

LIFE IP INTEMARES

Informe de la campaña

INTEMARES_COLCARTO_0221

Autores del Informe: Ignacio Baena, Sandra Mallol, Nuria Rodríguez, Eugenio Fraile-Nuez, Jesús M. Arrieta, Alba González-Vega, Juan-Tomás Vázquez, Desirée Palomino, Irene Pilar Díez, Julio García, José María Ramos, Francisco Sánchez, Juan Manuel Rodríguez y David Díaz.

Equipo participante en la campaña: Ignacio Baena, David Díaz (Jefe de Campaña), Irene Pilar Díez, Eugenio Fraile-Nuez, Alba González-Vega, Sandra Mallol, Desirée Palomino, Juan Manuel Rodríguez, Nuria Rodríguez, Francisco Sánchez y Juan-Tomás Vázquez.

Periodo de realización de las actividades: 11 al 23 Febrero 2021



Índice

Resumen ejecutivo	1
Executive summary.....	2
1. Introducción.....	3
2. Objetivos	6
3. Metodología.....	7
3.1 Área de estudio.....	7
3.2 Métodos de muestreo	9
3.2.1 Muestreos con métodos geofísicos indirectos	9
3.2.2 Muestreos con draga	12
3.2.3 Muestreos hidrográficos.....	13
3.2.4 Muestreos con sistemas de vídeo	15
3.2.5 Muestreos con escafandra autónoma	20
4. Resultados preliminares	23
4.1 Caracterización geomorfológica y tipos de fondos	23
4.2 Hidrografía	24
4.3 Muestreos de video	25
4.4 Muestreo con escafandra autónoma	28
5. Problemas de operatividad.....	32
5.1 Sistema de posicionamiento dinámico	32
6. Agradecimientos	33
7. Referencias	34

Anexos

ANEXO I.....	38
ANEXO II.....	38
ANEXO III.....	44
ANEXO IV.....	47
ANEXO V.....	48
ANEXO VI.....	49
ANEXO VII.....	49

Resumen ejecutivo

La campaña de investigación oceanográfica INTEMARES_COLCARTO_0221 se realizó entre el 11 y el 23 de febrero del 2021 a bordo del B/O Ramón Margalef en el archipiélago de las Islas Columbretes. Esta expedición se ha desarrollado dentro del marco del proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”. Concretamente, la campaña pertenece al punto primero (A2.1) “Mejora del conocimiento en zonas ya declaradas”, dentro de la acción A2 “Actuaciones para la mejora del conocimiento de hábitats y especies”.

El objetivo global de la campaña fue incrementar el conocimiento disponible sobre las características bióticas y abióticas de los LICs de las Islas Columbretes (Lugares de Interés Comunitario ESZZ16010 y ESZZ16004) continuando las labores iniciadas en la primera campaña enfocada a este fin, la COLCARTO_0220. El producto principal de las campañas será una cartografía bionómica que detalle la distribución de los hábitats sumergidos de los espacios LIC. Como en la anterior campaña, ésta contó con diversos métodos para conseguir los objetivos específicos ligados a este fin.

Se utilizaron dos vehículos de vídeo remolcado para la caracterización de las comunidades bentónicas. La ecosonda multihaz SIMRAD EM710 del barco se utilizó para obtener mosaicos de batimetría y reflectividad de muy alta resolución (1x1 m) y la ecosonda paramétrica TOPAS PS18 para efectuar perfiles de alta resolución del subsuelo. Se utilizó la draga Shipek para recoger muestras y poder realizar una caracterización de los tipos de sedimento. Este conjunto de técnicas se efectuaron con el fin de completar la caracterización bionómica y geológica de los LICs de estudio. Adicionalmente, se realizaron transectos de fondo y de tipo *tow-yo* con la roseta oceanográfica del buque para la caracterización de las masas de agua que se ven afectadas por la emisión de burbujas gaseosas en zonas específicas del archipiélago (donde encontramos el hábitat 1180: Estructuras submarinas producidas por el escape de gases). Por último, se llevaron a cabo una serie de inmersiones con escafandra autónoma que permitieron la recogida selectiva de diversos tipos de muestras que complementaron las obtenidas mediante las dragas y la roseta en esta zona.

Se realizaron 49 transectos de vídeo para caracterizar el tipo de hábitat, 43 con el ROTV (*Remotely Operated Towed Vehicle*) *Politolana* y 6 con la HATE-BOX (*HABitat Transect Evaluation*). Las distancias totales prospectadas fueron de 4678 y 1454,5 metros, respectivamente. Se realizaron un total de 37 muestreos con dragas Shipek en los que se analizará la granulometría, el contenido en materia orgánica y carbonatos y, en ocasiones, el ADN. Se realizaron 48 muestreos con roseta oceanográfica, de los cuales 15 fueron tipo *tow-yo* y el resto consistieron en perfiles hidrográficos verticales. Adicionalmente, se tomaron muestras de agua a diferentes profundidades de la columna de agua y se obtuvieron 25 filmaciones del bentos acoplando una cámara de vídeo a la roseta. Para la obtención de la batimetría detallada del entorno marino del archipiélago se realizaron 725 km de líneas de navegación con la ecosonda multihaz del buque, dando lugar a una superficie de unos 216 km² (un 66,9% de la superficie de los LICs además de algunos sectores al sur y al sureste de las figuras de protección). Se realizaron 451 km de perfiles con la ecosonda paramétrica TOPAS PS18 que servirán para el estudio geológico del área. Por último, en las 11 inmersiones con escafandra autónoma se recolectaron muestras de temperatura, gas, roca, agua y tapices microbianos en una zona de surgencias gaseosas conocida y se realizó una filmación de 5 horas en este entorno que permitirá caracterizar la emisión de gases.

La adición de este conjunto de datos a los conseguidos en la campaña del año anterior, y a los de campañas realizadas en el marco de otros proyectos, ayudará a describir de manera completa y actualizada las características bióticas y abióticas de estos LICs en el entorno marino de las islas Columbretes, teniendo como resultado final una cartografía bionómica precisa de la zona de estudio.

Executive summary

The oceanographic research survey INTEMARES_COLCARTO_0221 took place from the 11th to the 23th of February on board of the R/V Ramón Margalef around the Columbretes Islands archipelago. This survey has been carried out within the framework of the LIFE IP INTEMARES project “Management, integrated, innovative and participative management of the Natura 2000 network in the Spanish marine environment”. More specifically, it belongs to the first step (A2.1) “Enhancement of the knowledge of declared zones” of the A2 action “Interventions towards the enhancement of knowledge of habitats and species”.

The overarching objective of the survey was to increase the current knowledge on the biotic and abiotic characteristics of the SCI area of the Columbretes Islands (Sites of Community Interest, ESZZ16010 and ESZZ16004) continuing the tasks initiated on the first survey designed to this end, COLCARTO_0220. The main product to develop from these surveys will be a bionomic cartography detailing the distribution of the submerged habitats of the SCI zones. As the previous survey, this one used diverse methodologies to achieve each of the specific objectives linked to this goal.

