

Informe (Lote 2) Monitorización del nivel de presión sonora en el Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera durante la época primavera-verano

Agosto 2024

LIFE IP INTEMARES

**Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red
Natura 2000 en el medio marino español**

Autoría:

- Eurofins Cavendish S.L.U.

- Nombres de los autores: Santiago Núñez Gutiérrez (director técnico de laboratorio), Tatiana Tkachuk (analista de datos) y Ángel Fernández Sotoca (buzo Profesional e inspector).



Coordinación y revisión:

Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Edita:

El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, avanza hacia un cambio de modelo de gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones.

Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Medio Ambiente y Sostenibilidad, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución financiera del Programa LIFE de la Unión Europea.



Fecha de edición

17/12/2024

LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	4
2. EXECUTIVE SUMMARY.....	4
3. RESUMEN DE ACTUACIONES	4
3.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	5
3.2. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS	5
3.3. DETALLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	6
3.4. ANÁLISIS DE DATOS	6
3.5. RESULTADOS OBTENIDOS	7
3.6. CONCLUSIONES.....	17
4. CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS.....	18
5. ÁREA DE ESTUDIO	18
6. EQUIPAMIENTO UTILIZADO	20

1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto LIFE INTEMARES tiene como objetivo conseguir una red de espacios marinos de la Red Natura 2000, gestionada de manera eficaz, con la participación de los sectores implicados y la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones.

En este contexto, el proyecto contempla entre sus acciones la realización de proyectos demostrativos para mejorar el conocimiento sobre el ruido submarino, así como los impactos que este genera en la biodiversidad marina. Para ello, la Fundación Biodiversidad y el Ministerio para la Transición Ecológica (en adelante FB y MITECO, respectivamente) publicaron una licitación que tiene como objetivo estudiar los niveles de ruido submarino en espacios marinos protegidos, donde la presencia del ser humano en el medio está limitada, con el fin de evaluar el paisaje sonoro en ausencia (parcial) de actividades antrópicas. El fin último de esta contratación es determinar los niveles de referencia de ruido ambiente marino con el objetivo de disponer de unos niveles básicos del mismo y poder obtener información que permita definir el nivel de Buen Estado Ambiental de este indicador en nuestras aguas. Para ello, las acciones licitadas incluyen el diseño de un proyecto de fondeo de hidrófonos en varios espacios marinos protegidos de la Red Natura 2000.

El presente documento, relativo a los trabajos a desarrollar en el marco del Lote 2 de la mencionada licitación, contiene los análisis, a partir de las grabaciones realizadas durante un período de 2 meses (tal y como lo indica el cronograma de la imagen 1 del Anexo 1) del nivel de ruido submarino de referencia en la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera (ES0000518).

2. EXECUTIVE SUMMARY

The LIFE INTEMARES project aims to achieve an efficiently managed network of marine areas in the Natura 2000 Network, with the active participation of the sectors involved and with research as the basic tools for decision-making.

In this context, the project's actions include carrying out demonstration projects to improve knowledge of underwater noise and the impacts it has on marine biodiversity. For this purpose, the Biodiversity Foundation and the Ministry for Ecological Transition (hereafter FB and MITECO, respectively) published a call for tenders to study underwater noise levels in protected marine areas, where human presence in the environment is limited, in order to assess the soundscape in the (partial) absence of anthropic activities. The aim of this contract is to determine the reference marine ambient noise that will allow to define the level of Good Environmental Status of this indicator in our waters. To achieve this, the actions put out to tender include the design of a hydrophone mooring project in several protected marine areas of the Natura 2000 Network.

The present document contains the analyses, from recordings made over a period of 2 months, the reference underwater noise level in the Special Protection Area for Birds (SPA) Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera (ES0000518).

3. RESUMEN DE ACTUACIONES

El área de la zona de estudio está declarada como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) según lo recogido en la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la presencia en el espacio de poblaciones de aves incluidas en el Anexo I de la citada Directiva (pardelas cenicienta y balear, paíño europeo o cormorán moñudo). Dicha zona está marcada en verde en las imágenes 2 y 3 del Anexo 5 y se encuentra en el sur de la isla de Mallorca y rodeando el archipiélago de Cabrera.

En el informe inicial “Evaluación del nivel de ruido submarino originado por fuentes acústicas de origen natural” se propuso una ubicación para llevar a cabo las mediciones de ruido (ver Fig.4 del Anexo 5). Esta ubicación se basó en un análisis que incluye la presencia de rutas marítimas, teniendo en consideración la tipología y la densidad del tráfico en las mismas, la tipología del fondo marino, la presencia de hábitats de interés comunitario y las características de propagación de ruido submarino.

La ubicación elegida para la medición del ruido submarino se define por las coordenadas 39°08'01"N 3°00'05"E (o en coordenadas decimales 39,13361 N 3,00139 E), tiene una profundidad de 90 metros. El hidrófono utilizado para realizar las mediciones se sitúa a una profundidad de 40 metros y se encuentra dentro del Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera a unos 4,12 kilómetros aproximadamente de la costa de Cabrera (ver Fig.5 del Anexo 5).

3.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Tal y como se ha descrito en el apartado del resumen ejecutivo, la principal finalidad de esta licitación es evaluar, mediante el fondeo de hidrófonos, el nivel de ruido asociado a factores de origen natural, principalmente condiciones meteorológicas, y establecer así un nivel de referencia a partir del cual evaluar el incremento de presión debido a las actividades humanas en general y al tráfico marítimo en particular.

En el marco de esta contratación (Lote 2 de la licitación mencionada en el apartado anterior), los trabajos de fondeo de hidrófonos se realizan en el Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera (ZEPA ES0000518).

El objetivo de este trabajo es extraer la información y analizar los parámetros de los audios recopilados durante dos meses por los hidrófonos fondeados en la ubicación seleccionada en el informe inicial. Los parámetros que se analizarán a continuación son los siguientes:

- Percentiles del nivel de presión sonora: P₁, P₅, P₁₀, P₂₅, P₅₀, P₇₅, P₉₀, P₉₅, P₉₉.
- Valores de nivel de presión sonora para las frecuencias en tercio de octava: 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz.
- Espectrogramas.
- Patrones inter estacionales para la anualidad monitorizada.

3.2. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS

Como se puede observar en la Fig.1 del Anexo 4, las mediciones se llevaron a cabo durante las estaciones de primavera y verano, obteniendo así un total de dos meses de grabaciones de audio submarino. Las campañas de mediciones se han distribuido de la siguiente manera, recolectando un total de 60 días de grabaciones:

- La primera medición desde la mitad de mayo (22/05) hasta la mitad de junio (20/06).
- La segunda medición desde la mitad de junio (25/06) hasta la mitad de julio (24/07).

En cuanto al análisis y tratamiento de los datos recopilados, las grabaciones de audio submarino se procesarán utilizando software especializado creado por Eurofins Cavendish para identificar las características del ruido ambiental, distinguiendo entre fuentes naturales y antropogénicas.

Además de, como se ha indicado en la sección anterior, el software se empleará para calcular percentiles de los niveles de presión sonora, analizar los valores de los niveles de presión en frecuencias específicas de tercio de octava, generar espectrogramas y evaluar patrones inter estacionales en el período de monitorización anual.

3.3. DETALLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Se ha escogido la tipología de fondeo sin boya de superficie ya que se trata de un sistema aislado sin elementos, como boyas flotantes o anclajes metálicos, que puedan constituir fuentes de ruido y enmascarar el ruido ambiental.

Este tipo de fondeo (ver Fig.6 del Anexo 6) consta de una boya con un diámetro de 40 cm, un hidrófono (ver Fig.7 del Anexo 6) de 30 cm de longitud, de 9 cm de diámetro y 1,9 kg de peso, un liberador acústico (ver Fig.8 del Anexo 6) de 45 cm de longitud, de 6,3 cm de diámetro y 0,5 kg de peso, un conjunto de pesos con un total de 60 kg para evitar que el fondeo se mueva debido a las corrientes de agua, una serie de uniones cuerda-metal y un sistema de cuerdas para unir las diferentes partes. El modelo y el montaje real se pueden ver en la imagen Fig.6 del Anexo 6.

Teniendo en cuenta que la profundidad en la zona seleccionada es de 90 metros, el fondeo se instaló de modo que el hidrófono está ubicado en la columna de agua a una profundidad de 40 metros.

Datos del hidrófono	
Localización	ISLA DE CABRERA, MALLORCA
Coordenadas UTM	39,13361 N 3,00139 E
Coordenadas Grados, Minutos y Segundos	39°08'01"N 3°00'05"E
Profundidad de la ubicación	90 m
Profundidad a la que se localiza el hidrófono	40 m

Tabla 1 Datos del hidrófono en la ubicación.

