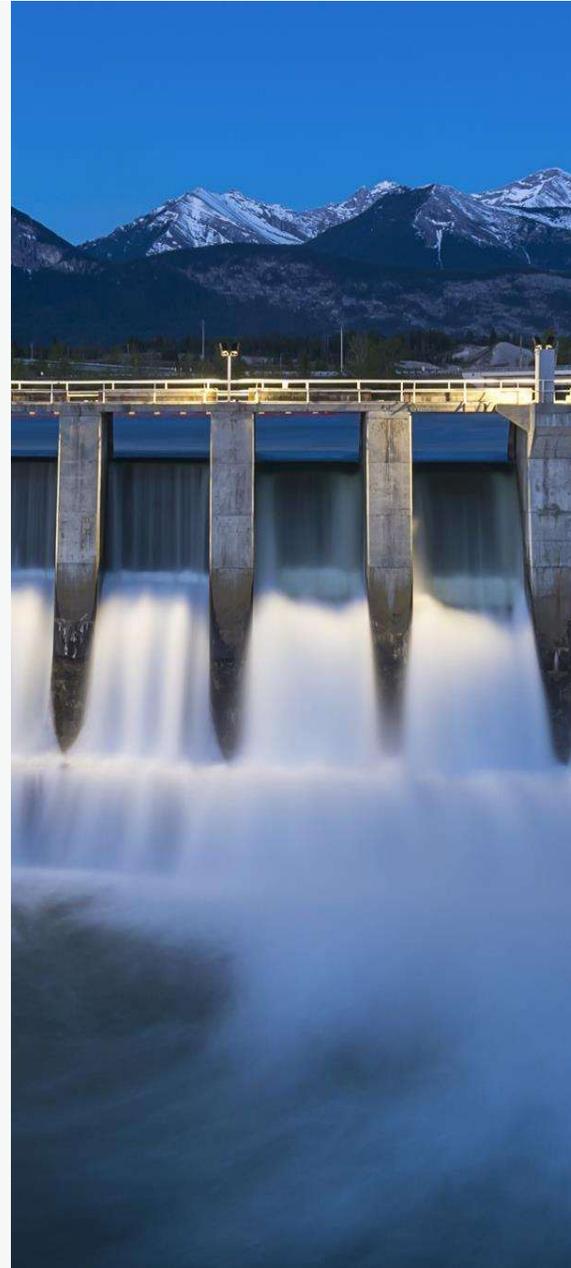




AES Mesamávida
Turbina A04

Análisis Integral y Comparativo de Sonidos



Análisis Integral y Comparativo de Sonidos **WTG04** **Mesamávida** Nordex N149



Introducción

El presente informe tiene la finalidad de realizar un Análisis Integral y Comparativo de los sonidos registrados antes y después del cambio de posición del CMS Acústico y la Cámara Acústica en WTG04. Antes del día 3/6/25 el Aerogenerador contaba con 1 Cámara Acústica instalada sobre el Main Bearing, dentro de Nacelle y 1 CMS Acústico instalado sobre el Rodamiento de Yaw. Luego de dicha fecha se ha relocalizado la Cámara Acústica a la Plataforma Yaw y se han agregado 2 CMS Acústicos mas sumado al que ya estaba, totalizando 3 CMS Acústicos, también instalados en diferentes lugares dentro de la Plataforma Yaw con el fin de poder obtener información sonora desde varios puntos y poder definir el origen del sonido de falla.

Adicionalmente, partir del conjunto de grabaciones correspondientes a un período de una semana, se realizó una selección de registros que evidencian la presencia de eventos acústicos con características específicas, impactos de alta intensidad y elevada energía.

Estas señales en formato RAW fueron analizadas bajo distintas condiciones operacionales, y se les aplicó un Análisis de Transformada de Fourier (FFT) con el fin de detectar componentes significativas de frecuencia.

El análisis incluyó evaluaciones espectrales, de frecuencia, amplitud y energía, con el objetivo de identificar los parámetros más representativos del fenómeno.

AES

PE Mesamávida

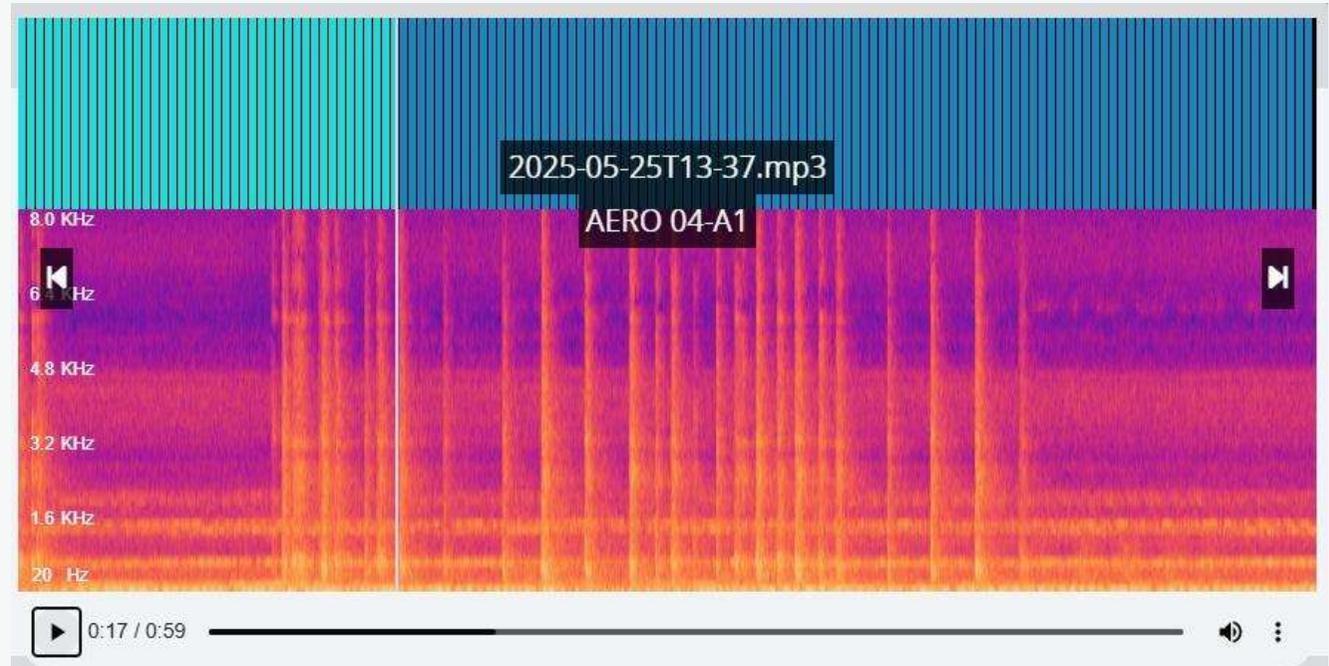
ANTES DE LA RELOCALIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

