (Navarra). Alstom Ecotecnia.
- Análisis Modal Experimental (EMA) para analizar los modos de vibración de la estructura del bastidor posterior del prototipo de aerogenerador ECO 100 de Ecotecnia, así como los modos locales del transformador y el generador, Buñuel (Navarra). Alstom Wind.
- Curso personalizado de acústica ambiental para la instalación de un nuevo parque eólico. Gamesa Corporación Tecnológica S.A.
- Curso de acústica y aeroacústica de rotores basado en acústica básica, principios de aeroacústica y aplicaciones en motores rotatorios. Alstom Wind.
- Curso completo especializado basado en un estudio de impacto ambiental acústico en un parque eólico. Vestas.



Ingeniería para el Control del Ruido

Berruguete, 52. [Vila Olímpica Vall d'Hebrón]
08035 Barcelona. España - Tel/Fax. +34 93 428 63 39
E-mail: icr@icrsl.com
www.icrsl.com