El equipamiento cuenta, además, con un perfilador para aguas someras (ver Fig.9 del Anexo 6) de una longitud de 39 cm, diámetro de 6,9 cm y 0,5 kg de peso. Este dispositivo proporciona datos de temperatura y salinidad, entre otros, que se necesitan para poder calcular las pérdidas de propagación del sonido.

Condiciones ambientales	
Temperatura columna-superficie	13,3 – 17,1 °C
Salinidad	35,5%

Tabla 2 Condiciones ambientales.

3.4. ANÁLISIS DE DATOS

Como resultado de los 60 días de grabación se ha registrado un total de, aproximadamente, 17.000 audios que corresponden a grabaciones de 5 minutos cada uno. El volumen total aproximado es de 900 GB.

La configuración de las grabaciones del hidrófono es la siguiente:

Configuración del hidrófono	
Ganancia	13,28 dB
Sensibilidad	-184,9 dB re 1V/μPa

Tabla 3 Configuración del hidrófono.

Mediante el software creado por Eurofins Cavendish, se ha procesado la totalidad de los audios para obtener los patrones inter estacionales y se ha localizado un evento por cada estación para realizar una comparativa de los niveles de presión sonora del momento contaminado respecto a los niveles del paisaje sonoro sin ningún tipo de contaminación ambiental.

Para empezar con los cálculos, es necesario obtener la raíz cuadrática media (RMS) de la presión acústica en el entorno submarino, con la siguiente fórmula:

$$p_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N p_i^2}$$

donde N es el número total de muestras de la señal y p_i son los valores individuales de la señal acústica medida.

Para obtener los niveles de presión sonora, se ha utilizado la siguiente fórmula de la sección 3.2.1.1 de la ISO 18405:

$$SPL \text{ (dB re 1 } \mu\text{Pa)} = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{p_{RMS}}{p_{ref}}\right)$$

Para calcular los niveles de presión sonora máximos y mínimos, se ha utilizado las siguientes fórmulas:

$$SPL_{max} \text{ (dB re 1 } \mu\text{Pa)} = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{p_{MAX}}{p_{ref}}\right)$$

$$SPL_{min} \text{ (dB re 1 } \mu\text{Pa)} = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{p_{MIN}}{p_{ref}}\right)$$

donde p_{ref} es la presión de referencia, que en el caso del ruido submarino es $1 \mu\text{Pa}$, que es una referencia estándar en la medición del SPL en el agua. Los valores p_{MAX} y p_{MIN} son el máximo y el mínimo de la presión acústica registrada durante el período de medición.

3.5. RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla 4 se indican los niveles globales de presión sonora (en adelante SPL) de la ubicación para las dos estaciones.

Ensayo	Mes	Descripción	Profundidad del ensayo	Hidrófono		Rango frecuencial	Resultados globales	
				Tipo	Sensibilidad			
1	Abril-Mayo	Monitorización de la presión sonora durante la época primavera-verano	40 m	ABYSSens DORI recorder	-184,8 dB re 1V/ μPa	20Hz-250 kHz	SPL promedio	87,6 dB re $1\mu\text{Pa}$
							SPL máximo	100 dB re $1\mu\text{Pa}$
							SPL mínimo	86,3 dB re $1\mu\text{Pa}$
2	Junio-Julio					20Hz-250 kHz	SPL promedio	87,5 dB re $1\mu\text{Pa}$
							SPL máximo	100,2 dB re $1\mu\text{Pa}$
							SPL mínimo	86,7 dB re $1\mu\text{Pa}$

Tabla 4 Resumen de los resultados obtenidos.

A continuación, se indican los diferentes índices y percentiles de los niveles globales de SPL. Cuando se realizan medidas de ruido de larga duración es bastante visual utilizar los percentiles. Estos indican el porcentaje de señal que queda por debajo de un nivel determinado. Es decir, si el percentil 75 de una señal es 90 dB re 1 μ Pa entonces el 75% de las muestras de toda la señal tiene valores inferiores a 90 dB re 1 μ Pa.

Debido a la gran cantidad de resultados obtenidos se escoge la representación mediante cajas para exponer los resultados debido a su fácil comprensión. Los gráficos de cajas representan los valores máximos y mínimos, los valores de los percentiles 25 y 75 y la mediana. Además, los valores que están por debajo del mínimo y por encima del máximo son los valores atípicos, dichos valores no son incorrectos si no que se dispersan del rango de valores no atípicos (ver imagen Fig.1).

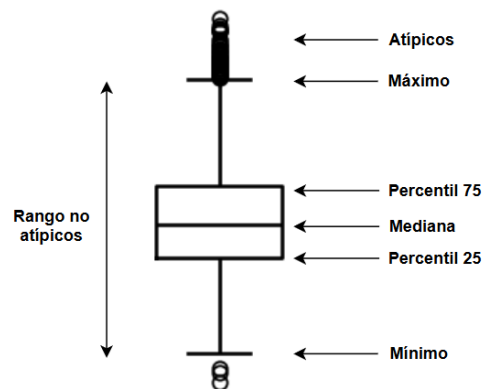


Fig.1. Representación mediante cajas.

Se representan los 30 días de cada medición y se observa que la tendencia de los resultados no tiene variaciones importantes debido a que la ubicación carece de movimientos marítimos. Los resultados del primer día de cada estación están contaminados por la embarcación responsable de colocar el hidrófono en la ubicación, por ello existen niveles de presión sonora atípicos elevados.

A continuación, los resultados se separarán en MEDICIONES PRIMAVERA y MEDICIONES VERANO y para cada estación se representarán las siguientes gráficas:

- SPL diario global. Rango frecuencial completo.
- Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz).
- Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (250 Hz).
- Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz).

Paisaje sonoro:

- Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz – 6 kHz.
- Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.
- Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 125Hz, 250Hz, 2kHz y 4kHz.

Embarcación:

- Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz – 6 kHz.
- Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz - 1 kHz.
- Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.

Comparativa entre el ruido de fondo y el evento:

- Comparativa de los niveles de presión sonora en 1/3 de octava.

MEDICIONES PRIMAVERA

Se han obtenido los valores diarios de SPL medio global (ver imagen Fig.2) y los valores diarios de SPL para las frecuencias en tercios de octava de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz (ver imágenes 3, 4 y 5) desde el 22 de mayo hasta el 20 de junio.

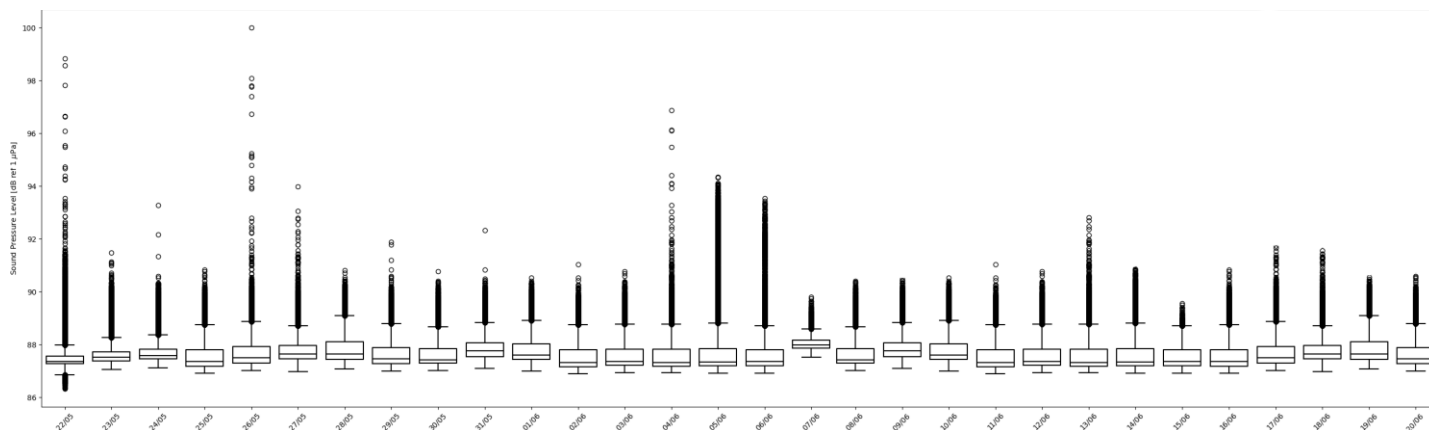


Fig.2. SPL diario global. Rango frecuencial completo.