Two towed-video vehicles were used to identify and characterize the benthic communities. The SIMRAD EM710 multibeam echosounder of the vessel was used to obtain bathymetry and reflectivity mosaics of very high resolution (1x1 m) and the TOPAS PS18 parametric echosounder was used to create high resolution profiles of the subsoil. The Shipek dredge was used to collect samples of sediment and, by doing so, enable a characterization of the sediment type. All these techniques were used in order to obtain a bionomic and geologic characterization of the studied SCIs. Additionally, bottom and tow-yo transects with the carousel water sampler were carried out to characterize the water masses under the influence of the gas emissions in specific spots of the archipelago (where the habitat 1180: Submarine structures produced by gas scapes can be found). Lastly, a number of dives were performed allowing a selective collection of samples that complemented those collected by the dredge and other instruments in the habitat 1180 zone.

During the 11 days of work of the survey, 49 towed-video transects were carried out to characterize the habitat type, 43 with the ROTV (Remotely Operated Towed Vehicle) *Politolana* and 6 with the HATE-BOX (HABitat Transect Evaluation). The total surveyed distance has been of 4678 and 1454.5 m, respectively. A total of 37 Shipek dredge samplings were carried out to analyze granulometry, organic matter and, with some, DNA. Furthermore, 48 transects were carried out with the carousel water sampler, 15 of which were done with the tow-yo methodology, whereas the rest were hidrographic vertical profiles. Thanks to this technique, 25 video recordings of the benthos were obtained and, additionally, this method allowed the characterization and collection of water samples at different depths along the water column. To obtain the detailed bathymetry of the marine surroundings of the archipelago, 725 kilometers of navigation lines were carried out with the multibeam echosounder, producing a surface of approximately 216 km² (a 66.9% of the SCIs surface plus some zones towards the South and Southeast of the protective figures). The parametric echosounder TOPAS PS18 was used to sample 451 km which will allow the geologic study of the area. Lastly, the 11 dives allowed the collection of temperature, gas, rocks, water and microbial mats in a known zone with gaseous escapes and the recording of a 5-hour video of this spot which will enable the characterization of the gas emanations.

The addition of the data acquired in this survey besides those acquired in the one of 2020, and those of other surveys belonging to different projects, will help to describe in a complete and updated way the biotic and abiotic characteristics of these SCIs of the Columbretes Islands, having as a final result a precise bionomic cartography of the study area.

1. Introducción

La campaña de investigación oceanográfica INTEMARES_COLCARTO_0221 se llevó a cabo entre el 11 y el 23 de febrero del 2021 en las aguas circundantes al archipiélago de las Islas Columbretes (figura 1), a bordo del B/O Ramón Margalef. Esta campaña pertenece al punto primero de la acción A2 dedicada a “Actuaciones para la mejora del conocimiento de hábitats y especies”, siendo, la “Mejora del conocimiento en zonas ya declaradas” el A2.1. La acción se enmarca en el proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”. Este estudio cierra el ciclo de campañas dirigidas a la finalización de la cartografía bionómica de los LICs de Columbretes iniciado en febrero de 2020 con la campaña INTEMARES_COLCARTO_0220. El proyecto LIFE+ INDEMARES inició el proceso de cartografiado de hábitats en el entorno de los LICs (Linares et al., 2012). Adicionalmente, otros proyectos desarrollados por el IEO como MAREMATING o COL_MAËRL han aportado datos que han sido útiles para el diseño de la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221 y que lo serán para la realización de la cartografía bionómica (Goñi et al., 2013, Barberá et al., 2017, Cabanellas-Reboredo et al., 2017).

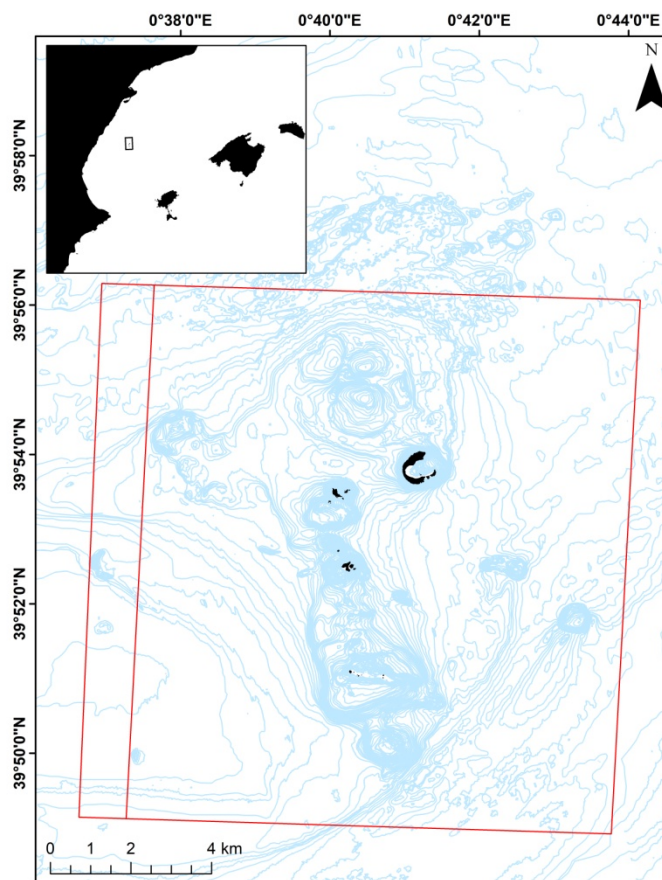


Figura 1. Ubicación general y figuras de protección LIC entorno al archipiélago de las Islas Columbretes, el rectángulo de mayor dimensión corresponde al ESZZ16010 “Espacio marino del entorno de Illes Columbretes”, el de menor, a la ampliación posterior ESZZ16004 “Espacio marino de Illes Columbretes”.

La suma de los LICs ocupa un área aproximada de 136 km² y alberga en su interior una diversidad de especies de gran importancia ecológica y de interés para la ciencia. Cabe destacar la presencia de cuatro hábitats que han sido incluidos en la Directiva Hábitats (DH, Directiva 92/43/CEE) y cuya descripción y caracterización es de suma importancia. Estos son, los fondos de rodolitos o maërl incluidos en los

bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda (1110), los arrecifes (1170), estructuras submarinas causadas por emisiones de gases (1180) y cuevas marinas sumergidas o semisumergidas (8330).

En cuanto a la caracterización y el cartografiado del bentos del entorno de las islas, los primeros esfuerzos dirigidos a tal fin se efectuaron en la campaña “Columbretes’78”, cuando, mediante inmersiones con escafandra autónoma, filmaciones y dragas se realizó un mapa bionómico que recogía la información disponible entonces. En él se describen fondos detríticos enfangados, fondos de rodolitos, arenas gruesas y gravilla con corrientes de fondo, praderas de *Cymodocea nodosa*, comunidades de algas en roca infralitoral y concrecionamientos circalitorales en sustratos duros y en sustratos sueltos; asimismo se indica la presencia de grutas semioscuras (García-Carrascosa, 1991).