AES

PE Mesamávida

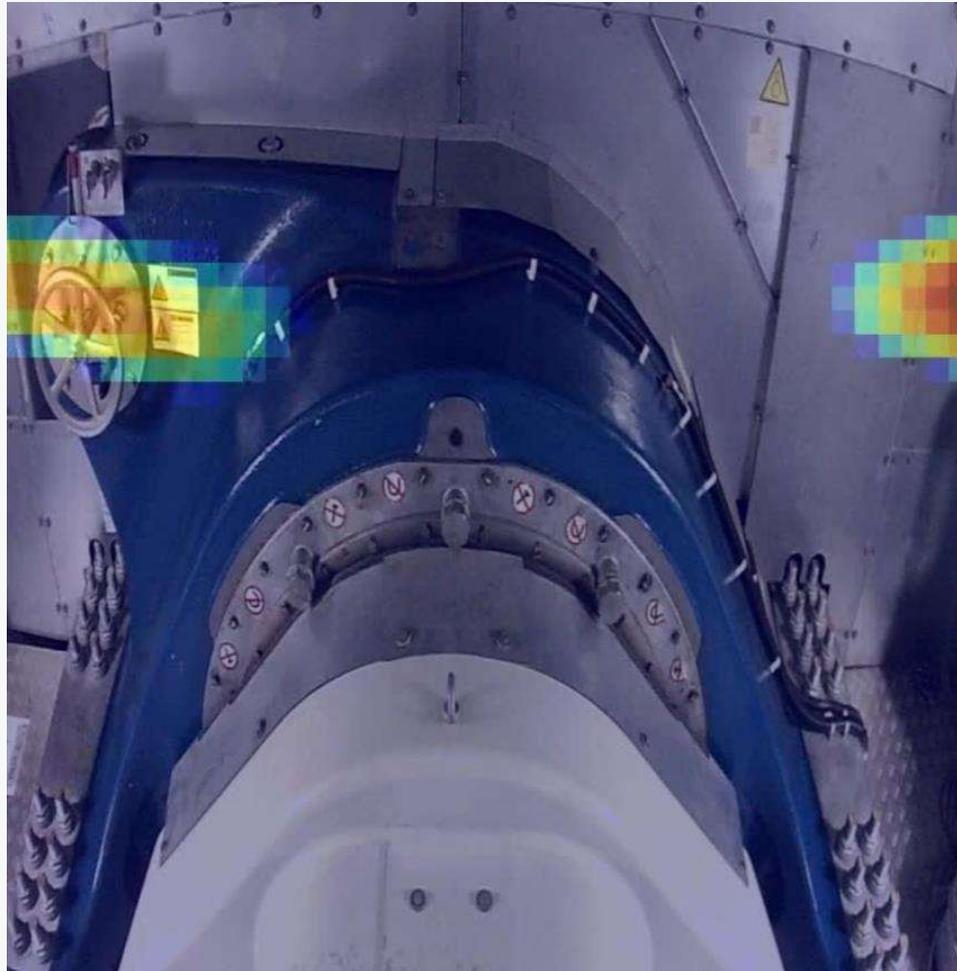


CMS Acústico 25/06/25 13:37hs (Antes de la Relocalización de los Equipos):



AES

PE Mesamávida



Cámara Acústica 28/06/25 07:28hs (Antes de la Relocalización de los Equipos):

AES

PE Mesamávida

DESPUÉS DE LA RELOCALIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

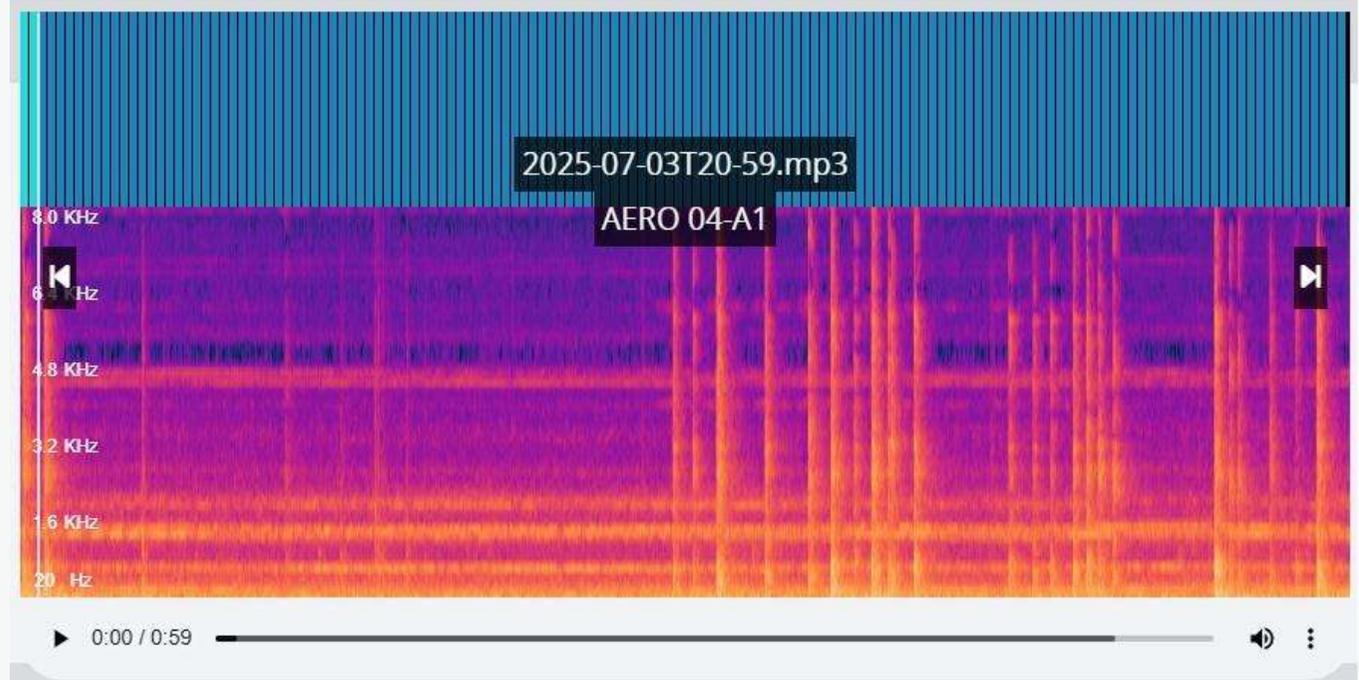
AES

PE Mesamávida

Mic A1



CMS Acústico 03/07/25 20:59hs (Después de la Relocalización de los Equipos):