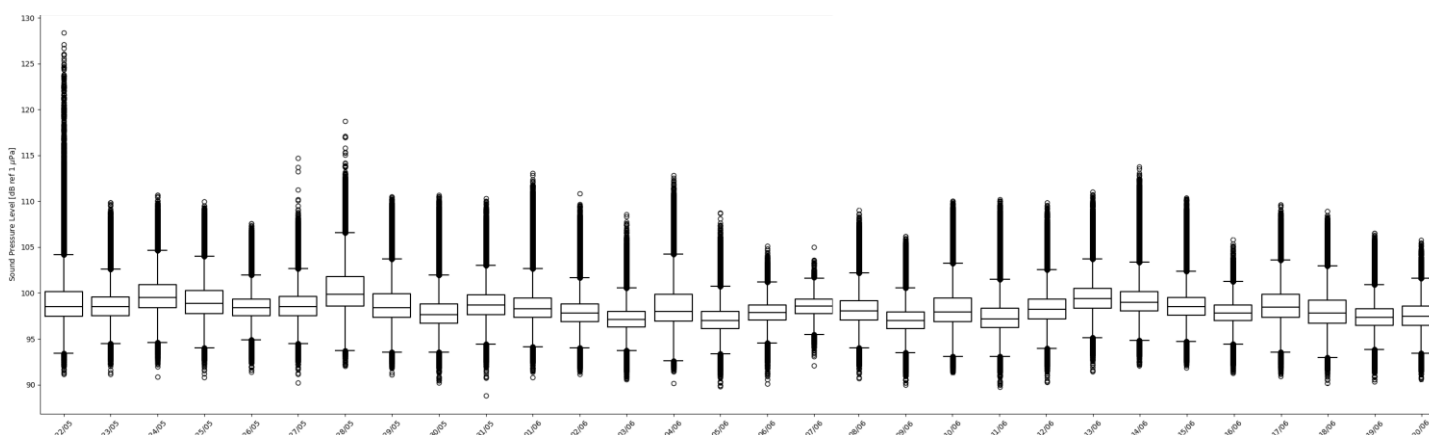


Fig.3. Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz).

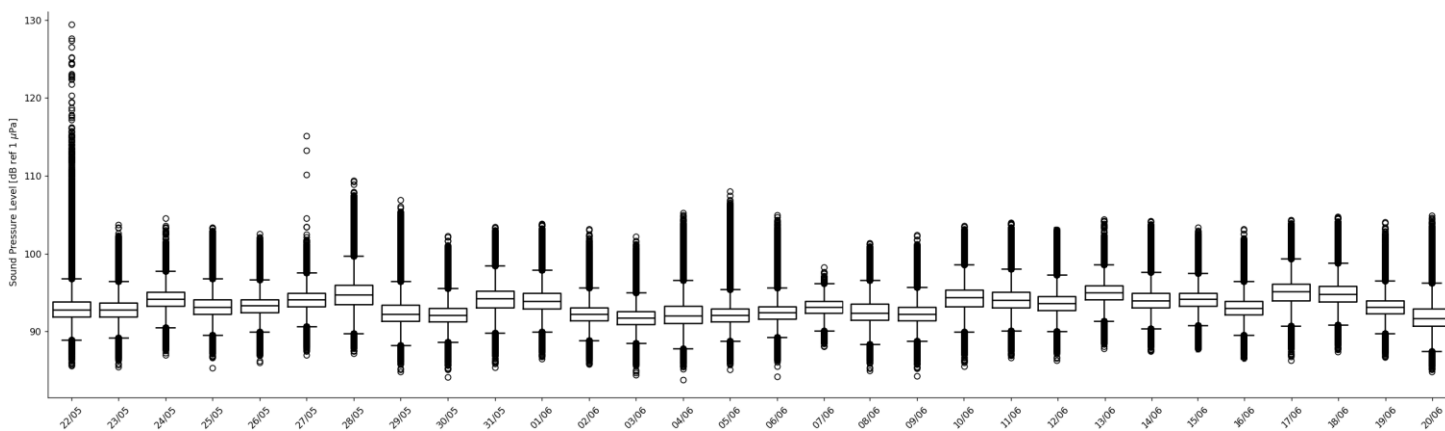


Fig.4. Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (250 Hz).

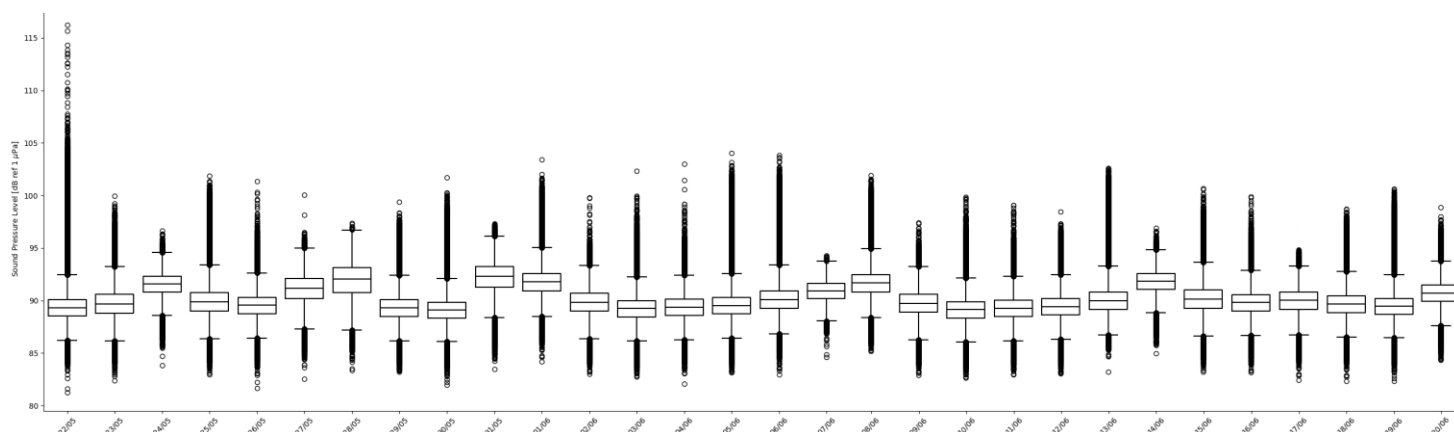


Fig.5. Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz).

A continuación, se muestran los niveles de paisaje sonoro, sin ningún tipo de eventos de embarcaciones, en forma de espectrograma para el rango de 20 Hz a 6 kHz (ver Imagen 6) y los respectivos percentiles para todas las frecuencias que el hidrófono es capaz de captar, es decir, de 20 Hz a 250 kHz (ver Imagen 7).

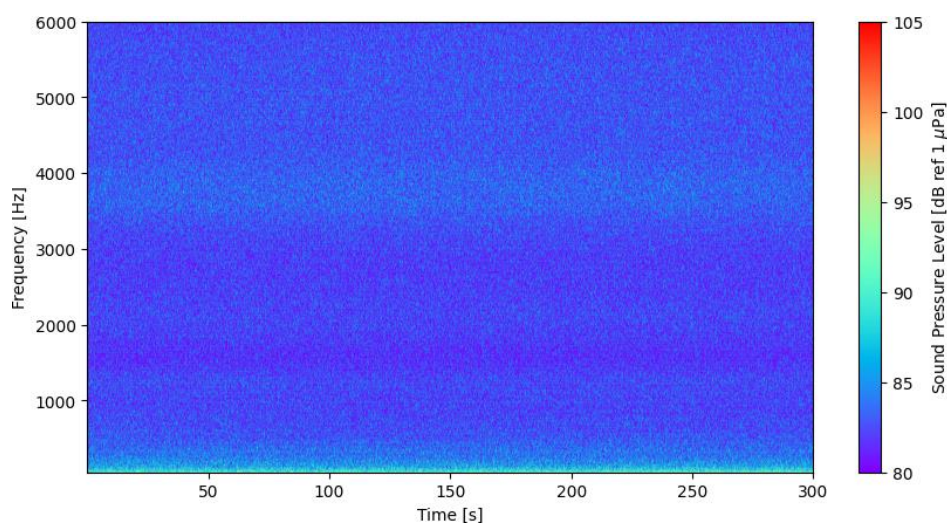


Fig.6. Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz – 6 kHz.

