



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



Informe final (Lote 2) Monitorización del nivel de presión sonora en el Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera

Diciembre 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), Marc Vilanova Badia (técnico de campo) 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

Diciembre 2024

LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

ÍNDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO	4
2.	EXECUTIVE SUMMARY	5
3.	RESUMEN DE ACTUACIONES.....	5
3.1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	5
3.2.	DIFICULTADES ENCONTRADAS DURANTE EL PROYECTO	6
3.3.	ÁREA DE ESTUDIO	7
3.4.	DETALLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	8
3.5.	ANÁLISIS DE DATOS	11
3.6.	RESULTADOS OBTENIDOS	12
3.7.	COMPARATIVA DETALLADA DE LOS NIVELES DE SONIDO DE FONDO DURANTE LAS DISTINTAS ESTACIONES	43
3.8.	INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y EVENTOS ANTRÓPICOS	46
3.9.	CONCLUSIONES.....	47
4.	CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS	49

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. El proyecto está coordinado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), que actúa también como socio a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Participan como socios además el Instituto Español de Oceanografía, la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife, WWF-España, la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul y la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía de la Junta de Andalucía, AZTI, la Universidad de Alicante y la Universidad Politécnica de Valencia.

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 está limitada, con el fin de evaluar el paisaje sonoro en ausencia (parcial) de actividades antrópicas.

Esta licitación se encuentra relacionada con el descriptor 11 (ruido submarino) de las Estrategias Marinas, siendo el fin último de la misma contribuir a determinar niveles de referencia de ruido ambiente marino que permitan definir el buen estado ambiental de este descriptor en nuestras aguas. Para ello, las acciones licitadas incluyen el diseño de proyectos de fondeo de hidrófonos en varios espacios marinos protegidos de la Red Natura 2000.

En este marco, y en representación de la demarcación marina levantino-balear, se instaló un hidrófono en la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera (ES0000518) durante diferentes periodos en el año 2024: entre el 22 de mayo y el 20 de junio (primavera), entre el 25 de junio y el 24 de julio (verano), entre el 14 de agosto hasta el 28 de septiembre (otoño) y entre el 13 de noviembre y el 27 de diciembre (invierno).

Los datos sonoros obtenidos durante estos periodos se procesaron utilizando software especializado creado para identificar las características del ruido ambiental, distinguiendo entre fuentes naturales y antropogénicas. Además, se empleó el software 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.

Los resultados obtenidos del procesamiento de datos muestran unos niveles de ruido submarino constantes a lo largo del periodo monitorizado, lo que sugiere una baja actividad antropogénica en la zona de estudio. Las principales fuentes de ruido identificadas incluyen aquellas de origen natural, como el viento y las olas. En cuanto a las fuentes antropogénicas, se identifica una mínima influencia de embarcaciones. Las frecuencias bajas presentan mayores niveles de presión sonora, especialmente por factores meteorológicos.

EXECUTIVE SUMMARY

The LIFE INTEMARES project aims to achieve an efficiently managed network of marine areas in the Natura 2000 Network, with the participation of the sectors involved and research as basic tools for decision-making. The project is coordinated by the Biodiversity Foundation of the Ministry for Ecological Transition and the Demographic Challenge (MITECO), which also acts as a partner through the Directorate General for Biodiversity, Forests and Desertification. Other partners include the Spanish Institute of Oceanography, the Spanish Fisheries Confederation, SEO/BirdLife, WWF-Spain, the Regional Ministry of Sustainability, Environment and Blue Economy and the Andalusian Environment and Water Agency of the Regional Government of Andalusia, AZTI, the University of Alicante and the Polytechnic University of Valencia.

In this context, the project includes among its actions the implementation of demonstration projects to improve the current knowledge about underwater noise and its impacts on marine biodiversity. To this end, the Biodiversity Foundation and the Ministry for the Ecological Transition (hereinafter FB and MITECO, respectively) published a call for tenders to study underwater noise levels in marine protected areas, where the presence of humans in the environment is limited, in order to assess the soundscape in the (partial) absence of anthropic activities.

This tender is related to descriptor 11 (underwater noise) of the Marine Strategies, the ultimate aim of which is to contribute to determining reference levels of marine ambient noise that allow us to define the good environmental status of this descriptor in our waters. To this end, the tendered actions include the design of hydrophone anchoring projects in several marine protected areas of the Natura 2000 Network.

Within this framework, and on behalf of the Levantine-Balearic marine demarcation, a hydrophone was installed in the Special Protection Area for Birds (SPA) Southern Marine Space of Mallorca and Cabrera (ES0000518) during different periods in the year 2024: between 22 May and 20 June (spring), between 25 June and 24 July (summer), between 14 August and 28 September (autumn) and between 13 November and 27 December (winter).

The sound data obtained during these periods were processed using specialised software created to identify the characteristics of ambient noise, distinguishing between natural and anthropogenic sources. In addition, the software was used to calculate percentiles of sound pressure levels, analyse the values of pressure levels at specific third octave frequencies, generate spectrograms and evaluate inter-seasonal patterns in the annual monitoring period.

The results obtained from the data processing show constant underwater noise levels throughout the monitored period, suggesting low anthropogenic activity in the study area. The main noise sources identified include those of natural origin, such as wind and waves. As for anthropogenic sources, minimal influence from boats is identified. Lower frequencies have higher sound pressure levels, especially due to meteorological factors.

RESUMEN DE ACTUACIONES

2.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El ruido submarino es una preocupación creciente en la conservación de los ecosistemas marinos, ya que puede afectar negativamente a la fauna, en especial a especies sensibles como cetáceos, peces y aves marinas. Sus fuentes pueden ser de origen natural, como el oleaje, el viento, la lluvia o la actividad sísmica; pero también de origen antrópico, derivadas, por ejemplo, del tráfico marítimo o la construcción de infraestructuras en el medio marino.

El aumento del ruido de origen humano puede alterar procesos fundamentales en la vida marina, como la comunicación, la orientación, la alimentación y/o la reproducción de muchas especies marinas. Por este motivo, resulta esencial establecer niveles de referencia del ruido ambiente natural que permitan evaluar el impacto de las actividades humanas y proponer medidas preventivas o de mitigación adecuadas.

En este contexto, el proyecto LIFE INTEMARES ha identificado la necesidad de mejorar el conocimiento sobre el ruido submarino en áreas marinas protegidas, donde las actividades humanas están limitadas. Se obtiene así información que permite contribuir al establecimiento de niveles de referencia que, ulteriormente podrán utilizarse para definir el nivel de Buen Estado Ambiental en nuestras aguas.

Para abordar este aspecto dentro de la demarcación marina levantino-balear, se han llevado a cabo distintas campañas de monitorización acústica mediante fondeo de hidrófono en un punto estratégico seleccionado en base a diversos factores, como la densidad del tráfico marítimo o la tipología del fondo marino.

En concreto, las mencionadas campañas de monitorización han tenido lugar en un punto localizado dentro del Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera (ES0000518), declarado 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). El punto seleccionado se propuso en el informe inicial presentado en el marco de la presente licitación “Evaluación del nivel de ruido submarino originado por fuentes acústicas de origen natural”.

Los resultados de las campañas de medición de ruido llevadas a cabo durante la primavera, verano, otoño e invierno del año 2024 se han incluido en los informes presentados en el marco del presente proyecto “Monitorización del nivel de presión sonora en el Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera durante la época primavera-verano” y “Monitorización del nivel de presión sonora en el Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera durante la época otoño-invierno”.

El objetivo del presente informe, por tanto, es presentar la totalidad de la información obtenida durante el año 2024, analizándose los parámetros de los audios recopilados durante las cuatro estaciones por los hidrófonos fondeados en la ubicación seleccionada. Esta información contribuirá a determinar el nivel de ruido submarino en ausencia parcial de actividades humanas

2.2. DIFICULTADES ENCONTRADAS DURANTE EL PROYECTO

Durante la ejecución del proyecto, se han encontrado una serie de dificultades que han afectado el desarrollo de las actividades previstas. Las principales se describen a continuación.

En primer lugar, la demora en la obtención de los permisos necesarios para la ejecución de las actuaciones supuso un retraso inesperado en el cronograma de ejecución de los trabajos.

Por otro lado, la gran cantidad de datos obtenidos a lo largo de las distintas estaciones supuso uno de los mayores retos, al requerir un procesamiento exhaustivo, que se veía dificultado por las limitaciones del hardware utilizado. Los equipos de procesamiento no contaban con la capacidad de manejar grandes volúmenes de datos a alta velocidad, lo que provocó que el análisis de los archivos de audio tardara considerablemente más tiempo de lo esperado, retrasando así las fases posteriores del proyecto.

Las condiciones meteorológicas adversas y las dificultades logísticas asociadas a la instalación y mantenimiento de los hidrófonos en el mar afectaron también al cronograma establecido inicialmente, provocando varios retrasos en las campañas de fondeo y recogida de datos.

Por último, la coordinación entre los diversos equipos del proyecto dificultó también la ejecución del proyecto. Las actividades de campo, que requieren una planificación precisa y la intervención de múltiples entidades, se vieron afectadas en ocasiones por la disponibilidad de personal y los recursos en los plazos establecidos, lo que generó algunas dificultades para mantener la fluidez en la ejecución de las tareas. Aun así, y teniendo en cuenta todas estas casuísticas, se ha podido contar con el tiempo necesario para la recopilación de información suficiente para alcanzar los objetivos planteados en los trabajos.

2.3. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se incluye en el Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera (ES0000518), declarada como 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 la figura 1, se encuentra en el sur de la isla de Mallorca y rodeando el archipiélago de Cabrera.



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. La zona sombreada en verde representa la ZEPA Espacio Marino del Sur de Mallorca y Cabrera (ES0000518)

Dentro de la zona de estudio se seleccionó una ubicación para el fondeo del hidrófono en base a la presencia de rutas marítimas, teniendo en consideración la tipología y la densidad del tráfico en las mismas, la tipología del fondo marino y la presencia de hábitats de interés comunitario. De este modo, 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; Fig. 2) y cuenta con una profundidad de 90 m.

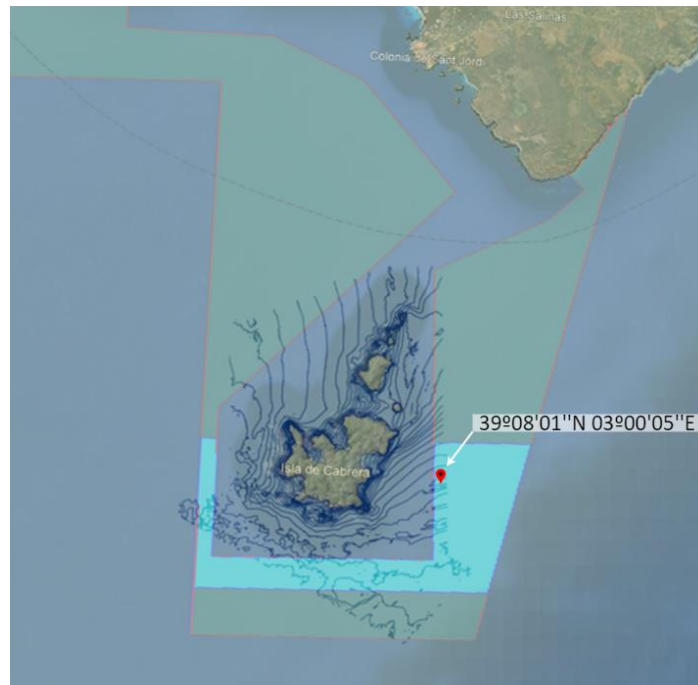


Figura.2. Ubicación del punto de medición

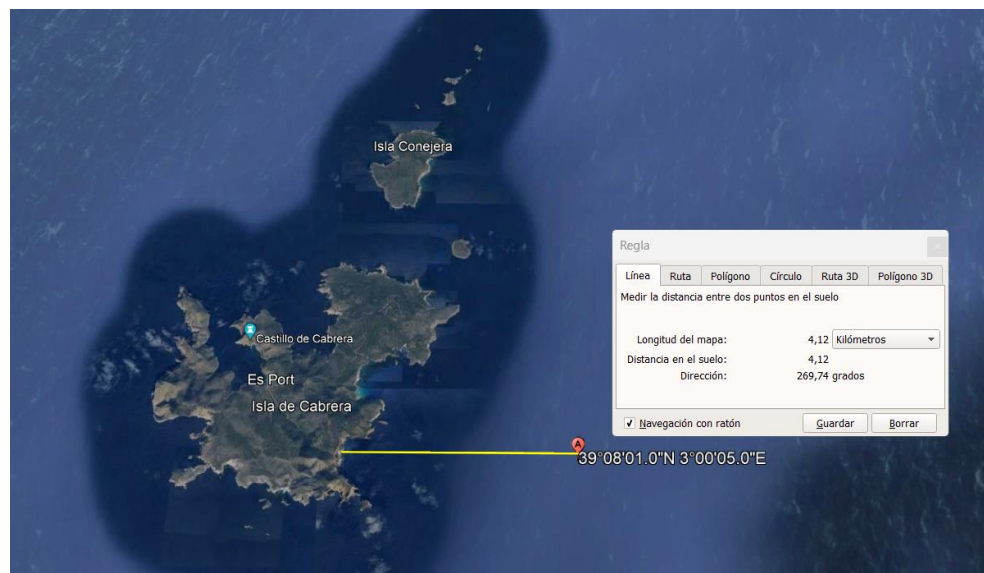


Figura 3. Distancia desde la costa

2.4. DETALLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Para la ejecución de las actividades previstas, y conforme a lo acordado con la dirección de los trabajos, se seleccionó 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 sonido ambiental. El modelo y el montaje real se pueden ver en la Figura 4.

Este tipo de fondeo consta de una boya con un diámetro de 40 cm, un hidrófono (ver Fig.4 y 5) de 30 cm de longitud, de 9 cm de diámetro y 1,9 kg de peso, un liberador acústico (ver Fig.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 hidrófono utilizado para realizar las mediciones se sitúa a una profundidad de 40-45 metros, aproximadamente (ver Fig. 4).

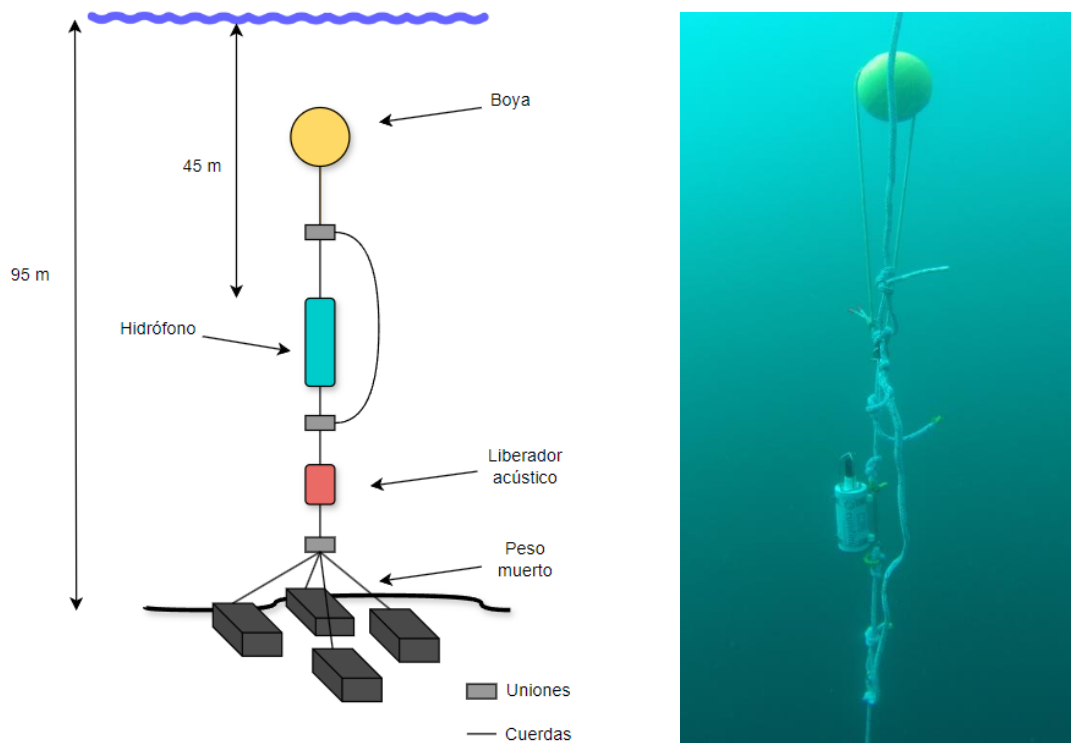


Figura 4. Esquema del sistema de fondeo sin boya de superficie



Figura 5. Hidrófono



Figura 6. Liberador acústico

Localización	ISLA DE CABRERA, MALLORCA
Coordenadas UTM	39,13361 N
	3,00139 E
Coordenadas (en 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
Ganancia	13,28 dB
Sensibilidad	-184,9 dB re 1V/μPa

Tabla 1. Datos del hidrófono en la ubicación

El equipamiento cuenta, además, con un perfilador para aguas someras (ver Fig.7) 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.



Figura 7. Perfilador

	Primavera-Verano	Otoño-Invierno
Temperatura columna-superficie	13,3 – 17,1 °C	15,9 – 16,3 °C
Salinidad	35,5‰	36,9‰

Tabla 2 Condiciones ambientales

Las mediciones se llevaron a cabo durante las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno, obteniendo así un total de 150 días de grabaciones de audio submarino. Las campañas de medición se estructuraron de la siguiente manera:

- Campaña representativa de condiciones de primavera: desde el 22 de mayo hasta el 20 de junio.
- Campaña representativa de condiciones de verano: desde el 25 de junio hasta el 24 de julio.
- Campaña representativa de condiciones de otoño: desde el 14 de agosto hasta el 28 de septiembre.
- Campaña representativa de condiciones de invierno: desde el 13 de noviembre hasta el 27 de diciembre.

2.5. ANÁLISIS DE DATOS

Como resultado de los 150 días de grabación descritos en el apartado anterior, se ha registrado un total de, aproximadamente, 42.600 audios que corresponden a grabaciones de 5 minutos cada uno. El volumen total aproximado es de 2.300 GB.