Más recientemente, se llevaron a cabo cuatro campañas entre septiembre de 2011 y julio de 2012 como parte del proyecto LIFE+ INDEMARES. En esta ocasión se realizaron los primeros esfuerzos enfocados al cartografiado de especies y comunidades específicas dada su elevada importancia por su papel estructural en la Reserva Marina de las Islas Columbretes y su entorno. Las especies estructurales que fueron objetivo del proyecto predominan en hábitats de estratos profundos y se caracterizan por tener un ciclo de vida largo. Las principales especies estudiadas fueron los cnidarios gorgonia roja (*Paramuricea clavata*) y coral rojo (*Corallium rubrum*), las comunidades profundas dominadas por algas fucales (géneros *Cystoseira* y *Sargassum*) y las comunidades de algas laminariales (*Laminaria rodriguezii*) que se asocian a las surgencias de gases presentes en el entorno submarino del archipiélago. Este proyecto recogió la información que promovió la ampliación del espacio LIC en la zona oeste del archipiélago (bajos de La Calç y del Murall de la Dent) por la presencia de hábitats y especies con las características mencionadas (Linares et al., 2012).

Como resultado del análisis de los datos recogidos en las campañas del proyecto LIFE+ INDEMARES se cartografiaron un total de 19,62 km² de superficie abarcando profundidades entre 30 y 100 metros, con especial atención en los bajos más característicos del LIC. Más allá de la superficie contenida en las figuras LIC, se exploraron el mencionado Murall de la Dent y una superficie de aproximadamente 3,5 km² al norte del margen superior, conocida como la “Colada de Lava Norte”. Las prospecciones más allá de los límites actuales son fundamentales de cara a estudiar la continuidad de hábitats y considerar la necesidad de posibles ampliaciones de las figuras de protección en el futuro.

Además de las zonas rocosas dominadas por algas fucales y laminariales y los fondos coralígenos (donde se encontraron individuos de *P. clavata*, *C. rubrum* y *L. rodriguezii*) objetivo del estudio, se documentaron y cartografiaron fondos de rodolitos. Las técnicas utilizadas para la recogida de los datos sobre el bentos fueron inmersiones con escafandra autónoma y el uso de un ROV (*Remoted Operated Vehicle*) y, a continuación, se exportaron a un soporte SIG (Sistemas de Información Geográfica) para proceder a su interpolación y cartografiado final.

En los últimos años, se han realizado nuevos esfuerzos dirigidos al cartografiado bionómico del área de los LICs, éstos fueron llevados a cabo mediante diferentes metodologías por el grupo de Reservas Marinas (RESMAR-IEO) del Centro Oceanográfico de Baleares como actividades complementarias en las campañas COLVIDEO, dirigidas al estudio del comportamiento de la langosta roja (*Palinurus elephas*) desarrolladas en 2018, 2019 y 2020. En la campaña COLVIDEO_0918 a bordo del B/O García del Cid (CSIC) se realizaron transectos con escafandra autónoma en fondos someros (hasta 40 metros de profundidad) en los cuales se identificaron las diferentes especies bentónicas para su posterior localización en una plataforma SIG. En total se realizaron 38 transectos con una longitud media de 152 metros distribuidos en el entorno de los islotes del archipiélago. En las campañas COLVIDEO_0519 y

COLVIDEO_0819 a bordo del B/O SOCIB se realizaron nuevos transectos, en esta ocasión utilizando un sistema de vídeo remolcado (HATE-BOX) en zonas que no era posible muestrear mediante inmersiones con escafandra autónoma debido a su profundidad. En la campaña de mayo se grabaron un total de 10 transectos de vídeo con una longitud media de 280 metros, y en la de agosto se grabaron 8 transectos con una longitud media de 300 metros. Todos los transectos de vídeo se ubicaron en el interior de los márgenes de la reserva marina en profundidades de hasta 75 metros. Finalmente, la campaña COLVIDEO_0820, realizada a bordo del B/O SOCIB, permitió un muestreo realizado mediante censos visuales en superficie en los que se identificaron especies y hábitats en el entorno más cercano a los islotes de la Foradada, Lobo y Méndez-Núñez.

Adicionalmente, otras campañas desarrolladas en diversos proyectos del IEO han servido tanto como para aumentar el conocimiento del bentos del archipiélago como para el diseño de la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221. Esta son las campañas LANCO y COLMAËRL, la primera se desarrolló con frecuencia anual desde el año 1997 hasta 2019 y a partir de los datos georreferenciados de *by-catch* de pescas experimentales se ha obtenido la ubicación de multitud de especies (Goñi et al., 2013). La campaña COLMAËRL, efectuada en 2014, se realizó para evaluar el impacto de la pesca de arrastre bentónico sobre los fondos de rodolitos utilizando el interior de la Reserva Marina de las Islas Columbretes como un entorno protegido de este arte frente a otras zonas donde sí ocurre (Barberá et al., 2017; Cabanellas-Reboredo et al., 2017). Esta campaña utilizó dragas en el entorno del archipiélago cuyo análisis, además de demostrar que los fondos de rodolitos se ven afectados por esta actividad, aportan información sobre las características del fondo y especies presentes en los puntos muestreados.

Por último, la campaña INTEMARES_COLCARTO_0220, que se desarrolló en febrero de 2020 a bordo del B/O Ramón Margalef, utilizó diferentes técnicas para abordar la tarea de identificar y caracterizar los fondos sumergidos del entorno del archipiélago. Se utilizó la sonda multihaz del barco para realizar una batimetría de muy alta resolución (1x1 metro) y un mosaico de reflectividad cubriendo un 41.5% de la superficie de los LICs que serán información base esencial para el cartografiado de hábitats. Además, se utilizaron dragas Shipek y de arrastre bentónico para obtener muestras de sedimento y de roca, respectivamente, y ayudar a la caracterización geológica de la zona. Por otra parte, se utilizó la roseta oceanográfica del buque y se realizaron inmersiones con escafandra autónoma para caracterizar las zonas de surgencias gaseosas (hábitat 1180) en diferentes puntos del espacio protegido. Finalmente, se realizaron 29 filmaciones con una distancia media de 147 metros destinadas a la caracterización de los hábitats marinos.

La cantidad de actividades llevadas a término hasta la fecha en combinación con la campaña que se describe en este informe deben dar lugar no sólo a una cartografía precisa y completa sobre la distribución de los hábitats en los espacios LIC que contribuya a su correcta gestión y conservación, sino que también aportarán un conocimiento más amplio y profundo sobre este enclave tan particular.

2. Objetivos

La acción A2 del proyecto LIFE IP INTEMARES plantea alcanzar el conocimiento suficiente para completar y mejorar la representatividad de la Red Natura 2000 y cumplir con el objetivo de proteger el 10% de la superficie marina española. Y, de manera paralela, se planifican estudios complementarios en áreas ya declaradas o sobre aquellas especies para las que es imprescindible disponer de más información de cara a la elaboración de planes de gestión y conservación coherentes y eficaces. Dentro de este segundo apartado se encuentra la acción A2.1 en la que se enmarca esta campaña, cuyo objetivo es la mejora del conocimiento en zonas LIC que ya han sido declaradas.

