

2024

Informe de
INVESTIGACIÓN

038-24

NO-2024-60191535-APN-DNI#INIDEP
6/06/2024

Caracterización de las fuentes de retrodispersión acústica en el Agujero Azul – Primavera 2021

María G Cascallares, Bruno V Menna, Ariel G Cabreira, Georgina D Cepeda, Eduardo M Acha

Dirección: Dirección de Pesquerías de Peces

Área: Gabinete de Hidroacústica

Citar como:

Cascallares MG, Menna BV, Cabreira AG, Cepeda GD, Acha EM. 2024. Caracterización de las fuentes de retrodispersión acústica en el Agujero Azul – Primavera 2021. Inf Investigación INIDEP N° 038/24, 18 pp.



Caracterización de las fuentes de retrodispersión acústica en el Agujero Azul – Primavera 2021

María G Cascallares^{1,2}, Bruno V Menna¹, Ariel G Cabreira¹, Georgina D Cepeda^{1,3}, Eduardo M Acha^{1,3}

1 Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Argentina.

2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

3 Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (UNMdP-CONICET).

Resumen

Entre los días 20 de noviembre y 9 de diciembre de 2021 se llevó a cabo una campaña de investigación en el área denominada Agujero Azul, área geográfica prioritaria de la Iniciativa Pampa Azul, en el BIPO Víctor Angelescu perteneciente al INIDEP. La campaña estuvo dirigida a estudiar este ecosistema en el período de primavera. Se realizó la toma continua de datos hidroacústicos y oceanográficos, además de 32 estaciones en las que se realizaron lances de pesca pelágicos, muestras de plancton y mediciones de variables ambientales en la plataforma y talud continental entre las latitudes 44° y 47°S. Los lances de pesca con red pelágica y los muestreos de plancton que sirvieron para la validación de registros acústicos. En este informe se presentan las metodologías que se utilizaron para la interpretación y análisis de los datos hidroacústicos que se adquirieron durante la campaña y los resultados que se obtuvieron.

Palabras Clave

Hidroacústica, multifrecuencia, mictófidios, zooplancton, ictioplancton, Agujero Azul

Introducción

El área denominada Agujero Azul se encuentra definida en el Atlántico Sudoccidental entre los 44° 30' y 47° 00' de latitud sur y presenta profundidades desde 200 m hasta más de 1.000 m. En esta área se destaca la presencia del Frente de Talud, situado en el borde exterior de la plataforma continental y que se extiende por más de 1.500 km en sentido noreste-sudoeste. Este frente representa una parte fundamental del ecosistema marino dado que proporciona alta productividad biológica (Lutz et al, 2010), siendo la ruta migratoria y reproductiva de varios recursos pesqueros de interés comercial para nuestro país. Asimismo, es el lugar de alimentación de elefantes marinos, ballenas y aves (Aubone et al, 2021). Estas características hacen que el Agujero Azul haya sido identificado como una de las áreas geográficas prioritarias de la Iniciativa Pampa Azul, de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología (Sala, 2018).

Aguas afuera del talud continental habitan peces meso-pelágicos de la familia Myctophidae, los cuales presentan altas biomásas en las regiones oceánicas de todo el mundo (Collins et al., 2012). Juegan un rol clave en las tramas tróficas como eslabón entre el zooplancton y los predadores superiores. Una característica destacable de estos peces son sus migraciones verticales diarias de gran escala espacial, en las que realizan un ascenso hacia la superficie desde los 500 m al atardecer y, de manera inversa, un descenso al amanecer hasta los estratos profundos (Ariza et al., 2016). Este procedimiento los convierte en un canal importante para la transferencia de materia orgánica desde la superficie hacia las profundidades mesopelágicas.

En el Atlántico Sudoccidental las especies de mictófidios están muy poco estudiadas. Por tales motivos, entre el 20 de noviembre y el 9 de diciembre de 2021 se realizó una campaña en el buque del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), BIPO Víctor Angelescu, al área denominada Agujero Azul. Durante esta campaña, se adquirió información mediante una ecosonda científica monohaz de banda ancha SIMRAD EK80, que se operó en seis frecuencias. En este informe de investigación se describen las metodologías utilizadas para el análisis e interpretación de los datos hidroacústicos, y los resultados referidos a la caracterización de las fuentes de retrodispersión detectadas y al patrón de migración vertical de las capas de mictófidios.



Materiales y métodos

Los datos hidroacústicos se adquirieron mediante una ecosonda científica monohaz de banda ancha marca SIMRAD modelo EK80, que operó en frecuencias de 18, 38, 70, 120, 200 y 333 kHz. La adquisición se realizó de manera continua durante las 24 horas del día. Este equipo se operó principalmente en modo onda continua o CW (*Continuous Wave*), pero también se adquirieron datos con los canales de 38, 70, 120, 200 y 333 kHz en modo frecuencia modulada o FM (*Frequency Modulated*) (Tabla 1). En este último modo, cada canal opera en un ancho de banda más amplio, que permite obtener mayor información de la respuesta en frecuencia de los organismos detectados en la columna de agua. Sin embargo, dado el elevado volumen de datos que se genera con este modo de operación, su uso se limitó a momentos en los que se detectaron registros acústicos de interés identificados mediante muestreos con redes de pesca o de plancton.

Tabla 1. Configuración de los modos de operación de los canales de la ecosonda científica monohaz.

Frecuencia (kHz)	Transductor	Duración de pulso (ms)		Potencia (W)
		CW	FM	
18	ES18	1,024	*	1600
38	ES38-7	1,024	2,048	2000
70	ES70-7C	1,024	2,048	750
120	ES120-7C	1,024	2,048	250
200	ES200-7C	1,024	2,048	150
333	ES333-7C	1,024	2,048	50

* El canal de 18 kHz no opera en modo FM, por lo que en todo momento su configuración fue la de modo CW.

Durante el derrotero de la campaña se realizaron dos transectas en dirección normal a la batimetría, con el objetivo de registrar las condiciones típicas de la plataforma continental, cruzar el Frente del Talud y alcanzar aguas de la corriente de Malvinas. Además, se realizaron, en la región oceánica, muestreos acústicos intensivos, mediante trayectorias en zig-zag y en transectas consecutivas sobre un mismo sector, en el primer caso para captar la distribución de registros acústicos en un área más amplia en el menor tiempo posible, y en el segundo para detectar patrones de migración diarios dentro en una región acotada.

Cuando se detectaron registros acústicos de interés, accesibles al equipo de pesca pelágico que se utilizó en la campaña, se realizaron lances de pesca identificatorios. Luego de los lances de pesca se efectuaron, además, muestreos con una red de macroplancton RMT (*Rectangular Midwater Trawl*), con red de 1000 μm , sobre la misma derrota del lance de pesca pelágico.

El preprocesamiento e interpretación de los datos que se adquirieron se realizó mediante el programa LSSS versión 2.11 (Korneliussen et al, 2006). El preprocesamiento consistió en aplicar filtros de ruido, un algoritmo de detección de fondo y definir una frontera de profundidad mínima para excluir el disparo de la ecosonda y el eco de fondo, y así delimitar los datos acústicos en la columna de agua. La interpretación de los datos preprocesados se realizó según varios criterios: respuesta acústica en múltiples frecuencias, diferencia de retrodispersión acústica entre los canales de 18 y 38 kHz, método conocido como *dB difference* (Kang, Furusawa, y Miyashita, 2002, Cabreira, et al. 2010), modo en el que los diferentes registros se segregaron en la columna de agua y a los comportamientos que estos mostraron a lo largo del día. En función de esto, se delimitaron regiones en los ecogramas en las que se asignaron categorías acústicas para las que se definieron criterios de clasificación (Tabla 2).

**Tabla 2.** Categorías acústicas que se asignaron a los registros acústicos.

Categoría acústica	Respuesta acústica asociada a:	Comportamiento
ESP1	Peces	Capa con migración vertical diaria
ESP2	Peces	Capa sin migración vertical diaria
ESP3	Macroplancton	Capa sin migración vertical diaria
ESP4	Plancton	Capa sin migración vertical diaria

A partir de la información que se obtuvo de los lances de pesca y muestreos de plancton se estableció qué organismos estarían incluidos en cada categoría acústica.

La interpretación de los datos de todo el derrotero de la campaña se eointegró para obtener los valores del coeficiente de retrodispersión de área náutica (s_A). En este caso se adoptó un intervalo de promediación horizontal de 0,1 mn para obtener una representación más detallada de la distribución de valores en el área de trabajo y celdas verticales de 2 m para el análisis de la distribución vertical y de los patrones de migración diarios. Luego de que se obtuvieron los valores de eointegración, se eliminaron todas las redundancias que se produjeron debido a las estaciones de muestreo, para esto se utilizó la herramienta de información geográfica QGIS (QGIS, 2023).