La configuración de las grabaciones del hidrófono es la siguiente:

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

Tabla 3 Configuración del hidrófono

Las grabaciones de audio submarino se procesaron utilizando software especializado creado por Eurofins Cavendish para identificar las características del ruido ambiental, distinguiendo entre fuentes naturales y antropogénicas. Los parámetros que se analizaron 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, 250 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz.
- Comparativa de los niveles de presión sonora para un rango más amplio de las frecuencias en tercio de octava: 40 Hz, 50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz, 1250 Hz, 1600 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz, 4000 Hz, 5000 Hz, 6300 Hz, 8000 Hz, 10000 Hz, 12500 Hz y 16000 Hz.
- Espectrogramas.
- Patrones inter estacionales para la anualidad monitorizada para los niveles promedio y el tercio de octava de la frecuencia central de 63 Hz.
- Influencia de las condiciones meteorológicas.

Mediante el software creado por Eurofins Cavendish, se han procesado la totalidad de los audios para obtener los patrones inter estacionales y se ha localizado un evento antropogénico 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; root mean square en inglés) 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 (SPL), se utilizó la siguiente fórmula de la sección 3.2.1.1 de la ISO 18405:

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

donde p_{ref} es la presión de referencia, que en el caso del ambiente submarino es $1 \mu\text{Pa}$, que es una referencia estándar en la medición del SPL en el agua.

Se proporciona una medida representativa del comportamiento general de los SPL a lo largo del tiempo. Este valor medio se ha obtenido a partir de todos los SPL registrados cada segundo durante cada estación. Este método suaviza las fluctuaciones diarias o las causadas por factores transitorios, como el tráfico marítimo o las condiciones meteorológicas, y permite obtener una visión global del entorno acústico sin verse influenciada por picos anómalos o variaciones momentáneas.

Para calcular los SPL máximos y mínimos, se han obtenido todos los SPL de cada segundo de grabación y, mediante una función de máximos y mínimos, se han seleccionado los valores correspondientes.

La metodología para calcular los niveles de presión sonora en tercios de octava consiste en analizar una señal acústica y descomponerla en sus componentes espectrales en frecuencias específicas. Se seleccionaron las frecuencias de interés correspondientes a los tercios de octava y, tras aplicar un filtro para aislar estas frecuencias del espectro frecuencial completo, se calculó el SPL para cada banda. Finalmente, estos valores se representan en un gráfico de barras para observar la distribución de los niveles de presión sonora en función de las frecuencias seleccionadas en un momento específico de la señal.

2.6. RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla 4 se muestran los niveles globales de presión sonora (SPL) en la ubicación de fondeo del hidrófono para las cuatro estaciones.

Fechas	Descripción	Rango frecuencial	Resultados globales	
22 de mayo-20 de junio	Monitorización de la presión sonora durante la época primavera-verano	20Hz-250 kHz	SPL promedio	87,6 dB re 1μPa
			SPL máximo	100 dB re 1μPa
			SPL mínimo	86,3 dB re 1μPa
25 de junio-24 de julio			SPL promedio	87,5 dB re 1μPa
			SPL máximo	100,2 dB re 1μPa
			SPL mínimo	86,7 dB re 1μPa
14 de agosto-28 de septiembre	Monitorización de la presión sonora durante la época otoño-invierno	20Hz-250 kHz	SPL promedio	87,1 dB re 1μPa
			SPL máximo	103,3 dB re 1μPa
			SPL mínimo	86,1 dB re 1μPa
13 de noviembre-27 de diciembre			SPL promedio	87,0 dB re 1μPa
			SPL máximo	103,8 dB re 1μPa
			SPL mínimo	86,2 dB re 1μPa

Tabla 4 Resumen de los resultados obtenidos

A continuación, se indican los diferentes índices y percentiles de los niveles globales de presión sonora. Cuando se realizan mediciones 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 1μPa entonces el 75% de las muestras de toda la señal tiene valores inferiores a 90 dB re 1μPa.

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 Fig.8).

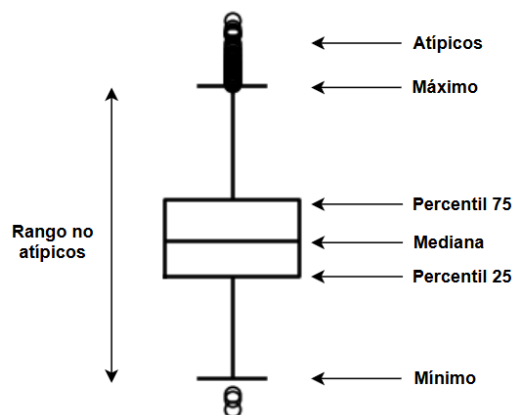


Figura 8. Representación mediante cajas

Se representan los 150 días 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 el ruido generado por la embarcación responsable de colocar el hidrófono en la ubicación, por ello existen niveles de presión sonora atípicos elevados.

Los resultados se separaron en “MEDICIONES PRIMAVERA”, “MEDICIONES VERANO”, “MEDICIONES OTOÑO” y “MEDICIONES INVIERNO” y para cada estación se representaron las siguientes gráficas:

- SPL diario global. Rango frecuencial completo.
Se ilustra la distribución del SPL diario global a lo largo de varios días, reflejando tanto los picos como las fluctuaciones en los niveles de presión sonora, utilizando el rango frecuencial completo del hidrófono (20 Hz-250 kHz). Este gráfico proporciona una visión general de la variabilidad diaria del sonido submarino, permitiendo visualizar la dispersión de los valores, la mediana y los valores atípicos en cada día de medición, lo que facilita el análisis de las tendencias y las anomalías en los niveles de ruido durante el período de medición.
- SPL diario en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz).
Se ilustra la distribución de los SPL diarios a lo largo de varios días en la frecuencia de 63 Hz. Este gráfico ofrece una visión general de la variabilidad diaria del ruido submarino en esa banda de frecuencia, permitiendo identificar tendencias y anomalías.
- SPL diario en frecuencias de 1/3 de octava (250 Hz).
Se ilustra la distribución de los SPL diarios a lo largo de varios días en la frecuencia de 250 Hz. Este gráfico ofrece una visión general de la variabilidad diaria del ruido submarino en esa banda de frecuencia, permitiendo identificar tendencias y anomalías.
- SPL diarios en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz).
Se ilustra la distribución de los SPL diarios a lo largo de varios días en la frecuencia de 1 kHz. Este gráfico ofrece una visión general de la variabilidad diaria del ruido submarino en esa banda de frecuencia, permitiendo identificar tendencias y anomalías.
- Espectrograma. Rango frecuencial 20 Hz – 6 kHz.
Se muestra, a modo ilustrativo, cómo se distribuyen los SPL en las frecuencias de 20 Hz a 6 kHz a lo largo de 5 minutos de un audio seleccionado, lo que permite visualizar la evolución temporal de los diferentes niveles de presión sonora en el rango de frecuencias de 20 Hz a 6 kHz.
- Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.
Se representan los percentiles P_1 , P_5 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} , P_{95} , P_{99} de los niveles de presión sonora en el rango frecuencial completo. Esto proporciona información (ejemplo ilustrativo) sobre la distribución de los SPL durante un periodo de tiempo seleccionado de 5 minutos.
- Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 250Hz, 1kHz, 2kHz y 4kHz.
Se representan los SPL característicos de las estaciones en las frecuencias de tercio de octava de 63 Hz, 250 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz. Esto permite observar cómo varían los SPL en estas frecuencias clave.

MEDICIONES PRIMAVERA

Se han obtenido los valores diarios de SPL medio global (ver Fig.9) y los valores diarios de SPL para las frecuencias en tercios de octava de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz (ver figuras 10, 11 y 12) desde el 22 de mayo hasta el 20 de junio.

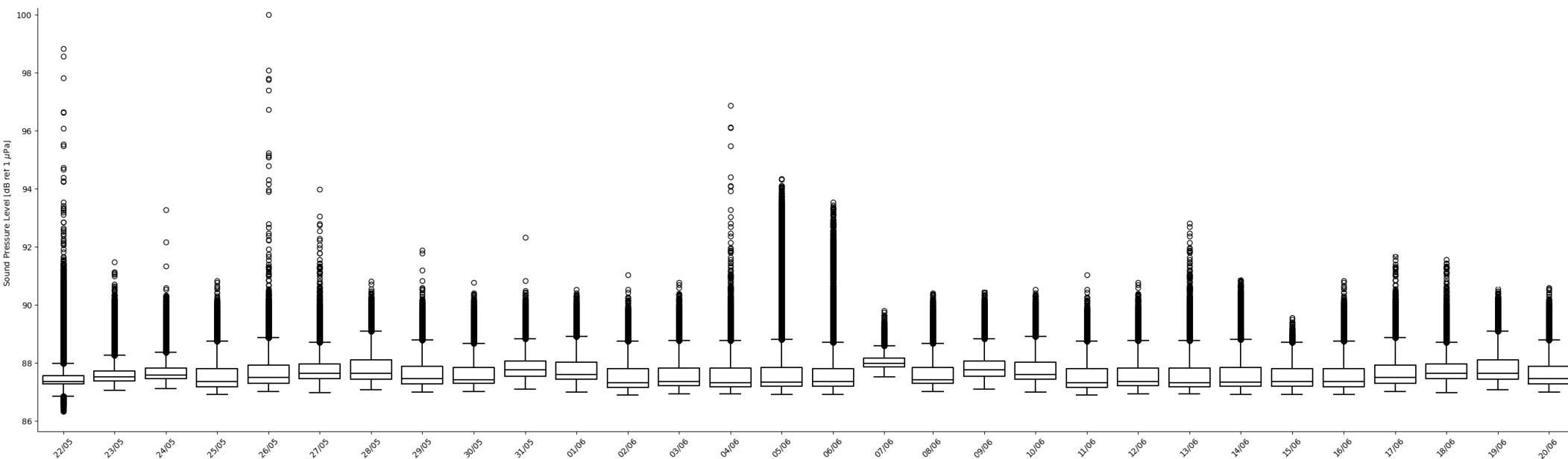


Figura 9. Mediciones de primavera. SPL diario global. Rango frecuencial completo

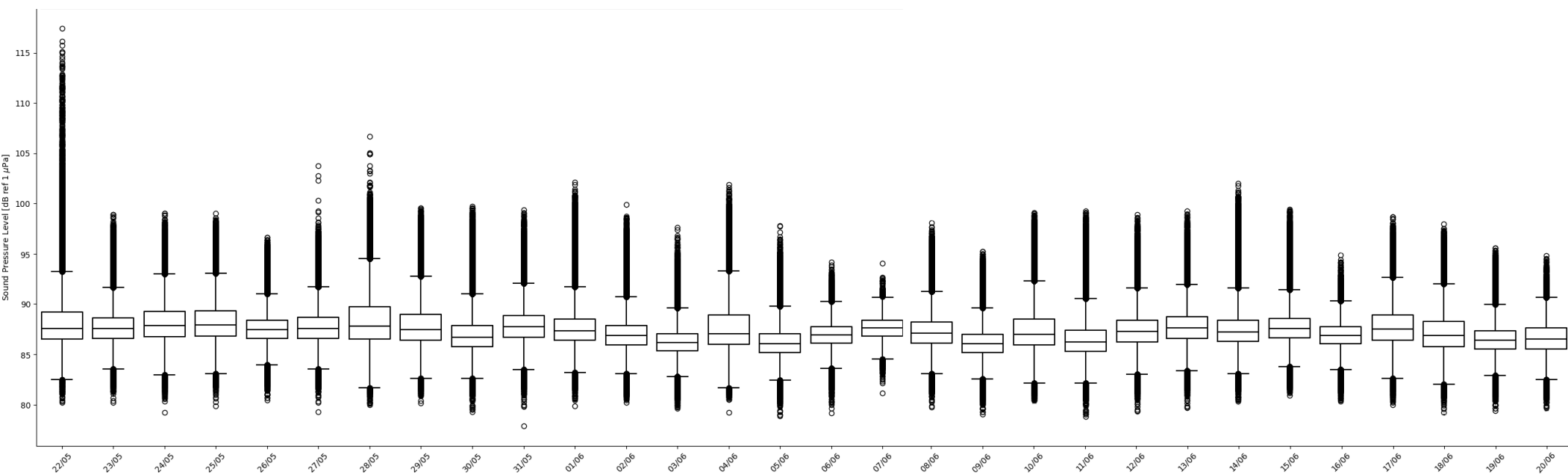


Figura 10. Mediciones de primavera. SPL diario en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz)

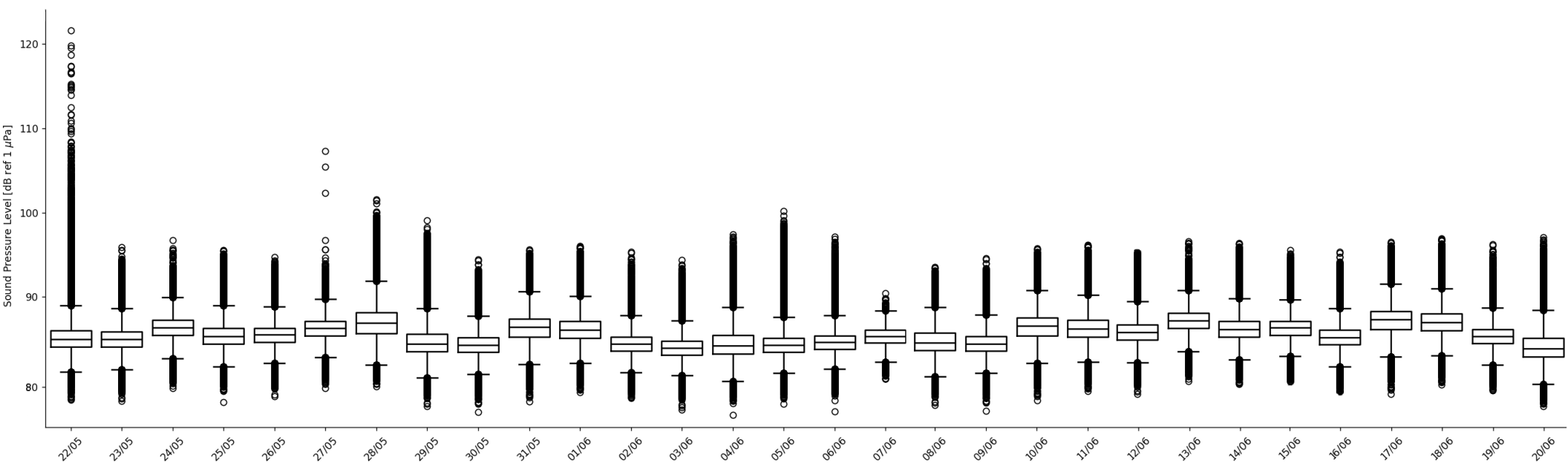


Figura 11. Mediciones de primavera. SPL diario en frecuencias de 1/3 de octava (250 Hz)

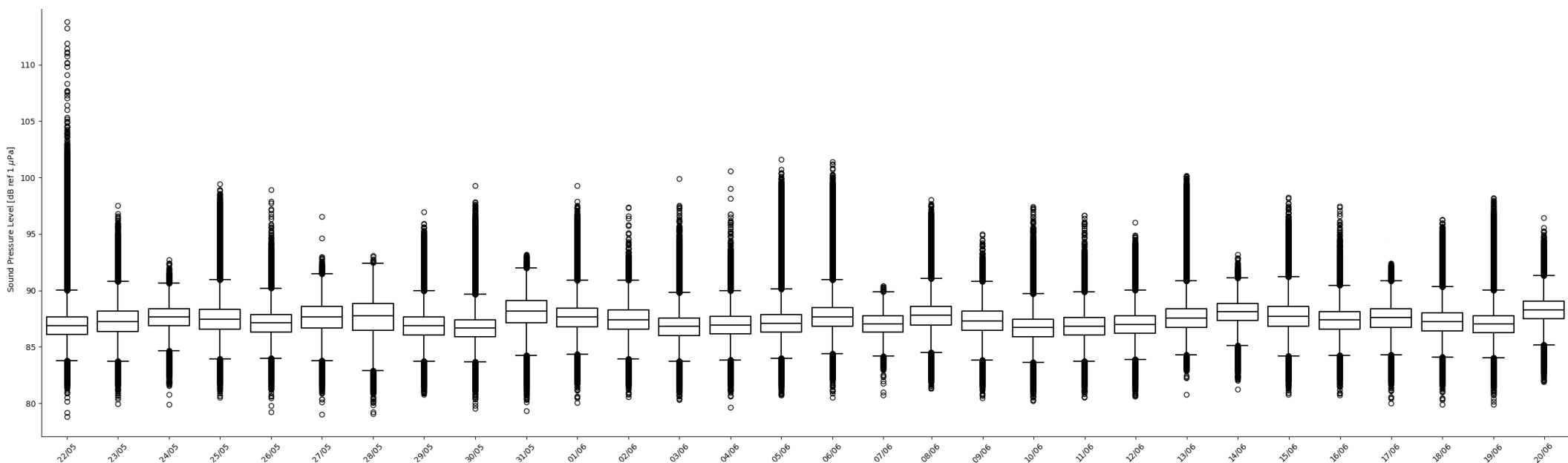


Figura 12. Mediciones de primavera. SPL diario en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz)

A continuación, como ejemplo ilustrativo de una grabación de 5 minutos, se muestran los niveles del paisaje sonoro de primavera en forma de espectrograma para el rango de 20 Hz a 6 kHz (ver Fig. 13) sin eventos puntuales generadores de ruido (embarcaciones; panel superior de la Fig. 13), y con eventos generadores de ruido (paso de una embarcación; panel inferior de la Fig. 13).