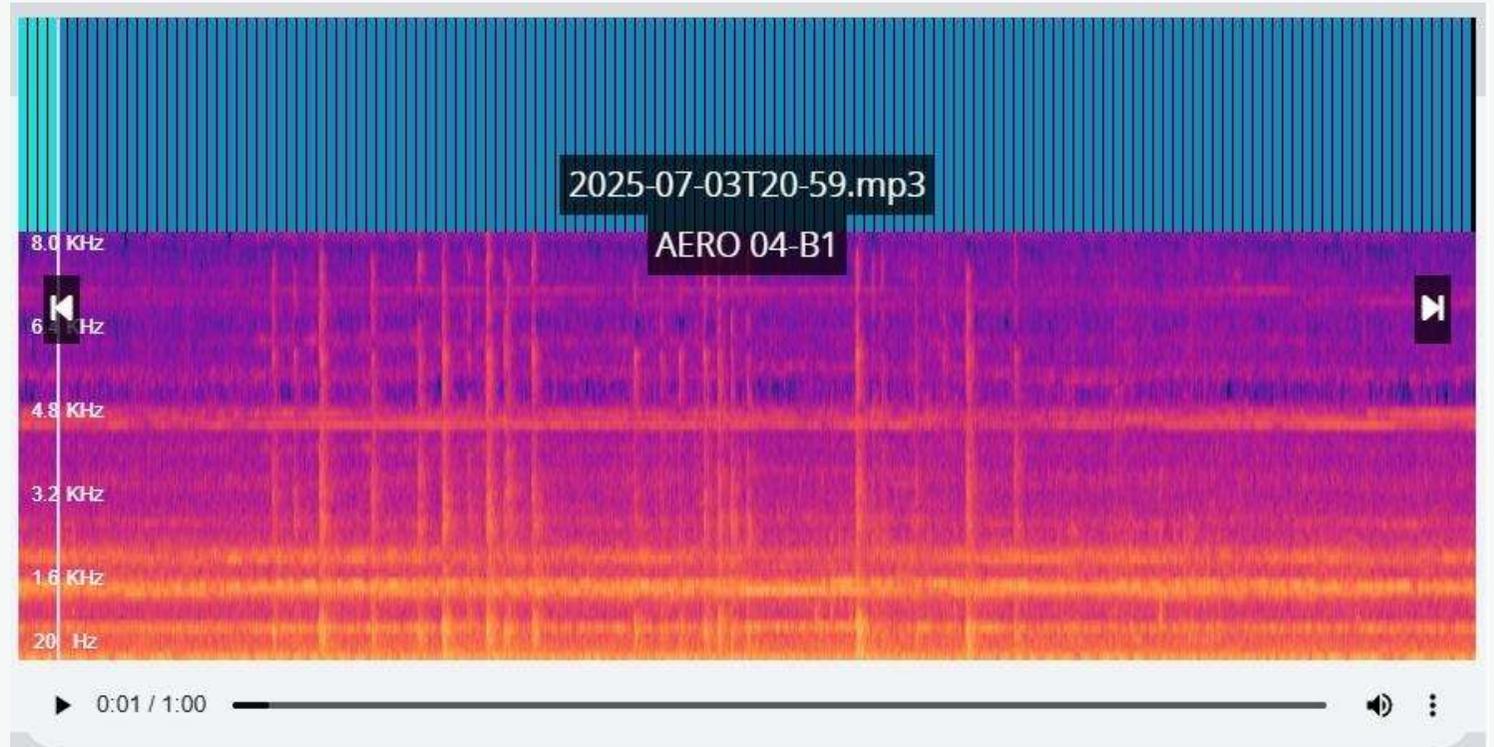


AES PE Mesamávida

Mic B1



CMS Acústico 03/07/25 20:59hs (Después de la Relocalización de los Equipos):



AES

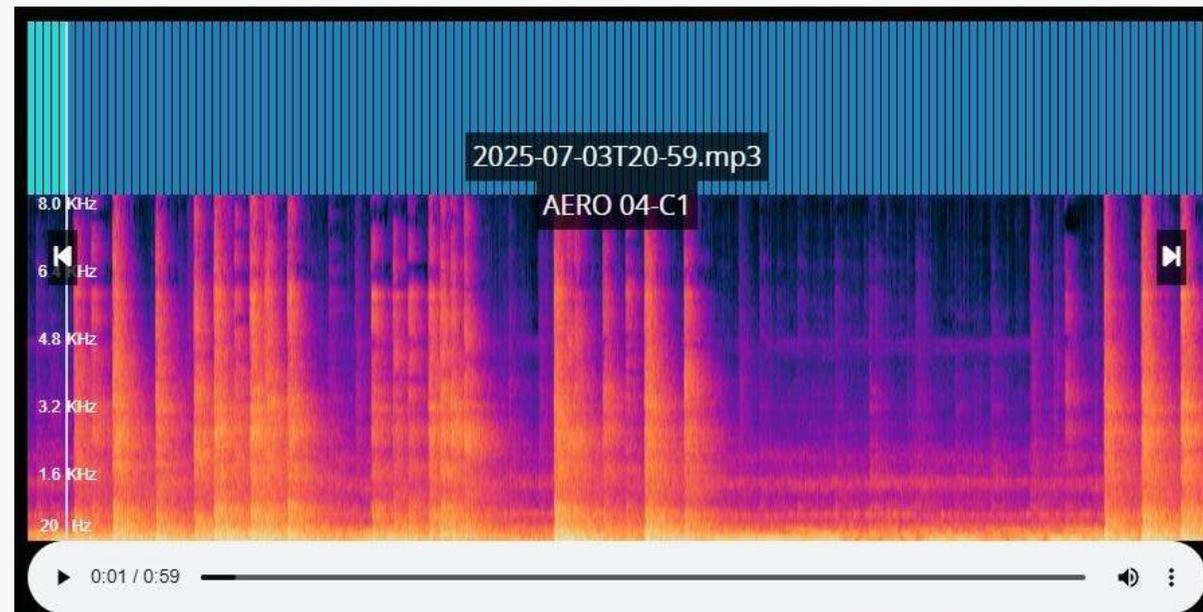
PE Mesamávida



Mic C1

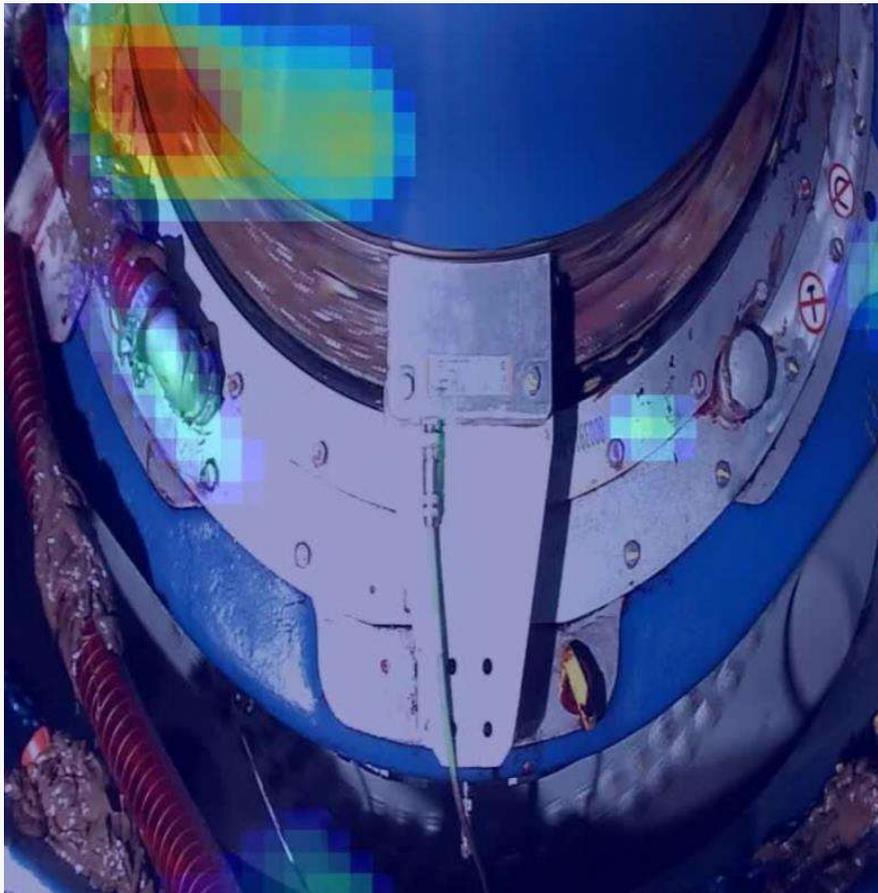


CMS Acústico 03/07/25 20:59hs (Después de la Relocalización de los Equipos):



AES

PE Mesamávida



Cámara Acústica 03/07/25 20:59hs (Después de la Relocalización de los Equipos):