Para el análisis de migraciones verticales diarias se separaron de los datos que se adquirieron los ciclos de migración diaria completos para su análisis de manera individual. Se utilizaron los resultados de eointegración por celdas de 0,1 mn de longitud y 2 m de profundidad. Mediante rutinas codificadas en lenguaje *Python* (Van Rossum y Drake, 1995) se extrajeron las trayectorias de las capas dispersas que presentaron movimientos verticales. Para ello, se buscó el valor máximo del coeficiente de retrodispersión de área náutica (s_A) en cada columna de celdas, y se establecieron dos valores en las regiones en que la capa de individuos se divide en dos subcapas. De esta forma se realizó el seguimiento de ambas subcapas durante la migración vertical. Con los datos obtenidos de posición y tiempo se calcularon las velocidades instantáneas, con el objetivo de comparar las velocidades durante el ascenso y el descenso.

La respuesta en frecuencia de las categorías acústicas que se interpretaron se analizó a partir de datos del coeficiente de retrodispersión de volumen (s_v) en todas las frecuencias de trabajo y rutinas codificadas en el entorno R (R Core Team, 2021) para extraer las respuestas en frecuencia de los grupos que componen cada categoría acústica en las distintas regiones que se analizaron (Menna et al, 2022).

Resultados y Discusión

Se trabajó con los datos adquiridos dentro del área denominada Agujero Azul. Se eliminaron las redundancias que se produjeron por la realización de lances de pesca y estaciones de muestreo y se consideraron los lances de pesca con red pelágica y los muestreos con red de plancton RMT asociados a dichos lances (Figuras 1).

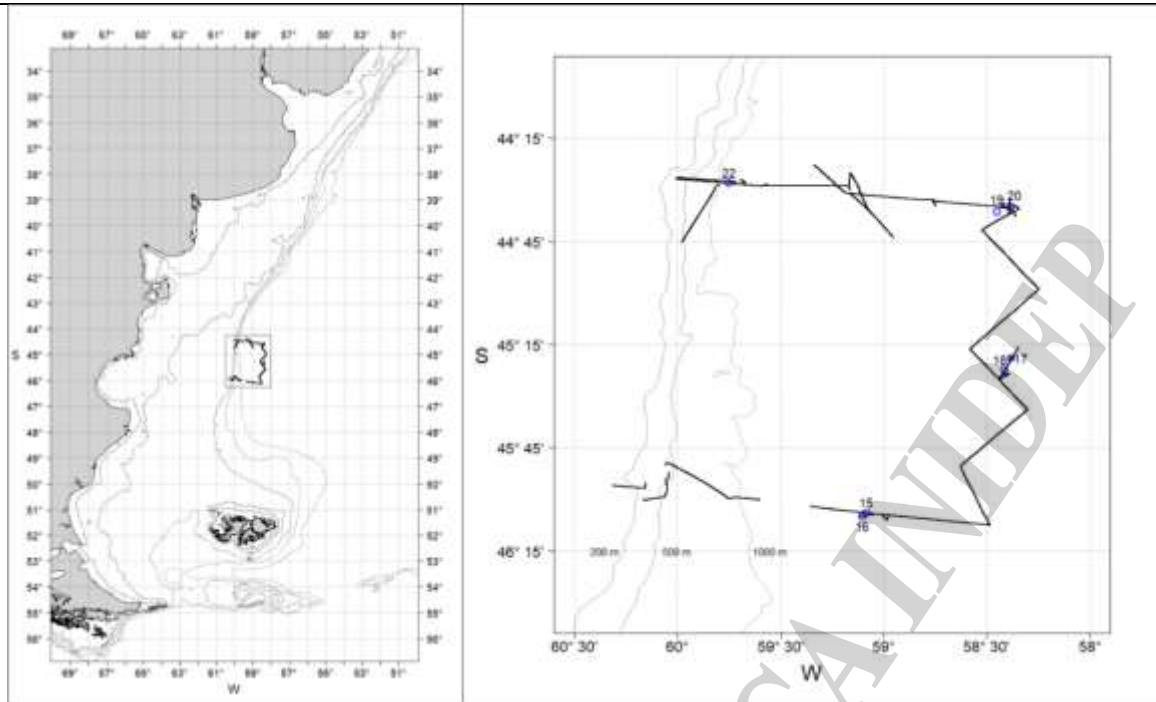


Figura 1. Derrotero acústico sin redundancias y posiciones de los lances identificatorios con red de pesca pelágica, cada lance de pesca tuvo asociado, en la misma posición un muestreo con red de plancton RMT.

Se interpretaron cuatro categorías acústicas, denominadas ESP1, ESP2, ESP3 y ESP4. Para las categorías acústicas ESP1, ESP2 y ESP4 se observó que los valores de ecointegración comenzaron desde que la derrota del buque ingresó a zonas de profundidades mayores a 400 m, a partir de lo cual mantuvieron una presencia prácticamente constante (Figuras 2, 3 y 5). En el caso de la categoría acústica ESP3, los valores de ecointegración fueron bajos a profundidades menores a los 400 m y además presentaron mayor variación (Figura 4).

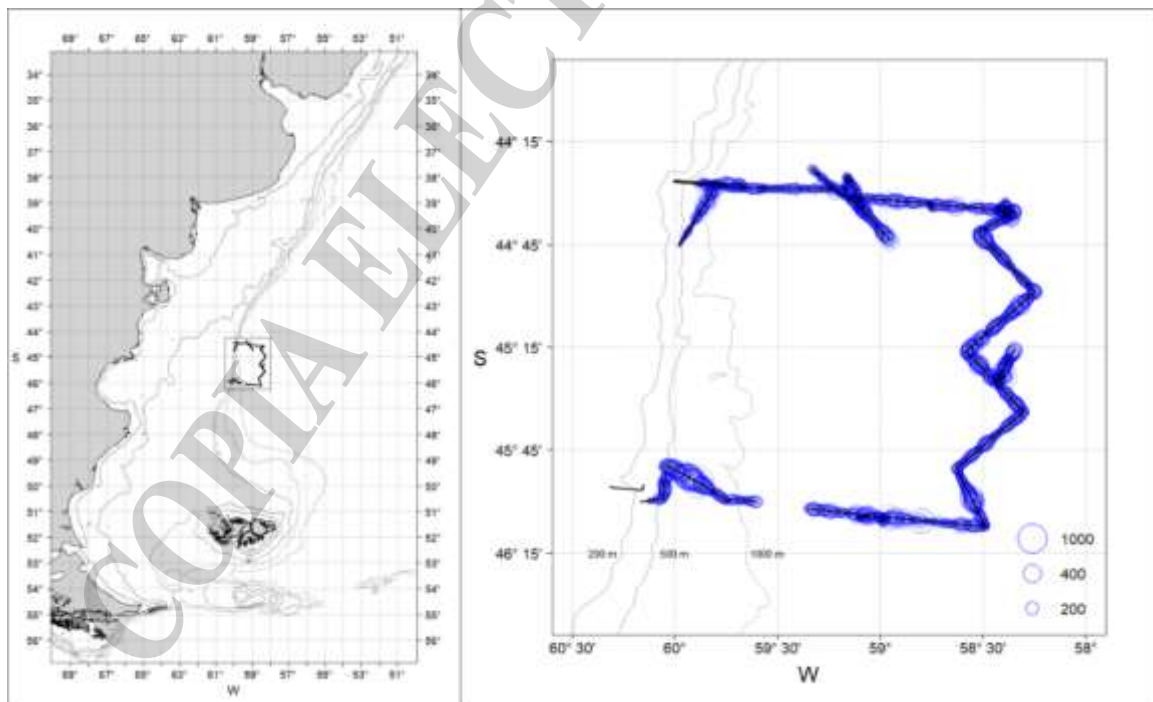


Figura 2. Distribución de los valores del coeficiente de retrodispersión de área náutica (en m^2/mn^2) para la categoría acústica ESP1 en 38 kHz.