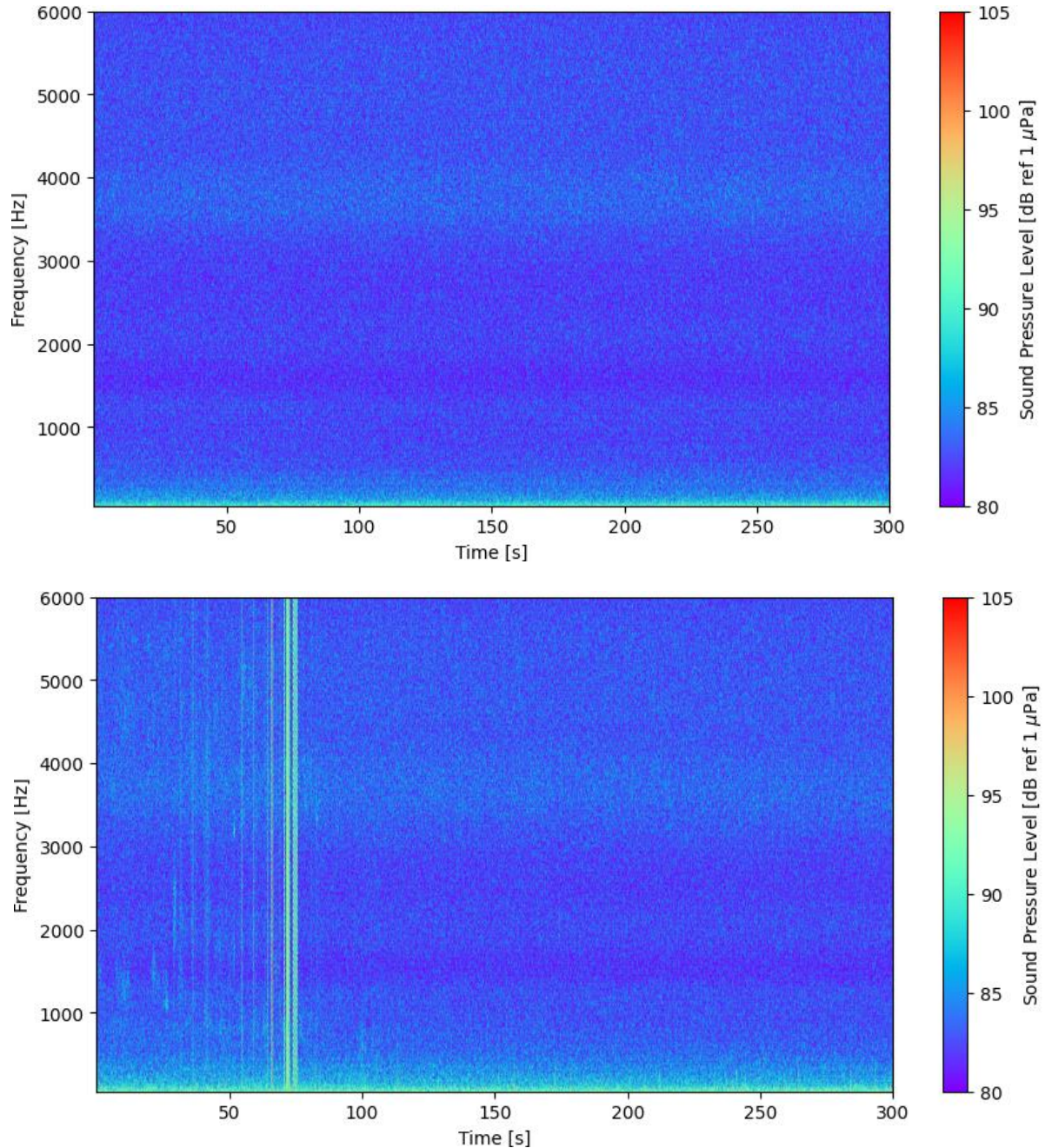


Figura 13. Espectrogramas. Rango frecuencial 20 Hz – 6kHz. Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcaciones. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de una embarcación

En la Figura 14 se muestran los respectivos percentiles para todas las frecuencias que el hidrófono es capaz de captar, es decir, de 20 Hz a 250 kHz.

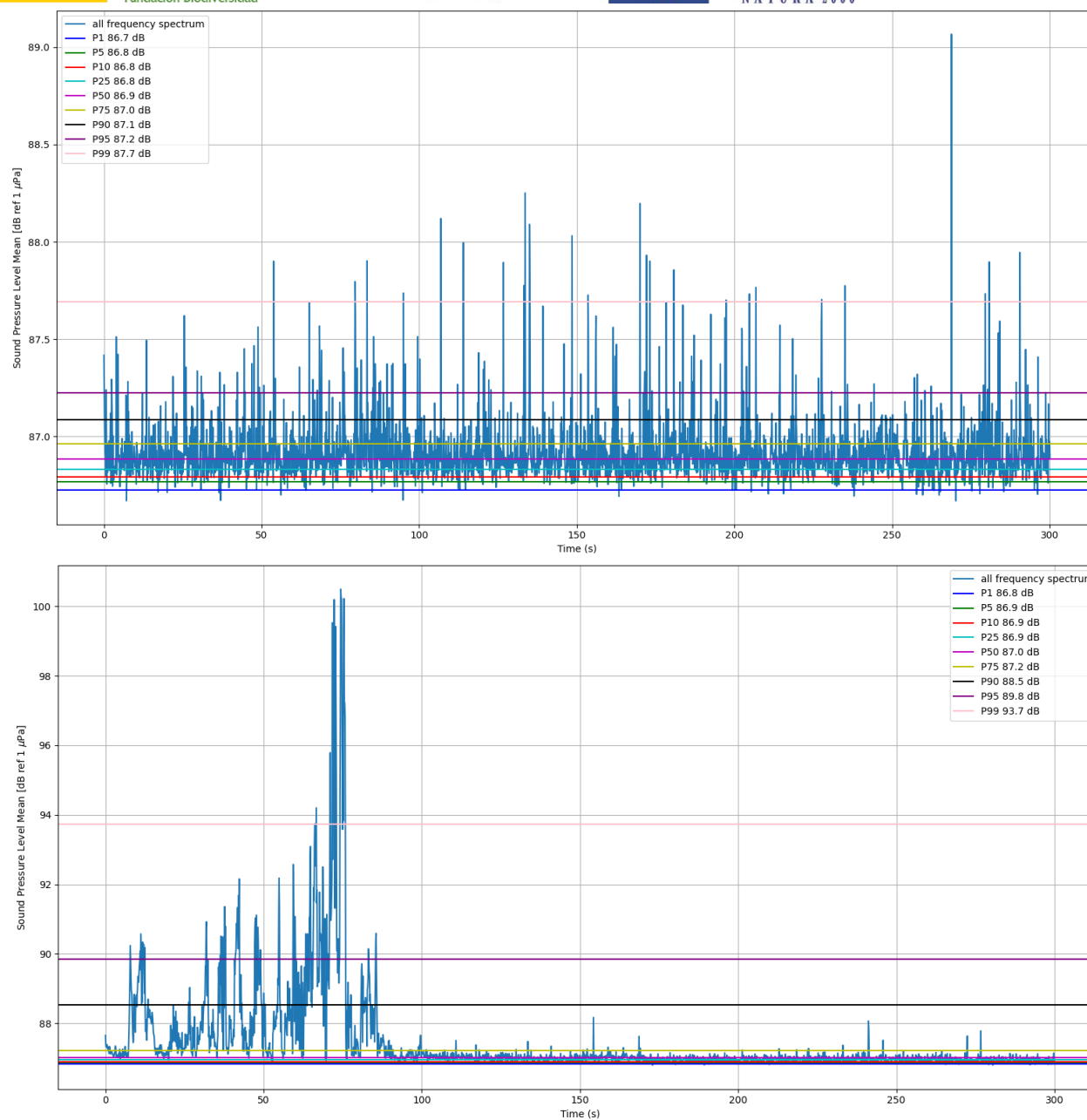


Figura 14. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.

Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcación. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de embarcación

Finalmente, la Figura 15 representa los SPL en tercios de octava para las frecuencias 63 Hz, 250 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz, proporcionando una visión detallada del paisaje sonoro de primavera en esas bandas de frecuencia a partir de las medianas de los diagramas de cajas.

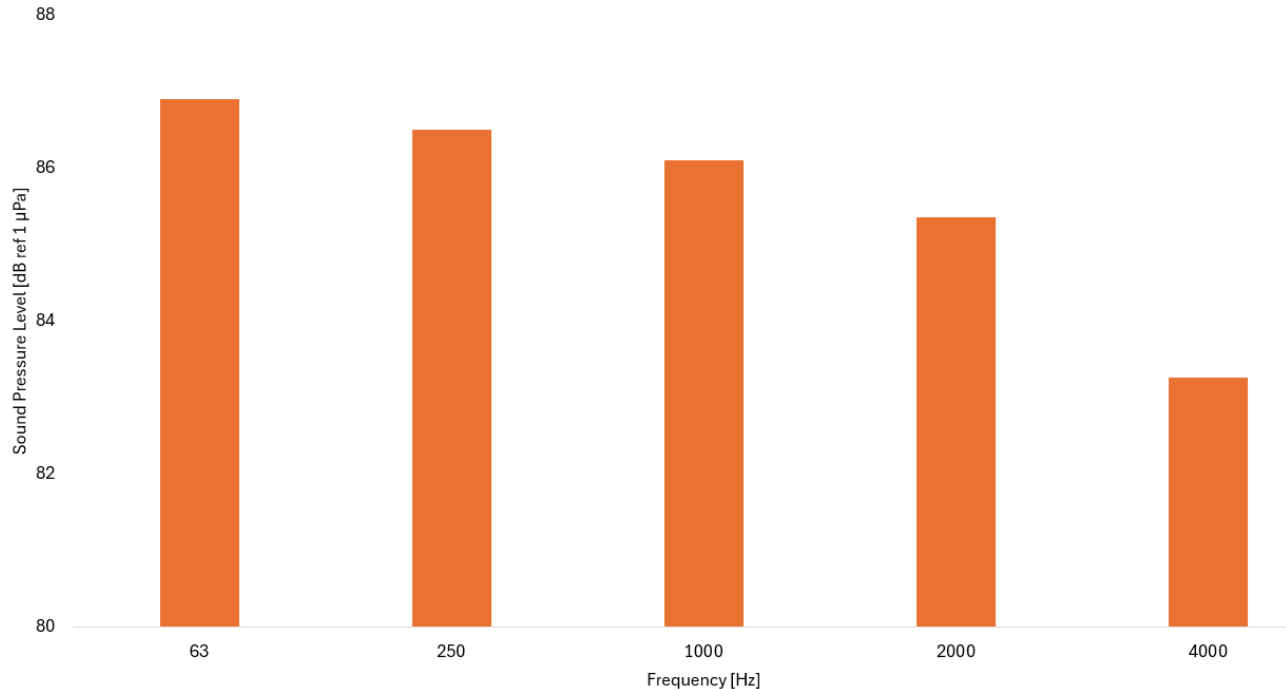


Figura 15. Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 250Hz, 1kHz, 2kHz y 4kHz

Los datos presentados en este apartado muestran que los niveles de presión sonora promedio en el periodo de primavera oscilan alrededor de 86-87 dB re 1µPa en el espectro de frecuencias medidas, con un rango que varía entre los 20 Hz y los 250 kHz. Estos SPL, tanto a nivel global como en las frecuencias específicas de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz, permiten evaluar el paisaje sonoro bajo condiciones naturales, sin interferencias de actividad. Al situarse dentro del rango de SPL de 86-87 dB, estos valores se consideran coherentes para un entorno natural.

Los valores de nivel de presión sonora mostraron variaciones notables para cada banda de frecuencias de tercio de octava específica calculada (63 Hz, 250 Hz, y 1 kHz). Los niveles más altos se observaron en 63 Hz, lo cual indica la presencia de bajas frecuencias en el entorno acústico (figuras 10, 11 y 12). Este tipo de sonido puede ser atribuible a fuentes naturales (lluvia, viento y oleaje) o antropogénicas específicas (embarcaciones o barcos de gran tonelaje).

El espectrograma (ver Fig.13) para el rango de 20 Hz a 6 kHz y los percentiles (ver Fig.14) de 20 Hz a 250 kHz proporcionan una figura clara del paisaje sonoro en la que no se observa ninguna firma acústica de embarcación. Los niveles más altos (ver Fig.15) se encuentran en frecuencias bajas (63 Hz), disminuyendo a medida que aumenta la frecuencia. Como se comentó anteriormente, las frecuencias bajas menores a 250 Hz presentan niveles alrededor de los 86-87 dB re 1µPa y los valores promedios globales se encuentran entre los 87 y 88 dB re 1µPa.

Esto indica que el sonido predominante en el entorno marino durante el período de medición es de baja frecuencia.

MEDICIONES VERANO

Se han obtenido los valores diarios de SPL media global (ver Figura 16) y los valores diarios de SPL para las frecuencias en tercios de octava de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz (ver Figura 18, 19 y 20) desde el 25 de junio hasta el 24 de julio.

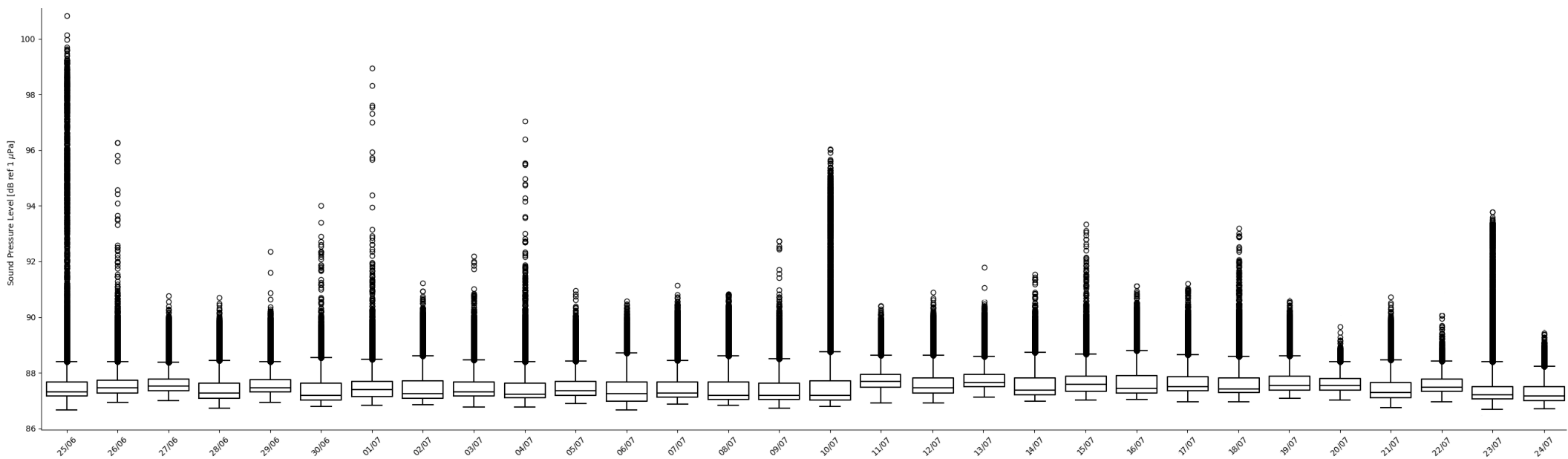


Figura 16. Mediciones de verano. SPL diario global. Rango frecuencial completo

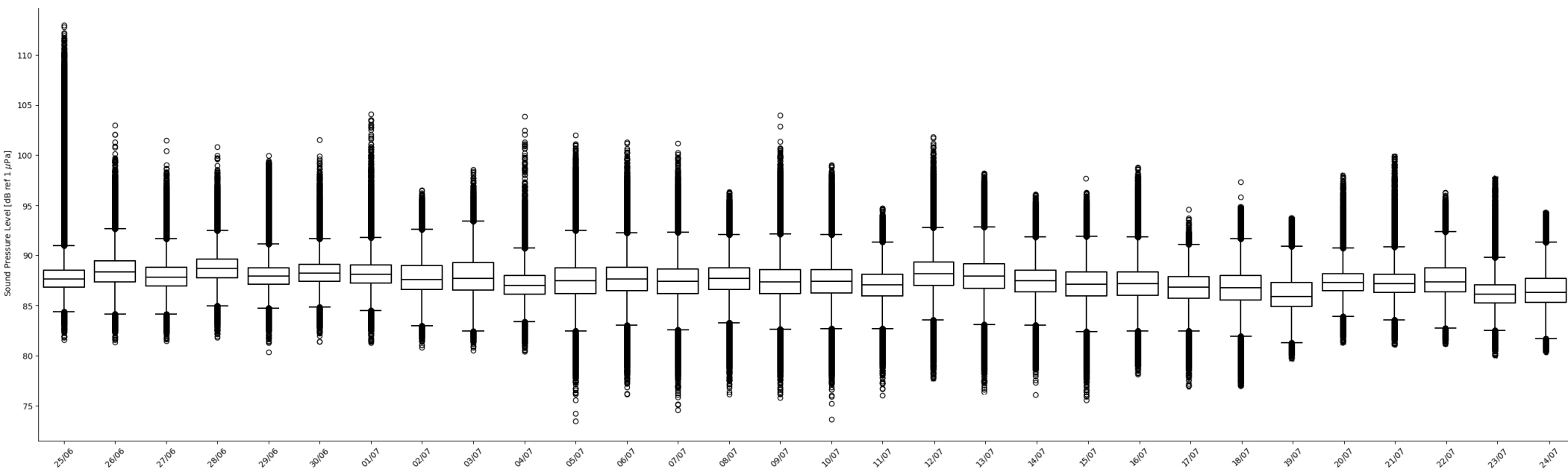
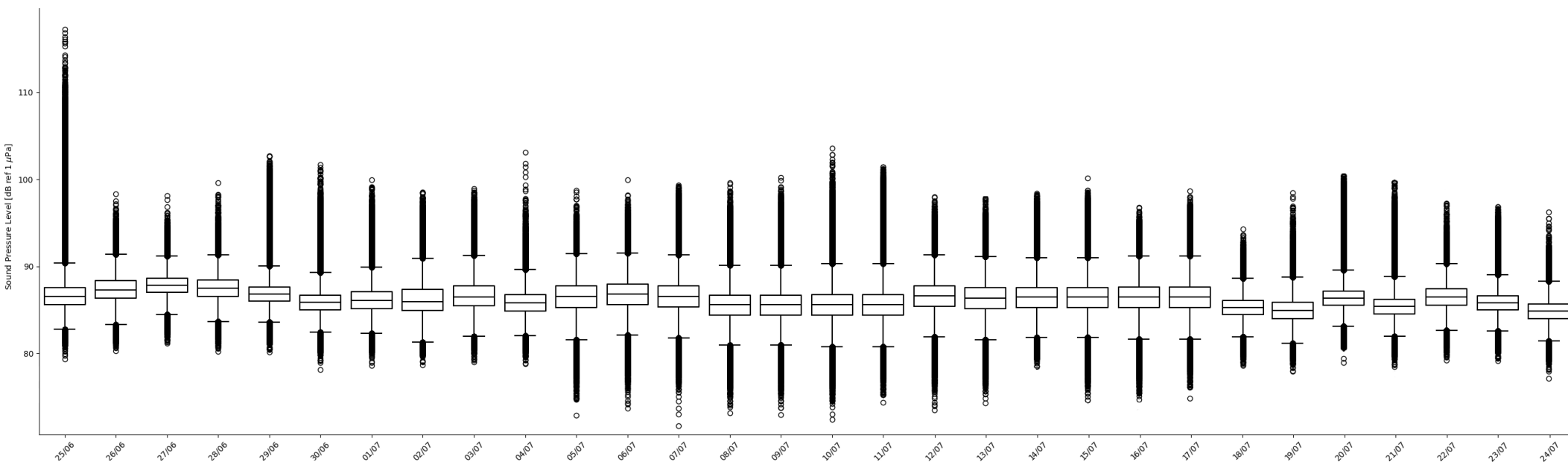