Los LICs del entorno marino del archipiélago de las Islas Columbretes forman parte de los 7 LICs marinos españoles que se encuentran entre los espacios definidos en esta acción. Siguiendo sus objetivos, la campaña se centra en ampliar el conocimiento de la distribución de los hábitats bentónicos del entorno marino del archipiélago y las comunidades asociadas. Entre dichos hábitats, cabe destacar la presencia de arrecifes (hábitat 1170), estructuras submarinas formadas por emisiones de gases (hábitat 1180), los bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (hábitat 1110) y, pese a su mayor complejidad en términos de cartografiado bionómico, las cuevas marinas sumergidas o semisumergidas (hábitat 8330), todos ellos incluidos en la Directiva Hábitats (DH, Directiva 92/43/CEE). La patente multitud y diversidad de hábitats presentes alrededor de las Islas Columbretes pone de manifiesto la necesidad de disponer de una cartografía detallada y precisa.

A partir de este objetivo general, se diseñaron un conjunto de objetivos específicos a desarrollar durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221:

1. Continuar con la caracterización de las comunidades bentónicas iniciada en campañas anteriores (LIFE+ INDEMARES, INTEMARES_COLCARTO_0220, COLVIDEO) utilizando métodos no invasivos. Con este fin se han obtenido muestras de vídeo mediante dos vehículos remolcados HATE-BOX y *Politolana* que permiten ver a bordo las imágenes filmadas en directo. Además se ha acoplado una cámara de vídeo a la roseta oceanográfica en algunos de los transectos de fondo realizados.
2. Completar los datos de batimetría y de reflectividad de muy alta resolución con ecosonda multihaz para, junto a las muestras del fondo, poder determinar las características geomorfológicas y la tipología de fondos de la zona.
3. Describir las características físico-químicas del agua en el entorno del archipiélago con especial interés en las variaciones provocadas por las surgencias gaseosas mediante diversos muestreos con la roseta oceanográfica.
4. Caracterizar las propiedades de las surgencias de gas mediante toma de muestras de agua, gas y temperatura *in situ* a través de inmersiones con escafandra autónoma. Y describir el flujo de emisión en una zona conocida gracias a la filmación subacuática con un sistema de vídeo fondeado.
5. Investigar la capacidad de las emisiones gaseosas de alterar la microfauna adyacente mediante toma de muestras *in situ* de las comunidades microbianas por medio de inmersiones con escafandra autónoma.
6. Ampliar el conocimiento sobre las características sedimentológicas y geoquímicas mediante muestreos con draga Shipek e inmersiones con escafandra autónoma.
7. Analizar la arquitectura de las formaciones sedimentarias, la presencia de estructuras tectónicas y su control de las posibles emisiones de gas en el entorno de los afloramientos rocosos gracias a la adquisición de perfiles de sonda paramétrica de alta resolución (TOPAS PS18).

3. Metodología

3.1 Área de estudio

La campaña oceanográfica se ha desarrollado en el archipiélago de las Islas Columbretes, específicamente en el interior de los márgenes de los LICs presentes en torno a este. De manera puntual, se han muestreado zonas más allá de los límites de los LICs que pueden ser de interés científico, ya sea para evaluar la continuidad de los hábitats bentónicos del espacio protegido o por sus particularidades geológicas.

El conjunto de islotes emergidos y su entorno sumergido forman parte de un insólito campo volcánico con actividad, al menos, hasta el Pleistoceno Superior (Mart et al., 1992; Muñoz et al., 2005; Ancochea y Huertas, 2012). Las islas representan su herencia geológica de diversas maneras, emergiendo como restos de un cono volcánico en el caso de la Illa Grossa o, de una chimenea volcánica en el caso del Carallot (Meléndez Hevia, 2004). Otro fenómeno relacionado con el origen geológico de la zona son las surgencias gaseosas que, hasta la fecha, han sido localizadas en diversos puntos de la zona más meridional del archipiélago y que son capaces de alterar las características del agua y del bentos colindante (Erena, 2014; Linares et al., 2015). A grandes rasgos, los fondos del archipiélago consisten en sedimentos detríticos, en su mayoría fango de origen volcánico y terrígeno, sobre los que abundan las acumulaciones de maërl o rodolitos (García-Carrascosa, 1991; Linares et al., 2012).

Los fondos del interior de los espacios LIC no van más allá de los 100 metros de profundidad. Las áreas de menor profundidad están alrededor de los islotes y en diversos bajos distribuidos cerca de los mismos (figura 2). Las actividades dirigidas al cartografiado de estas zonas de costa y a los bajos fueron llevadas a cabo en campañas anteriores (COLVIDEO_0918, campañas del proyecto LIFE+ INDEMARES). El borde de la plataforma continental donde se ubica el archipiélago se sitúa a profundidades comprendidas entre 100 y 250 m (Díaz et al., 1990), hacia el SE del área protegida la profundidad desciende progresivamente hasta fondos que llegan a alcanzar los 1000 metros de profundidad.

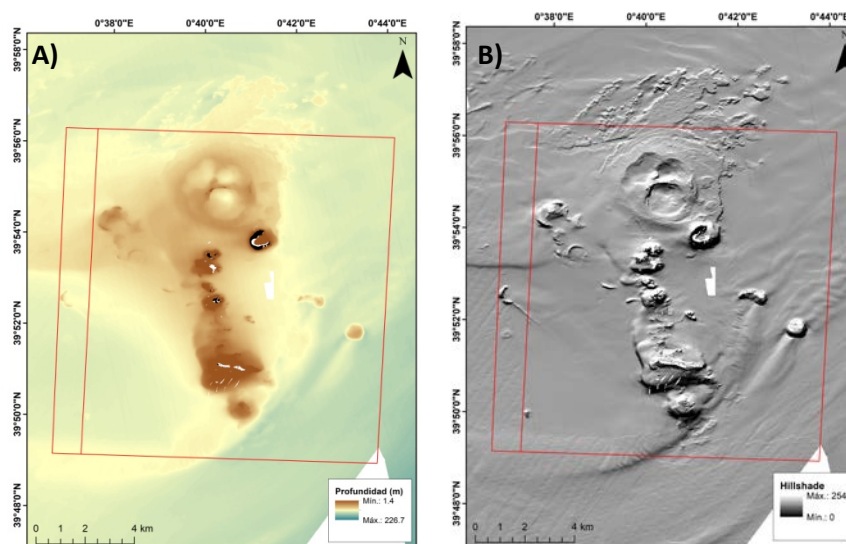


Figura 2. Rásters de batimetría con resolución a 5 m (A) y de sombras (B).

