

# Ruido submarino

En el océano hay una gran variedad de sonidos naturales, tanto bióticos como provenientes del medio. Entre estos últimos, se pueden diferenciar los sonidos normales, como el viento o las olas, y los producidos por acontecimientos catastróficos, movimientos sísmicos o volcanes submarinos, que evidentemente pueden causar impactos sobre la fauna.

Entre los sonidos naturales hay algunos de gran intensidad instantánea, como los clics de los cachalotes, que constituyen la fuente sonora animal con mayor potencia. Aun así, los niveles de energía asociados a ellos no son comparables con los de los sónares humanos de alta intensidad, por lo que poner al mismo nivel ambas fuentes sonoras no resulta razonable.<sup>1</sup> Cabe considerar que las especies se han adaptado a lo largo de un tiempo evolutivo a las condiciones acústicas de su medio, mientras que la contaminación acústica humana se ha propagado de forma significativa en los últimos cien años y ha producido cambios de importancia en el ambiente acústico normal de amplias zonas marinas.

Hay que distinguir dos escenarios, recogidos en la Decisión 2010/477/UE, de 1 de septiembre de 2010, sobre los criterios y las normas metodológicas para el buen estado medioambiental de las aguas marinas, que son:

- La presencia de ruidos impulsivos de alta, media y baja frecuencia donde las fuentes sonoras antropogénicas superen los niveles que pueden producir un impacto significativo en los animales marinos, medidos en la banda de frecuencias de 10 Hz a 10 kHz como nivel de exposición sonora (en dB re 1μPa 2.s) o como nivel de presión acústica de pico (en dB re 1μPa peak) a un metro.
- El ruido continuo de baja frecuencia o ruido ambiental en las bandas de 1/3 de octava 63 y 125 Hz (frecuencia central) (re 1μPa RMS).

Aunque este último punto, recogido en las directrices para la *Guía para el control del ruido su-*

*bacuático en aguas europeas*,<sup>2</sup> sugiere el cálculo del ruido ambiente a 1/3 de las bandas de 63 y 125 Hz (centro de frecuencia) re 1μPa RMS como indicador de la actividad antrópica, otros autores recomiendan también el muestreo sobre las bandas de 250 y 500 Hz, ya que estas se ven más afectadas por las embarcaciones rápidas.<sup>3</sup> Pero, puesto que la información que existe en zonas costeras de baja profundidad es muy reducida, para valorar el efecto de las actividades antrópicas en la banda costera balear —al margen de las bandas citadas— debería calcularse la media de la energía en las bandas de un tercio de octava de 1.000, 2.000, 4.000, 8.000, 16.000 y 32.000.

El ruido producido por las actividades humanas es un contaminante regulado legalmente en España, pero en el ámbito marino la legislación en este sentido presenta un retraso considerable, porque existe un desconocimiento tradicional sobre el uso del sonido por parte de la fauna marina y su papel estructurador en el ecosistema acuático, ya que facilita ciertas funciones vitales de numerosos taxones animales, desde mamíferos a peces e invertebrados.

A pesar de una cierta incertidumbre científica en algunos casos, es evidente que el ruido antrópico marino es una forma de contaminación que daña la vida marina y, por tanto, sería preciso controlar sus emisiones. Un beneficio de este control es que el ruido no sufre bioacumulación, la contaminación acústica desaparece cuando se detiene la fuente de emisión, con lo que las medidas mitigadoras tienen un efecto positivo inmediato.

### ¿QUÉ ES?

El ruido del océano puede ser producido de forma natural (por organismos o por el medio) o de forma humana (desde los últimos ~ 100 años). El ruido antrópico supone una forma de contaminación acústica que se produce en amplias zonas marinas y utiliza frecuencias que compiten con los sonidos naturales, como los que producen los cetáceos para comunicarse. Este indicador proporciona información sobre la cantidad de actividad antrópica que existe en una determinada área marina. Actualmente forma un descriptor del buen estado ambiental marino.

### METODOLOGÍA

Los datos de ruido submarino han sido recogidos en los proyectos realizados por la Asociación Tursiops: Els nostres dofins, CALMA y CALMADOS (estos dos últimos, con el apoyo de Fundación Biodiversidad).

Los censos acústicos se realizan mediante hidrófonos, que se descargan de los barcos. Los resultados muestran las grabaciones de sonidos antrópicos en las áreas marinas protegidas (AMP) de los Freus de Ibiza y Formentera en el año 2018 y de los islotes de Ponent en el año 2019. Se estudian diferentes bandas de frecuencias por meses.