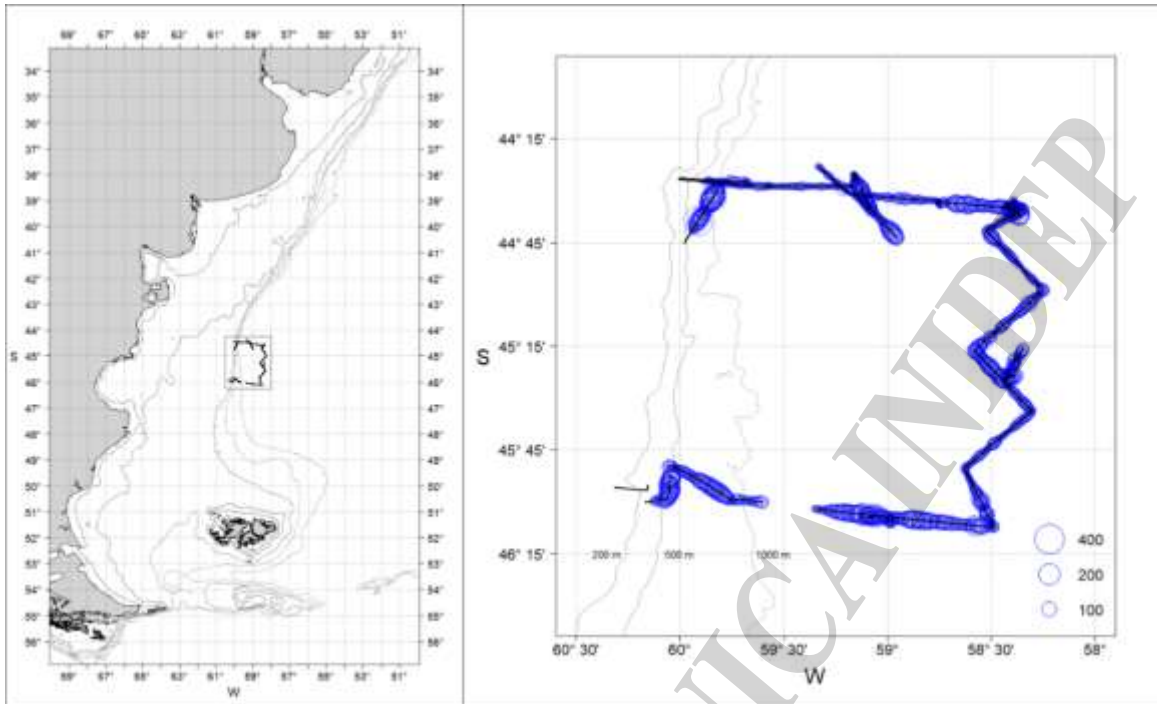


Figura 3. Distribución de los valores del coeficiente de retrodispersión de área náutica (en m^2/mn^2) para la categoría acústica ESP2 en 38 kHz.

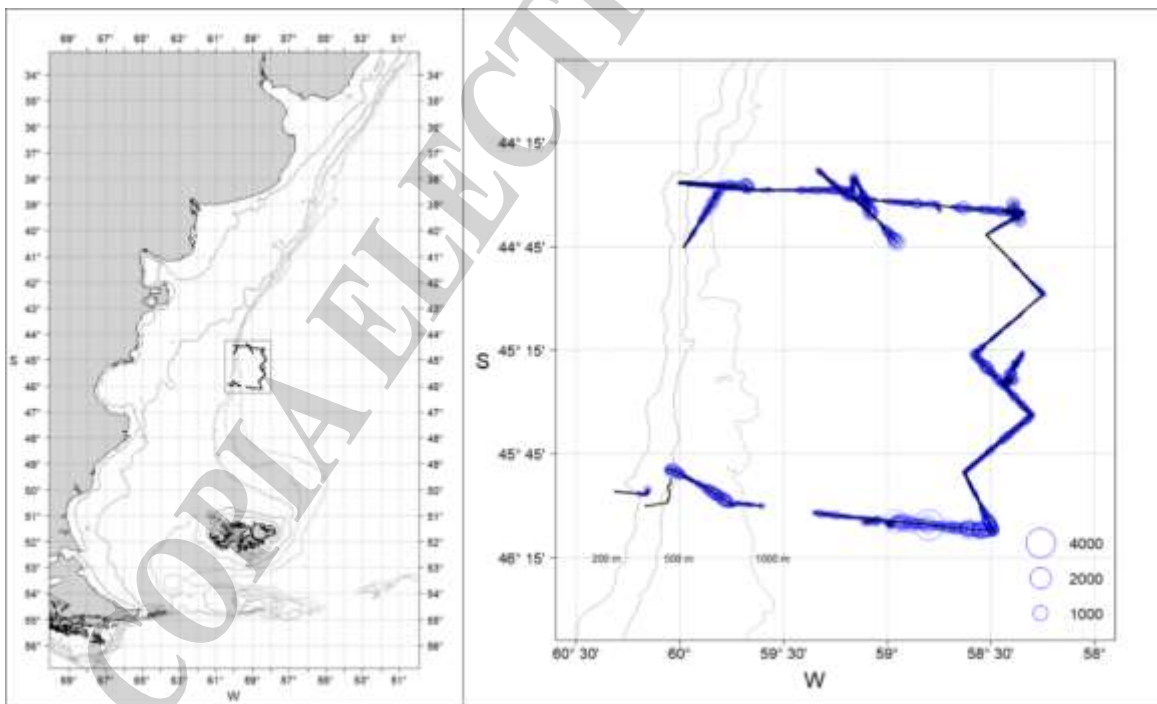


Figura 4. Distribución de los valores del coeficiente de retrodispersión de área náutica (en m^2/mn^2) para la categoría acústica ESP3 en 38 kHz.

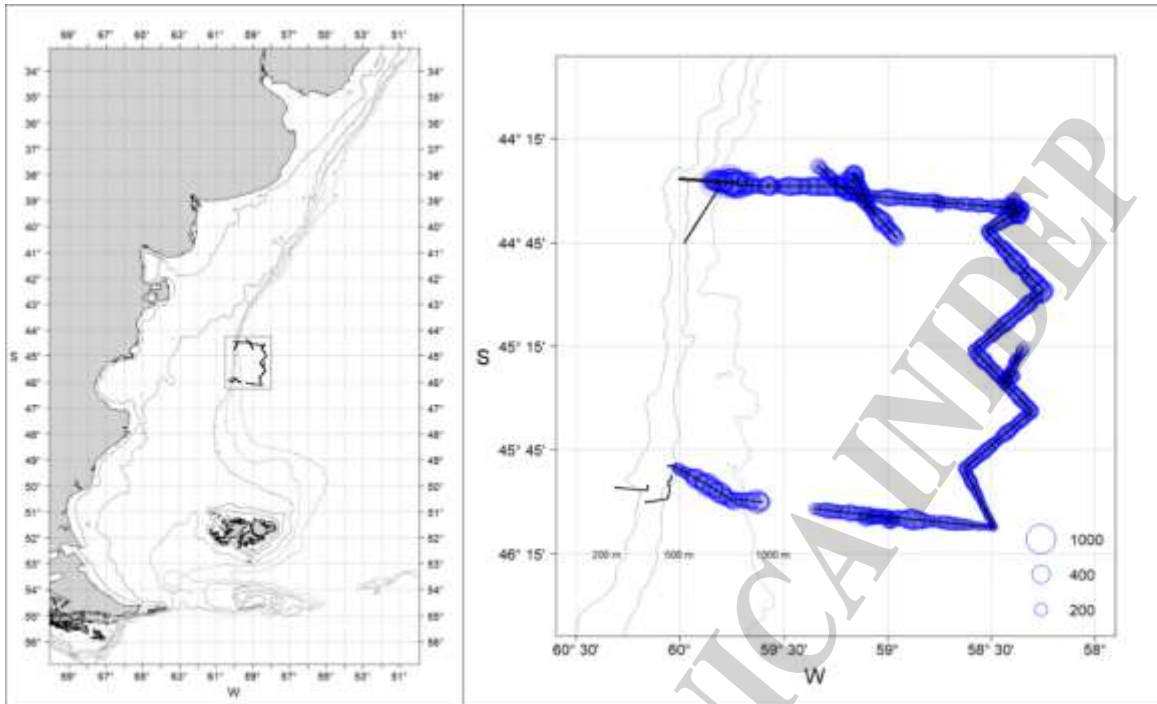


Figura 5. Distribución de los valores del coeficiente de retrodispersión de área náutica (en m^2/mn^2) para la categoría acústica ESP4 en 38 kHz.

La distribución en la columna de agua de los registros que se asociaron a las distintas categorías acústicas presentó, a lo largo de todo el derrotero, un comportamiento bastante definido que puede explicarse en base a uno de los segmentos diarios que se analizó. En los ecogramas correspondientes a dicho segmento diario para las frecuencias de 18 y 38 kHz, se aprecia que la presencia de registros acústicos se limita a los primeros 1000 m de la columna de agua (Figura 6).