Las campañas del proyecto LIFE+ INDEMARES dieron como fruto una cartografía bionómica de las comunidades profundas dominadas por especies longevas en las inmediaciones del LIC ESZZ16010, ubicadas principalmente en los bajos conocidos del archipiélago además de proponer la ampliación al oeste del espacio protegido (figura 3). Los resultados de ese trabajo, junto con la información producida en campañas de otros proyectos y la obtenida en la campaña INTEMARES_COLCARTO_0220 aportan una cantidad considerable de información destinada a la caracterización del bentos que ha servido para diseñar el muestreo de la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221 con el fin de conseguir la información restante necesaria para completar la cartografía bionómica (figura 4).

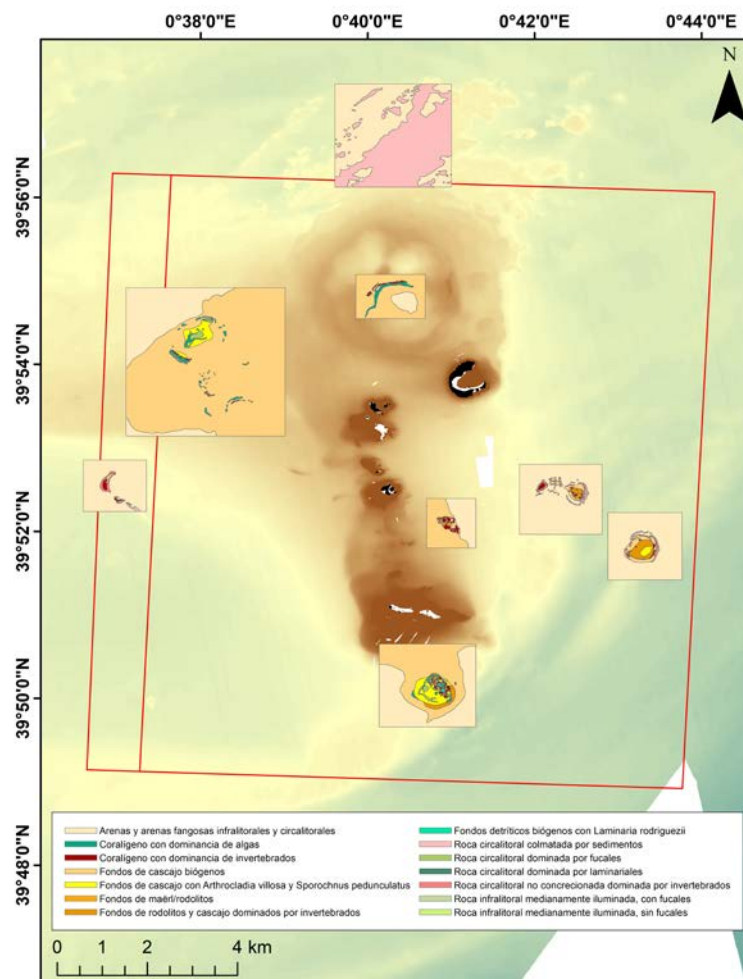


Figura 3. Cartografía de comunidades profundas realizada durante el proyecto LIFE+ INDEMARES.

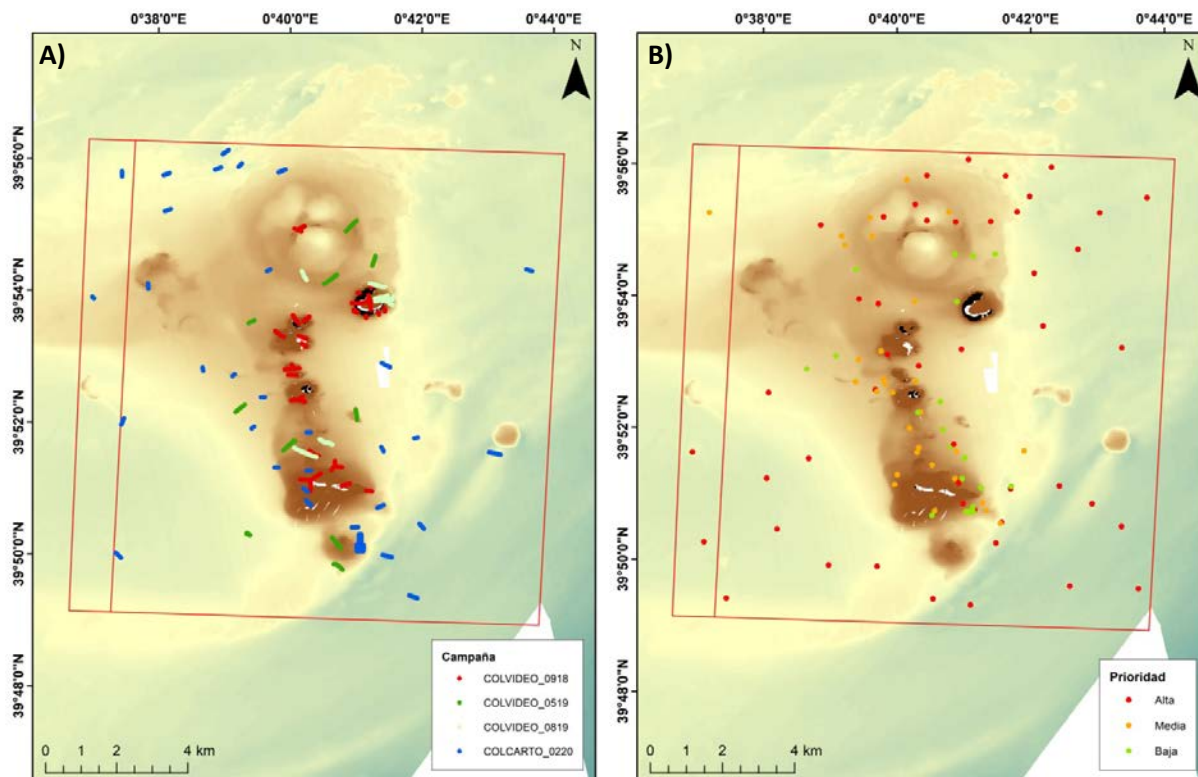


Figura 4. Transectos bionómicos realizados en campañas del IEO anteriores a INTEMARES_COLCARTO_0221 (A) y puntos de muestreo diseñados para esta campaña (B).

Los esfuerzos de esta campaña para la cartografía bionómica de los LICs se centran en las zonas entre 75 y 100 metros, profundidad a partir de la cual el trineo de vídeo remolcado HATE-BOX se ve limitado por sus componentes y a las que el ROTV-*Politolana* puede acceder sin dificultad. La posibilidad de obtener una nueva batimetría con mayor detalle será de gran ayuda para la caracterización bionómica, dado que las características abióticas del área determinan en gran medida la distribución de la flora y fauna bentónica (Heyns et al., 2016).

3.2 Métodos de muestreo

3.2.1 Muestreos con métodos geofísicos indirectos

- Sistema de posicionamiento

El B/O Ramón Margalef utiliza el sistema de posicionamiento GPS Diferencial GPS-D MX500. En este navegador se insertan correcciones diferenciales de forma continua. Todas las posiciones se han calculado en el sistema de referencia WGS-84, lo que evita los errores incontrolados por transformación de coordenadas.