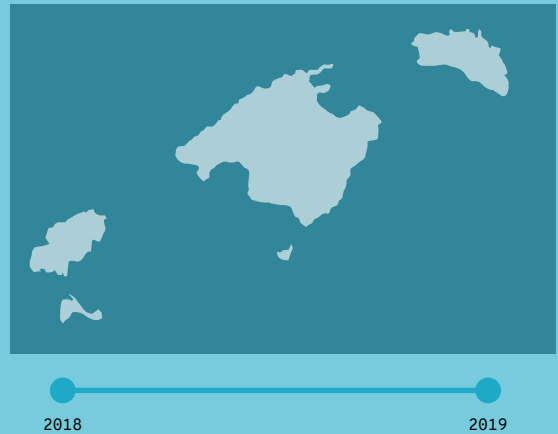
### RESULTADOS

→ Los ruidos detectados en los Freus de Ibiza y Formentera están asociados a las actividades de navegación. En esta AMP la cantidad de energía acústica es mayor en verano (> 15 dB), cuando las embarcaciones rápidas registran las frecuencias más altas.

### ¿POR QUÉ?

Aunque todavía existe desconocimiento general sobre el uso del sonido por parte de la fauna marina, se ha evidenciado que la contaminación acústica afecta a ciertas funciones vitales de mamíferos, peces e invertebrados. Existe normativa y convenios nacionales e internacionales, pero todavía urge tener un mejor control para mitigar este impacto.

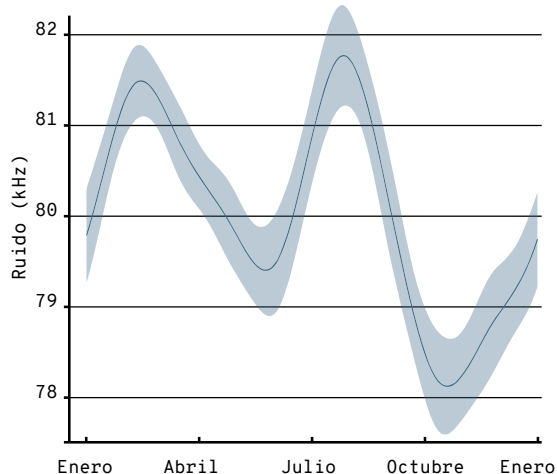
### LOCALIZACIÓN



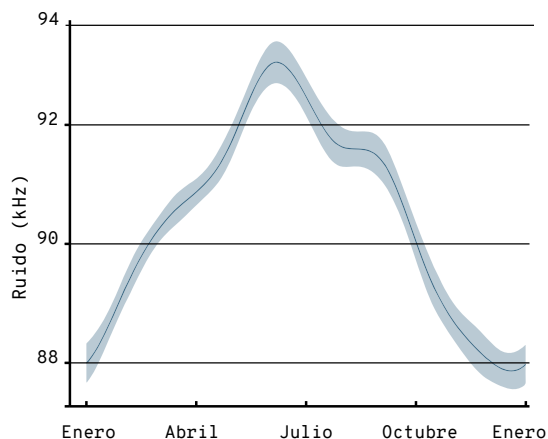
- Durante el año 2019, el ruido submarino de la AMP de los islotes de Ponent muestra un paso intermitente de las embarcaciones en las proximidades del hidrófono.
- Se necesitan más estudios para establecer la relevancia del ruido de origen antrópico, contabilizando la variabilidad de los ruidos naturales de cada área.



Imagen de la instalación de un hidrófono, aparato utilizado para la medición de sonidos submarinos. FUENTE: Asociación Tursiops.



**Figura 1.** Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 63 Hz. Año 2018, Freus de Ibiza y Formentera. FUENTE: Asociación Tursiops.



**Figura 2.** Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 4.000 Hz. Año 2018, Freus de Ibiza y Formentera. FUENTE: Asociación Tursiops.

## METODOLOGÍA

Los datos existentes sobre ruido submarino en las Islas Baleares provienen de los proyectos *Els nostres dofins*, *CALMA* y *CALMADOS*, estos dos últimos con el apoyo de la Fundación Biodiversidad, y todos ellos desarrollados por la Asociación Tursiops. Se han obtenido grabaciones con una tasa de muestreo de 96 kHz con un protocolo de grabación de 3 minutos por 15 en 3 localizaciones de Ibiza y de 4 minutos por 30 en dos montañas submarinas del canal de Mallorca, y se han calculado las presiones sonoras según lo argumentado en la descripción. Se muestran los datos para los Freus de Ibiza y Formentera del año 2018, donde se puede comprobar cómo el paso de embarcaciones rápidas en verano eleva la energía especialmente en la franja de alta frecuencia (Figs. 1 y 2). Ello es constatable fehacientemente observando su paso diario (Figura 3).