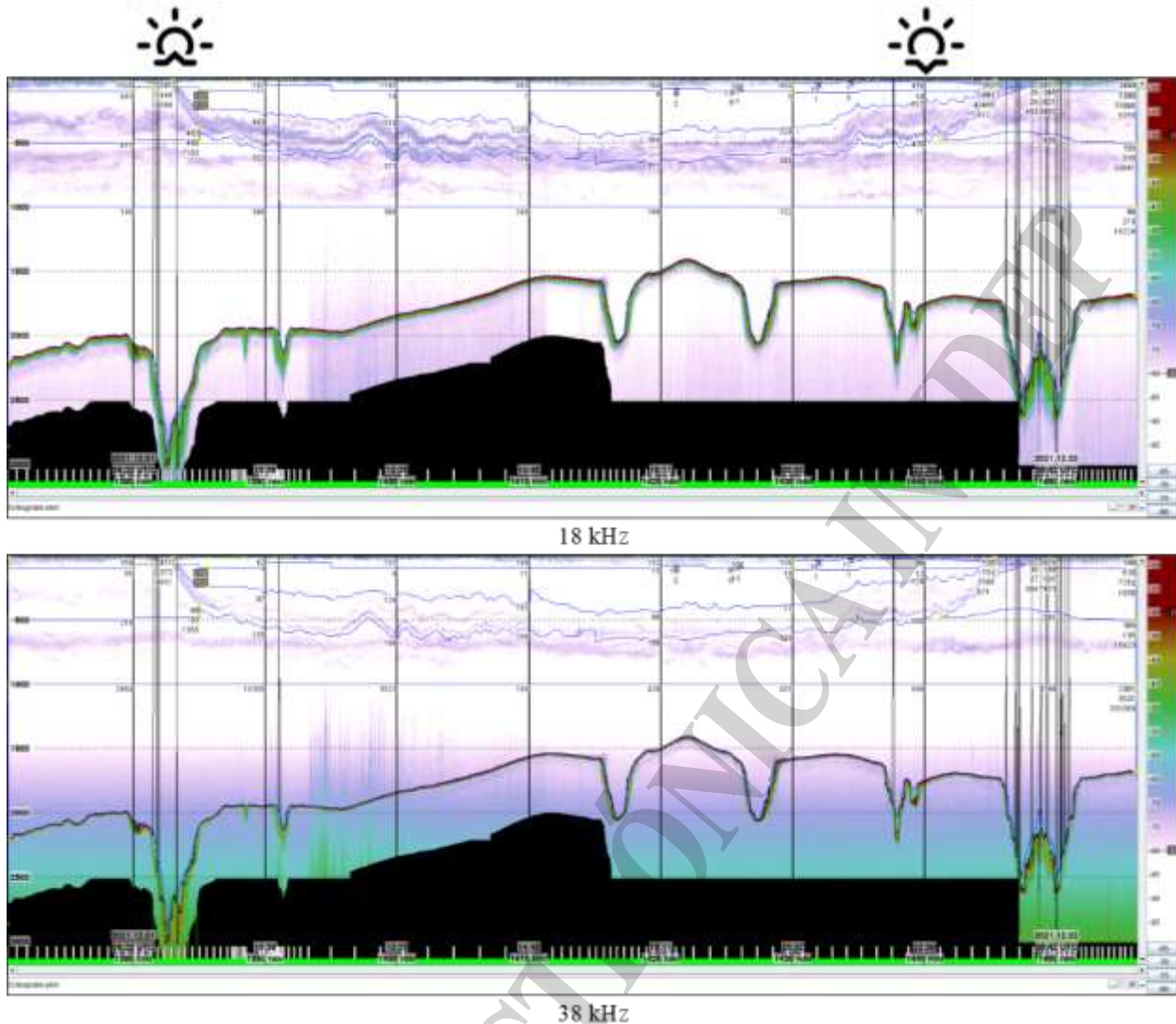


Figura 6. Ecogramas en 18 y 38 kHz correspondientes a uno de los segmentos que se analizaron. En este caso se detectaron e interpretaron registros acústicos hasta los 1000 m de profundidad. Se indican mediante símbolos los horarios correspondientes al amanecer y anochecer.

En una vista limitada de los primeros 1000 m de profundidad de estos ecogramas, se observaron cuatro capas que mantuvieron su presencia durante todo el día, segregadas en distintos estratos de profundidades y con diferentes comportamientos. Se observaron tres capas que no presentaron un patrón de migración vertical diario y que se ubicaron en distintos estratos de profundidades: en los primeros 100 m de la columna de agua, entre los 100 y 600 m y desde los 500 m hasta los 1000 m. Se detectó una cuarta capa que presentó un patrón de migración vertical diario. Durante el día se ubicó en profundidades entre los 300 y 600 m. Antes del anochecer (23:30 UTC) inició una migración vertical en la que asciende hasta concentrarse en los primeros 100 m de la columna de agua y al amanecer (08:30 UTC) inició una migración vertical en la que descendió hasta ocupar el estrato comprendido entre los 300 y 600 m (Figura 7).

Debido al patrón de migración diario que presentó esta última capa, se da la superposición con la que se ubica en los primeros 100 m de la columna de agua durante el día y la que se ubica entre los 100 m y 600 m durante la noche. A cada una de las capas descritas se le asoció una categoría acústica y se consideraron sus superposiciones durante la interpretación mediante proporciones en los segmentos en los que las categorías acústicas se superpusieron, en función del valor de ecointegración que presentaron antes de superponerse.

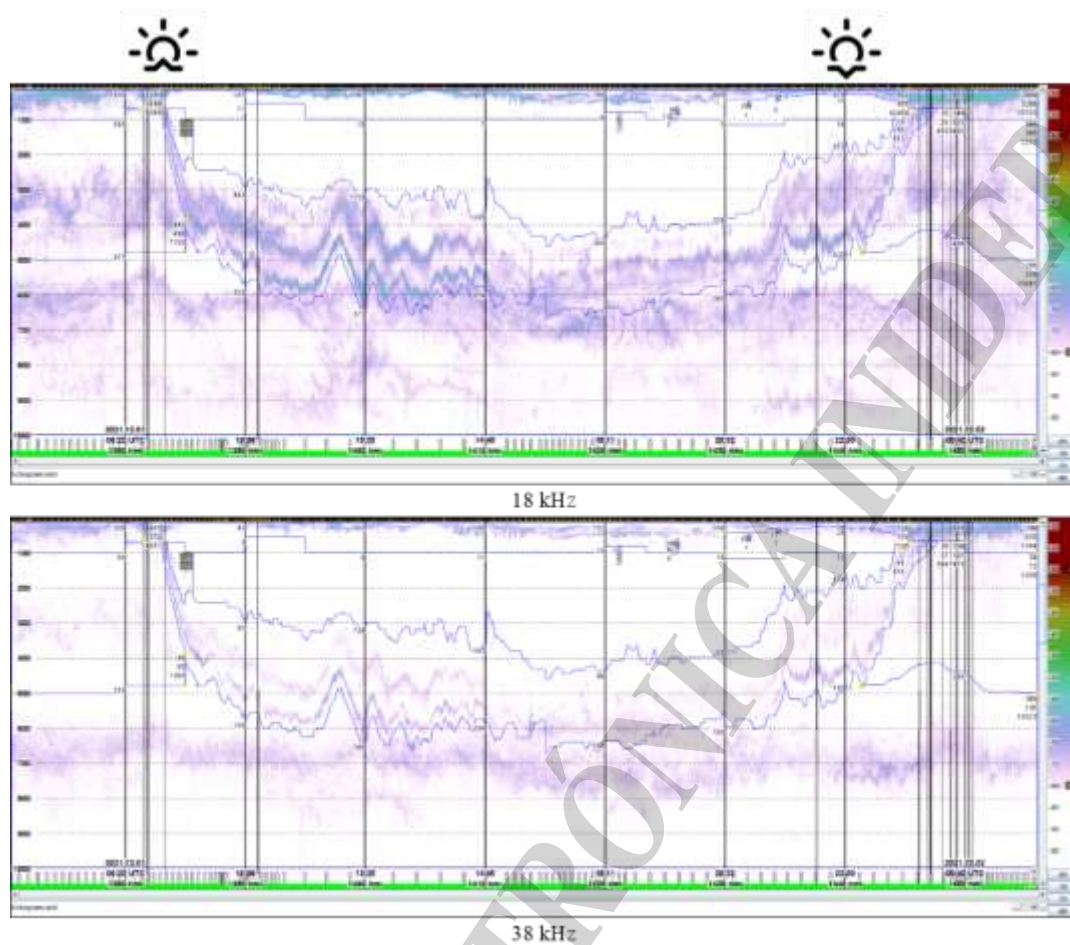


Figura 7. Ecogramas en 18 y 38 kHz para uno de los segmentos que se analizaron, en ambos casos se visualiza hasta los 1000 m de profundidad y se aprecian las distintas regiones que se definieron durante la interpretación. Se indican mediante símbolos los horarios correspondientes al amanecer y anoecer.

En los ecogramas de la región que se asignó a la categoría acústica ESP1, la única que presentó un patrón de migración vertical diario, se observó un descenso al amanecer desde profundidades menores a los 100 m, hasta profundidades entre 300 y 600 m y un ascenso al anoecer hasta profundidades menores a los 100 m (Figura 8). Sobre este registro acústico se realizaron lances de pesca con red de pesca pelágica, en horario nocturno, cuando la capa dispersa se encontraba a menor profundidad. En los siete lances de realizados, las capturas consistieron principalmente de peces de la Familia Mictophidae. Las especies con mayor abundancia y presencia en la mayor parte de los lances de pesca fueron *Gymnoscopelus nicholsi* y *Electrona* sp. Esto permite inferir que los datos que se asociaron a la categoría acústica ESP1 corresponden a peces de la familia Mictophidae.