El sistema Seapath 320 es la unidad encargada de adquisición y tratamiento de la posición del buque en todo momento. Registra en tiempo real el movimiento del barco y determina, con gran exactitud, el

comportamiento instantáneo del buque: rumbo, actitud, posición y velocidad. El buque también cuenta con un sistema de posicionamiento dinámico C-POS, que le permite mantener la posición con un alto grado de exactitud (<1 metro), de forma que se pueden realizar estaciones de muestreo fijas o a poca velocidad (<2 nudos), con una alta precisión espacial.

- Perfilador de velocidad del sonido AML SVP Plus

Para poder analizar correctamente los datos de batimetría obtenidos con la ecosonda multihaz, se necesita información de las características físicas de la columna de agua, ya que las diferencias entre las masas de agua existentes afectan a la velocidad de propagación del sonido y, por tanto, a las estimaciones de profundidad. Estos perfiles se han obtenido mediante el AML SVP Plus del buque. Según la programación que se le realice, este instrumento está preparado para grabar datos en función de diversos parámetros, pudiendo tomarse datos por incrementos de profundidad, incrementos de tiempo o por incrementos de cambio en la velocidad del sonido. En este caso se muestreó por profundidad.

Se realizaron 4 perfiles de sonido (figura 5; anexo I). Estas estaciones se realizaron antes de comenzar a sondear en cada zona de estudio, en el punto de mayor profundidad del área a prospectar, para así obtener los parámetros que caracterizan la columna de agua.

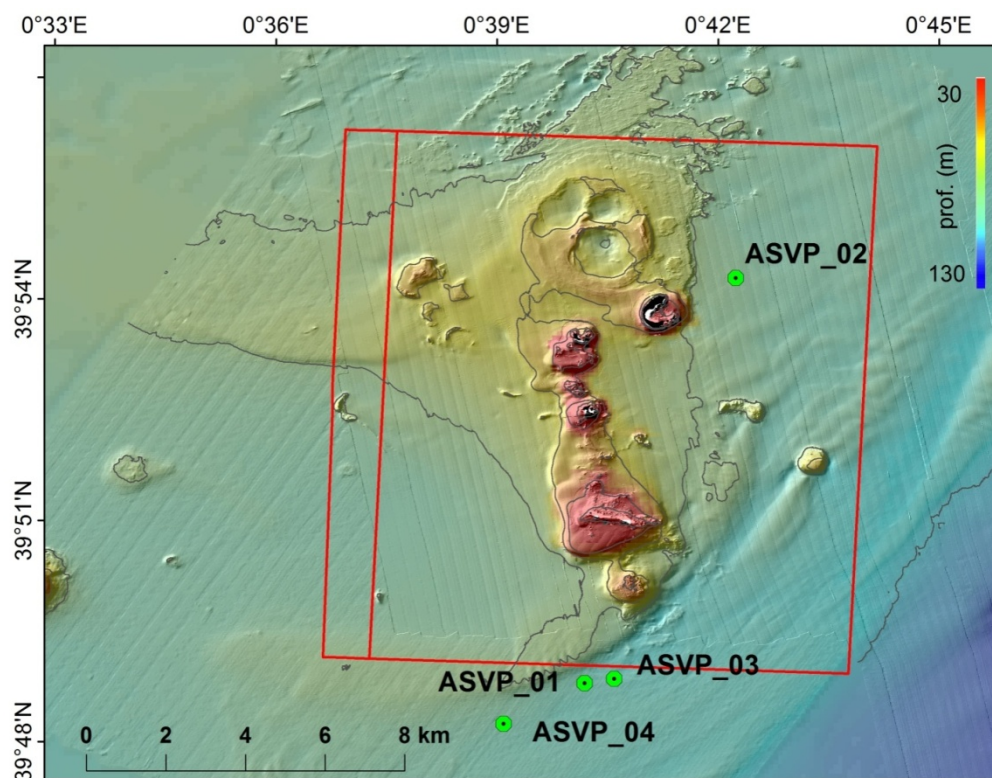


Figura 5. Estaciones realizadas con perfilador de velocidad del sonido utilizado para calibrar los datos durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221.

- Ecosonda multihaz

En la zona de las Islas Columbretes se disponía de una batimetría previa, de 5 metros de resolución, que cubría la mayor parte del área de estudio y que había sido obtenida en la campaña BALCOM02-Columbretes del IEO. Sin embargo, esta batimetría presenta errores de adquisición y el bandeado en el

solape de líneas imposibilita los análisis de estos datos. Además, se contaba con la batimetría realizada durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0220 en la que, por falta de tiempo, no se pudo completar toda la zona del LIC. Por tanto, para mejorar los datos batimétricos y de reflectividad y completar, así mismo, los datos batimétricos adquiridos en la anterior campaña, se prospectó durante esta campaña un área de unos 216 km² (figura 6; anexo II). A estos datos se les realizó un pre-procesado a bordo con el software CARIS HIPS & SIPS, lo que permitió la elaboración de mapas de muy alta resolución para la selección de las estaciones de muestreo.

La prospección batimétrica se realizó con recubrimiento al 100% usando la ecosonda de batimetría multihaz EM710. La velocidad de navegación durante la adquisición de los datos se ha procurado mantener entorno a los 4-5 nudos. La apertura de los haces laterales fue de 60°. Con la intención de que la ecosonda multihaz alcanzase la máxima tasa de disparo, ni el ADCP instalado en el casco del buque ni la ecosonda monohaz estuvieron activos durante la prospección batimétrica.