En 2019, el hidrófono de los Freus de Ibiza y Formentera se averió y se perdieron los registros, por lo que no se puede actualizar la información de esta localización. Sin embargo, se dispone de datos de la misma naturaleza del año 2019 provenientes de los islotes de Ponent (figura 4).

## RESULTADOS

En los Freus de Ibiza y Formentera, en el año 2018 se pudo diagnosticar bien el nivel de ruido submarino asociado a la navegación y describir su patrón. De forma resumida, la cantidad de energía acústica derivada de la navegación aumentó en los meses de verano y superó los 15 dB en las medidas basales. Pero esta contaminación no fue homogénea en las diferentes frecuencias, y fue muy marcado el efecto de las embarcaciones rápidas a altas frecuencias durante el período estival.

En 2019 se obtuvieron datos anuales del nivel de ruido en los islotes de Ponent. Excepto en la banda de 32.000 Hz, los niveles de ruido submarino muestran máximos en primavera y un descenso hasta el mes de septiembre/octubre, con una disminución de pendiente descendente en verano. Este escenario dificulta la significación del aporte antrópico a la energía sonora. A grandes rasgos se puede describir un área más silenciosa durante los meses perimetrales al verano. La incertidumbre, derivada de registros con grandes diferencias de intensidad, puede responder al paso intermitente de embarcaciones en las proximidades del hidrófono, que se encuentra fuera de las rutas más habituales.

En vista de la gran variabilidad de los niveles sonoros entre localizaciones, bandas de frecuencia y patrones temporales, se hace patente que para la descripción del indicador ruido submarino es necesaria una dedicación mayor de esfuerzos técnicos para determinar la relevancia del ruido de origen antrópico, teniendo en cuenta la variabilidad de los ruidos naturales de cada área.

## NORMATIVA

La legislación nacional aplicable actualmente es la Ley 37/2003 de ruido, así como la Ley 41/2010 de protección del medio marino, la Ley 42/2007 del patrimonio natural y la biodiversidad y la Ley 9/2006 de evaluación de impacto ambiental, porque el ruido es una fuente de impacto potencial sobre la vida silvestre y porque la introducción de energía, incluyendo el ruido subacuático, es uno de los descriptores para determinar el buen estado ambiental. Además de la legislación existente en el ámbito nacional, la contaminación acústica marina se incluye en el marco del derecho inter-

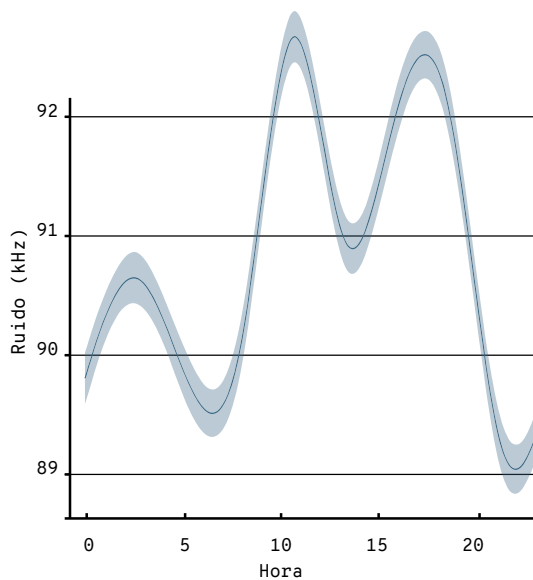


Figura 3. Generalized Additive Model (GAM) por horas diarias, banda 4.000 Hz. Año 2018, Freus de Ibiza y Formentera. FUENTE: Asociación Tursiops.