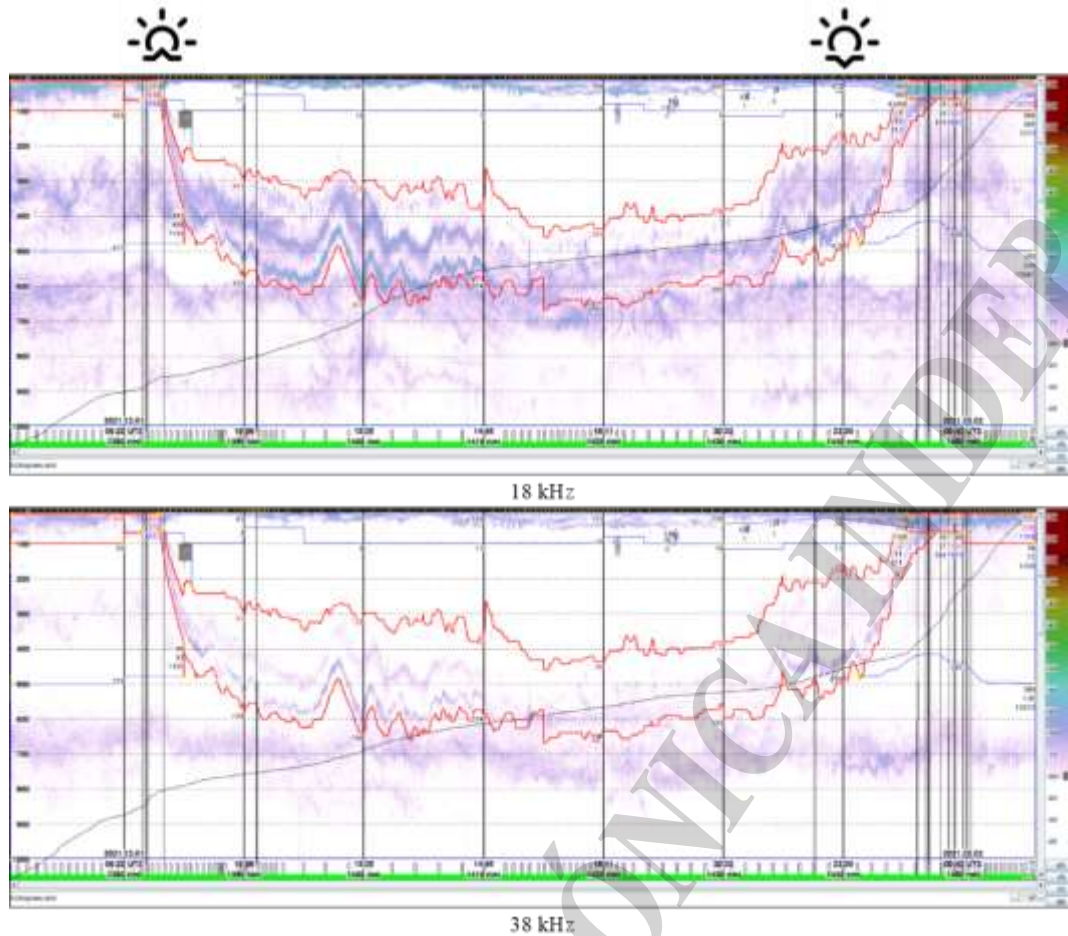


Figura 8. Ecogramas en 18 y 38 kHz, se destacan entre líneas rojas las regiones en las que se asignó la categoría acústica ESP1. Se indican mediante símbolos los horarios correspondientes al amanecer y anochecer.

Se obtuvo la respuesta en frecuencia en términos del coeficiente de retrodispersión de volumen (s_v) para los datos de la región asignada a la categoría acústica ESP1. El análisis se limitó a las frecuencias de 18, 38 y 70 kHz, dado que, por la profundidad de los registros acústicos, en las frecuencias más elevadas la relación señal – ruido es muy baja y no permiten obtener información útil. La respuesta en frecuencia que se obtuvo fue decreciente con el incremento de frecuencia, que es esperable para peces con vejiga natatoria (Figura 9).

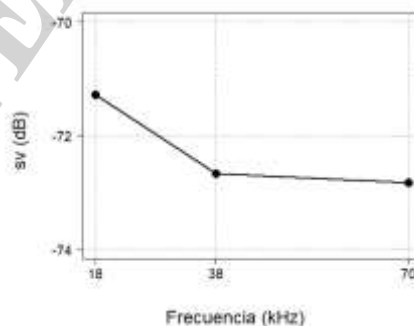


Figura 9. Respuesta en frecuencia en términos del coeficiente de retrodispersión de volumen para la categoría acústica ESP1.

En el análisis de la migración en la columna de agua de la categoría acústica ESP1, se buscó en el ecograma la representación más completa de una migración vertical diaria. A partir de esos datos, se siguió la trayectoria del máximo valor de s_A para poder cuantificar la migración de la capa, que a partir

de los 300 m de profundidad comenzó a separarse en dos subcapas. En la Figura 10 se puede observar que luego de la separación, la subcapa inferior, graficada en color amarillo, replica las oscilaciones de la subcapa superior, graficada en color rojo. Entre las horas que corresponden a la mañana y a la tarde, el registro acústico fue más disperso, por lo que el seguimiento de la trayectoria del máximo se vuelve más ruidoso. Hacia el final de la tarde comenzó el ascenso como una única capa, y se puede volver a seguir la trayectoria de la misma.

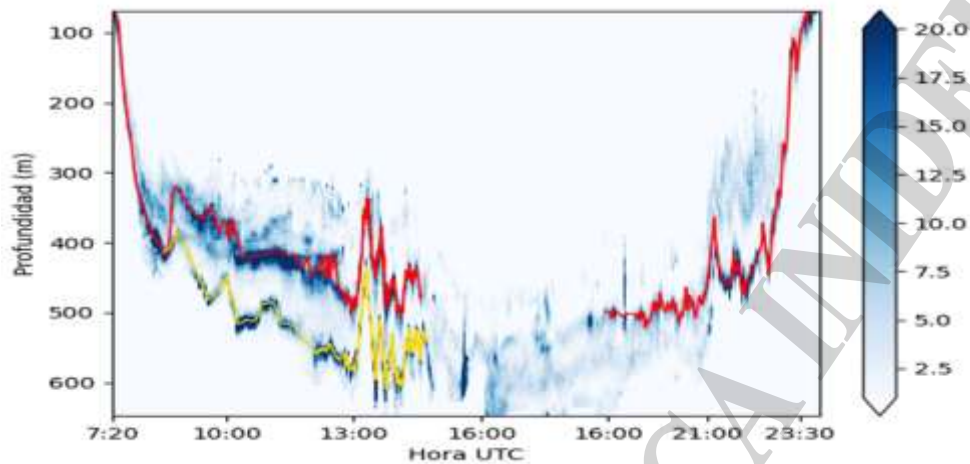


Figura 10. Trayectorias de la categoría acústica ESP1 durante una migración vertical completa. En rojo y amarillo se observan los máximos valores del coeficiente de retrodispersión de área náutica para cada milla. En azul se observan los valores de s_A obtenidos del ecograma.

Con las trayectorias durante la migración completa de la capa correspondiente a la categoría acústica ESP1, se calculó la velocidad de ascenso y descenso de la misma entre los 70 y los 400 m. Se puede observar que la velocidad de descenso es más estable y con valores en módulo menores que la de ascenso (Figura 11). Es decir, el descenso al fondo fue más uniforme y con menor cantidad de fluctuaciones en la velocidad que el ascenso a la superficie. Sin embargo, tanto el ascenso como el descenso hasta y desde los 400 m de profundidad se produjeron en un tiempo de entre 65 y 68 minutos.

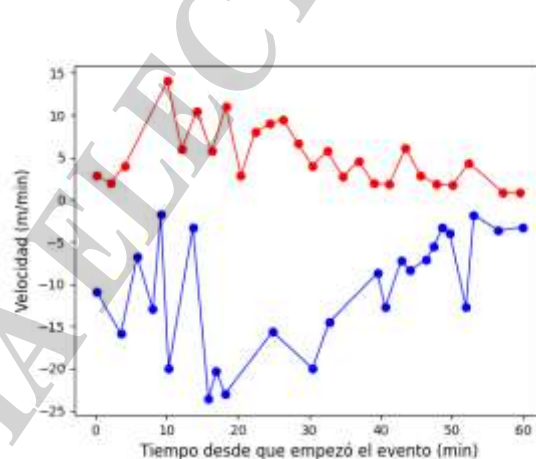


Figura 11. Velocidad de descenso (rojo) y ascenso (azul) en función del tiempo para la migración entre los 70 y los 400 metros de profundidad.