Figura 17. Mediciones de verano. SPL diarios en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz)



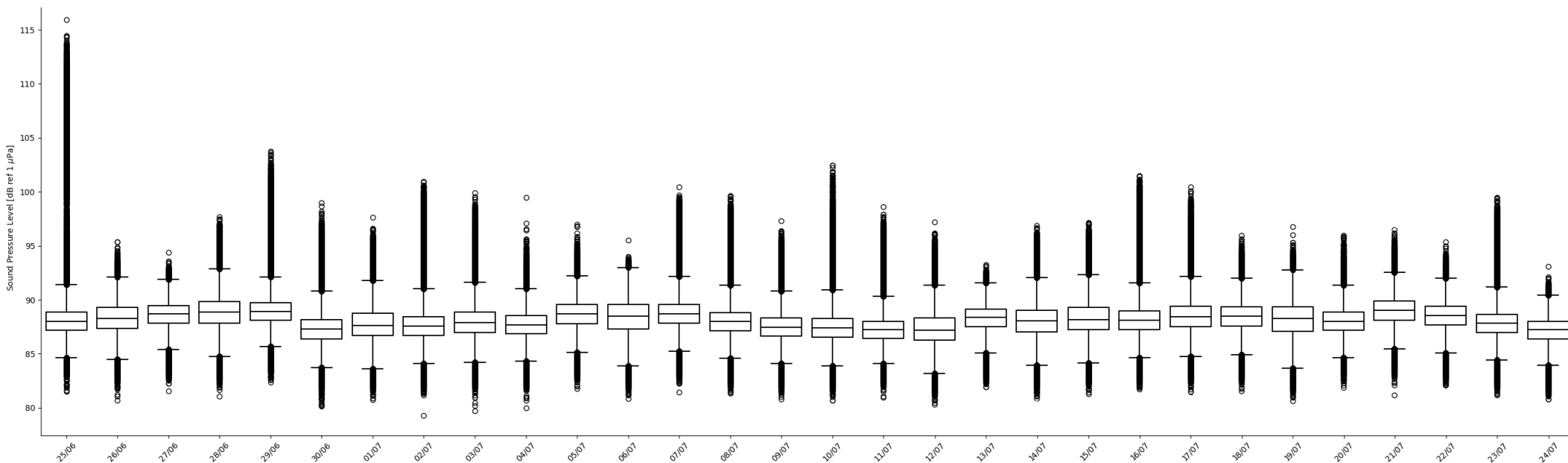


Figura 19. Mediciones de verano. SPL diario en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz)

A continuación, como ejemplo ilustrativo de una grabación de 5 minutos, se muestran los niveles de paisaje sonoro de verano en forma de espectrograma para el rango de 20 Hz a 6 kHz (ver Fig. 20) sin eventos puntuales generadores de ruido (embarcaciones; panel superior de la Fig. 20), y con eventos generadores de ruido (paso de una embarcación; panel inferior de la Fig. 20).

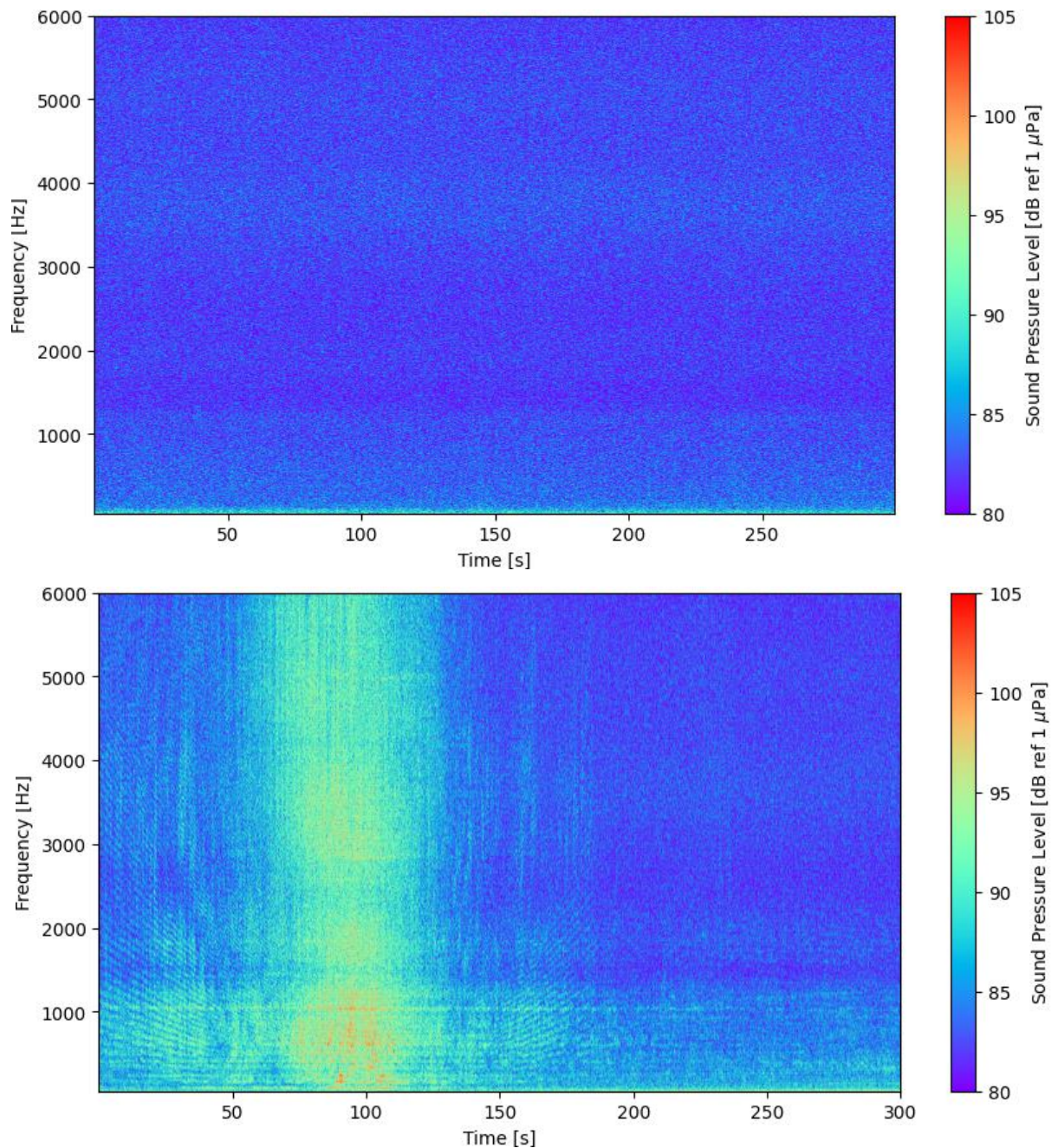


Figura 20. Espectrogramas. Rango frecuencial 20 Hz – 6 kHz. Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcaciones. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de una embarcación

En la Figura 21 se muestran los respectivos percentiles para todas las frecuencias que el hidrófono es capaz de captar, es decir, de 20 Hz a 250 kHz.

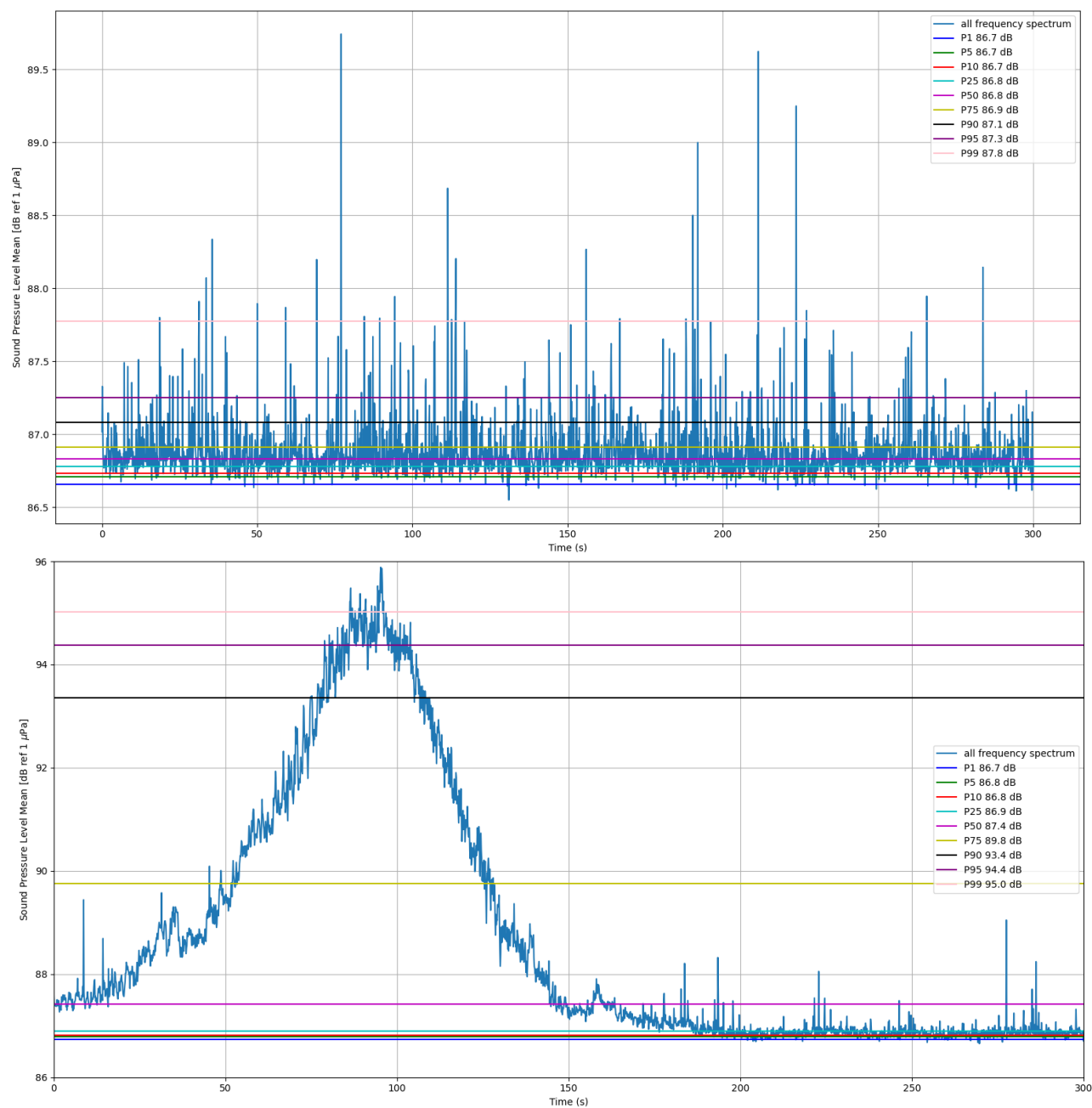


Figura 21. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.
Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcación. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de embarcación

Finalmente, la Figura 22 representa los SPL en tercios de octava para las frecuencias 63 Hz, 250 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz, proporcionando una visión detallada del paisaje sonoro de verano en esas bandas de frecuencia a partir de las medianas de los diagramas de cajas.

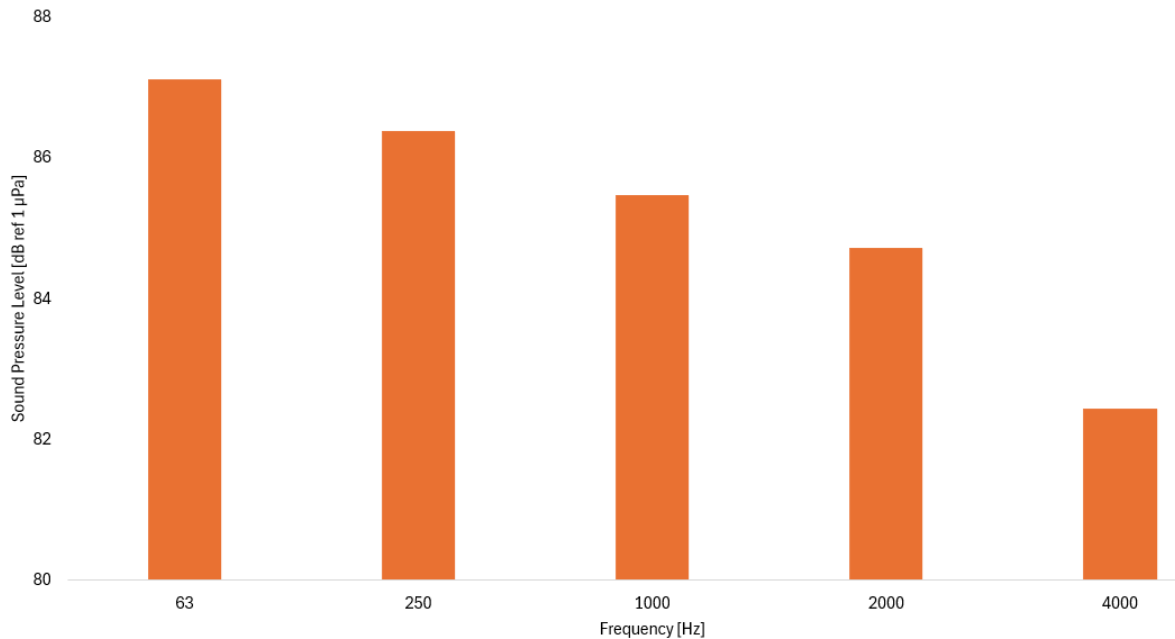


Figura 22. Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 250Hz, 1kHz, 2kHz y 4kHz

Los datos presentados en este apartado muestran que los niveles de presión sonora promedio en el periodo de verano oscilan alrededor de 86-87 dB re 1µPa en el espectro de frecuencias medidas, con un rango que va desde los 20 Hz hasta los 250 kHz. Estos SPL, tanto a nivel global como en las frecuencias específicas de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz, permiten evaluar el paisaje sonoro bajo condiciones naturales, sin interferencias de actividad humana.

Los valores de nivel de presión mostraron variaciones notables para cada banda de frecuencias de tercio de octava específicas calculadas (63 Hz, 250 Hz, y 1 kHz). Los niveles más altos se observaron en 63 Hz, lo cual indica la presencia de bajas frecuencias en el entorno acústico (ver figuras 17, 18 y 19). Este tipo de sonido puede ser atribuible a fuentes naturales (lluvia, viento y oleaje) o antropogénicas específicas (embarcaciones o barcos de gran tonelaje).

El espectrograma (ver Fig.20) para el rango de 20 Hz a 6 kHz y los percentiles (ver Fig.21) de 20 Hz a 250 kHz proporcionan una figura clara del paisaje sonoro en la que no se observa ninguna firma acústica. Los niveles de presión sonora más altos (ver Fig.22) se encuentran en frecuencias bajas (63 Hz), disminuyendo a medida que aumenta la frecuencia. Las frecuencias bajas menores a 250 Hz presentan niveles alrededor de los 87 dB re 1µPa.

Esto indica que el sonido predominante en el entorno marino durante el período de medición es de baja frecuencia.

MEDICIONES OTOÑO

Se han obtenido los valores diarios de SPL media global (ver figura Fig.23) y los valores diarios de SPL para las frecuencias en tercios de octava de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz (figuras 24, 25 y 26) desde el 14 de agosto hasta el 28 de septiembre.