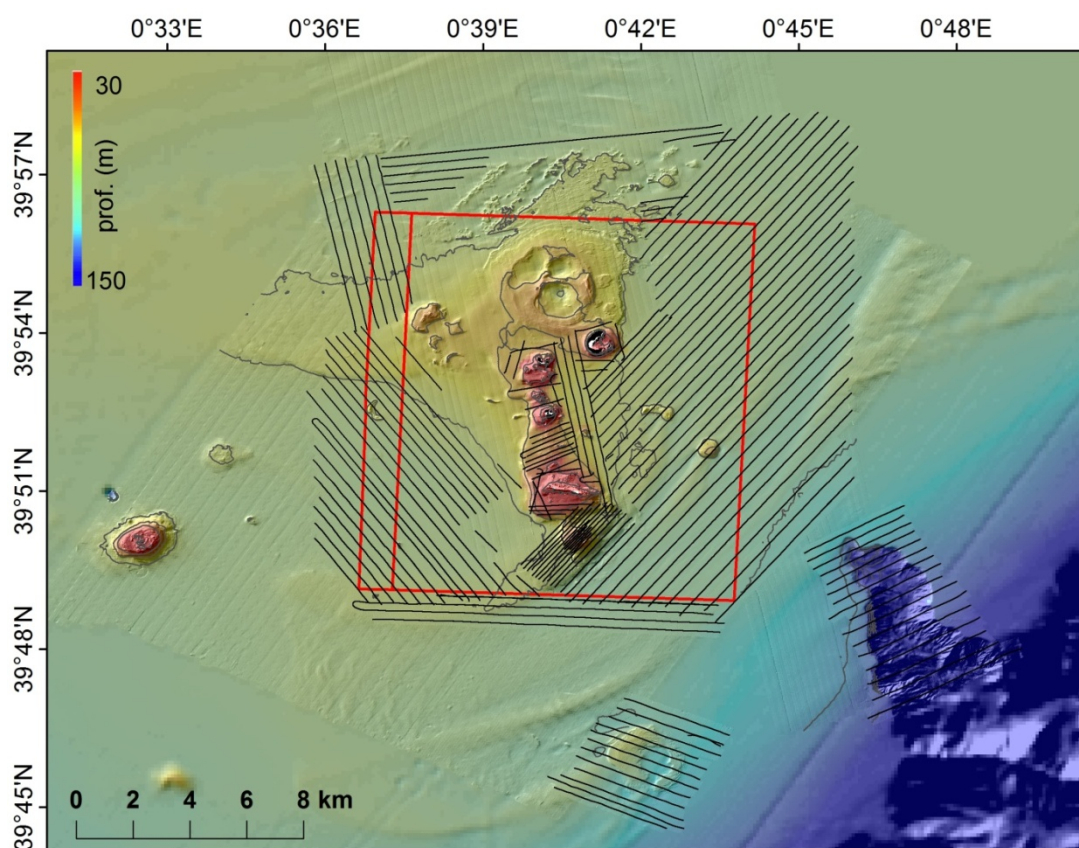


Figura 6. Líneas de navegación realizadas con ecosonda multihaz (EM710) durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221.

- Ecosonda paramétrica TOPAS PS018

Se realizaron 451 km de perfiles con la ecosonda paramétrica TOPAS PS18 (figura 7; anexo III). Estos registros permitirán el estudio de la arquitectura de las unidades sedimentarias más recientes del registro geológico y de las estructuras tectónicas que pueden controlar la migración de los gases hacia superficie. Durante la campaña estos datos se transformaron a coordenadas UTM y se les preparó para su uso con programas estándar de interpretación geológica.

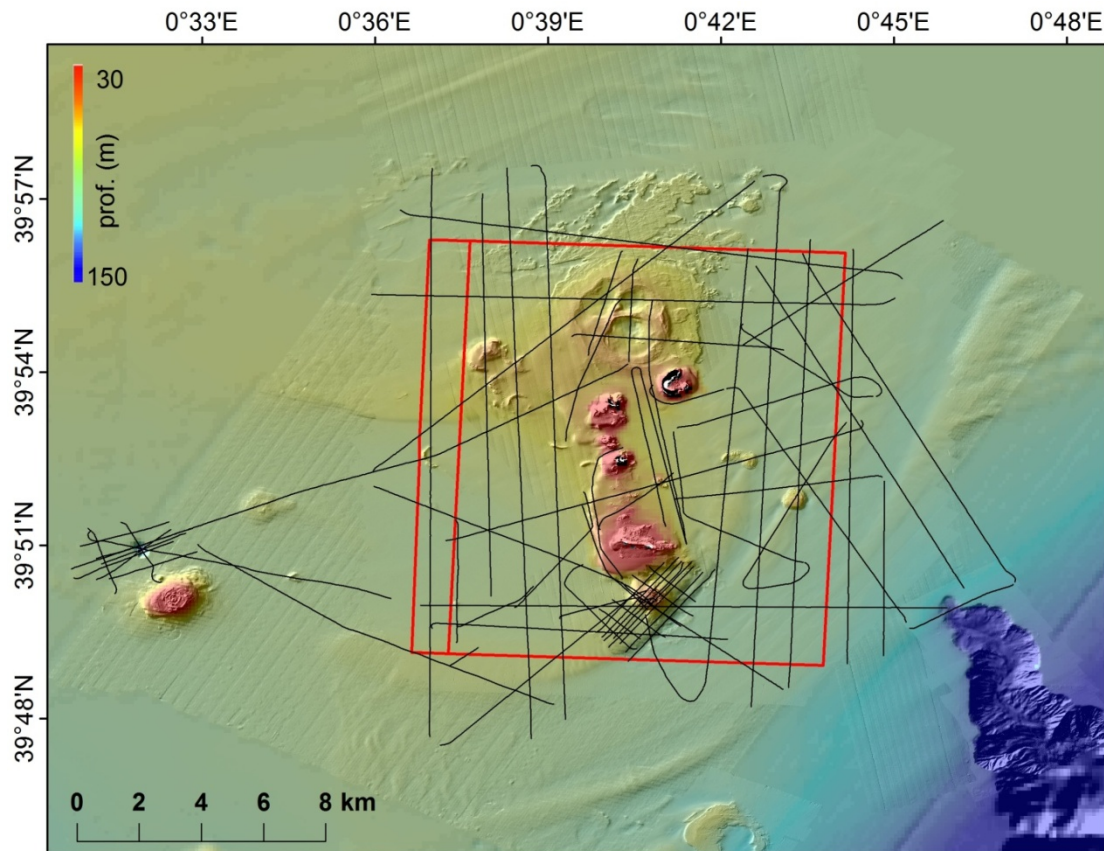


Figura 7. Líneas de navegación realizadas con ecosonda paramétrica TOPAS durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_2021.

3.2.2 Muestreos con draga

- Draga Shipek

La obtención de muestras de sedimento para análisis de granulometría, contenido en materia orgánica y carbonatos y ADN ambiental se ha realizado con draga Shipek (figura 8). Esta draga consiste en un cuerpo rígido y pesado, maniobrada por la grúa-pórtico del costado de estribor del buque, que funciona mediante su colisión contra el fondo marino, cuando se deja en caída libre desde una altura de 10-15 metros sobre el fondo. En el momento del impacto, se acciona una cazoleta alojada en el interior del cuerpo de la draga en posición invertida, es decir con la abertura hacia el fondo, que gira súbitamente, de tal forma que recoge, guarda y aísla el sedimento que se encuentra bajo la draga.

La muestra de sedimento así obtenida es representativa del entorno que circunda el punto de muestreo. Se han realizado un total de 37 dragas de sedimento para análisis de sedimento y ADN ambiental (figura 9; anexo IV).



Figura 8. Draga Shipek utilizada durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221 para la recogida de muestras de sedimento del fondo marino (A) y ejemplo de muestras obtenidas (B).