En los ecogramas de la región que se asignó a la categoría acústica ESP2, se observó que esta capa se mantuvo durante todo el día en un estrato de profundidad que va de los 300 a los 600 m en horas diurnas y durante la noche se solapa con la capa migrante asociada a la categoría acústica ESP1 (Figura 12). Por la elevada profundidad a la que se encontraba este registro, en la que el equipo de pesca pelágico disponible no funcionó de manera satisfactoria, no fue posible realizar lances de pesca pelágicos de identificación.

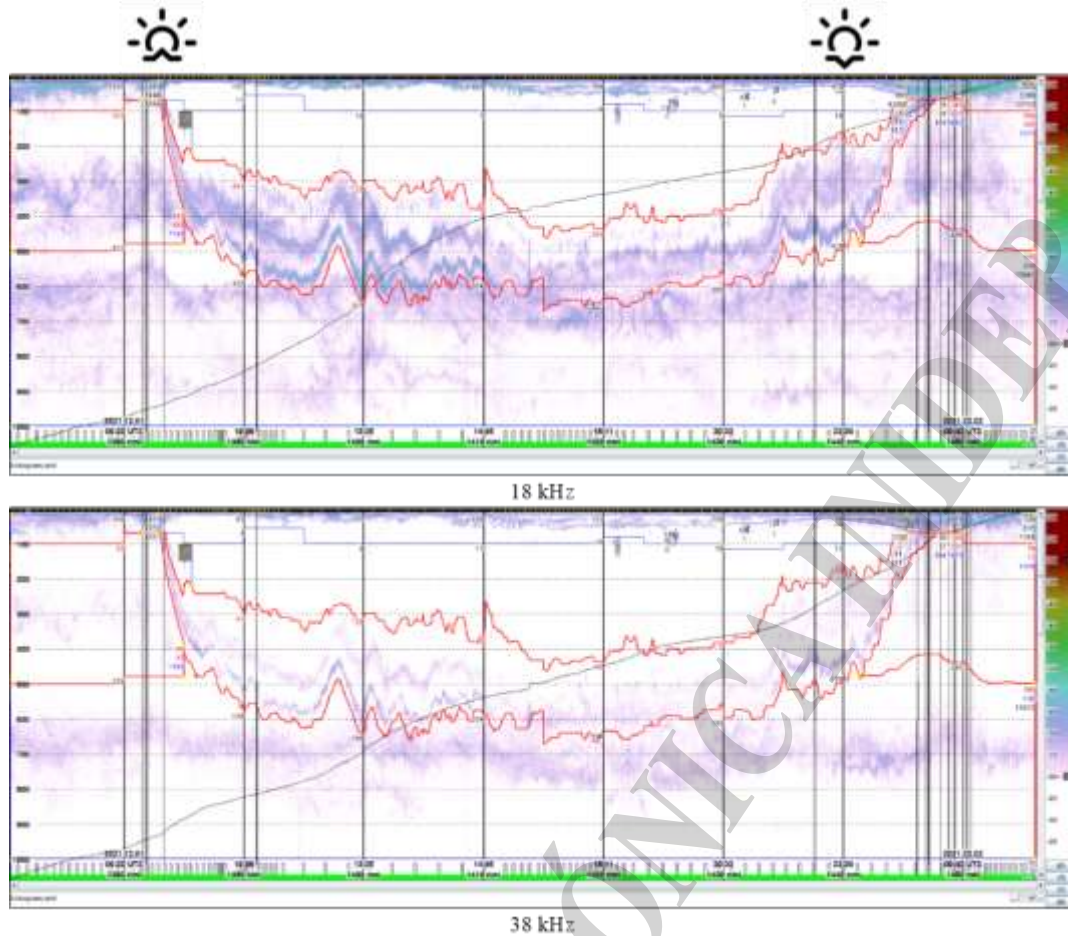


Figura 12. Ecogramas en 18 y 38 kHz, se destacan las regiones en las que se asignó la categoría acústica ESP2. Se indican mediante símbolos los horarios correspondientes al amanecer y anochecer.

A partir del análisis de la respuesta acústica en múltiples frecuencias para las regiones que se asignaron a la categoría acústica ESP2, se pudo determinar una respuesta similar a la que se obtuvo para la categoría acústica ESP1 (Figura 13). Esto permitió suponer que ambos registros correspondieron a organismos similares (peces), aunque con distinto comportamiento diario, ya que uno presenta un patrón de migración vertical diaria y el otro no.

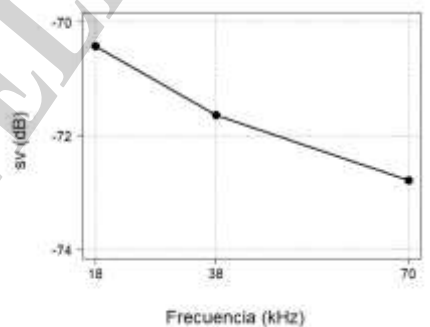


Figura 13. Respuesta en frecuencia en términos del coeficiente de retrodispersión de volumen para la categoría acústica ESP2.

En los ecogramas de la región que se asignó a la categoría acústica ESP3, se observó que esta ocupa los primeros 100 m de profundidad (Figura 14), en una ampliación de la misma región, para una mejor visualización, se observan mejor las características del ecograma. La capa no presentó un patrón de migración vertical diario y los registros acústicos, aunque son importantes en valor de retrodispersión, no fueron tan continuos como en los correspondientes a las otras categorías acústicas (Figura 15).



Durante la noche, cuando la capa asociada a la categoría acústica ESP1 se ubicó en los primeros 100 m de profundidad se tuvo una combinación de los registros acústicos de las categorías ESP1 y ESP3. Mientras que, durante el día, cuando la capa asociada a ESP1 ya descendió, en los primeros 100 m se tuvieron solo los registros asociados a ESP3.

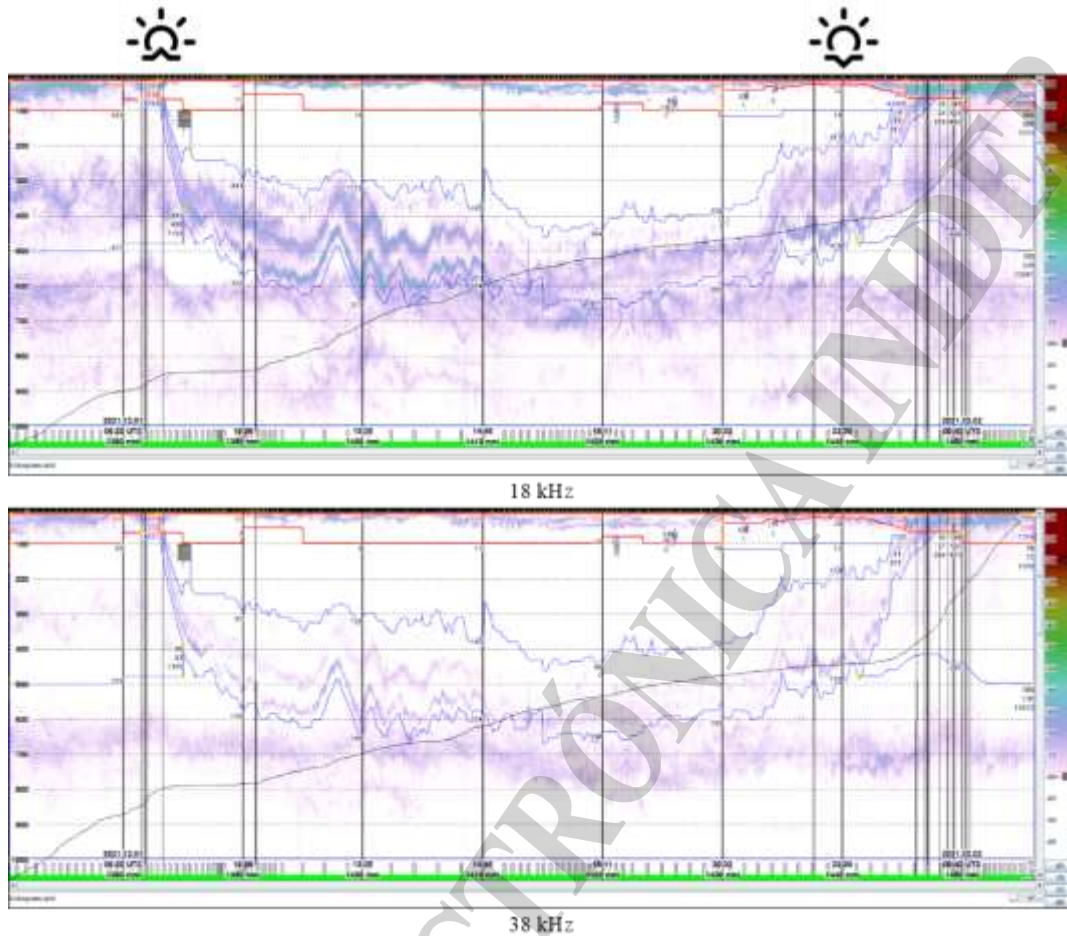


Figura 14. Ecogramas en 18 y 38 kHz, se destacan las regiones en las que se asignó la categoría acústica ESP3. Se indican mediante símbolos los horarios correspondientes al amanecer y anochecer.