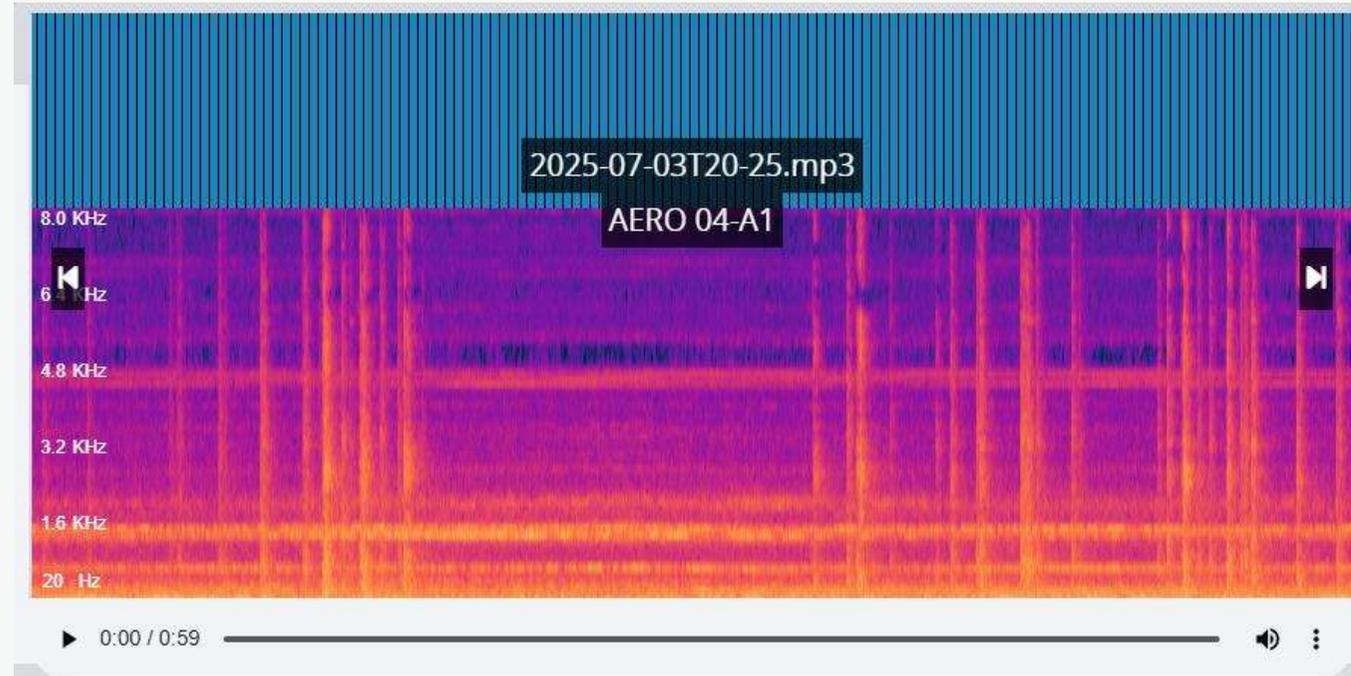
AES

PE Mesamávida

Mic A1



CMS Acústico 03/07/25 20:25hs (Después de la Relocalización de los Equipos):



AES

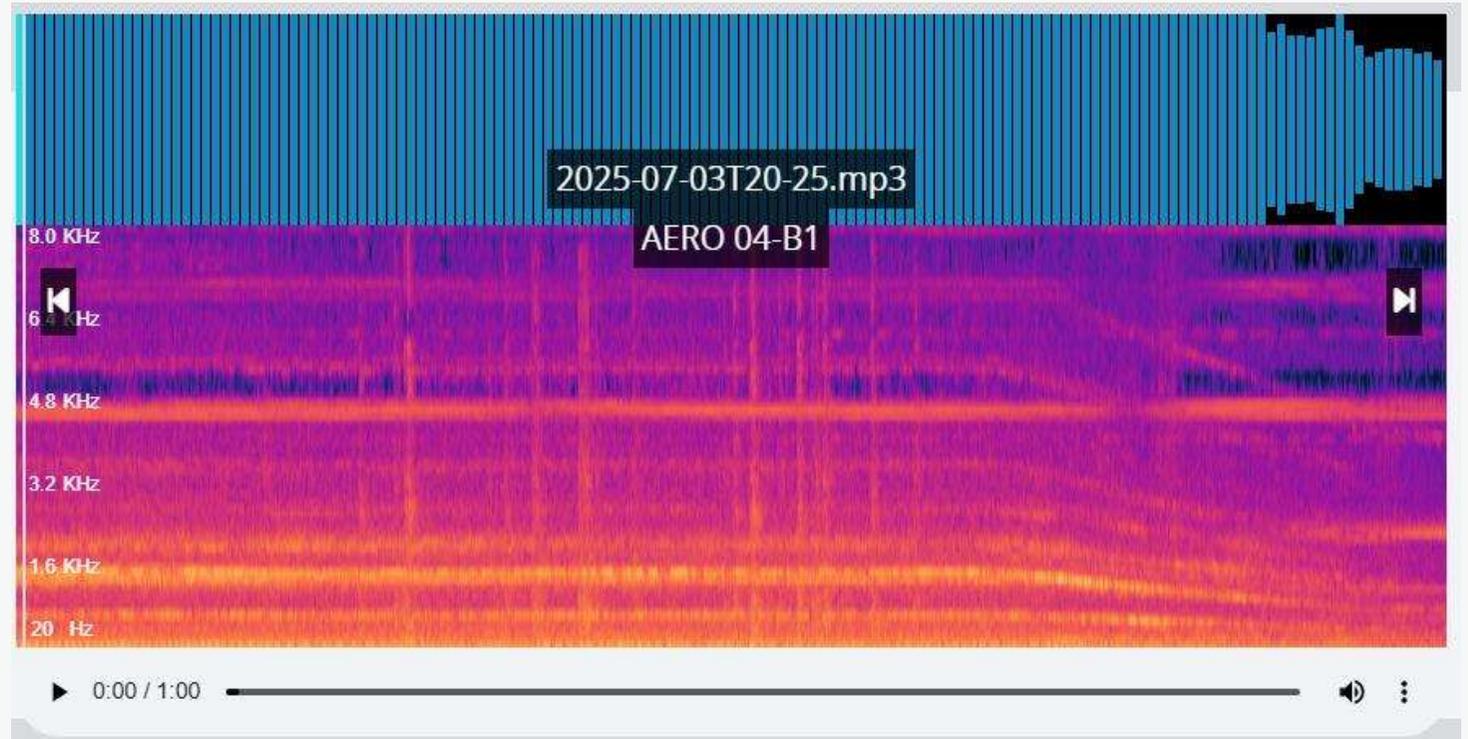
PE Mesamávida

Mic B1



ecometric

CMS Acústico 03/07/25 20:25hs (Después de la Relocalización de los Equipos):