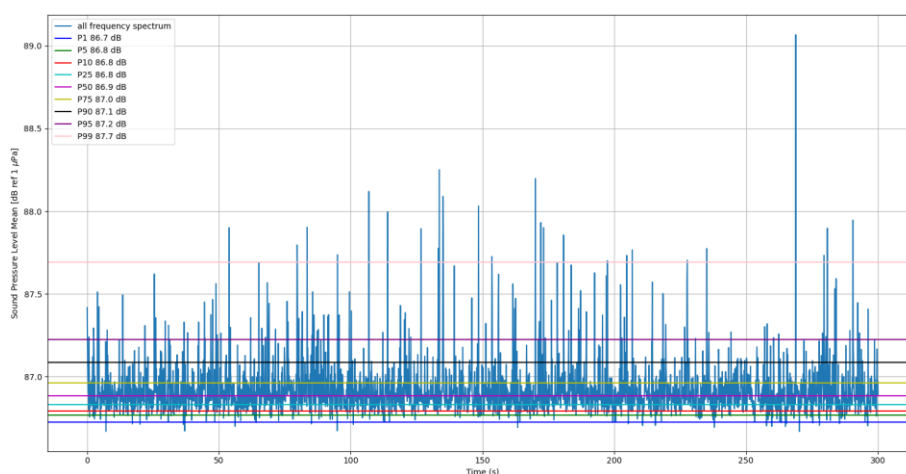


Fig.7. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.

Como se puede observar, los valores de SPL promedios se encuentran alrededor de 86 – 87 dB re 1μPa. Finalmente, la imagen 8 representa los niveles en tercios de octava promedios que presenta un segundo de dicho ruido de fondo para las frecuencias 63Hz, 125Hz, 250Hz, 2kHz y 4kHz.

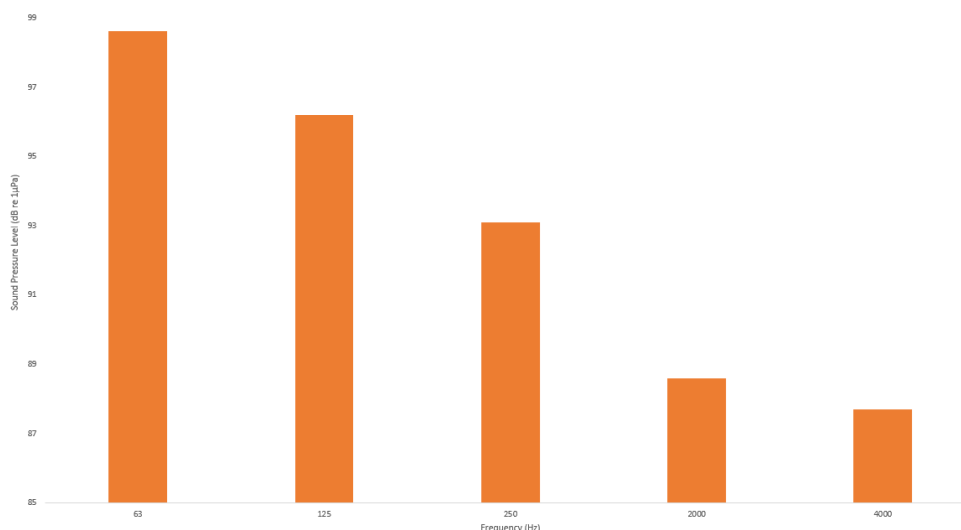


Fig.8. Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 125Hz, 250Hz, 2kHz y 4kHz.

Además de los niveles del paisaje sonoro, se ha conseguido discretizar eventos concretos de ruido, donde se destaca eventos de embarcaciones rápidas. Estos eventos se consideran valores anómalos dentro de la “normalidad” como puede apreciarse claramente en los espectrogramas.

A continuación, se indica uno de los ejemplos de una embarcación que se acercó al hidrófono el 26 de mayo a las 08:30 (ver Imagen 9). El rango frecuencial está entre 20 Hz y 6 kHz. Después se puede observar el mismo ejemplo disminuyendo el rango de 20 Hz a 2 kHz (ver Imagen 10) para poder observar el detalle de los valores elevados a bajas frecuencias y los respectivos percentiles del evento para todas las frecuencias que el hidrófono es capaz de captar (ver Imagen 11).

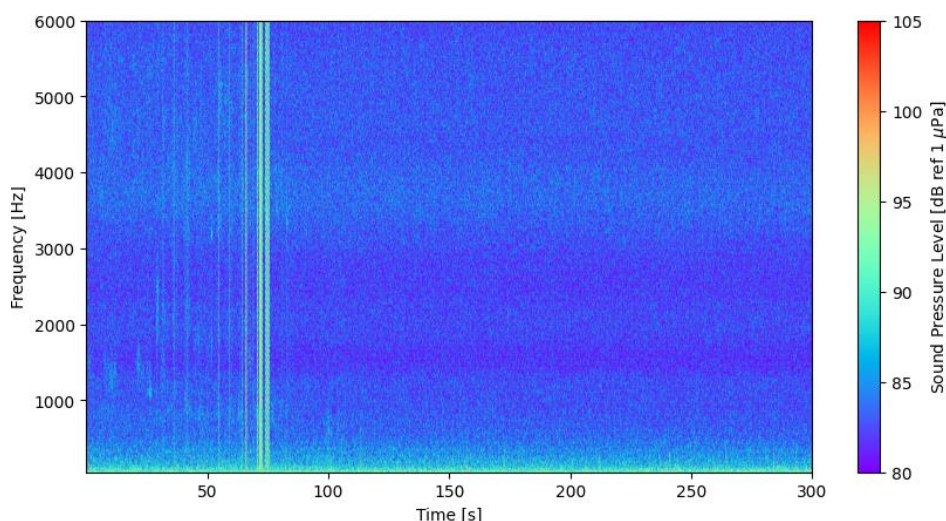


Fig.9. Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz - 6 kHz.

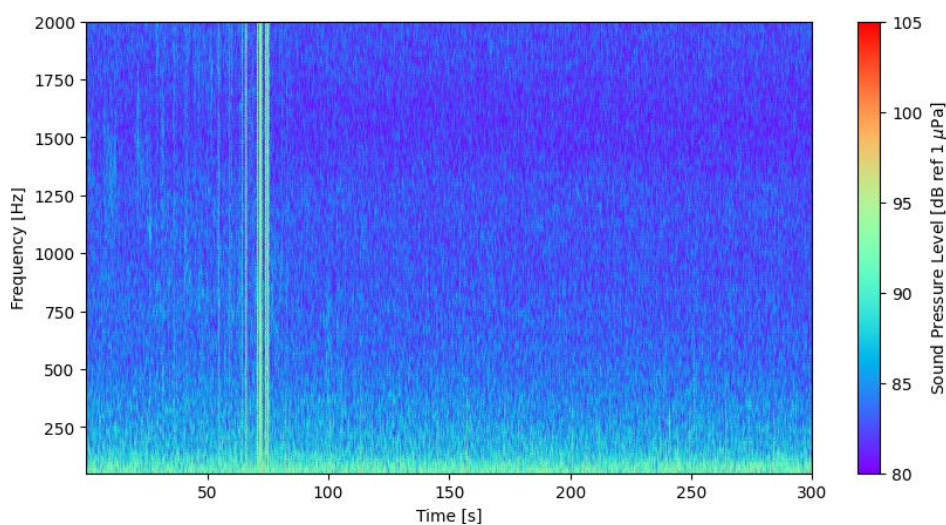


Fig.10. Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz - 1 kHz.

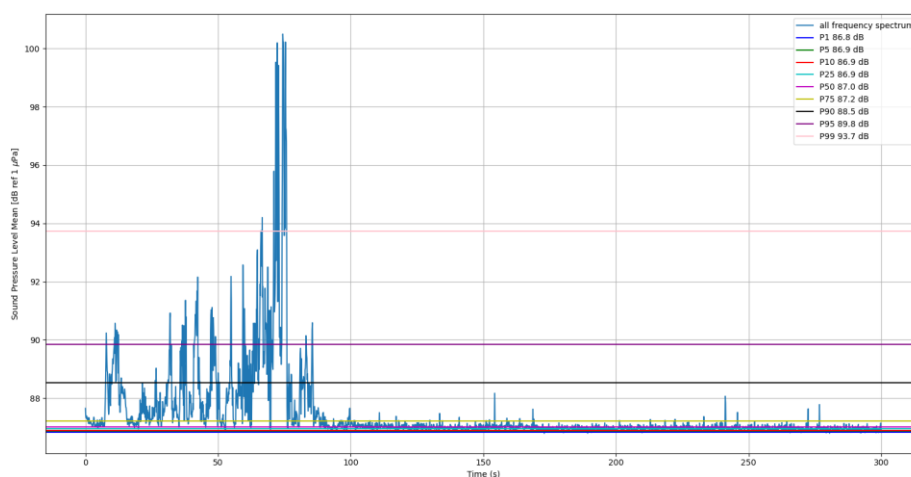


Fig.11. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz - 250 kHz.

Finalmente, se representa la comparativa entre el ruido de fondo y el nivel de presión sonora de la embarcación en tercios de octava en la imagen 12 para las frecuencias 63Hz, 125Hz, 250Hz, 2kHz y 4kHz.