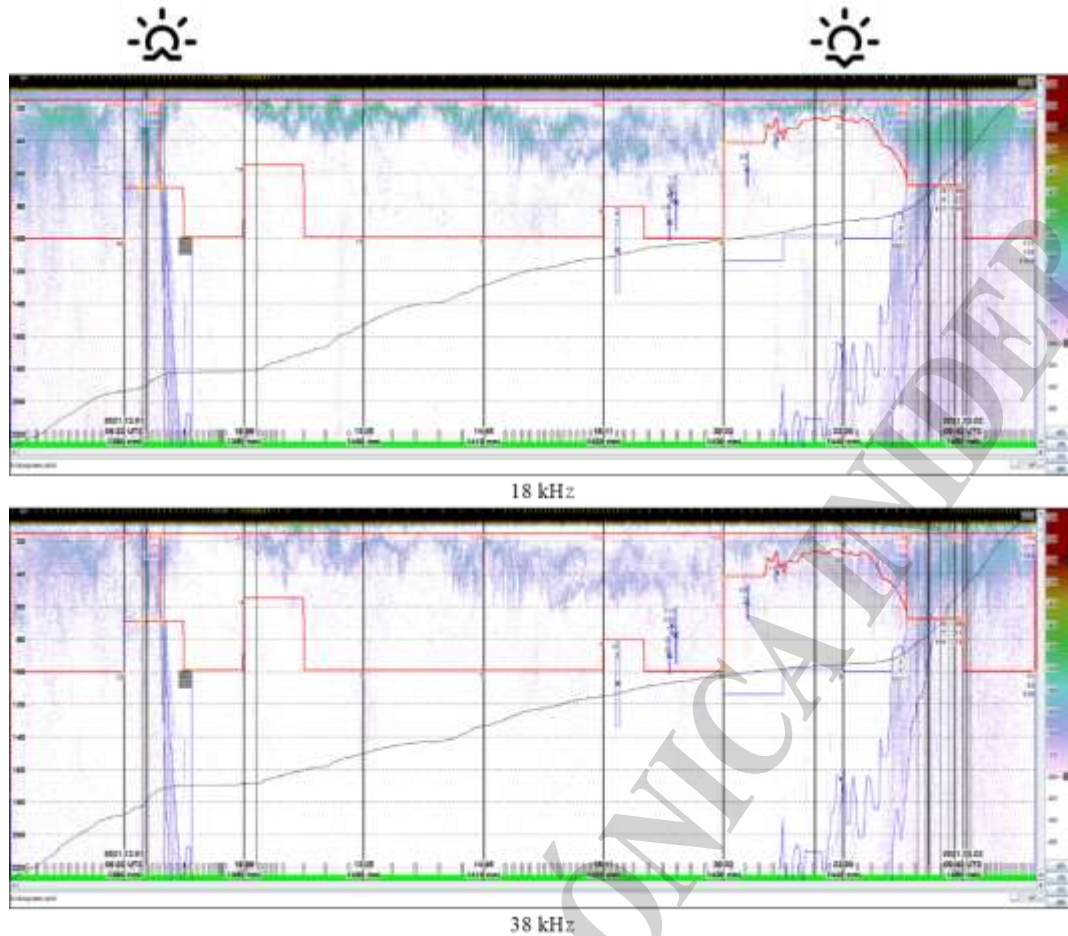


Figura 15. Ampliación de los ecogramas en 18 y 38 kHz, en los que se destacan entre líneas rojas las regiones en las que se asignó la categoría acústica ESP3. Se indican mediante símbolos los horarios correspondientes al amanecer y anoecer.

En los muestreos que se realizaron con red RMT, en las mismas posiciones de los lances de pesca pelágicos, se colectó abundante material, compuesto mayormente por organismos del ictioplancton (Tabla 3) y del zooplancton (Tabla 4).

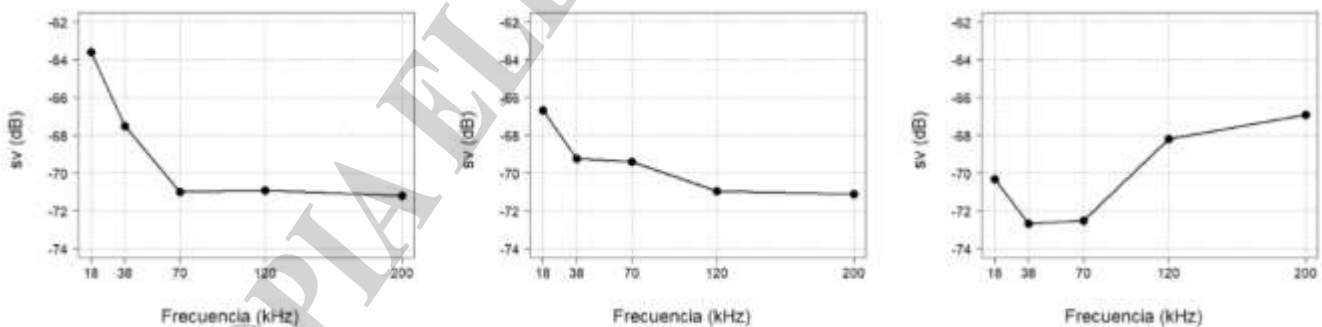
Tabla 3. Composición y abundancia ictioplanctónica (larvas de peces) en las estaciones de muestreo de zooplancton de la campaña VA202108.

RMT	N° de larvas de peces	N° de larvas/100 m ³
1	163	10,0
2	42	4,6
3	134	8,4
4	122	7,1
5	139	18,3

**Tabla 4.** Composición y abundancia (ind m⁻³) zooplanctónica en las estaciones de muestreo de zooplancton de la campaña VA202108. Se indica la abundancia total de la familia/grupo taxonómico.

GRUPO/Familia	Estaciones de muestreo RMT				
	1	2	3	4	5
COPÉPODOS					
Eucalanidae	33,32	70,13	52,00	15,24	70,75
Calanidae	21,91	6,14	74,00	13,63	1,70
Metridinidae	8,22	0,00	6,00	3,21	3,41
Augaptilidae	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Aetideidae	0,91	0,00	4,00	0,00	0,85
Heterorhabdidae	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00
Oithonidae	5,02	0,00	12,00	0,40	0,00
EUFÁUSIDOS	14,24	4,82	12,00	8,82	1,41
ANFÍPODOS	0,22	2,76	1,50	1,20	0,70
QUETOGNATOS	7,76	0,44	4,2	4,01	2,7
POLIQUETOS	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00
SALPAS	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
APENDICULARIAS	8,22	0,00	0,00	0,00	0,00
OSTRÁCODOS	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
PTERÓPODOS	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
GIMNOSOMADOS					

Del análisis de la respuesta en frecuencia para las regiones que se asignaron a la categoría acústica ESP3 se obtuvieron tres patrones de respuesta significativos (Figura 16). Dos de estos patrones son decrecientes con la frecuencia, posiblemente asociados a peces y larvas de peces que poseen vejiga natatoria. Mientras que el restante es creciente con la frecuencia a partir de 38 kHz, asociado a crustáceos planctónicos. Dado que en las regiones en las que se asignó la categoría acústica ESP3 tienen profundidades no superiores a los 100 m es posible utilizar las frecuencias de 18, 38, 70, 120 y 200 kHz.

**Figura 16.** Respuestas en frecuencia en términos del coeficiente de retrodispersión de volumen para la categoría acústica ESP3.

En los ecogramas de la región que se asignó a la categoría acústica ESP4 se observa que esta tampoco mostró un patrón de migración vertical diario y en todo momento ocupó un estrato de profundidades de entre 500 y 1000 m, separado de los utilizados por las capas que se asociaron a las categorías acústicas ESP1 y ESP2 (Figura 17). Dada la elevada profundidad a la que se encontraron estos registros no fue posible realizar muestreos con redes de pesca o de plancton.