AES

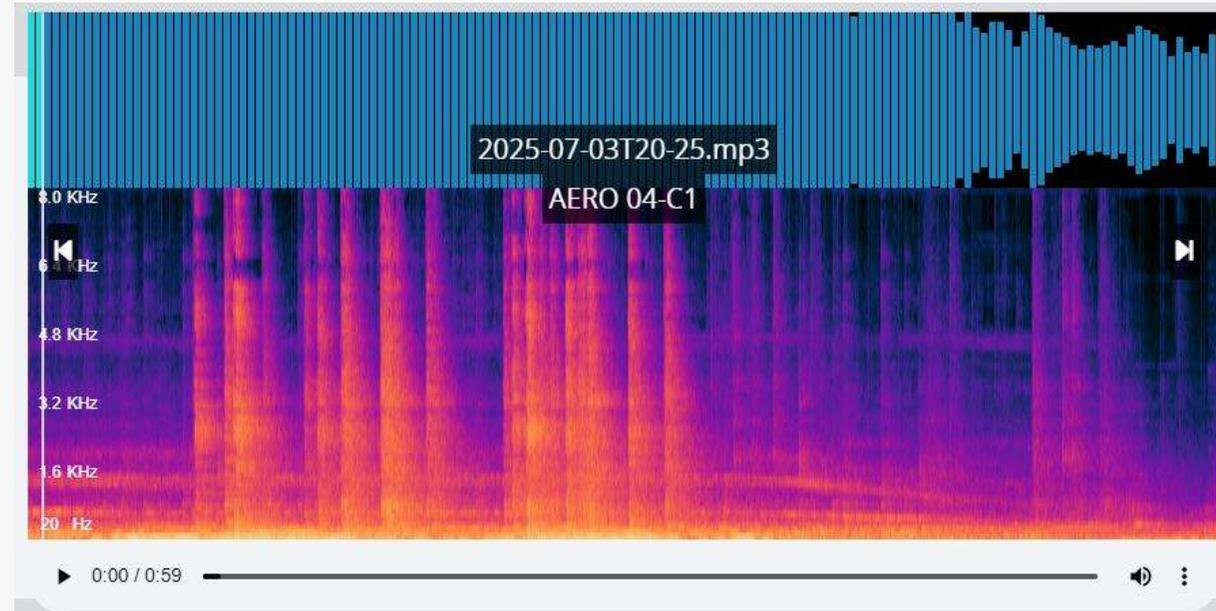
PE Mesamávida



Mic C1

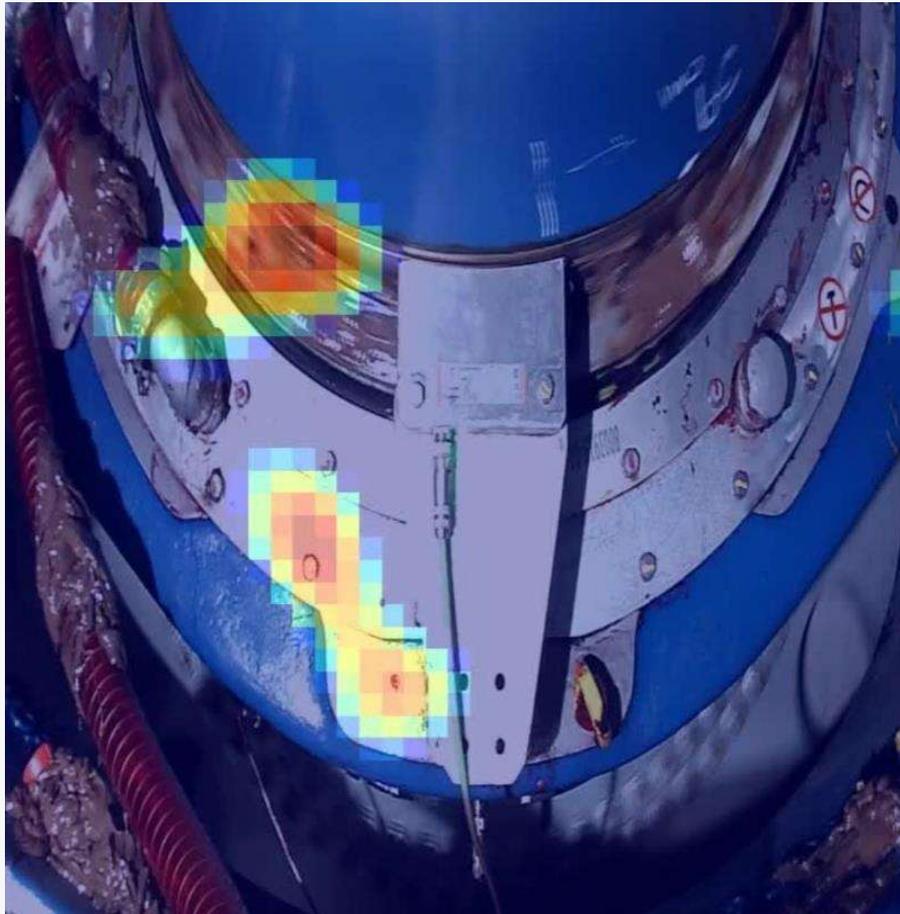


CMS Acústico 03/07/25 20:25hs (Después de la Relocalización de los Equipos):



AES

PE Mesamávida



Cámara Acústica 03/07/25 20:25hs (Después de la Relocalización de los Equipos):

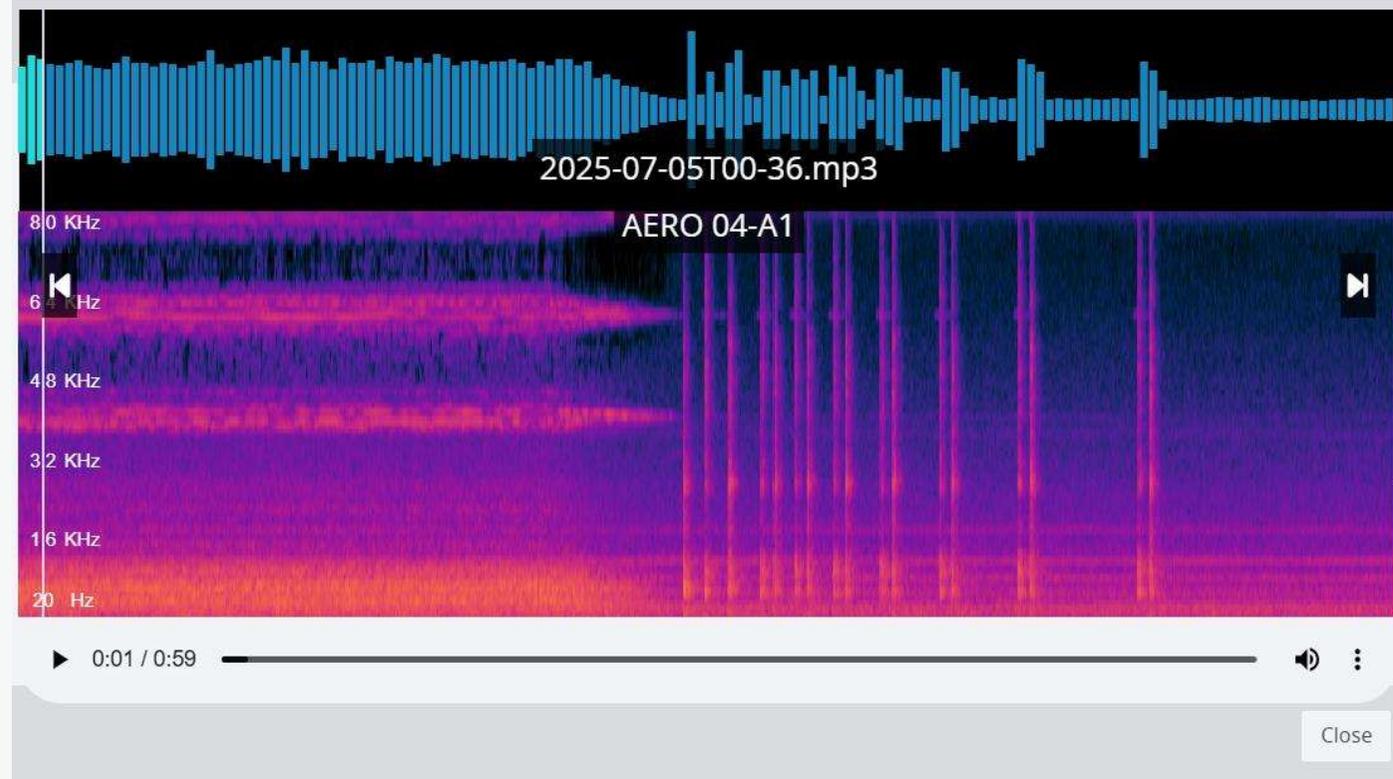
AES

PE Mesamávida

Mic A1



CMS Acústico 05/07/25 00:36hs (Después de la Relocalización de los Equipos):
Turbina detenida