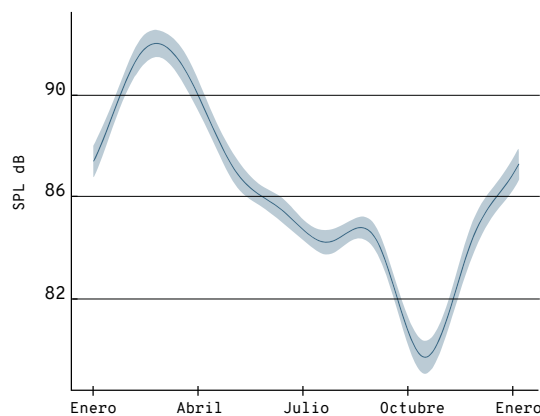
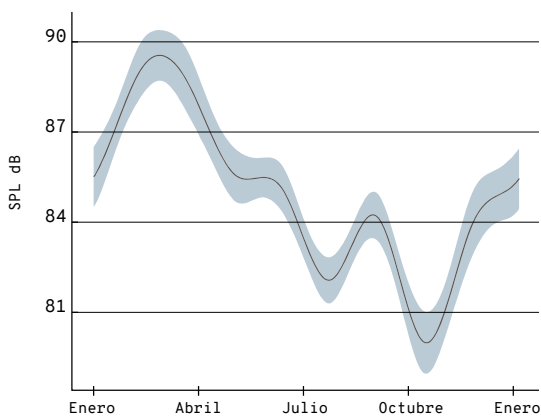
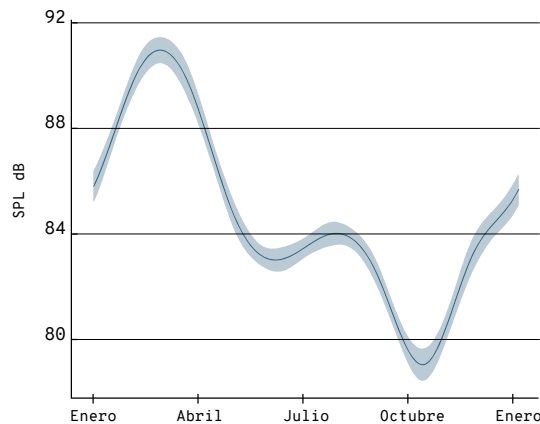
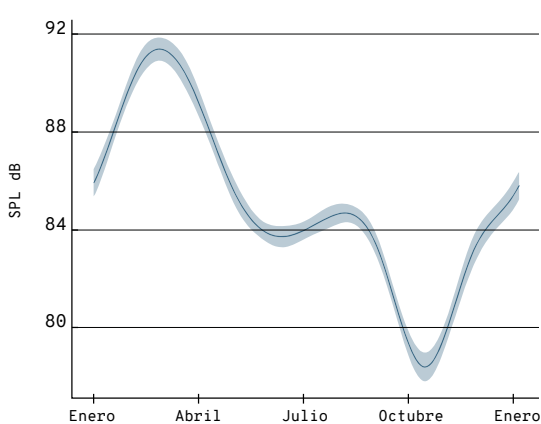


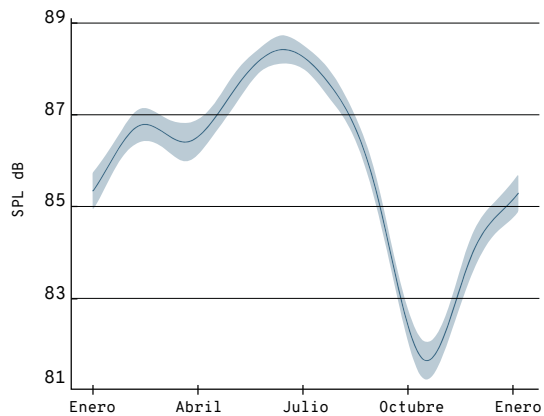
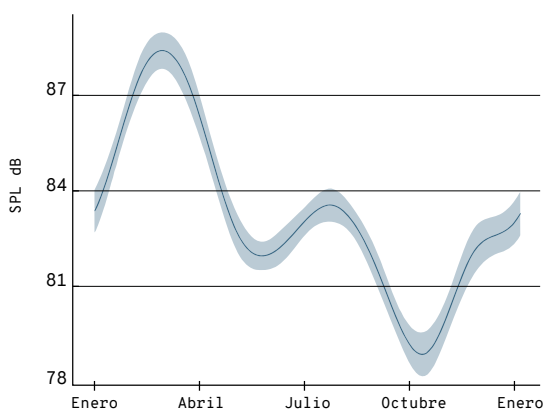
Figura 4. Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 63 Hz (a la izquierda), banda 125 Hz (a la derecha). Año 2019, islotes de Ponent. FUENTE: Asociación Tursiops.