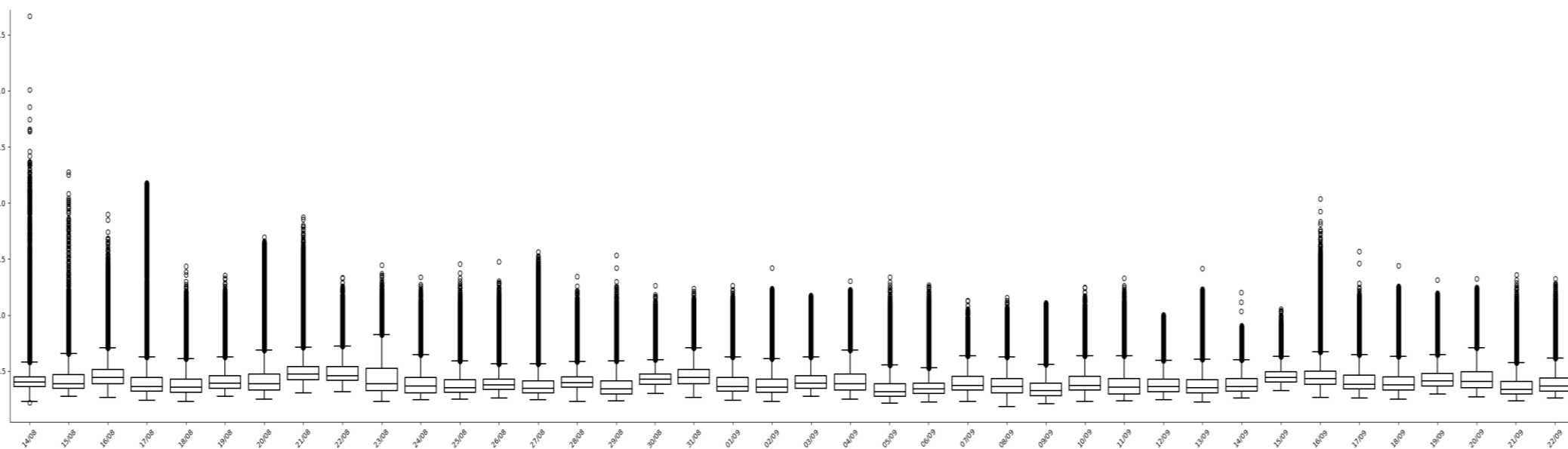


Figura 23. Mediciones de otoño. SPL diario global. Rango frecuencial completo

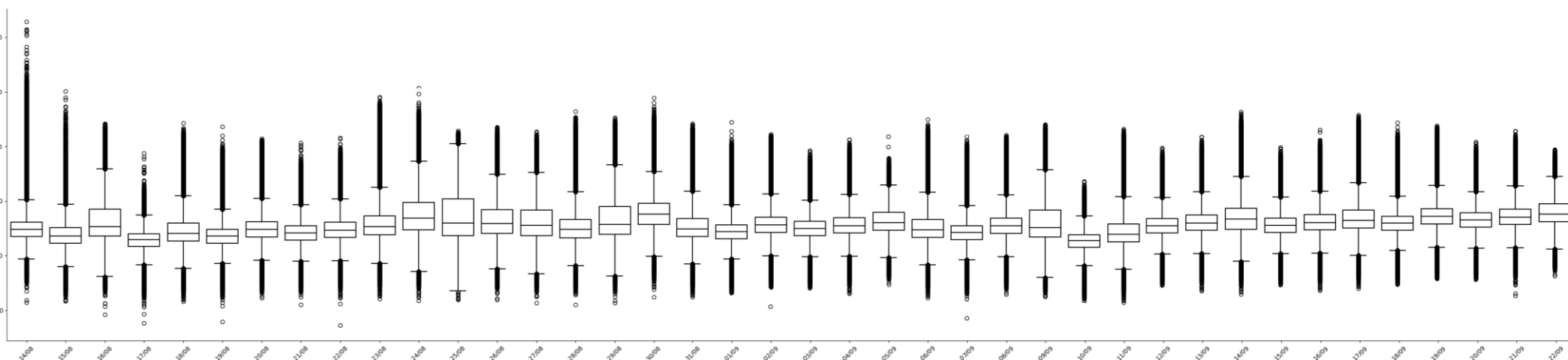


Figura 24. Mediciones de otoño. SPL diarios en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz)

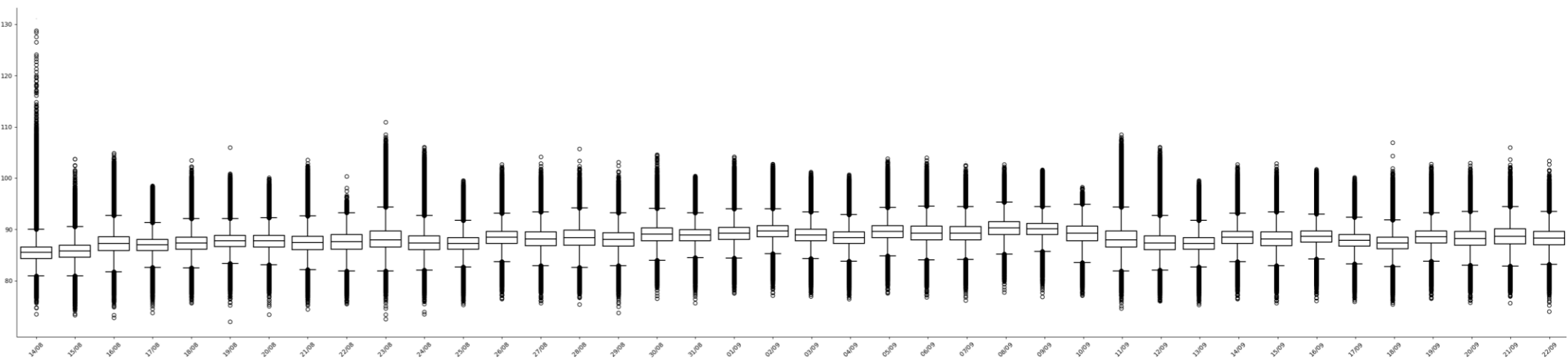


Figura 25. Mediciones de otoño. SPL diarios en frecuencias de 1/3 de octava (250 Hz)

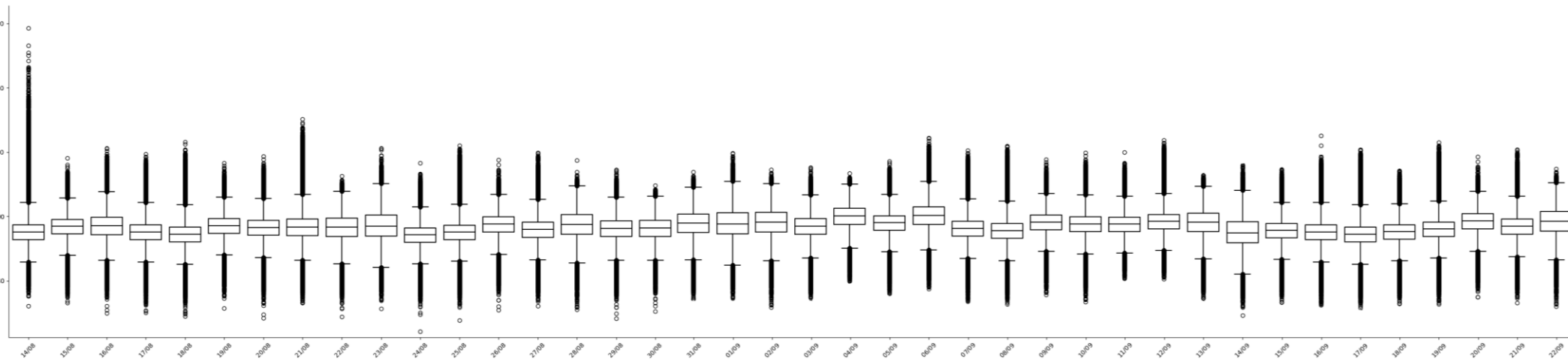


Fig.26. Mediciones de otoño. SPL diarios en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz)

A continuación, como ejemplo ilustrativo de una grabación de 5 minutos, se muestran los niveles de paisaje sonoro de otoño en forma de espectrograma para el rango de 20 Hz a 6 kHz (ver Fig. 27) sin eventos puntuales generadores de ruido (embarcaciones; panel superior de la Fig. 27), y con eventos generadores de ruido (paso de una embarcación; panel inferior de la Fig. 27).

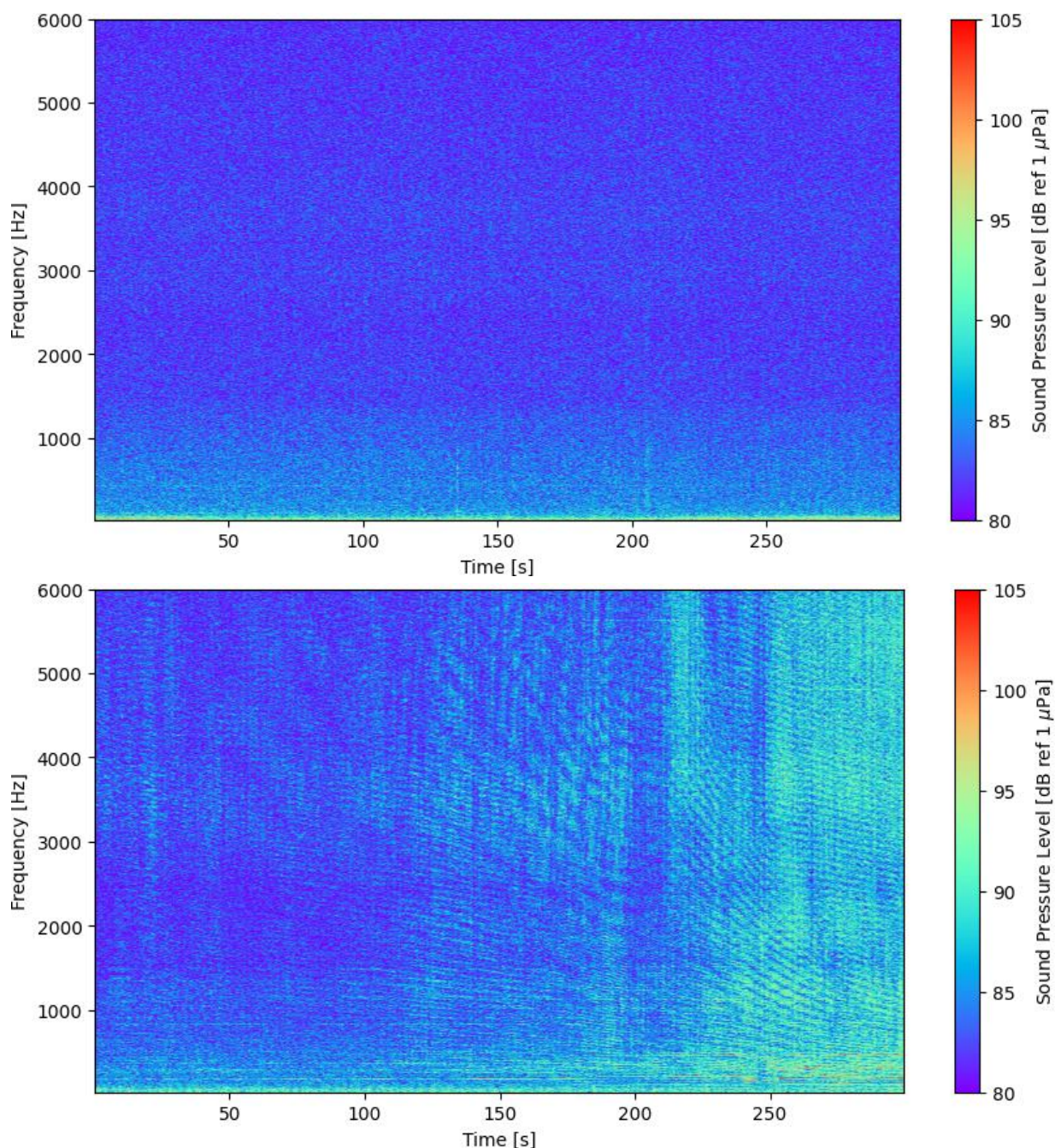


Figura 27. Espectrogramas. Rango frecuencial 20 Hz – 6 kHz. Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcaciones. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de una embarcación

En la Figura 28 se muestran los respectivos percentiles para todas las frecuencias que el hidrófono es capaz de captar, es decir, de 20 Hz a 250 kHz.

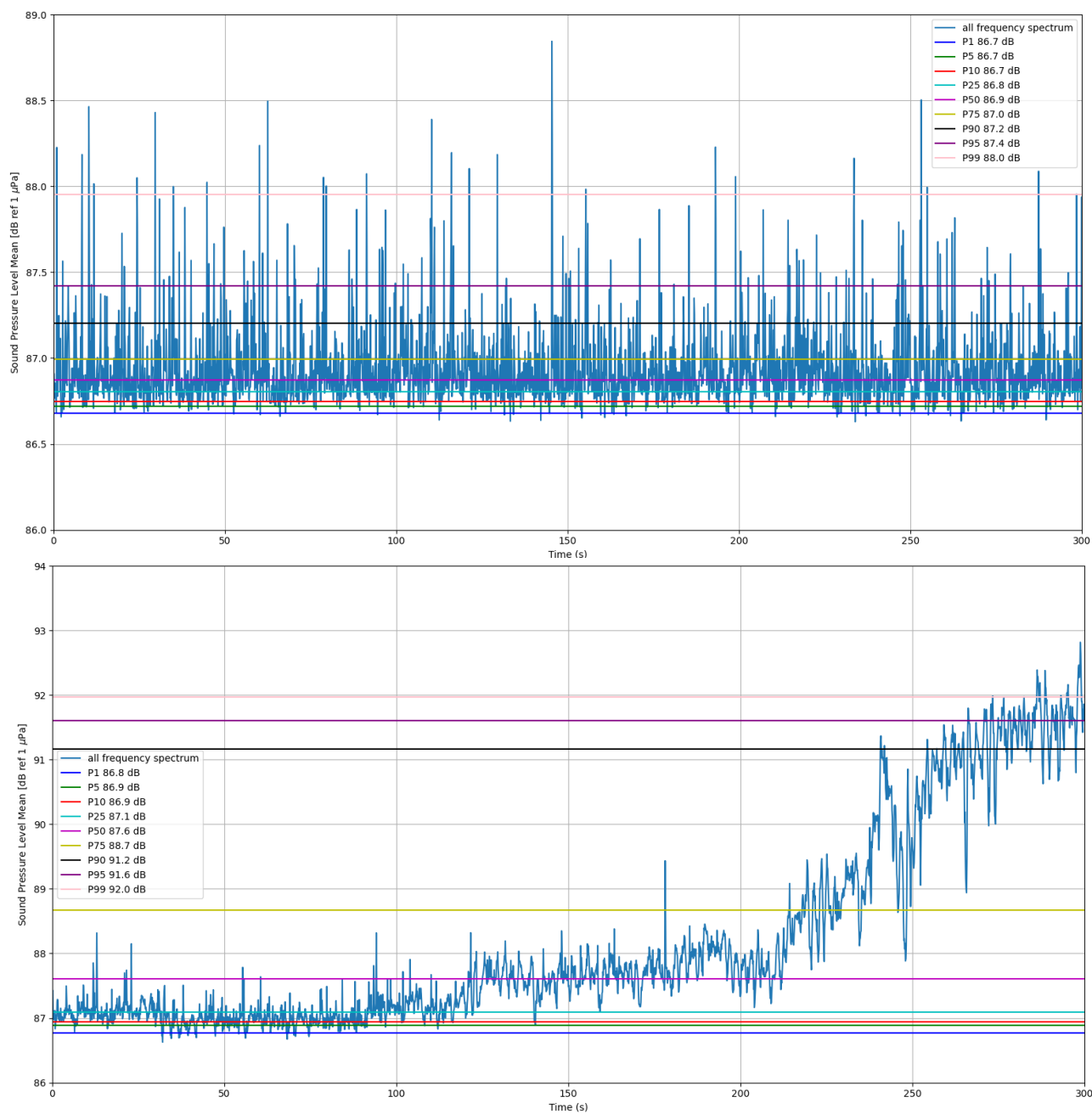


Figura 28. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.

Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcación. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de embarcación

Finalmente, la Figura 29 representa los SPL en tercios de octava para las frecuencias 63 Hz, 250 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz, proporcionando una visión detallada del paisaje sonoro de otoño en esas bandas de frecuencia a partir de las medianas de los diagramas de cajas.

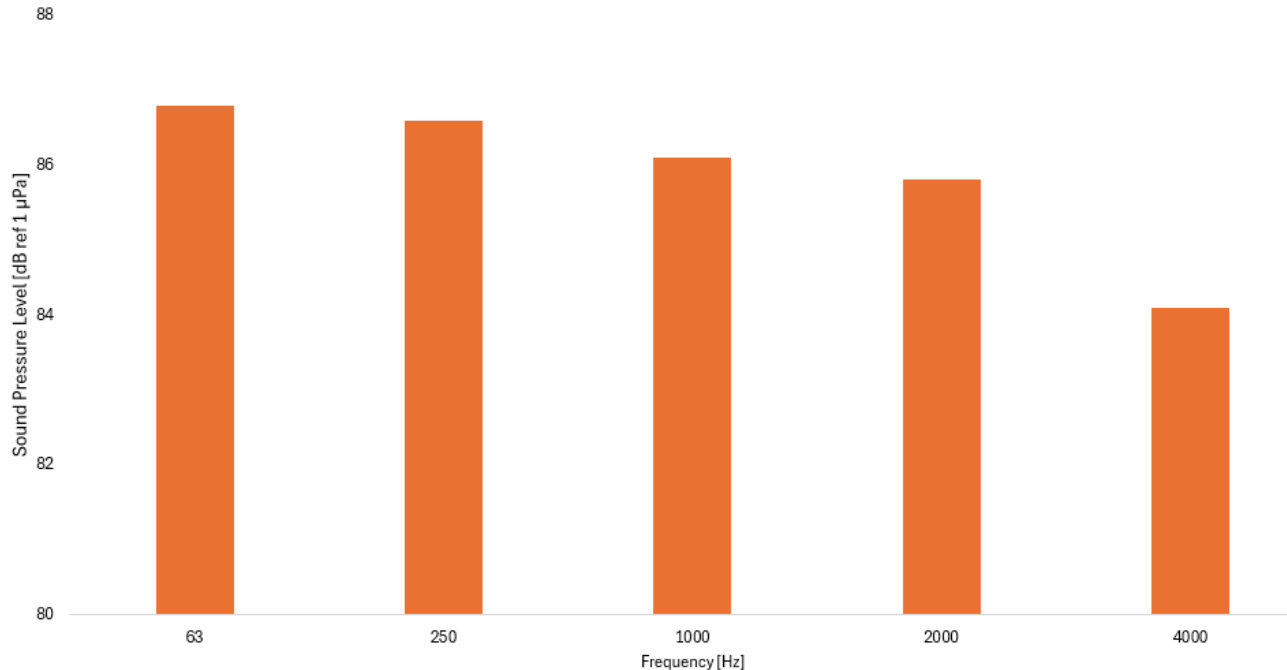


Fig.29. Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 250Hz, 1kHz, 2kHz y 4kHz.

Los datos presentados en este apartado muestran que los niveles de presión sonora promedio en el periodo de otoño oscilan alrededor de 87,5 dB re 1µPa en el espectro de frecuencias medidas, con un rango que va desde los 20 Hz hasta los 250 kHz. Estos valores de SPL, tanto a nivel global como en las frecuencias específicas de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz, permiten evaluar el paisaje sonoro bajo condiciones naturales, sin interferencias de actividad.