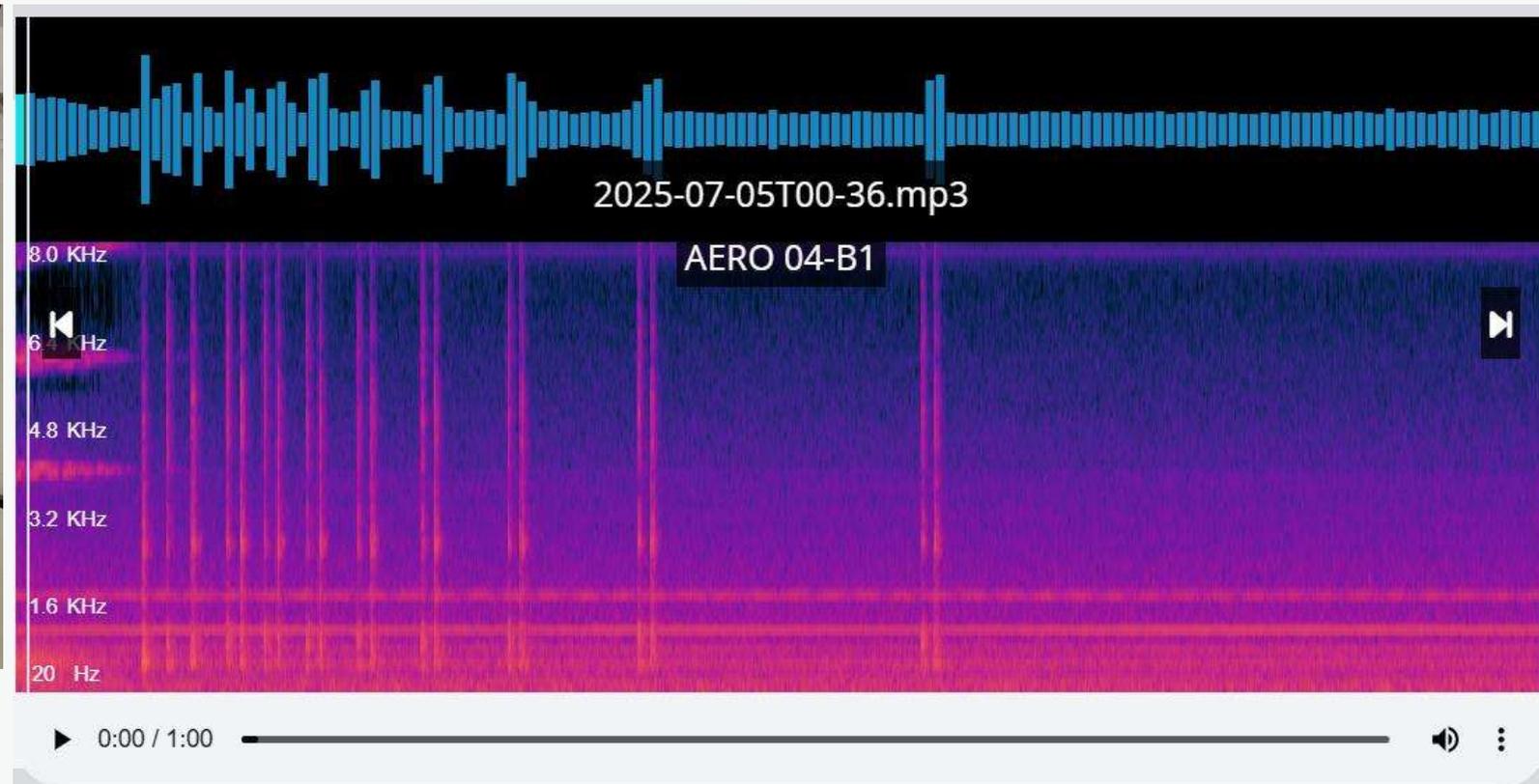


AES PE Mesamávida



CMS Acústico 05/07/25 00:36hs (Después de la Relocalización de los Equipos):
Turbina detenida

Mic B1



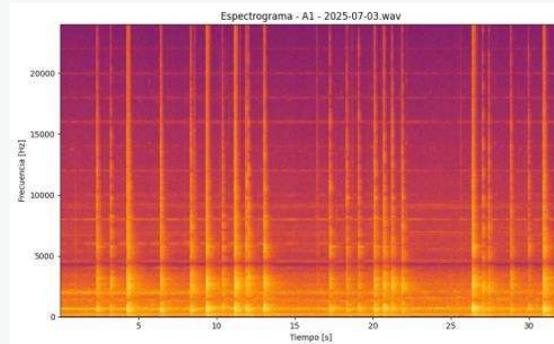
Análisis de Frecuencias



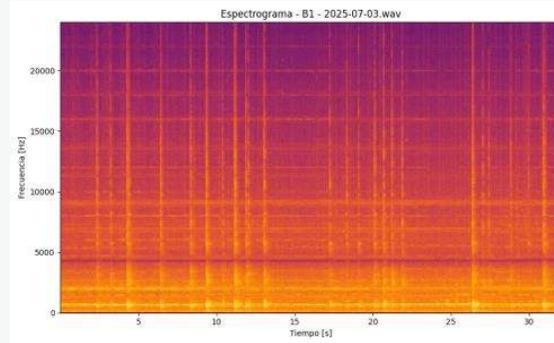
AES

Mesamávida

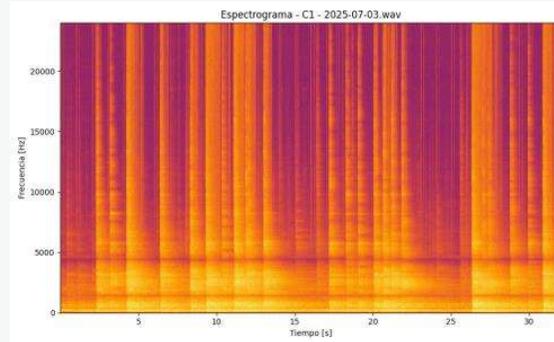
A1



B1



C1



03-07-2025 20:59hs:

Aerogenerador a plena carga.

Se tomo una capsula de exactamente los mismos 30 segundos de cada micrófono, realizando análisis mediante espectrograma visualizando niveles en dB y frecuencias.

Se detectan impactos o golpes contundentes, de alta energía, aislados en el tiempo.

Estos pueden corresponder a colisiones mecánicas internas (eje, freno, carcasa metálica).

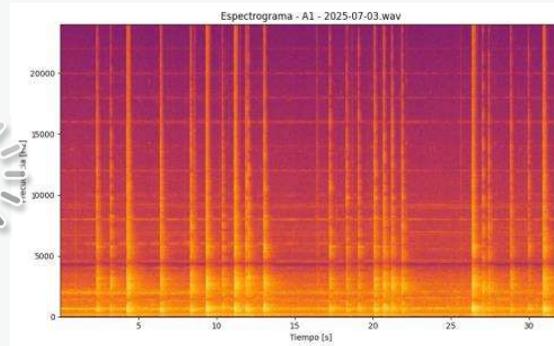
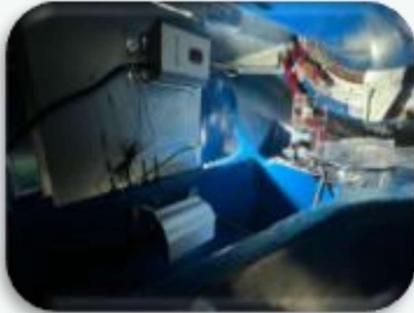
Componentes sueltos vibrando y chocando con la estructura.

Problemas de alineación o juego mecánico.