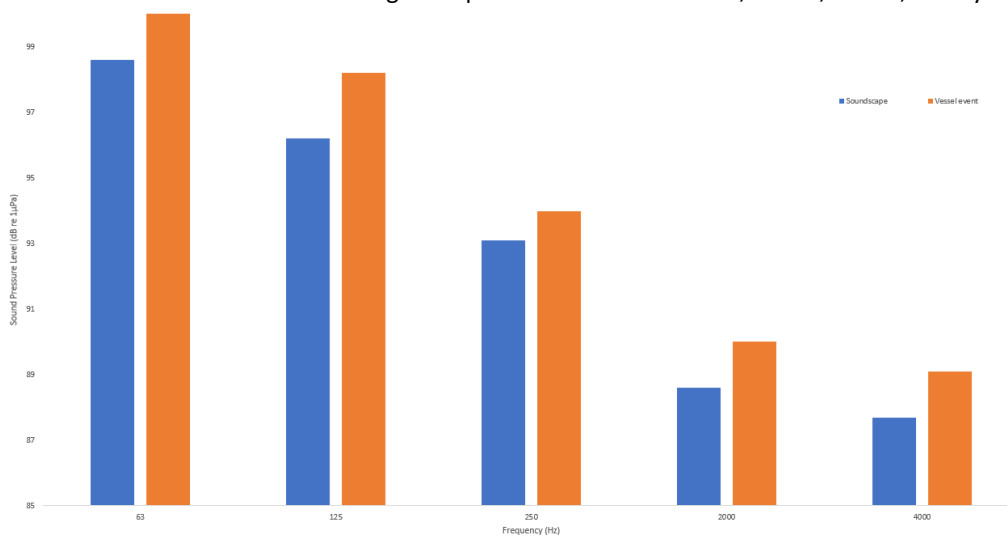


Fig.12. Comparativa de los niveles de presión sonora en 1/3 de octava.

MEDICIONES VERANO

Se han obtenido los valores diarios de SPL medio global (ver Imagen 13) y los valores diarios de SPL para las frecuencias en tercios de octava de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz (ver Imagen 14, 15 y 16) desde el 25 de junio hasta el 24 de julio.

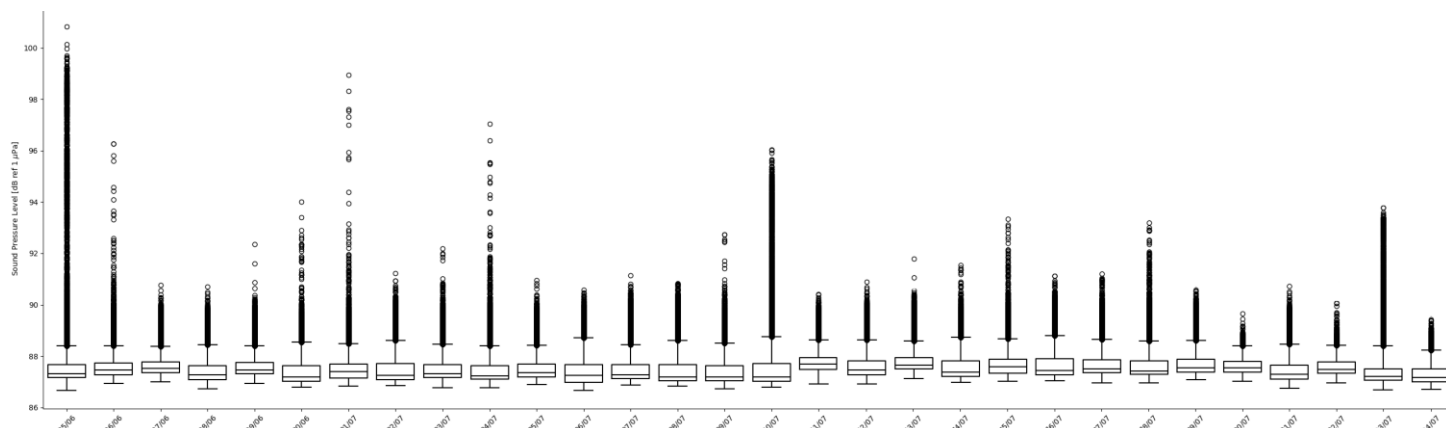


Fig.13. SPL diario global. Rango frecuencial completo.

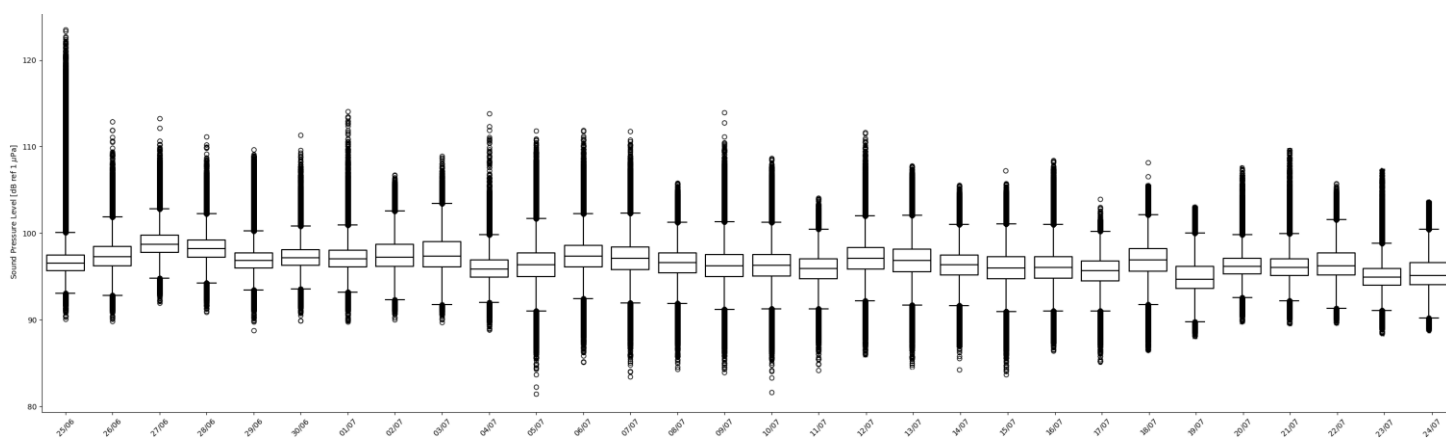


Fig.14. Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz).

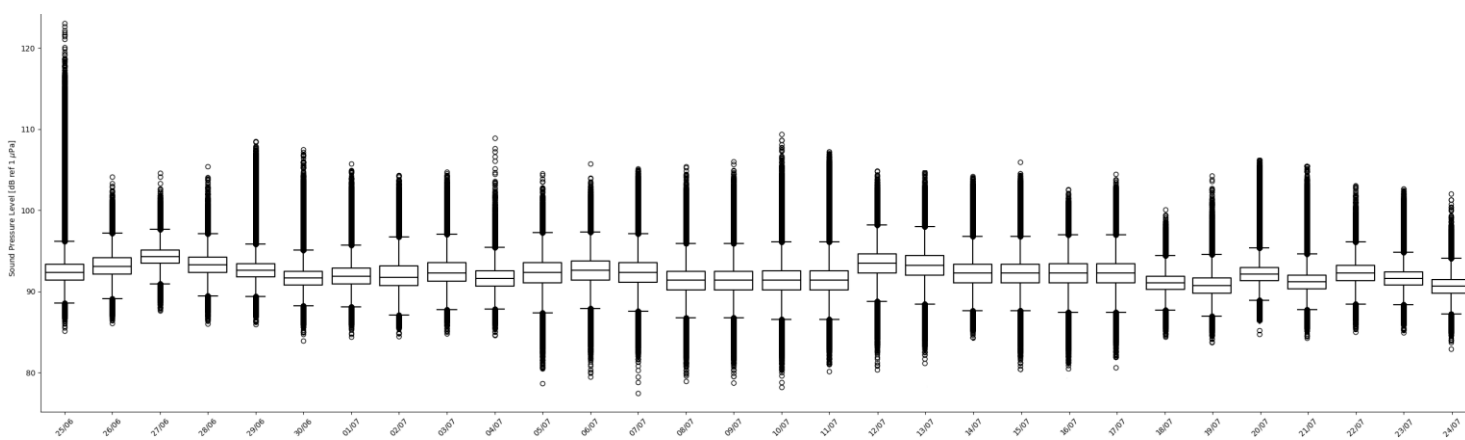


Fig.15. Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (250 Hz).