Los valores de nivel de presión mostraron variaciones notables para cada banda de frecuencias de tercio de octava específicas calculadas (63 Hz, 250 Hz, y 1 kHz). Los niveles más altos se observaron en 63 Hz, lo cual indica la presencia de bajas frecuencias en el entorno acústico (ver figuras 24, 25 y 26). Este tipo de sonido puede ser atribuible a fuentes naturales (lluvia, viento y oleaje) o antropogénicas específicas (embarcaciones o barcos de gran tonelaje).

El espectrograma (ver Fig.27) para el rango de 20 Hz a 6 kHz y los percentiles (ver Fig.28) de 20 Hz a 250 kHz proporcionan una figura clara del paisaje sonoro en la que no se observa ninguna firma acústica. Los niveles de presión sonora más altos (ver Fig.29) se encuentran en frecuencias bajas (63 Hz), disminuyendo a medida que aumenta la frecuencia. Las frecuencias bajas menores presentan niveles alrededor de 86,5 dB re 1µPa y los valores promedios globales se encuentran alrededor de los 87,5 dB re 1µPa.

Esto indica que el sonido predominante en el entorno marino durante el período de medición es de baja frecuencia.

MEDICIONES INVIERNO

Se han obtenido los valores diarios de SPL medio global (ver Figura 30) y los valores diarios de SPL para las frecuencias en tercios de octava de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz (ver figuras 31, 31 y 33) desde el 13 de noviembre hasta el 27 de diciembre.

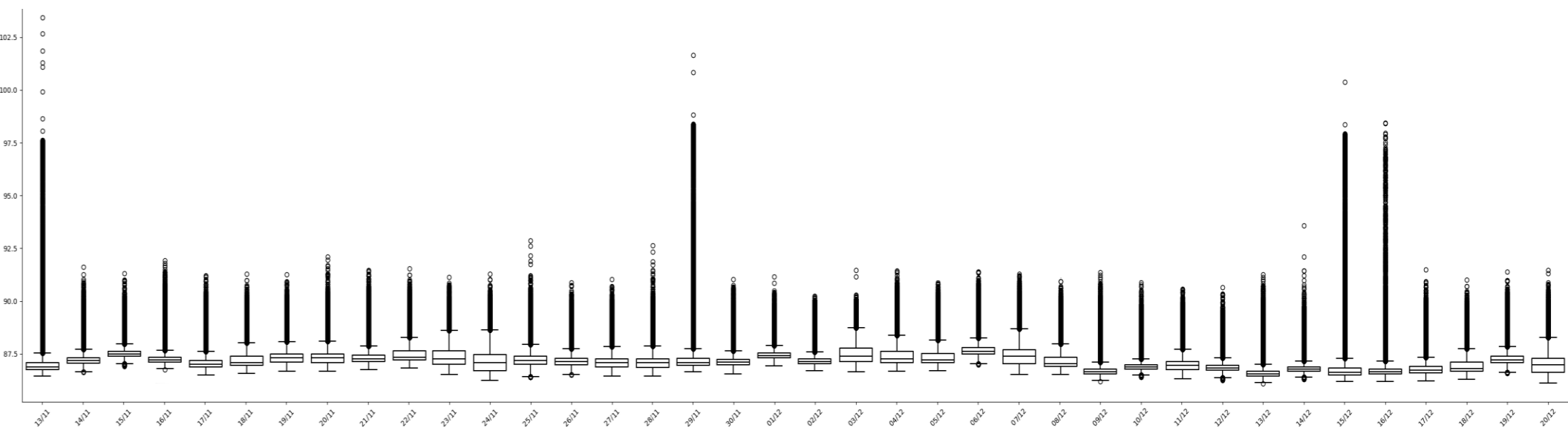


Figura 30. Mediciones de invierno. SPL diario global. Rango frecuencial completo

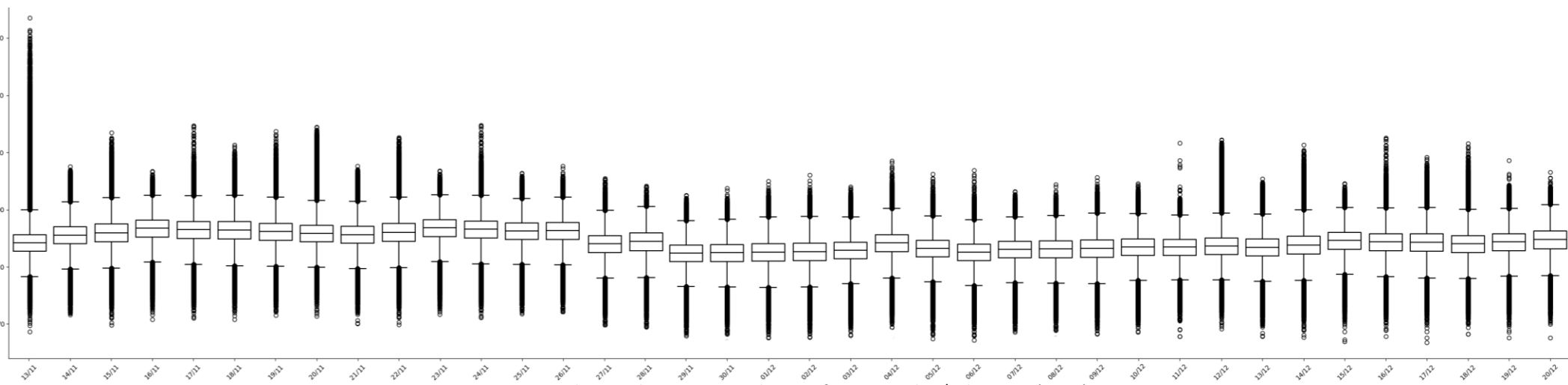
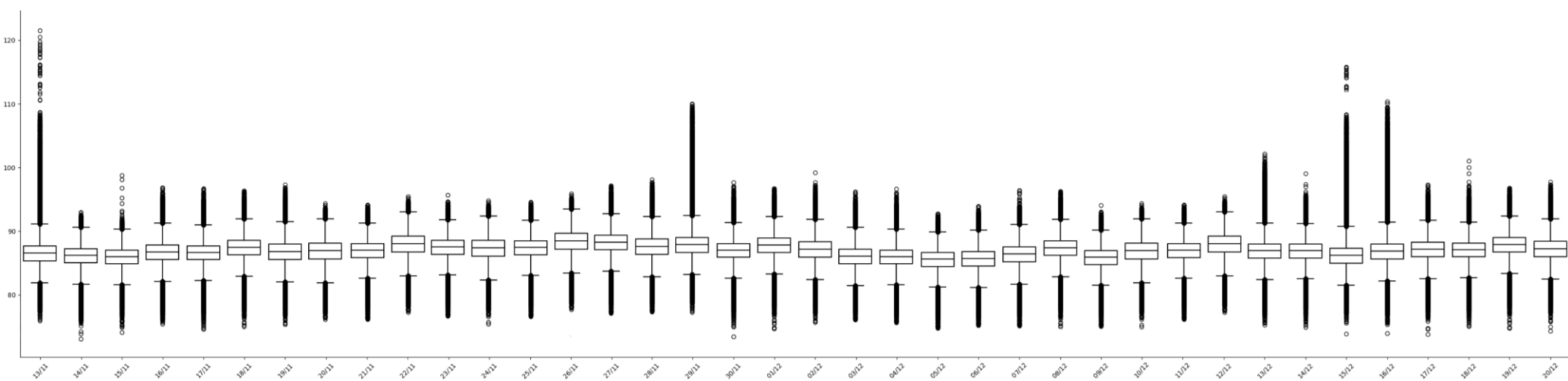


Figura 31. Mediciones de invierno. SPL diario en frecuencias de 1/3 de octava (63 Hz)



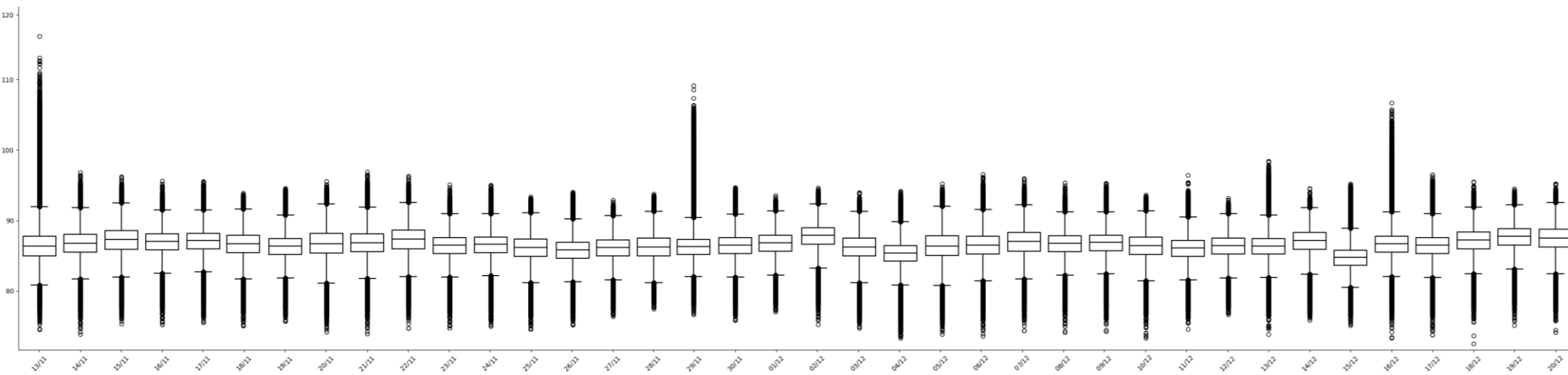


Figura 33. Mediciones de invierno. SPL diarios en frecuencias de 1/3 de octava (1 kHz)

A continuación, como ejemplo ilustrativo de una grabación de 5 minutos, se muestran los niveles de paisaje sonoro de invierno en forma de espectrograma para el rango de 20 Hz a 6 kHz (ver Fig. 34) sin eventos puntuales generadores de ruido (embarcaciones; panel superior de la Fig. 34), y con eventos generadores de ruido (paso de una embarcación; panel inferior de la Fig. 34).

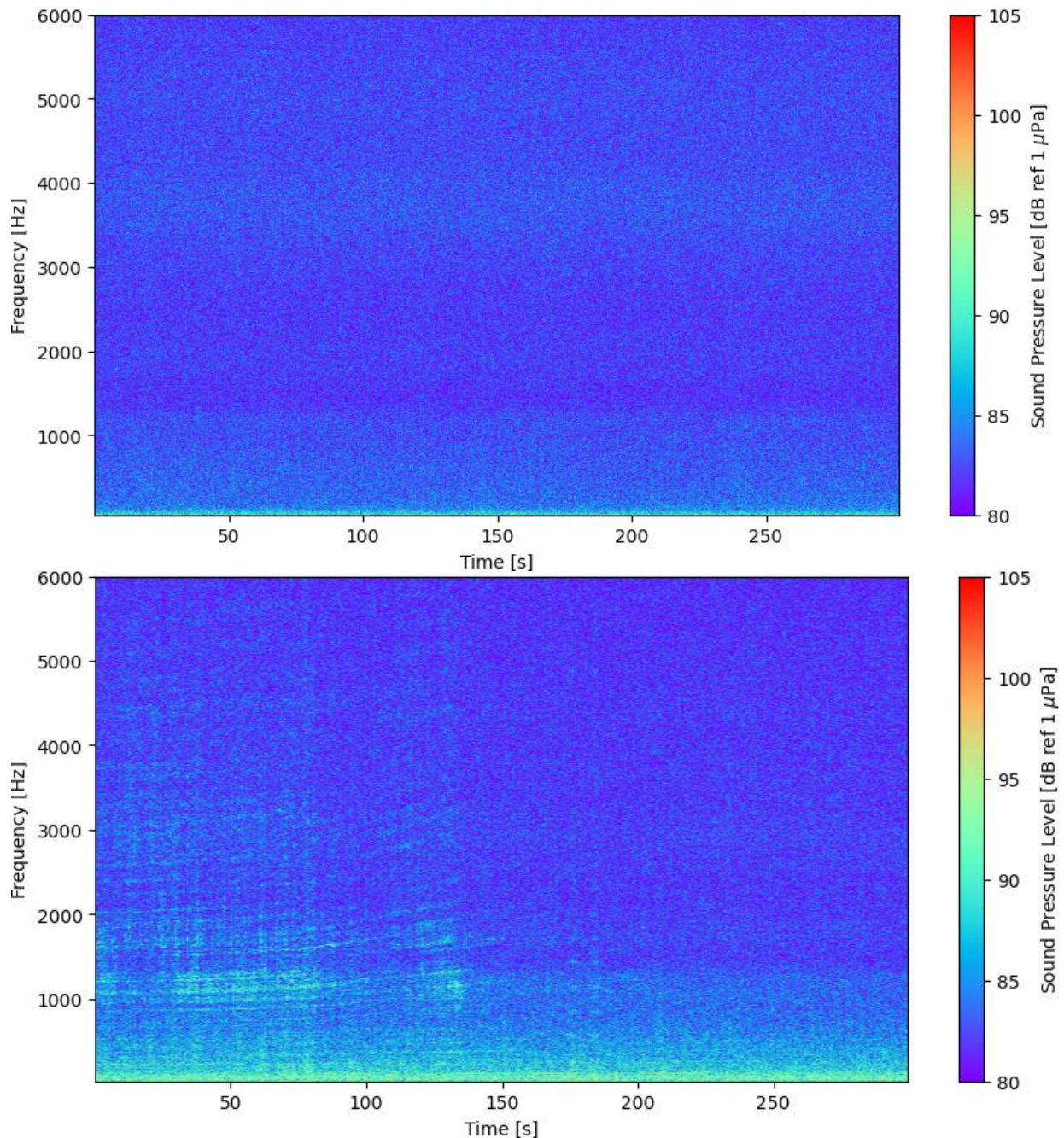


Figura 34. Espectrogramas. Rango frecuencial 20 Hz – 6 kHz. Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcaciones. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de una embarcación

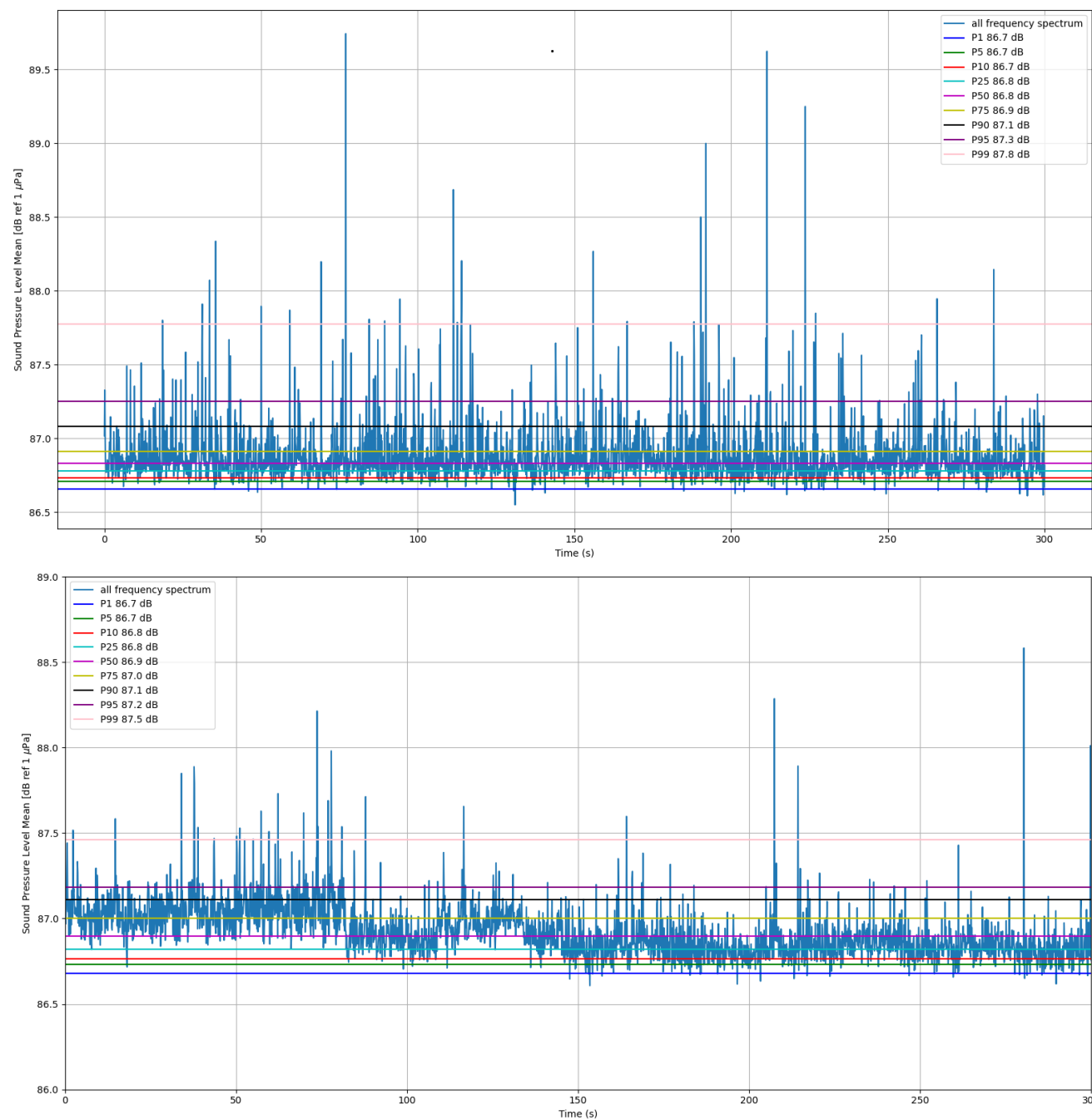


Figura 35. Percentiles. Rango frecuencial completo 20 Hz – 250 kHz.