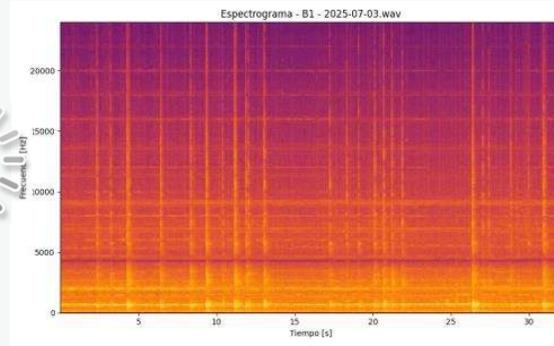
AES

Mesamávida

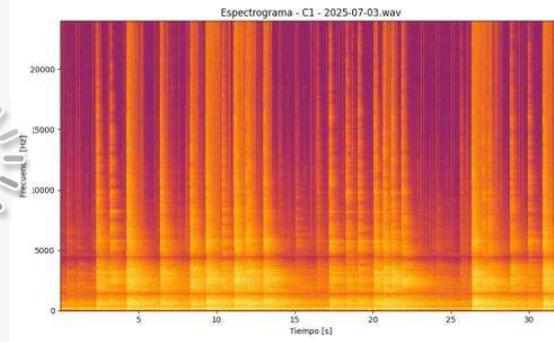
A1



B1

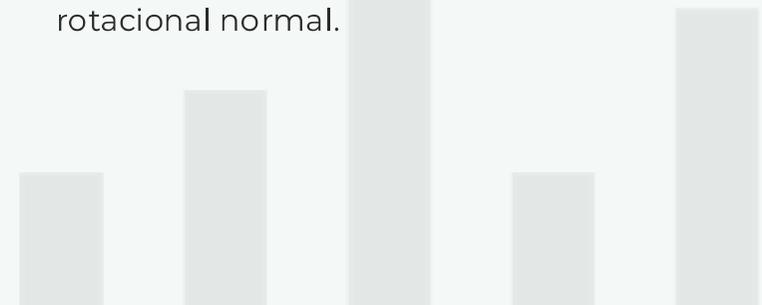


C1



Características técnicas observadas en la forma de onda

- Alta amplitud relativa: Los puntos máximos generados por los impactos se elevan muy por encima del nivel de ruido de fondo, lo que sugiere eventos mecánicos con fuerte liberación de energía acústica.
- Duración corta: La mayoría de los impactos tienen una envolvente impulsiva, típica de golpes secos, no prolongados.
- Espaciado irregular: Los golpes no siguen un patrón cíclico preciso, lo que indica que no son parte del funcionamiento rotacional normal.

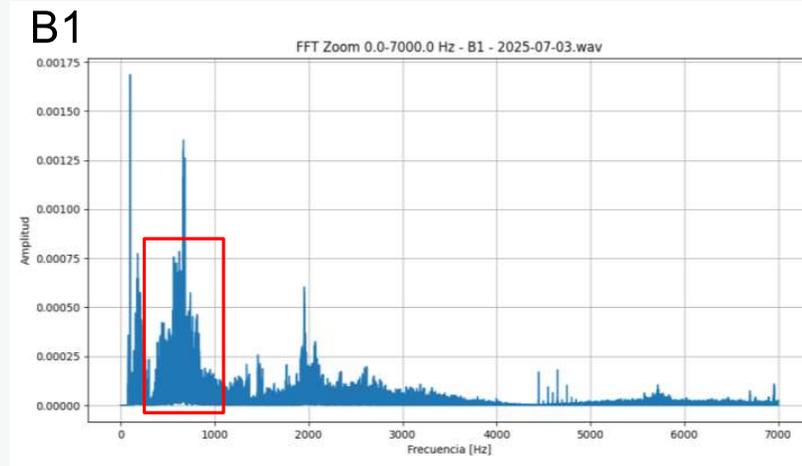
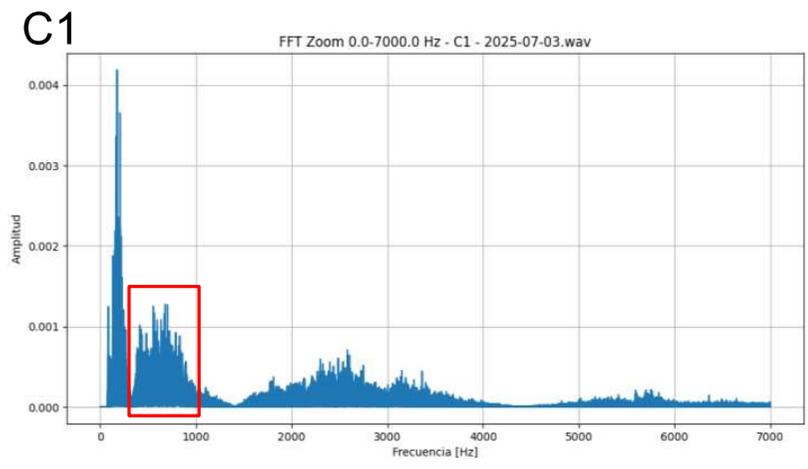
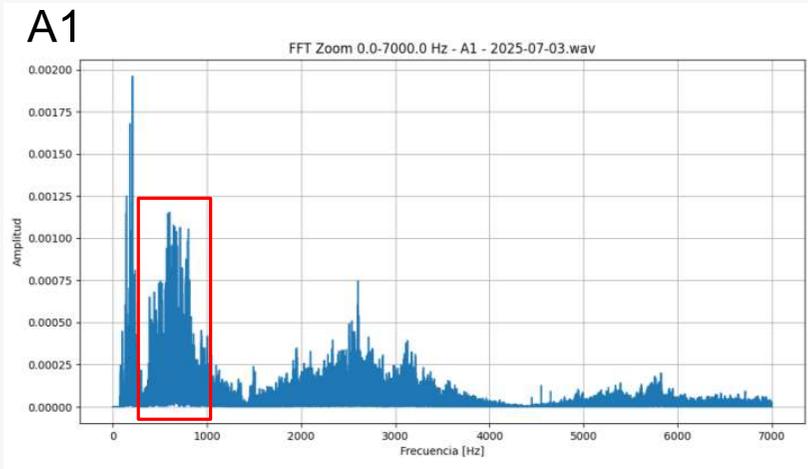


Análisis Espectral y Localización de la Fuente

Mediante la aplicación de la Transformada Rápida de Fourier (**FFT**) a las señales captadas por los tres micrófonos (**A1**, **B1** y **C1**), se identificaron componentes de frecuencia significativas asociadas al impacto registrado.

En todos los casos, el evento presenta una primera banda predominante entre los 500 Hz y 1.000 Hz, con una caída progresiva en energía hacia las frecuencias superiores.

La amplitud más destacada se observó en el micrófono **A1**, alcanzando aproximadamente 125 FS, valor considerablemente superior a los 100 FS y 75 FS registrados en los micrófonos **C1** y **B1**, respectivamente.

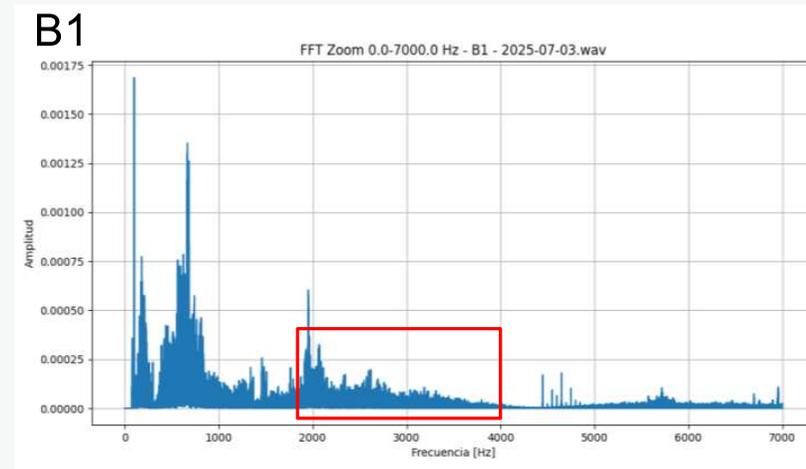
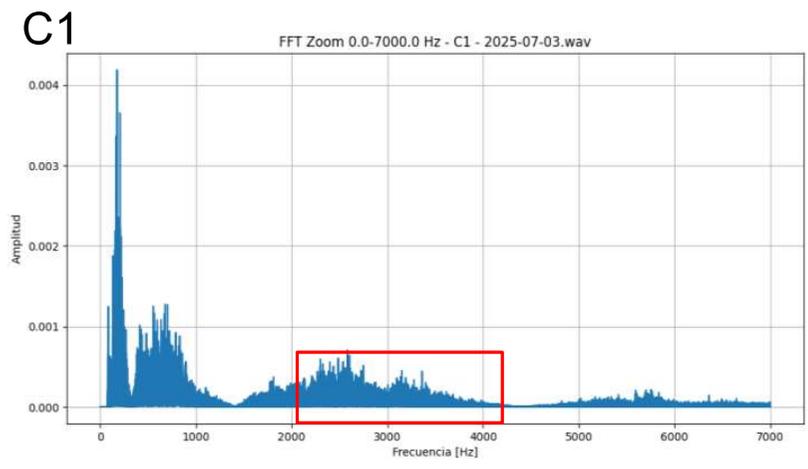
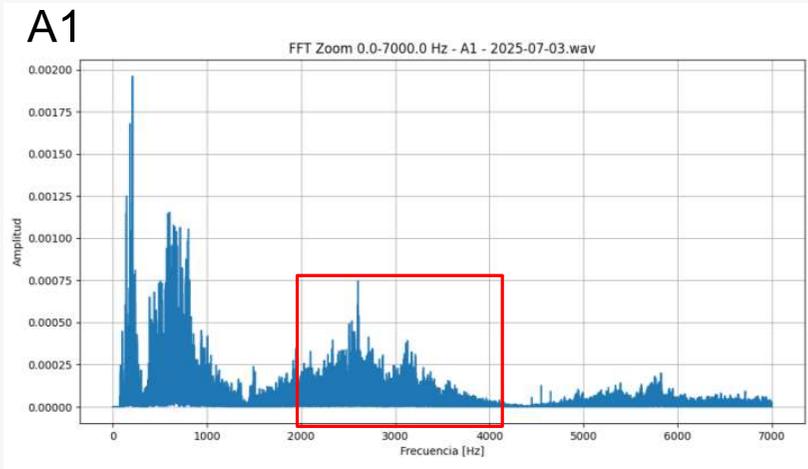