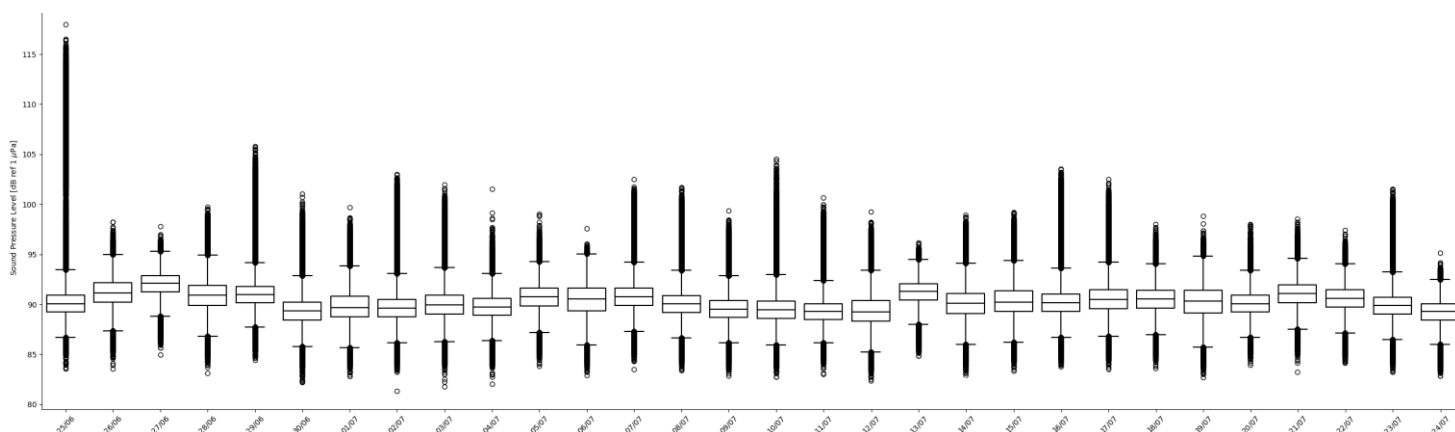


Fig.16. Niveles diarios de SPL en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz).

A continuación, se muestran los niveles de paisaje sonoro, sin ningún tipo de eventos de embarcaciones, en forma de espectrograma para el rango de 20 Hz a 6 kHz (*ver Imagen 17*) y los respectivos percentiles (*ver Imagen 18*) para todas las frecuencias que el hidrófono es capaz de captar, es decir, de 20 Hz a 250 kHz.

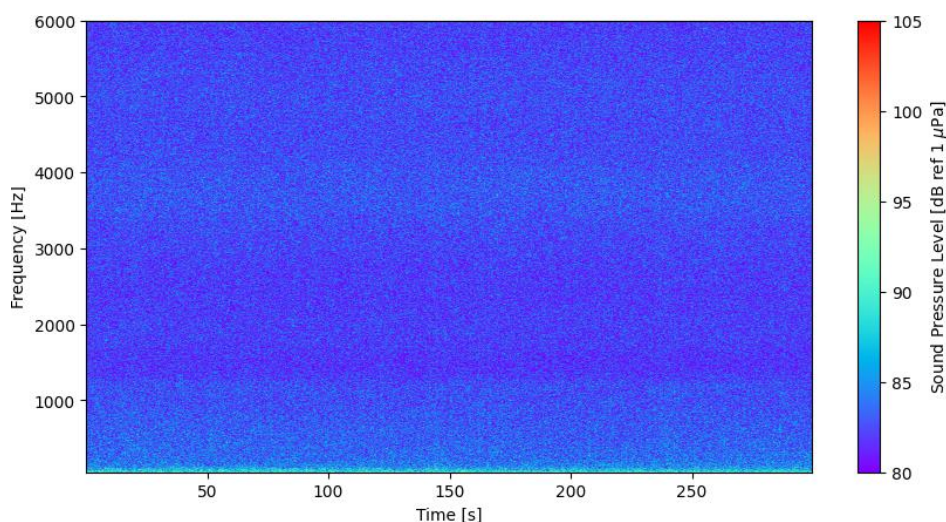


Fig.17. Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz - 6 kHz.

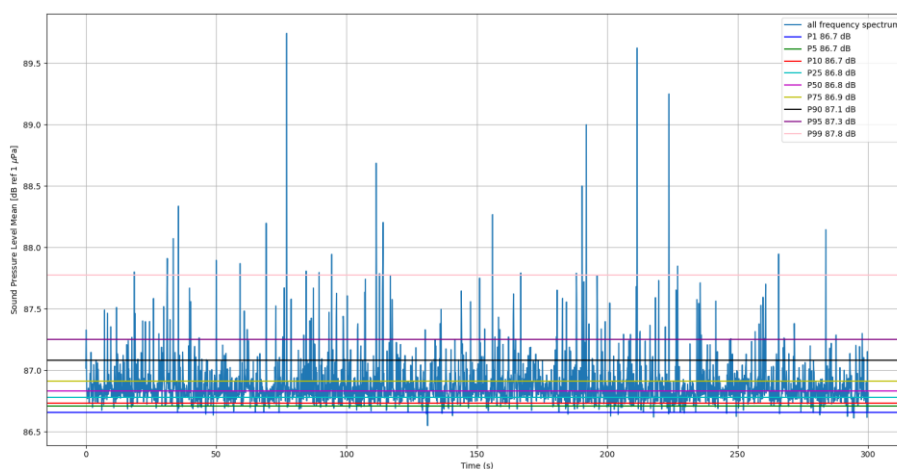


Fig.18. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz - 250 kHz.

Como se puede observar, los valores de SPL promedios se encuentran alrededor de 86 – 87 dB re 1μPa. Finalmente, la imagen 19 representa los niveles en tercios de octava promedios que presenta un segundo de dicho ruido de fondo para las frecuencias 63Hz, 125Hz, 250Hz, 2kHz y 4kHz.

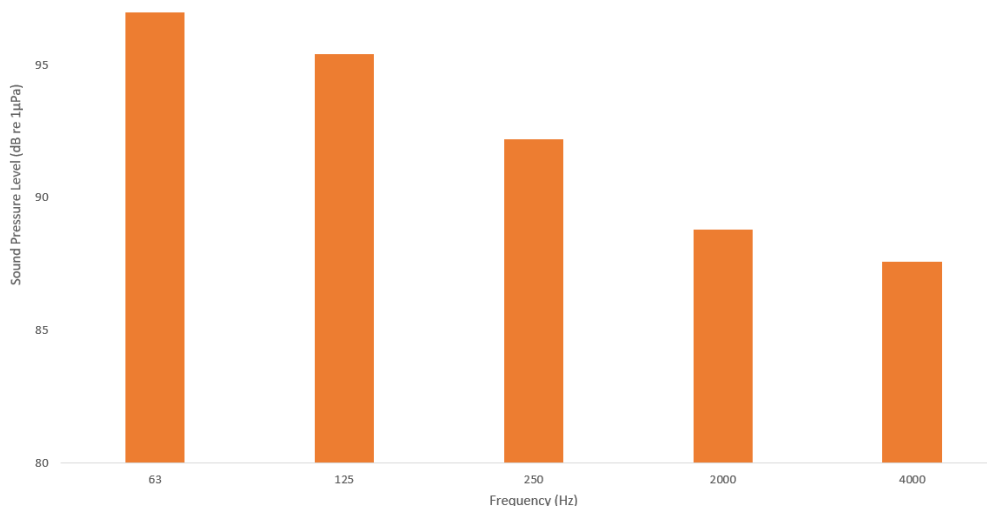


Fig.19. Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 125Hz, 250Hz, 2kHz y 4kHz.

Además de los niveles del paisaje sonoro, se ha conseguido discretizar eventos concretos de ruido, donde se destaca eventos de embarcaciones rápidas. Estos eventos se consideran valores anómalos dentro de la “normalidad” como puede apreciarse claramente en los espectrogramas.

A continuación, se indica uno de los ejemplos de una embarcación que se acercó al hidrófono el 10 de julio a las 11:00 (*ver Imagen 20*). El rango frecuencial está entre 20 Hz y 6 kHz. Después se puede observar el mismo ejemplo disminuyendo el rango de 20 Hz a 1 kHz (*ver Imagen 21*) para poder observar el detalle de los valores elevados a bajas frecuencias y los respectivos percentiles del evento para todas las frecuencias que el hidrófono es capaz de captar (*ver Imagen 22*).