Panel superior: paisaje sonoro en ausencia de embarcación. Panel inferior: paisaje sonoro en presencia de embarcación

Finalmente, la Figura 36 representa los SPL en tercios de octava para las frecuencias 63 Hz, 250 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz, proporcionando una visión detallada del paisaje sonoro de invierno en esas bandas de frecuencia a partir de las medianas de los diagramas de cajas.

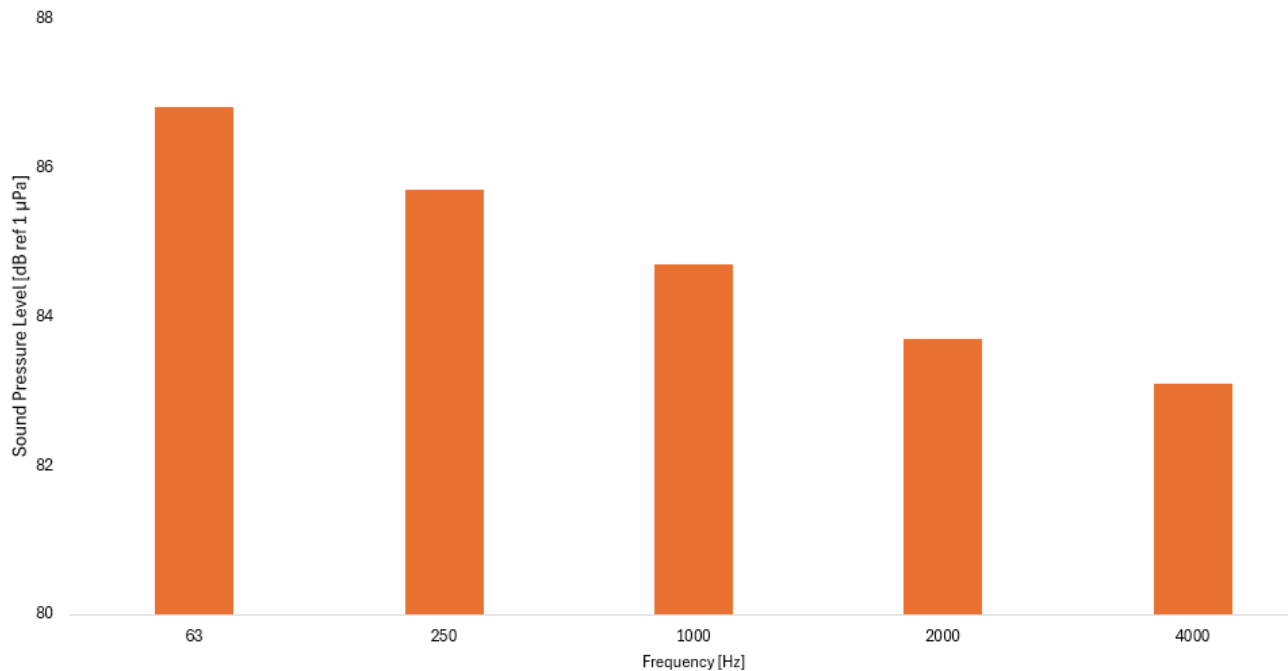


Figura 36. Niveles de presión sonora en 1/3 de octava. 63Hz, 250Hz, 1kHz, 2kHz y 4kHz

Los datos presentados en este apartado muestran que los niveles de presión sonora promedio en el periodo de invierno oscilan alrededor de 87,5 dB re 1µPa en el espectro de frecuencias medidas, con un rango que va desde los 20 Hz hasta los 250 kHz. Estos valores de SPL, tanto a nivel global como en las frecuencias específicas de 63 Hz, 250 Hz y 1 kHz, permiten evaluar el paisaje sonoro bajo condiciones naturales, sin interferencias de actividad.

Los valores de nivel de presión mostraron variaciones notables para cada banda de frecuencias de tercio de octava específicas calculadas (63 Hz, 250 Hz, y 1 kHz). Los niveles más altos se observaron en 63 Hz, lo cual indica la presencia de bajas frecuencias en el entorno acústico (ver figuras 31, 32 y 33). Este tipo de sonido puede ser atribuible a fuentes naturales (lluvia, viento y oleaje) o antropogénicas específicas (embarcaciones o barcos de gran tonelaje).

El espectrograma (ver Fig.34) para el rango de 20 Hz a 6 kHz y los percentiles (ver Fig.35) de 20 Hz a 250 kHz proporcionan una figura clara del paisaje sonoro en la que no se observa ninguna firma acústica. Los niveles de presión sonora más altos (ver Fig.36) se encuentran en frecuencias bajas (63 Hz), disminuyendo a medida que aumenta la frecuencia. Las frecuencias bajas menores a 250 Hz presentan niveles alrededor de 86 dB re 1µPa y los valores promedios globales se encuentran alrededor de 87,5 dB re 1µPa.

Esto indica que el sonido predominante en el entorno marino durante el período de medición es de baja frecuencia.

2.7. COMPARATIVA DETALLADA DE LOS NIVELES DE SONIDO DE FONDO DURANTE LAS DISTINTAS ESTACIONES

El sonido de fondo es un sonido constante que proviene de diversas fuentes, como de la actividad biológica de animales marinos, las condiciones meteorológicas como el viento y la lluvia y la intervención humana como el tráfico marítimo. Medir el sonido de fondo permite compararlo con los niveles de presión sonora de las actividades antropogénicas (de obras portuarias, como las voladuras, las perforaciones o el dragado, por ejemplo), para analizar su impacto sobre el medio marino. Es decir, es esencial para identificar cambios y evaluar la salud acústica del entorno y para establecer políticas de conservación y gestión del medio marino.

A continuación, se representan los niveles de presión sonora del sonido de fondo para los periodos de primavera, verano, otoño e invierno (*ver figuras 37, 38, 39 y 40, respectivamente*) y una gráfica comparativa de dichos niveles (*ver Fig.41*).

Las figuras que se representan a continuación indican los SPL en tercios de octava cuyos valores se han calculado con una media aritmética tomando como referencia varios audios de un segundo cada uno. Este segundo específico de cada audio presenta la menor actividad antropogénica, representando así un instante más concreto del paisaje sonoro. Durante este segundo, se han analizado los SPL en tercios de octava para un rango más amplio de frecuencias (40 Hz - 16 kHz), proporcionando una visión más detallada del paisaje sonoro de cada una de las estaciones.

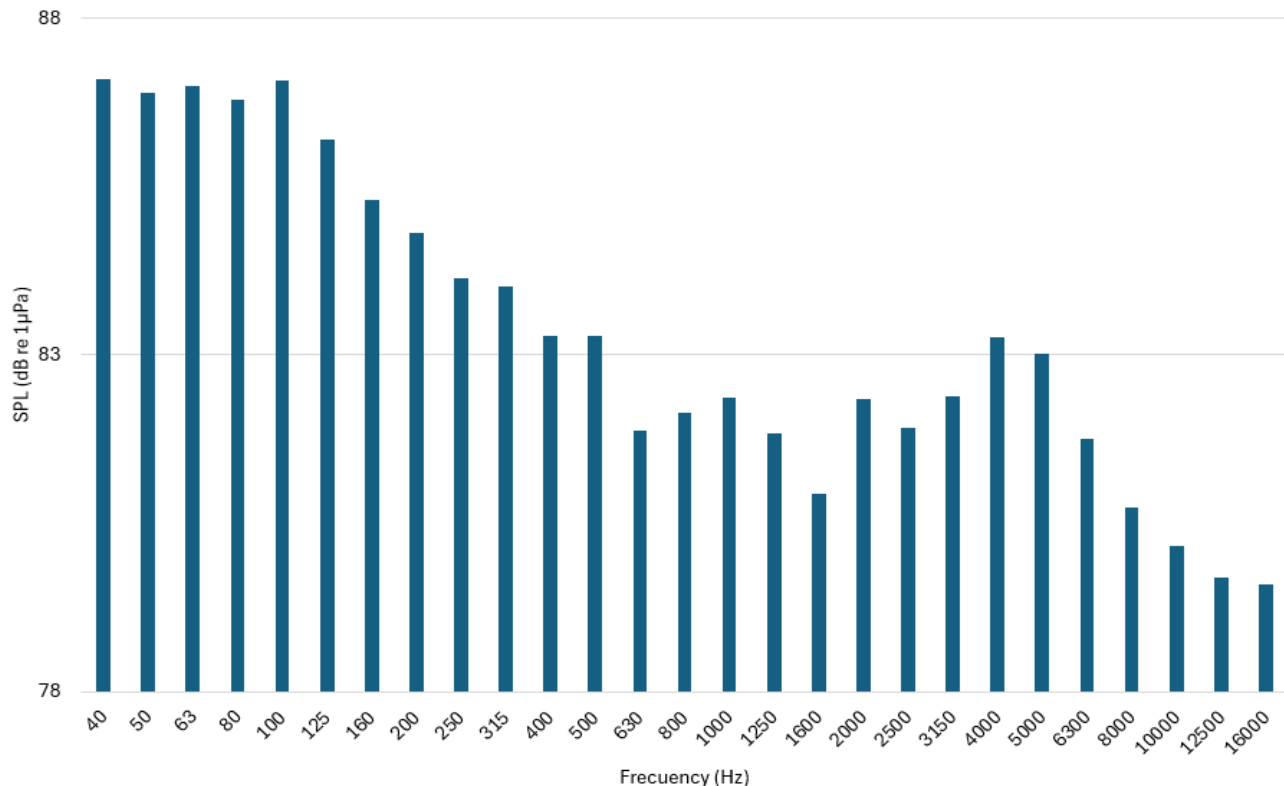


Figura 37. Promedio de los niveles de presión sonora en primavera en 1/3 de octava

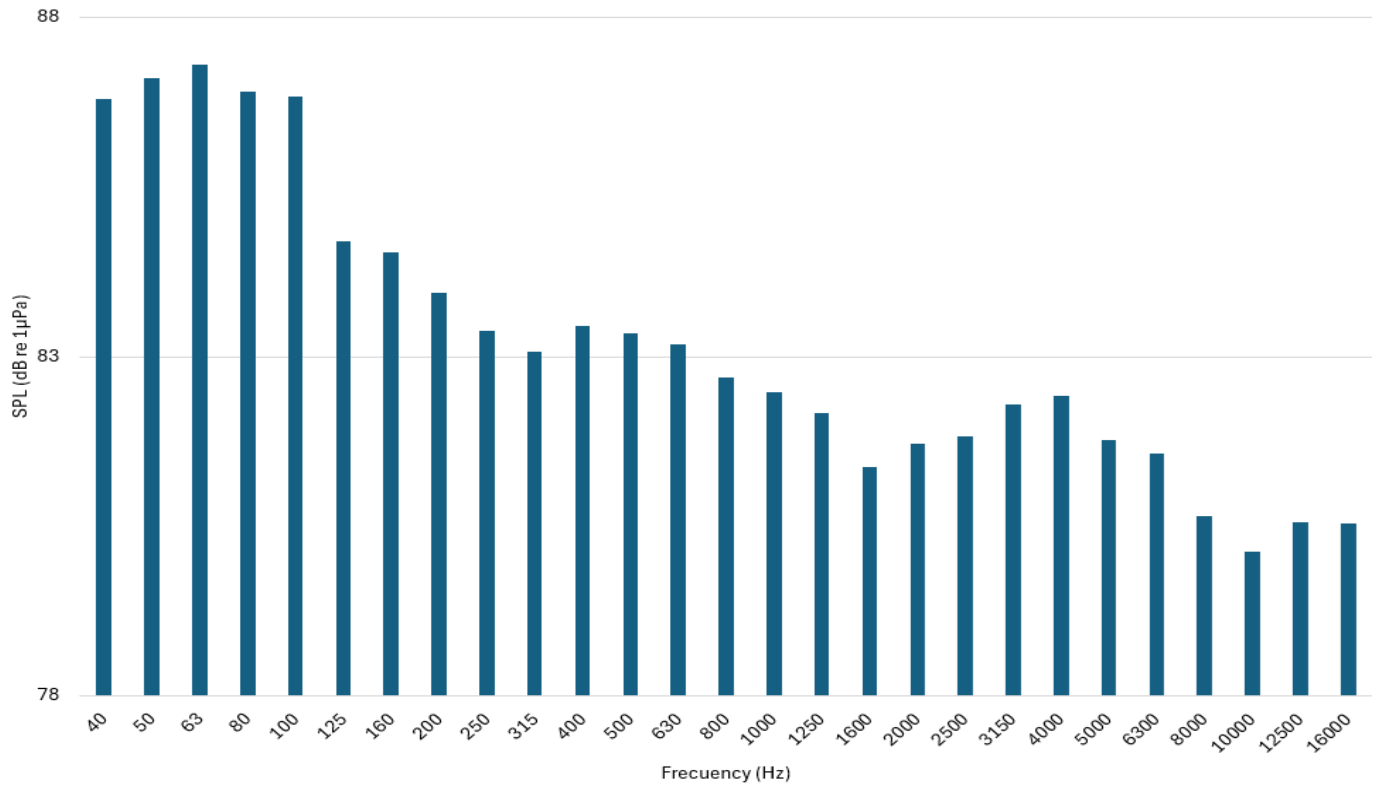


Figura 38. Promedio de los niveles de presión sonora en verano en 1/3 de octava

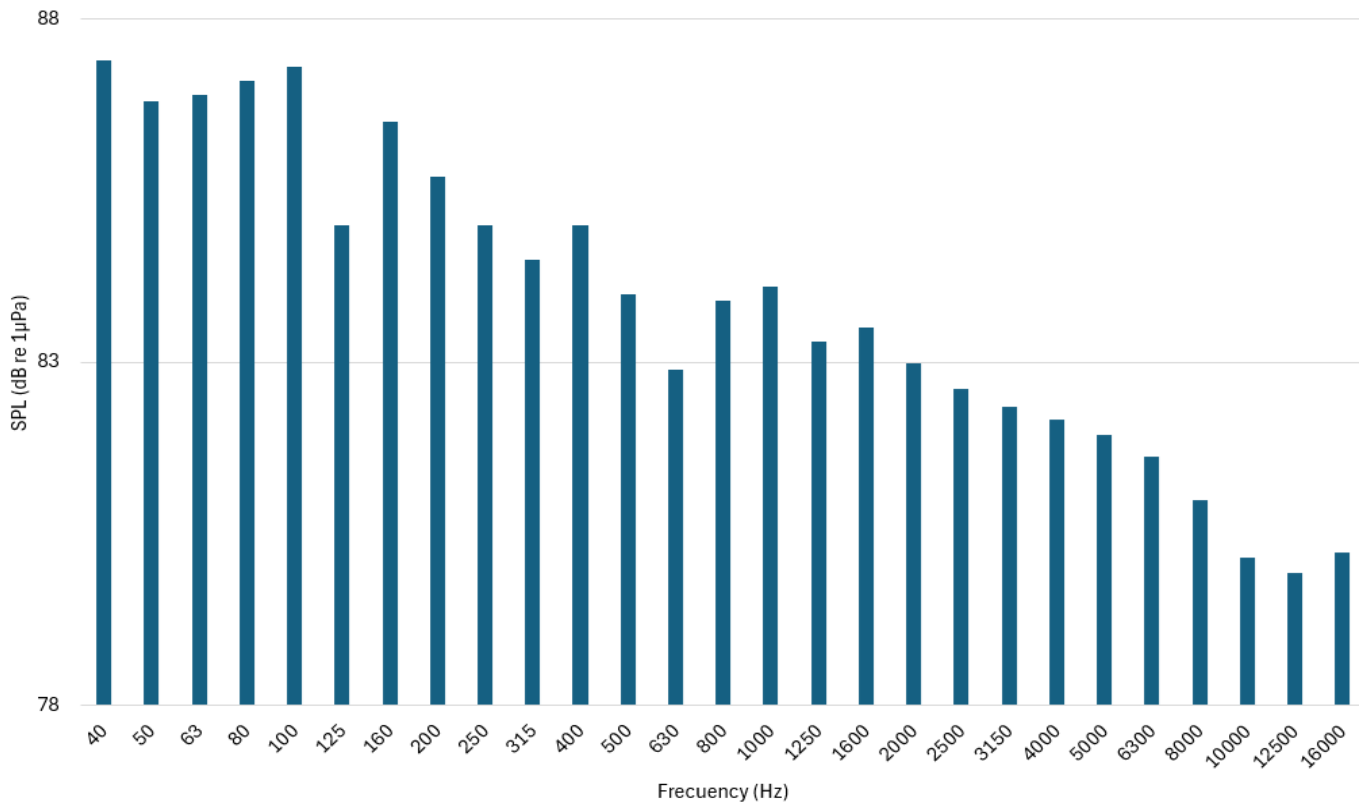


Figura 39. Promedio de los niveles de presión sonora en otoño en 1/3 de octava

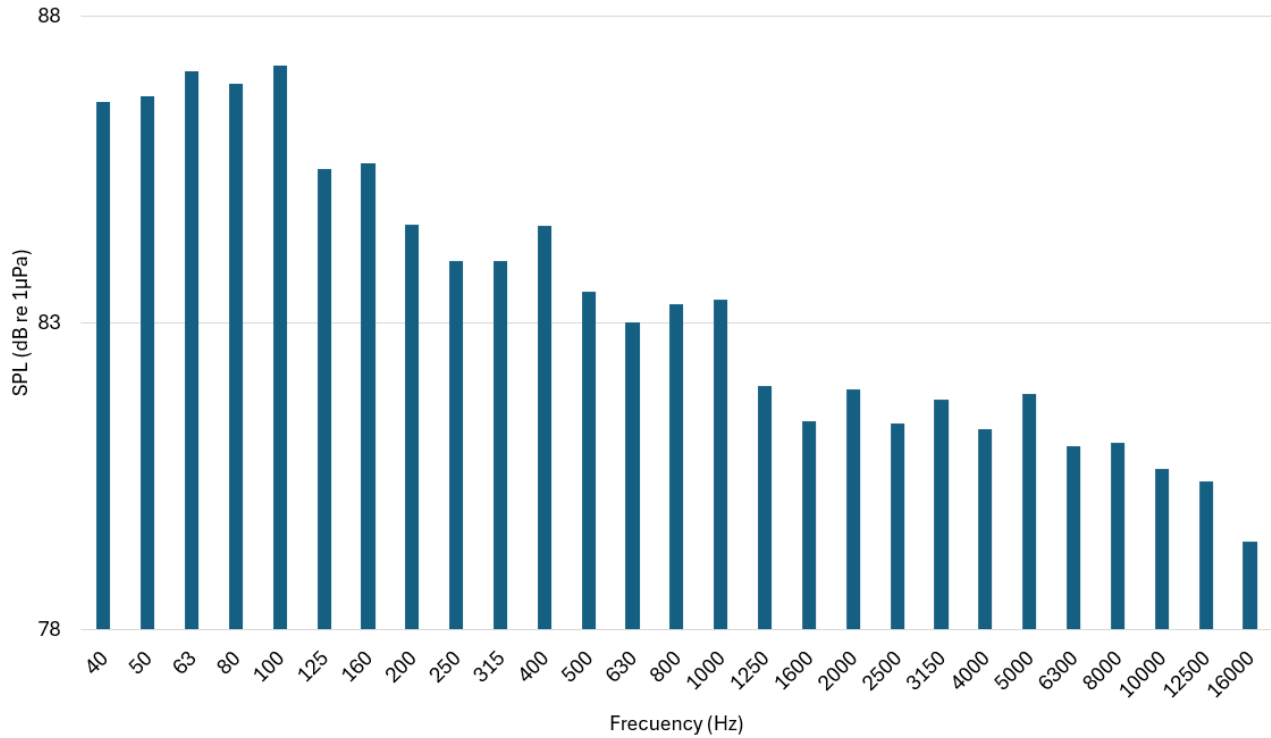


Figura 40. Promedio de los niveles de presión sonora en invierno en 1/3 de octava