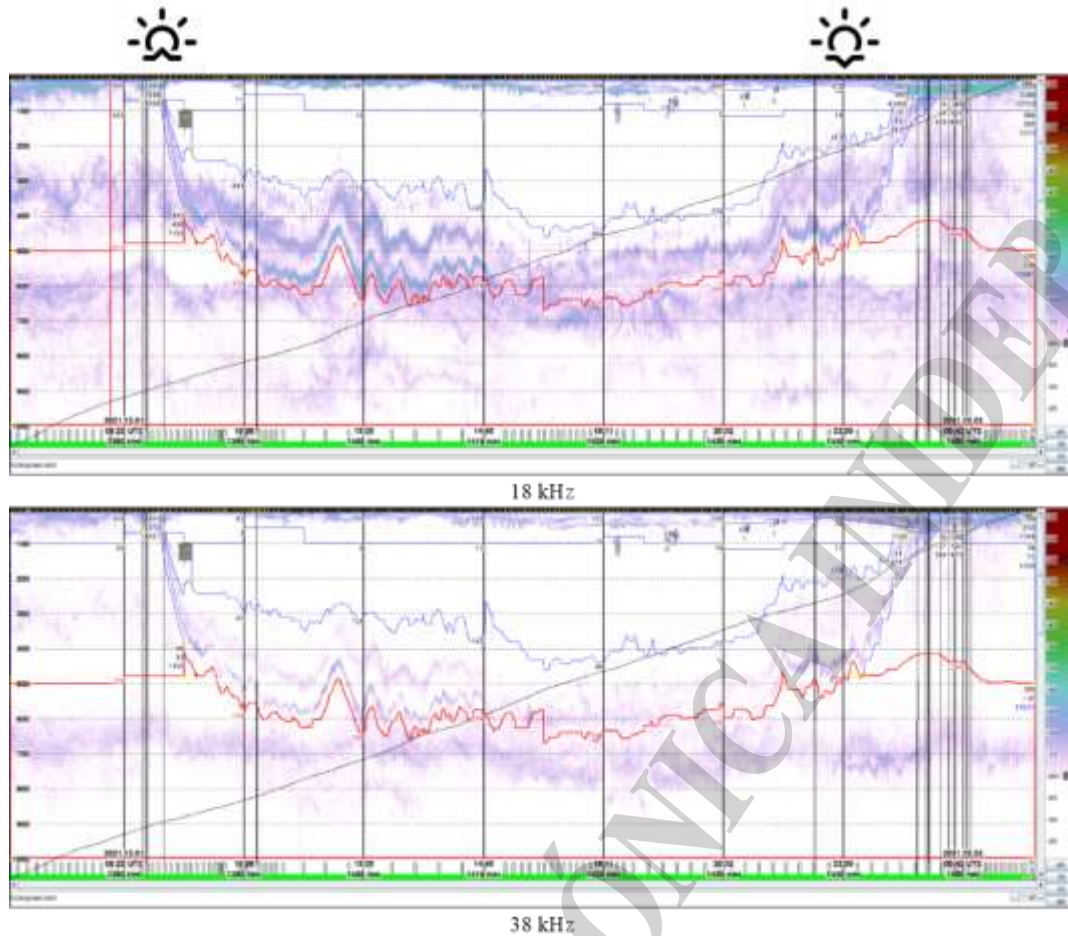


Figura 17. Ecogramas en 18 y 38 kHz, se destacan entre líneas rojas las regiones en las que se asignó la categoría acústica ESP4. Se indican mediante símbolos los horarios correspondientes al amanecer y anochecer.

El análisis de respuesta en frecuencia para las regiones en las que se asignó la categoría acústica ESP4 resultó en un patrón creciente con la frecuencia, posiblemente asociado a otros organismos zooplanctónicos (Figura 18).

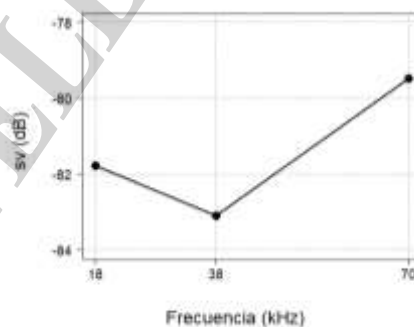


Figura 18. Respuesta en frecuencia en términos del coeficiente de retrodispersión de volumen para la categoría acústica ESP4.



Conclusiones

La campaña de investigación que se realizó en el área denominada Agujero Azul en el año 2021, tuvo como objetivo principal el estudio del ecosistema en el período de primavera. Para esto, se adquirió información ambiental y biológica. Una de las fuentes de información fueron los datos hidroacústicos, que permitieron obtener información de prácticamente toda la columna de agua y de manera continua durante las 24 horas del día. Los mismos se complementaron con muestreos puntuales y para ciertos estratos de profundidad mediante red de pesca pelágica y red de plancton RMT. Esto es necesario para la identificación de los registros acústicos. Finalmente, la interpretación de los datos hidroacústicos permitió obtener una visión completa de la distribución y comportamiento de los organismos identificados en el área de estudio a lo largo del derrotero de campaña.

Los resultados del análisis de los datos hidroacústicos permitieron determinar una elevada presencia de organismos de diferentes tipos: peces mesopelágicos, larvas de peces, crustáceos zooplanctónicos y otros organismos del zooplancton. Además, se pudo caracterizar el comportamiento de las distintas agregaciones que, en general, consistió en una segregación en cuatro capas dispersas ubicadas en diferentes estratos de profundidad. Tres de estas capas no mostraron un patrón de migración vertical diario. Mientras que la cuarta, asociada a peces mesopelágicos, sí presentó un patrón de migración vertical diario. Los muestreos con red de arrastre pelágica permitieron determinar que los organismos de la capa que presentó un patrón de migración vertical diario pertenecieron en su mayoría a la familia Mictophidae, siendo *Gymnoscopelus nicholsi* y *Electrona sp* las especies con mayor captura y presencia, siendo esto consistente con los registros acústicos y el tipo de respuesta en frecuencia que se observó. Los muestreos con red de plancton RMT en los primeros 100 m de la columna de agua indicaron una elevada abundancia y diversidad de organismos del zooplancton e ictioplancton. En este caso los registros acústicos y respuestas en frecuencia fueron también diversos. Por esto, parece necesario realizar un análisis más detallado, fuera del alcance de este informe, de los datos hidroacústicos de los primeros 100 m de profundidad.

Para trabajos futuros, sería deseable contar con una red pelágica que permita realizar arrastres hasta los 500 o 600 m de profundidad. Asimismo, se podría utilizar una cámara subacuática para tomar imágenes en zonas de interés, como método complementario al uso de artes de pesca y muestreadores de plancton, para la identificación de las diferentes fuentes de retrodispersión. Para no alterar el comportamiento de los individuos, el procedimiento sería bajar la cámara encendida con las luces apagadas y una vez posicionada en la profundidad de interés, encender las luces para poder obtener tomas de los individuos. Experiencias de este tipo permitirían incrementar el conocimiento del área y desarrollar hipótesis sobre el funcionamiento ecosistémico.



Bibliografía

- Ariza A, Landeira JM, Escánez A, Wienerroither R, Aguilar de Soto N, Røstad A, Kaartvedt S, Hernández-León S. 2016. Vertical distribution, composition and migratory patterns of acoustic scattering layers in the Canary Islands. *Journal of Marine Systems*, Volume 157. Pages 82-91. ISSN 0924-7963. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.01.004>.
- Aubone N, Saraceno M, Torres Alberto ML, Campagna J, Le Ster L, Picard B, Hindell M., Campagna C, Guinet R. 2021. Physical changes recorded by a deep diving seal on the Patagonian slope drive large ecological changes. *Journal of Marine Systems*, Volume 223.
- Cabreira AG, Madirolas A, Brunetti NE. 2010. Acoustic characterization of the Argentinean short-fin squid aggregations. *Fisheries Research* (2010). doi:10.1016/j.fishres.2010.12.003.
- Collins M, Stowasser G, Fielding S, Shreeve R, Xavier JC, Venables H, Enderlein P, Cherel Y, Van De Putte A. 2012. Latitudinal and bathymetric patterns in the distribution and abundance of mesopelagic fish in the Scotia Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 59-60, 189-198. doi:10.1016/j.dsr2.2011.07.003.
- Kang M, Furusawa M, Miyashita M. 2002. Effective and accurate use of difference in mean volume backscattering strength to identify fish and plankton. *ICES Journal of Marine Science* 59: 794-8004.
- Korneliussen RJ, Ona E, Eliassen I, Heggelund Y, Patel R, Godø OR, Giertsen C, Patel D, Nornes E, Bekkvik T, Knudsen HP, Lien G. 2006. The Large Scale Survey System - LSSS. Proceedings of the 29th Scandinavian Symposium on Physical Acoustics; 29 January – 1 February 2006; Geilo, Norway.
- Lutz VA, Segura V, Dogliotti AI, Gagliardini DA, Bianchi AA, Balestrini CF. 2010. Primary production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. *Journal of Plankton Research*. 32(2):181–195. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbp117>.
- Menna BV, Derisio CM, Temperoni B, Castro Machado F, Cabreira AG, Álvarez Colombo GL. 2022. Caracterización de las fuentes de retrodispersión acústica en el área de cría del efectivo patagónico de merluza común (*Merluccius hubbsi*). Inf. Investigación INIDEP N° 102/22. 25 pp.
- QGIS Geographic Information System. 2023. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Sala JE. 2018. Pampa Azul. El mar como territorio. *Ciencia, Tecnología y Política*. 1(1). 1-6. <https://doi.org/10.24215/26183188e006>
- Van Rossum, G, Drake Jr, FL. 1995. Python reference manual. Centrum voor Wiskunde en Informatica. Amsterdam.