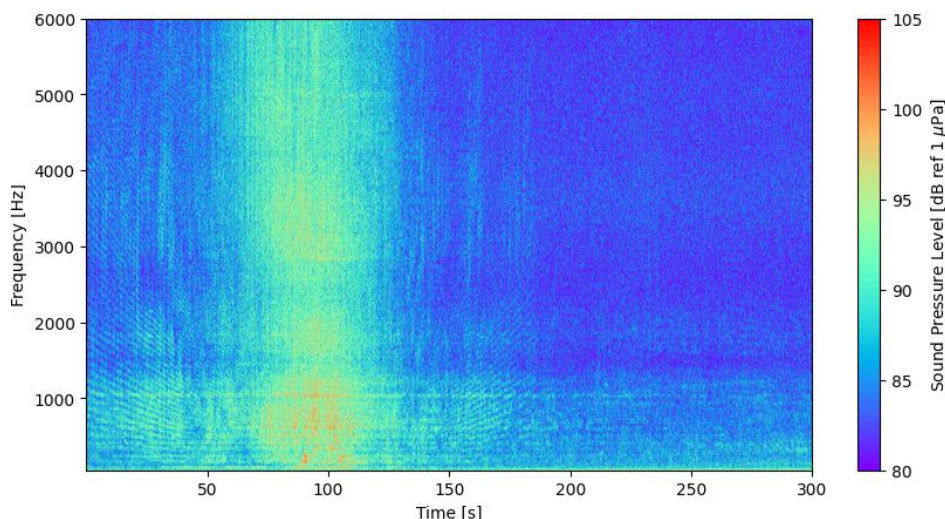


Fig.20. Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz - 6 kHz.

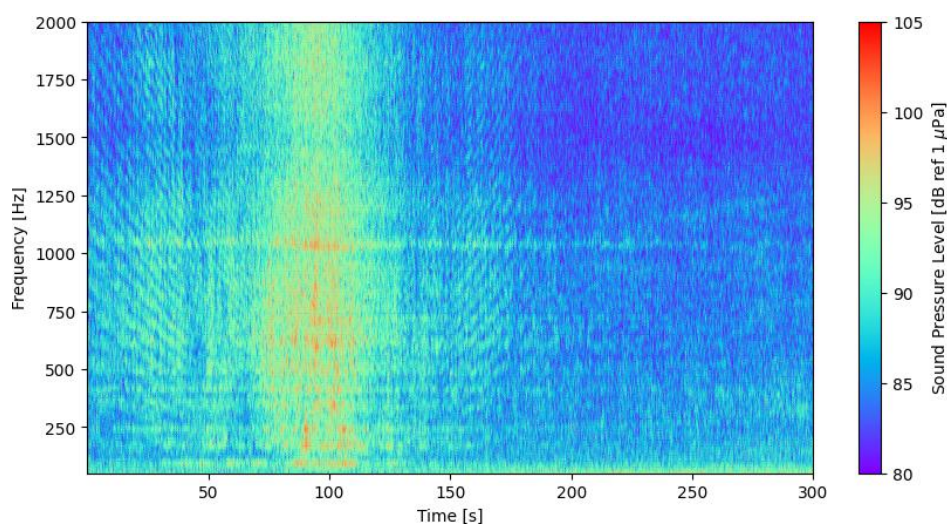


Fig.21. Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz - 1 kHz.

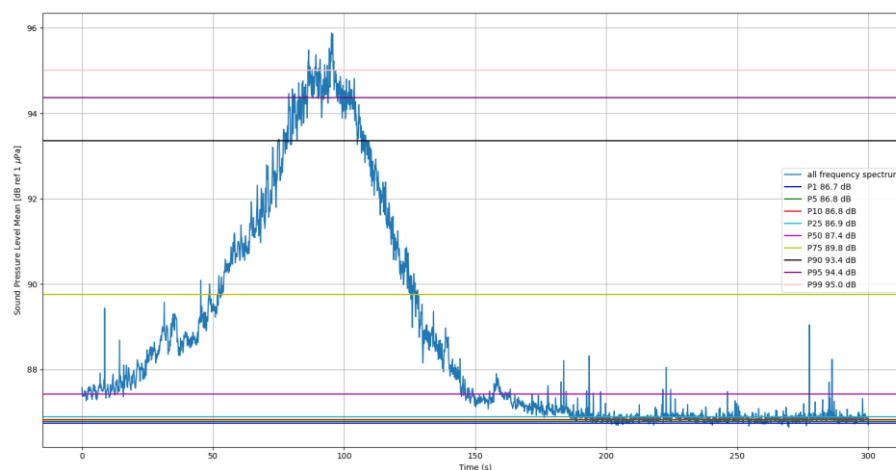


Fig.22. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz - 250 kHz.

Finalmente, se representa la comparativa entre el ruido de fondo y el nivel de presión sonora de la embarcación en tercios de octava en la imagen 23 para las frecuencias 63Hz, 125Hz, 250Hz, 2kHz y 4kHz.

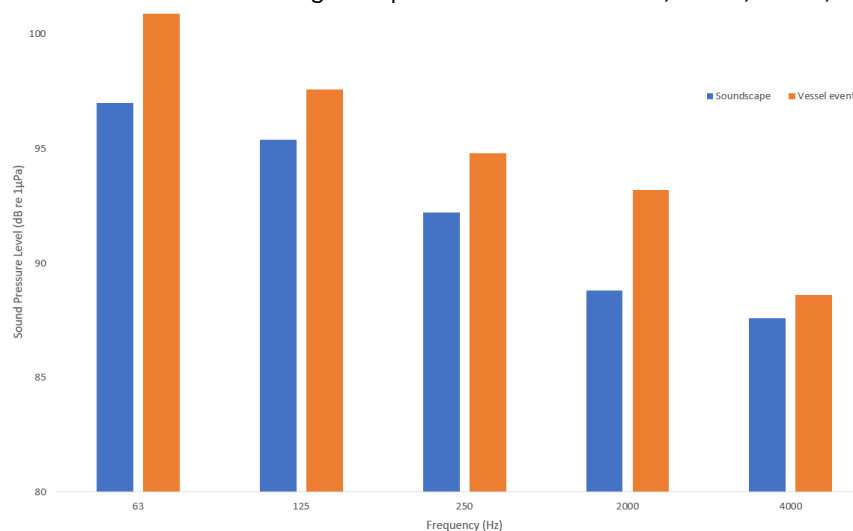


Fig.23. Comparativa de los niveles de presión sonora en 1/3 de octava.

3.6. CONCLUSIONES

En primavera, los niveles SPL de la ubicación escogida en la ZEPA ES0000518 están comprendidos entre el valor mínimo 86,3 dB re 1μPa y el valor máximo 100 dB re 1μPa, donde el valor promedio es 87,6 dB re 1μPa, lo cual significa que la mayoría de las frecuencias presentan valores bajos, comprendidos entre 86 y 89 dB re 1μPa.

En verano, los niveles SPL están comprendidos entre el valor mínimo 86,7 dB re 1μPa y el valor máximo 100,8 dB re 1μPa, donde el valor promedio es 87,5 dB re 1μPa, lo cual significa que la mayoría de las frecuencias presentan valores bajos, comprendidos entre 86 y 89 dB re 1μPa.

Como se puede observar en los diagramas de cajas, en ambas estaciones las componentes elevadas de SPL corresponden a las frecuencias bajas, mientras que, a partir de 1kHz, los SPL se atenúan hasta los 80 - 90 dB re 1μPa.

Por otra parte, los días 22 de mayo y 25 de junio los niveles de presión sonora se disparan por la embarcación que se ha utilizado a la hora de realizar el fondeo, por lo tanto, los niveles altos se clasificarán como contaminados.

Los resultados del paisaje sonoro obtenidos durante ambas estaciones primavera y verano son muy coherentes con la ubicación y con el tráfico marítimo existente en la zona, ya que son bajos y presentan unas componentes de SPL más elevadas a frecuencias bajas (hasta los 250 Hz), que pueden pertenecer a embarcaciones de recreo y transatlánticos turísticos.

Además, se ha observado que el ruido biológico y las condiciones meteorológicas influyen en los resultados del ruido de fondo. El ruido biológico generado por los animales marinos afecta principalmente a las frecuencias utilizadas en su comunicación, mientras que la lluvia y el viento impactan en las frecuencias más bajas, generando mayores niveles de contaminación acústica en ciertos días. Sin embargo, cuando hay una embarcación presente, estos efectos del ruido biológico y meteorológico quedan enmascarados por el ruido generado por la actividad de la embarcación.

4. CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS

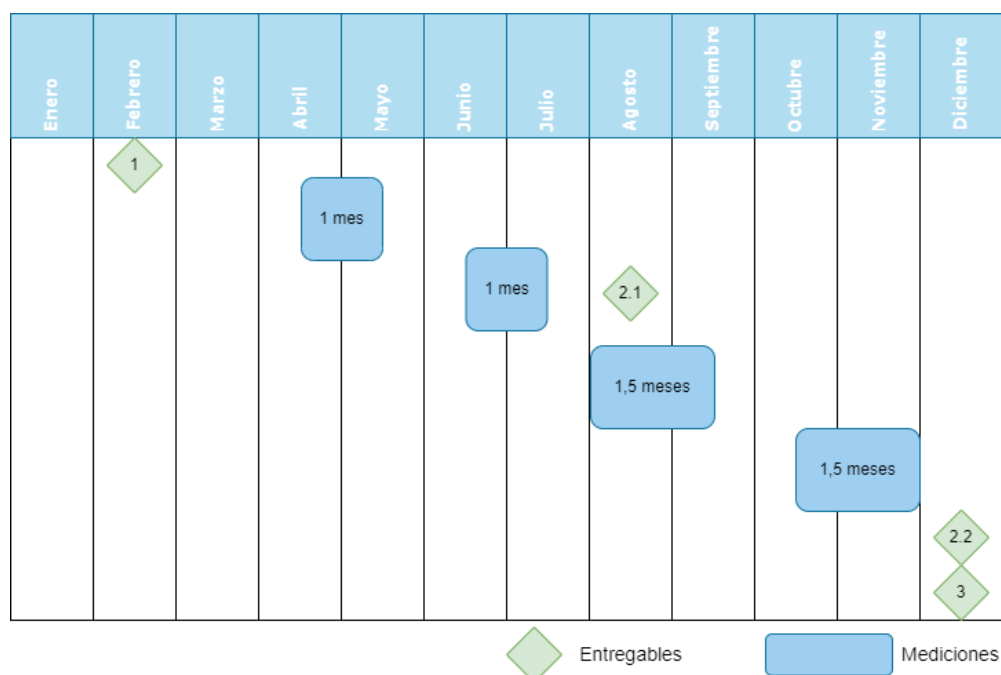


Fig.1. Cronograma del proyecto

5. ÁREA DE ESTUDIO



Fig.2. Ubicación de la zona de estudio



Fig.3. Zona de estudio: ZEPA ES0000518

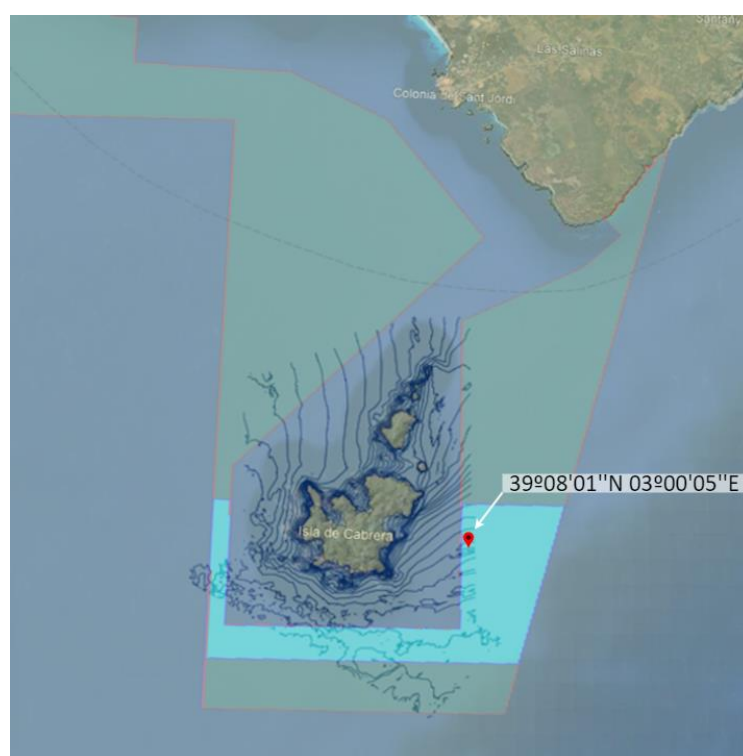


Fig.4. Ubicación del punto de medición

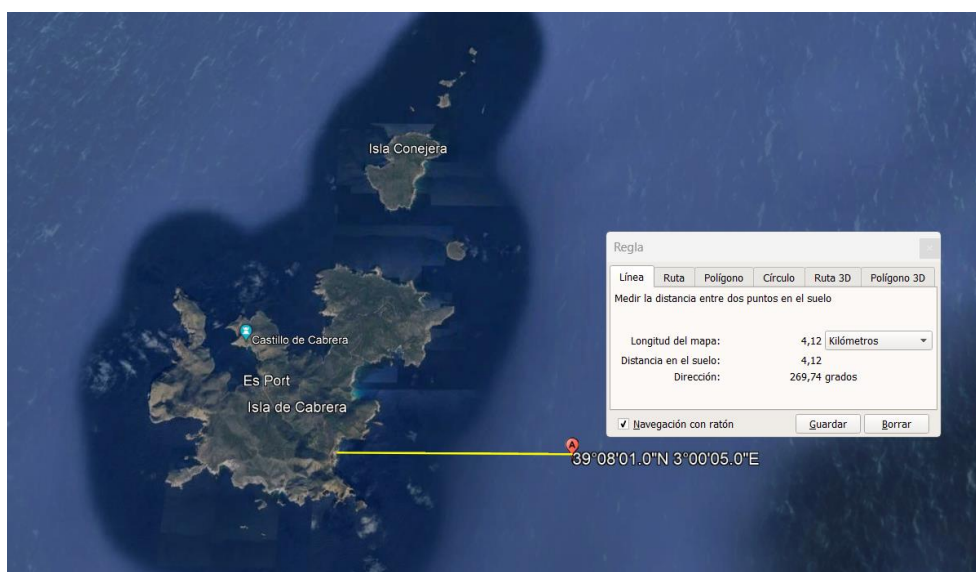


Fig.5. Distancia desde la costa

6. EQUIPAMIENTO UTILIZADO

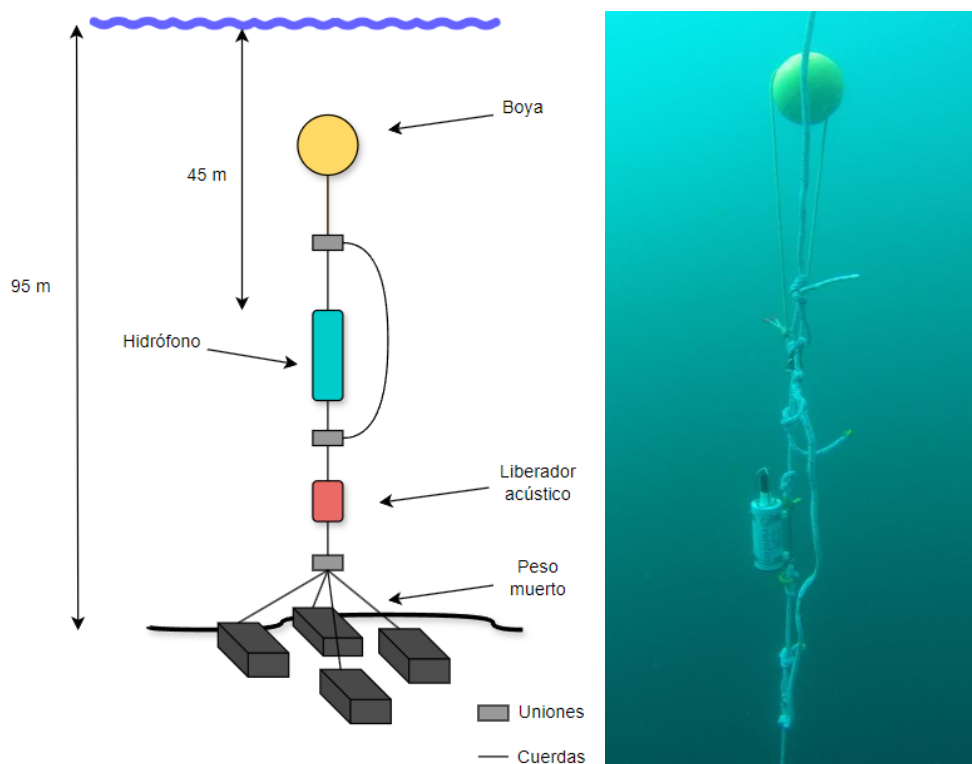


Fig.6. Esquema del sistema de fondeo sin boya de superficie



Fig.7. Hidrófono. ABYssens modelo *DORI recorder*



Fig.8. Liberador acústico. SONARDYNE modelo *RT6-1000*



Fig.9. Perfilador. AML OCEANOGRAPHIC modelo *Base X2*