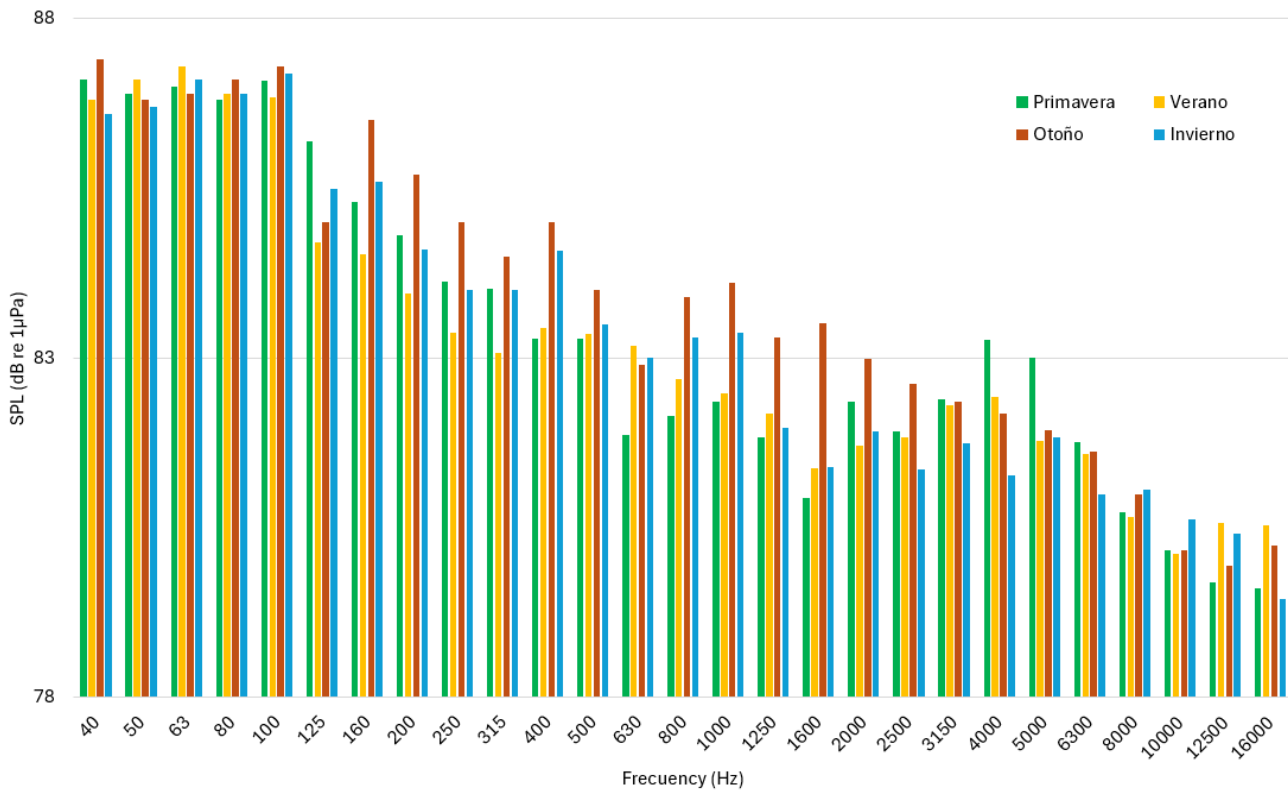


Figura 41. Comparativa del promedio de los niveles de presión sonora en 1/3 de octava

La figura 42 es una gráfica de barras que muestra el nivel de presión sonora en dB re 1 μ Pa en diferentes frecuencias de 1/3 de octava para las cuatro estaciones. Los niveles en las cuatro estaciones para las diferentes frecuencias se sitúan entre 80 y 86 dB re 1 μ Pa, que son valores asociados a un entorno poco antropizado para el sonido de fondo en ambientes submarinos. Los SPL más elevados (aproximadamente 86 dB re 1 μ Pa) corresponden a las frecuencias más bajas y decrecen a medida que las frecuencias aumentan.

Los niveles de otoño son más elevados en algunas de las frecuencias, posiblemente debido a una ocurrencia más frecuente de tormentas durante este periodo. Las estaciones de primavera, verano e invierno mantienen niveles similares con ligeras variaciones en las frecuencias, posiblemente influenciadas por las condiciones meteorológicas o biológicas.

2.8. INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y EVENTOS ANTRÓPICOS

Para evaluar la influencia de las condiciones meteorológicas y eventos antrópicos (navegación) se comparan los niveles de presión sonora correspondientes al sonido de fondo, el sonido generado por embarcaciones y el producido por el viento y el oleaje, como ejemplo ilustrativo (Fig. 42).

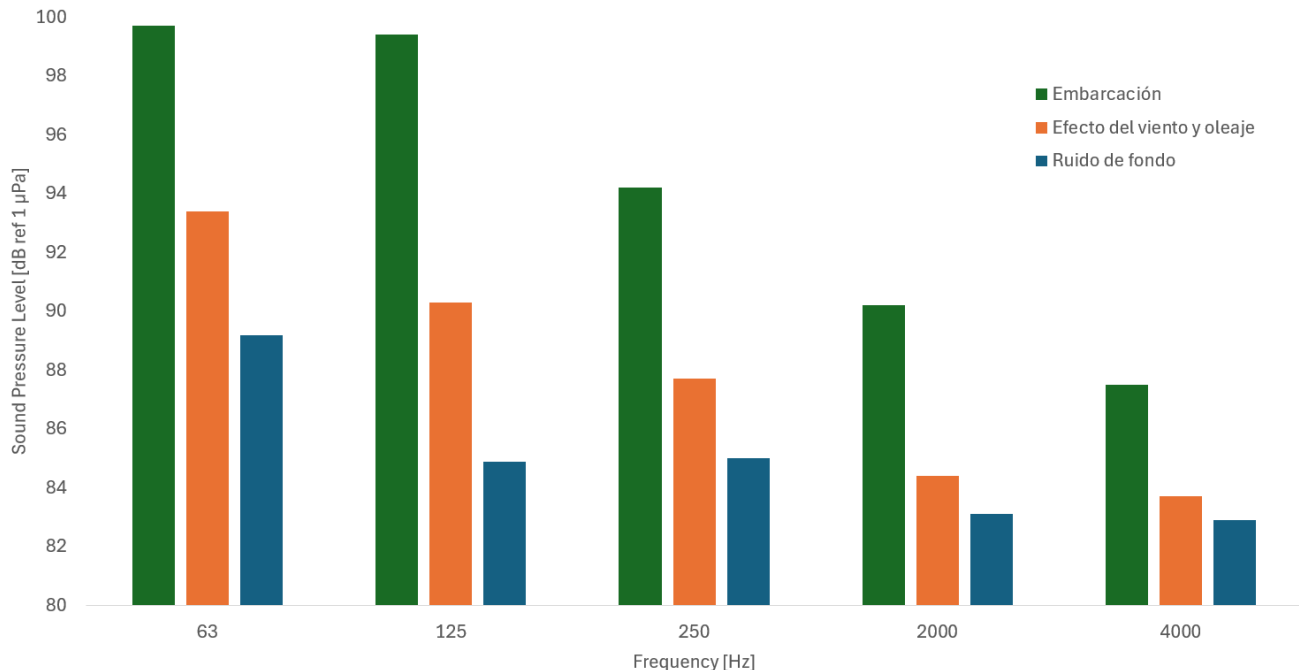


Figura 42. SPL en 1/3 de octava en otoño. Sonido de fondo, embarcación, efecto del viento y del oleaje

Para el efecto del viento y el oleaje se ha consultado en la base de datos de AEMET OpenData. En la figura 43 se puede observar un incremento de entre 1 y 5 dB re 1 μ Pa sobre los niveles de presión sonora del sonido de fondo, indicando que existe un impacto debido a este evento meteorológico.

2.9. CONCLUSIONES

Los niveles de presión sonora registrados reflejan el paisaje sonoro característico de un área marina protegida, donde no se observa tráfico marítimo de gran tonelaje en las inmediaciones del punto de fondeo. La mayor parte de la energía acústica se concentra en las frecuencias bajas, lo que podría estar relacionado con fenómenos naturales como el viento y el oleaje, aunque no se ha realizado un análisis de correlación detallado con las condiciones meteorológicas para confirmar esta relación de forma concluyente.

En términos generales, la presencia de embarcaciones turísticas o de pesca ha sido limitada, aunque en días concretos se han detectado incrementos puntuales de SPL en frecuencias más altas (en torno a 1 kHz), que podrían corresponder al paso de embarcaciones relativamente cercanas. Asimismo, se han registrado movimientos sísmicos durante el periodo de monitorización, los cuales también podrían haber contribuido a la presión sonora en las frecuencias más bajas.

Estación	Mínimo (dB re 1μPa)	Máximo (dB re 1μPa)	Media (dB re 1μPa)
Primavera	86,3	100	87,6
Verano	86,7	100,8	87,5
Otoño	86,1	103,3	87,1
Invierno	86,2	103,8	87,0

Tabla 5 Resumen de los niveles globales de presión sonora

En primavera, los SPL 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 comprendidos entre 86 y 88 dB re 1μPa.

En verano, los 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 comprendidos entre 86 y 88 dB re 1μPa.

En otoño, los SPL en el punto de fondeo están comprendidos entre el valor mínimo 86,1 dB re 1μPa y el valor máximo 103,3 dB re 1μPa, donde el valor promedio es 87,1 dB re 1μPa, lo cual significa que la mayoría de las frecuencias presentan valores comprendidos entre 86 y 88 dB re 1μPa.

En invierno, los SPL están comprendidos entre el valor mínimo 86,2 dB re 1μPa y el valor máximo 103,8 dB re 1μPa, donde el valor promedio es 87,0 dB re 1μPa, lo cual significa que la mayoría de las frecuencias presentan valores comprendidos entre 86 y 88 dB re 1μPa.

Los niveles mínimos para cada una de las estaciones son prácticamente los mismos, oscilando entre 86 y 87 dB re 1μPa, siendo el nivel mínimo más elevado en verano. Los niveles máximos, tienen más variaciones, oscilando entre 100 y 104 dB re 1μPa, siendo el nivel máximo más elevado en invierno. Estos valores mínimos y máximos son puntuales, por lo que se va a tener en cuenta el promedio de los niveles, que finalmente indica la tendencia de los valores. Los niveles promedios oscilan entre 87 y 87,6 dB re 1μPa. Sin embargo, la diferencia no es muy notable, el nivel de presión o paisaje sonoro es bastante estable a lo largo del año, por lo que presentan una contaminación acústica mínima siendo un aspecto favorable para la vida marina ya que no sufre grandes cambios de la presión sonora a lo largo de las estaciones.

Como se puede observar en los diagramas de cajas, en todas las estaciones las componentes elevadas de SPL corresponden a las frecuencias bajas, mientras que, a partir de 1kHz, los SPL se atenúan hasta los 80 - 100 dB re 1μPa. Dichas frecuencias bajas corresponden a los efectos meteorológicos como el viento y, por

consecuencia, las olas. Además, las grandes embarcaciones que tienen rutas cercanas a la ubicación del hidrófono implican contaminación acústica en el rango de frecuencias bajas 20 Hz – 250 Hz. Los SPL de las frecuencias altas se atenúan más rápidamente, y en frecuencias bajas se propagan a mayores distancias atenuándose muy lentamente, explicaría el porqué de la presencia de estas últimas.

Por otra parte, los primeros días de cada campaña 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. Estos se tienen en cuenta en las gráficas, pero no para el análisis global. Aun así, son momentos puntuales que, en la totalidad de los análisis, no afectan a los resultados.

Los niveles de presión sonora del sonido de fondo obtenidos a lo largo de las campañas muestran niveles coherentes con la ubicación y con el tráfico marítimo de la zona y oscilan entre 86 y 88 dB re 1μPa. Además, se ha observado que las condiciones meteorológicas influyen en los resultados del sonido de fondo (ver Fig.42). El viento y las olas impactan en las frecuencias más bajas, generando mayores SPL ciertos días.

El análisis de estos datos es crucial para establecer el nivel base del Descriptor 11, que se refiere a la presión sonora submarina y su impacto en el medio marino. La información aquí presentada muestra los niveles de presión sonora en un espacio marino protegido, donde la actividad humana está limitada. De este modo, se proporciona un escenario/paisaje acústico representativo de un entorno relativamente poco antropizado dentro de la demarcación marina levantino-balear. Aunque estos valores pueden contribuir al establecimiento de niveles de referencia para el descriptor 11 de las estrategias marinas (ruido submarino) dentro de esta demarcación, no deben interpretarse como valores umbral para este descriptor, puesto que este no se enfoca únicamente en los niveles de presión sonora, sino en una evaluación más amplia.

CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS

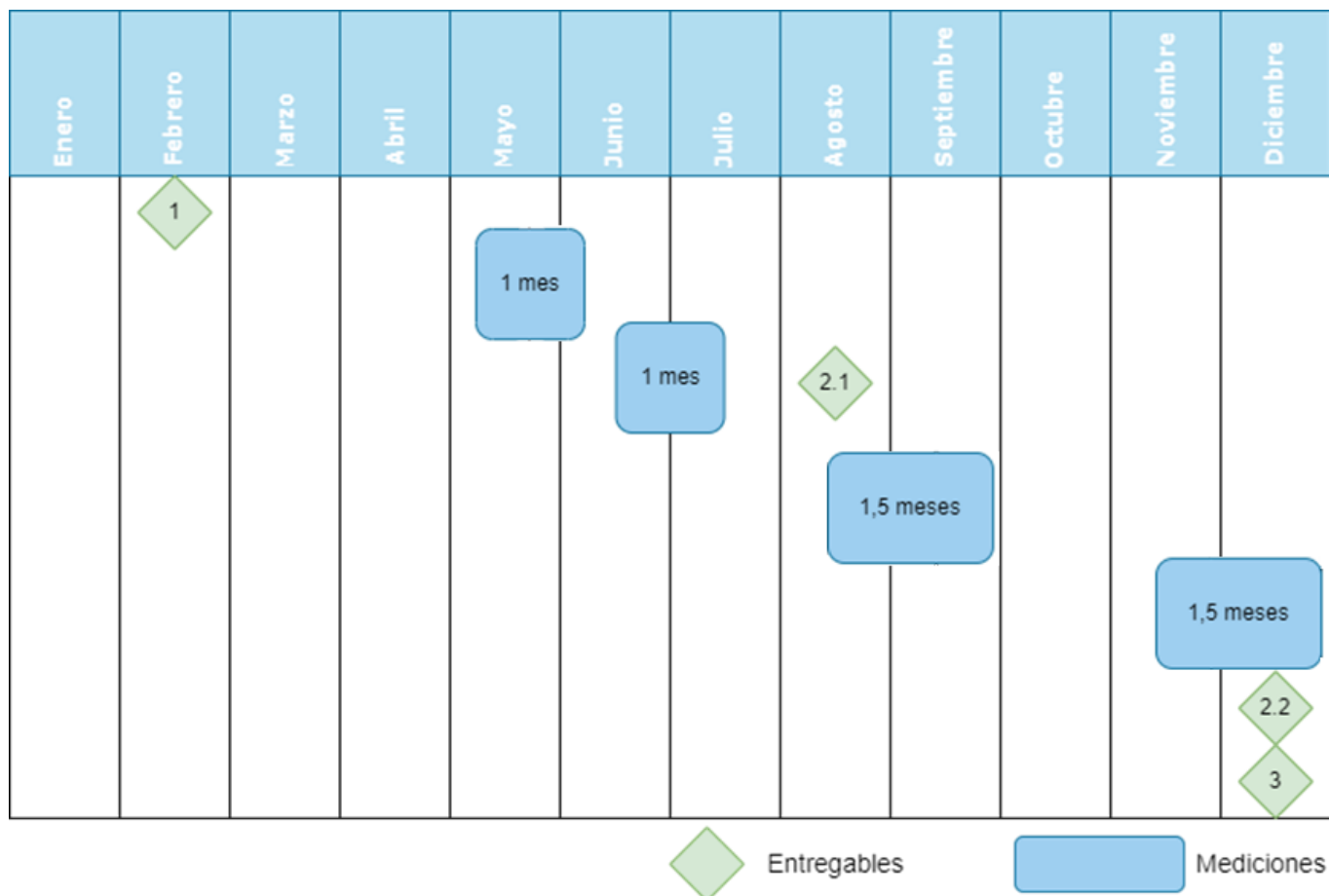


Fig.1. Cronograma llevado a cabo durante el proyecto