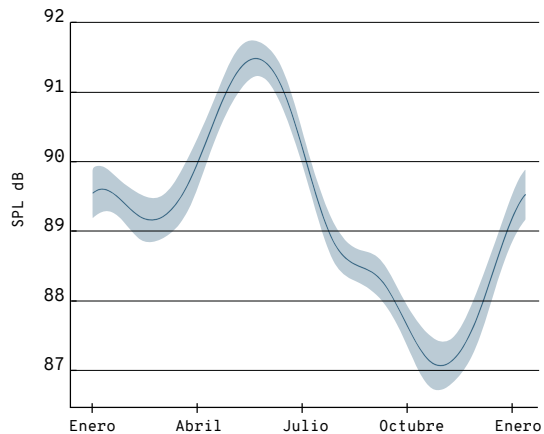
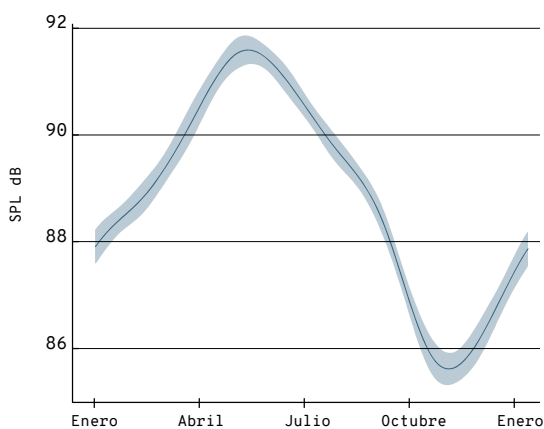
Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 250 Hz (a la izquierda), banda 500 Hz (a la derecha). Año 2019, islotes de Ponent. FUENTE: Asociación Tursiops.

nacional, tanto a través de instrumentos normativos como a través de resoluciones procedentes de diferentes instituciones, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU-PNUMA), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Convención sobre el Derecho del Mar de las Naciones Unidas (UNCLOS), las instituciones de la Unión Europea y numerosos convenios de gestión y conservación del medio

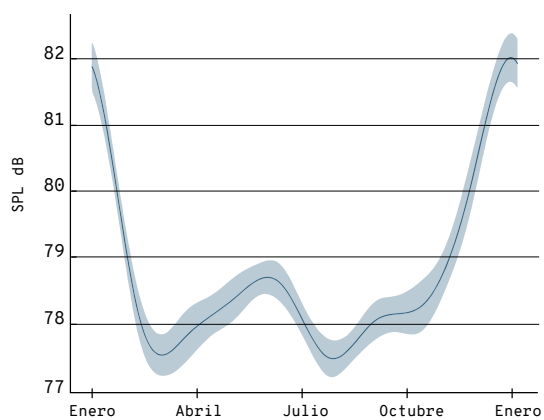
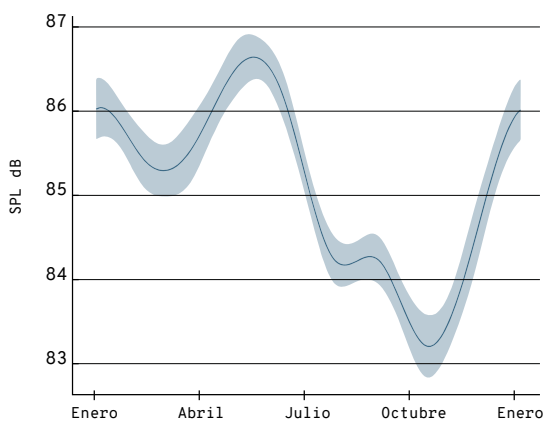
marino: OSPAR, ACCOBAMS, ASCOBANS, CBI. En estos textos y resoluciones se refleja una preocupación sobre el impacto no regulado de la contaminación acústica y se convoca el principio de precaución y la puesta en marcha de medidas de mitigación de impacto. España participa en la mayor parte de estos convenios internacionales y urge actuar en consecuencia.



Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 1.000 Hz (a la izquierda), banda 2.000 Hz (a la derecha). Año 2019, islotes de Ponent. FUENTE: Asociación Tursiops.



Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 4.000 Hz (a la izquierda), banda 8.000 Hz (a la derecha). Año 2019, islotes de Ponent. FUENTE: Asociación Tursiops.



Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 16.000 Hz (a la izquierda), banda 32.000 Hz (a la derecha). Año 2019, islotes de Ponent. FUENTE: Asociación Tursiops.

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> MADSEN, P. (2005). «Marine mammals and noise: Problems with root mean square sound pressure levels for transients». *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117, 3952-3957.
- <sup>2</sup> DEKELING, R. *et al.* (2014). «Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications». JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- <sup>3</sup> MERCHANT, N. D. *et al.* (2014). «Monitoring ship noise to assess the impact of coastal developments on marine mammals». *Marine Pollution Bulletin*, 78, 85-95.

## CITAR COMO

ASOCIACIÓN TURSIOPS (2021). «Ruido submarino». En: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/es/presiones/imb-renou-submari-esp.pdf>>.