Análisis Espectral y Localización de la Fuente

Una segunda banda relevante se ubicó entre los 2.000 y 4.000 Hz, con nuevas evidencias de predominancia en A1 (75 FS), seguido por C1 (50 FS) y B1 (25 FS).

En estos dos últimos, se detectaron picos aislados que no superaron los 75 FS. Estos patrones sugieren que la fuente del impacto se encuentra más próxima al micrófono **A1**.

Adicionalmente, el análisis auditivo revela una marcada reverberación en el micrófono **C1** y Aunque el impacto se percibe como intenso, esta característica acústica refuerza la conclusión de que la fuente no se encuentra cercana a ese punto de captura.

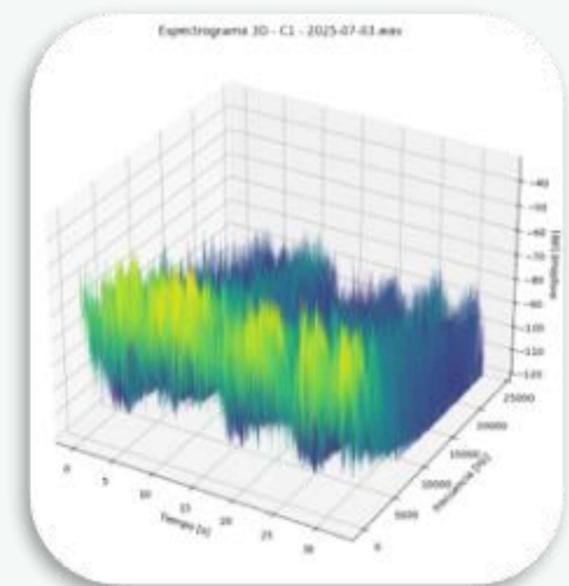
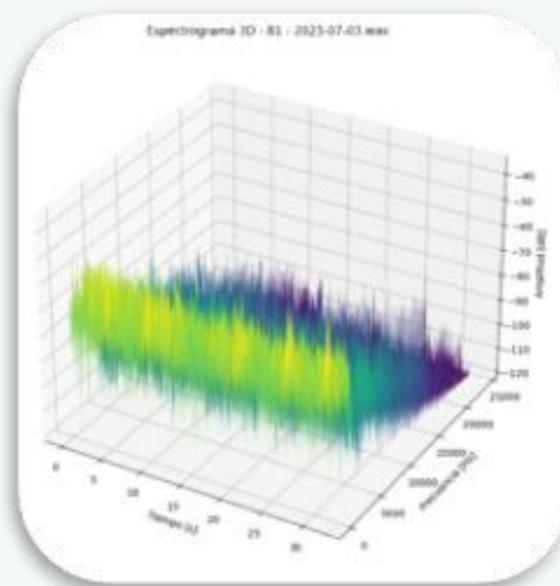
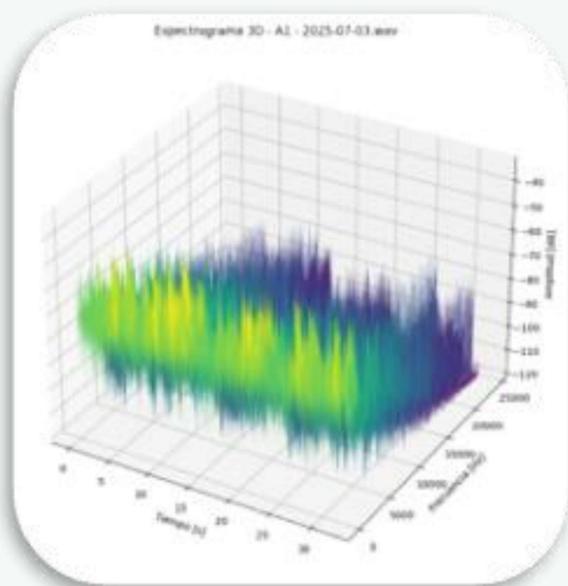


AES

Mesamávida

Con el propósito de obtener una visión más integral del fenómeno, se generó una representación gráfica tridimensional que integra las variables de amplitud, frecuencia y tiempo.

Esta visualización permite observar con mayor claridad la evolución temporal de un mismo evento, así como la distribución y magnitud de sus distintas componentes energéticas.



Conclusiones y Recomendaciones

El análisis conjunto de los registros acústicos y espectrales evidencia con claridad que el origen del impacto se encuentra significativamente más próximo al micrófono A1, ubicado bajo la multiplicadora y orientado hacia el Main Bearing. Esto se sustenta en la mayor amplitud de las señales captadas por dicho sensor en las bandas de 500–1.000 Hz y 2.000–4.000 Hz, superando consistentemente las magnitudes registradas en los micrófonos B1 y C1.

El comportamiento observado en las muestras de sonido con el aerogenerador detenido, pero con el buje girando a bajas revoluciones, refuerza la hipótesis de **un posible origen en el Main Bearing**. Sin embargo, no se descarta que otras fuentes puedan estar contribuyendo, ya que las frecuencias registradas a plena carga no se corresponden estrictamente con la velocidad de giro del buje, lo cual abre la posibilidad de modos vibratorios distintos al patrón rítmico esperado.

Este aspecto obliga a considerar también la revisión de la unión torre–yaw y de los aprietes de los studs de la plataforma de yaw.

Dada la relevancia de las frecuencias observadas y la naturaleza del evento, se recomienda complementar el presente estudio acústico con un análisis coordinado en el sistema de monitoreo de condición (CMS) de vibraciones del aerogenerador. Esto permitirá validar la correlación entre las frecuencias acústicas detectadas y los posibles modos vibratorios estructurales, proporcionando una caracterización más precisa del origen del impacto y contribuyendo a la detección temprana de fallos mecánicos. En particular, se sugiere verificar el estado de los elementos rodantes del Main Bearing a través de un análisis boroscópico y, de manera preventiva, la condición de los aprietes en la unión de torre–yaw. Con estas acciones se busca descartar posibles fuentes secundarias y delimitar con mayor certeza el origen del fenómeno detectado.