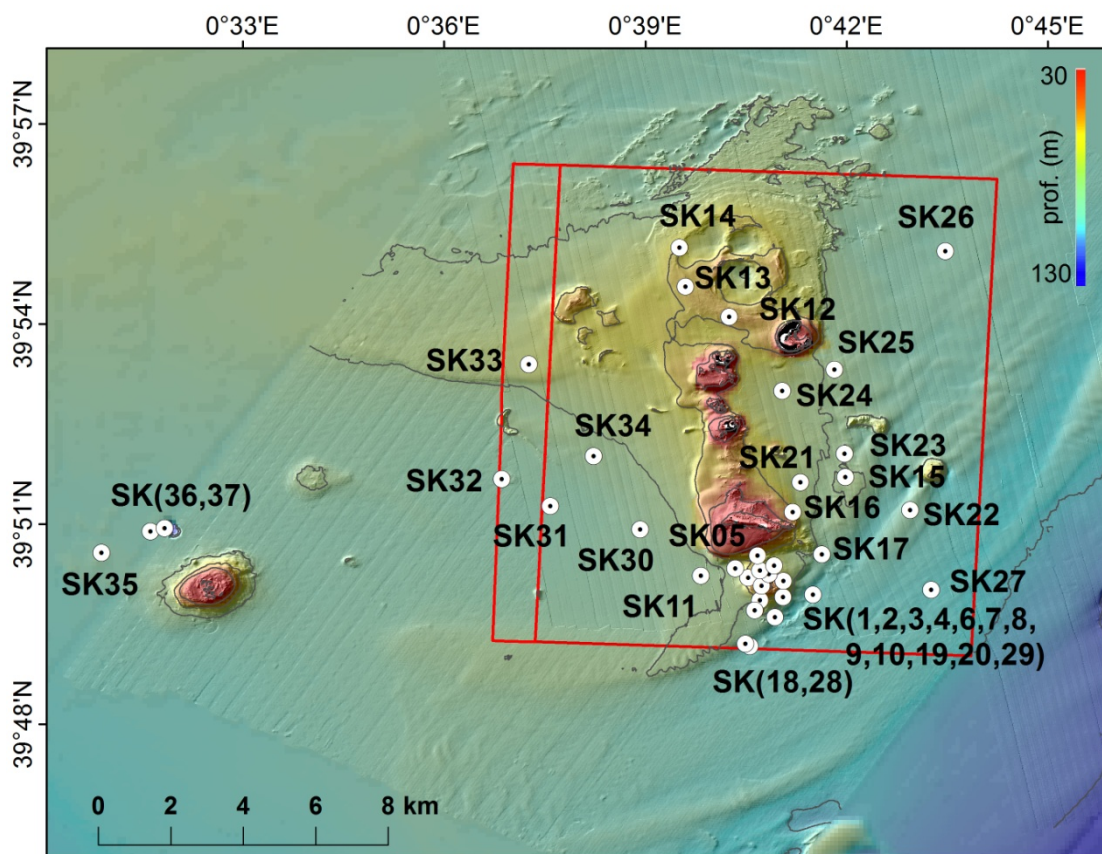


Figura 9. Localización de los puntos de draga Shipek realizados durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221 para la recogida de muestras de sedimento.

3.2.3 Muestreos hidrográficos

El área de estudio de la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221 tiene unas dimensiones considerables así como un amplio rango de profundidades, muchas de las cuales quedan fuera del muestreo tradicional con escafandra autónoma. Por ello, y con el fin de determinar posibles nuevas salidas de gases, se realizaron muestreos con roseta oceanográfica utilizando distintas estrategias para la toma de datos. Se utilizó una metodología conocida como *tow-yo*, consistente en un muestreo continuo con el

buque en movimiento realizando transectos a una velocidad de 0.4 nudos. Se realizaron dos variantes de esta técnica: *tow-yo* en columna de agua, consiste en subir y bajar la roseta desde unos 2 metros sobre el nivel del fondo hasta la superficie (5 metros de profundidad) mientras el buque realiza los transectos lineales; y *tow-yo* en fondo, consistente en mantener la roseta entre 2 y 5 metros del fondo en todo momento mientras el buque se mueve. La primera variante permite una caracterización de los efectos de las emisiones gaseosas hidrotermales sobre toda la columna de agua a lo largo de un transecto con muy alta resolución espacial; mientras que la segunda variante es especialmente útil para el mapeado de los lugares de emanación de gases, ya que permite el muestreo a pocos metros de dichas salidas. Por último, también se realizaron muestreos mediante perfiles verticales con la roseta oceanográfica, con una única bajada y subida en un punto fijo, en localizaciones en las que se sospechaba que podría haber presencia de salidas de gases (figura 10; anexo V).

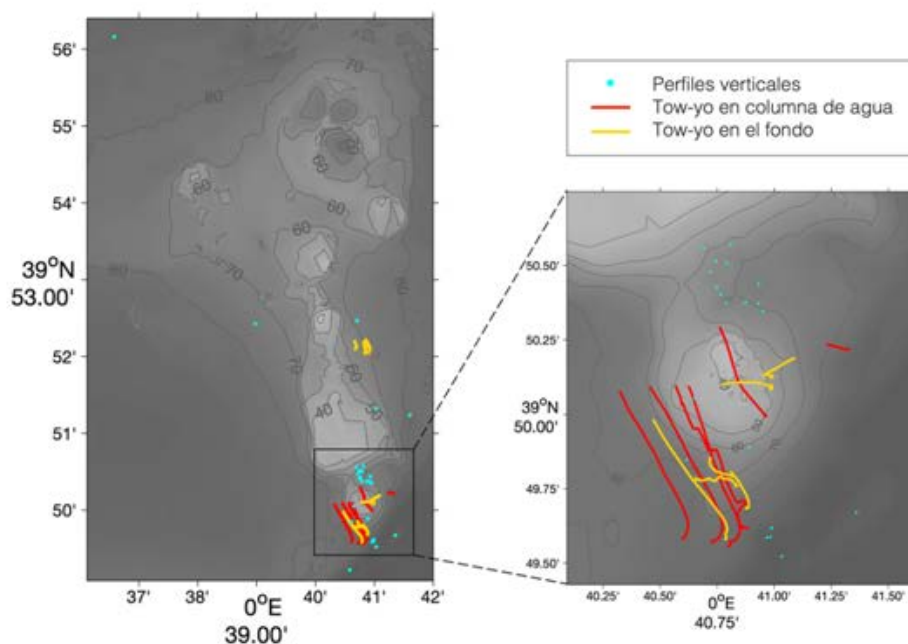


Figura 10. Transectos realizados con la roseta oceanográfica durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221. Se ha aumentado la zona de surgencias conocida donde se realizaron la mayoría de transectos.

La roseta oceanográfica estaba equipada con un CTD Seabird 911-plus con sensores de conductividad, temperatura y presión. La temperatura y conductividad tienen unas precisiones de 0,001°C y 0,0003 s/m respectivamente. Además, se le instaló un sensor adicional de pH-ORP (pH y potencial redox) para la determinación de especies reducidas en el medio marino, así como un sensor de fluorescencia para la estimación de la concentración de clorofila-*a*. Los sensores, calibrados en el laboratorio de Seabird antes de la campaña, recogen datos a 24 Hz. Además, se recogieron muestras discretas de agua usando una roseta equipada con 12 botellas Niskin 5 litros (figura 11) para el análisis de nutrientes inorgánicos, clorofila, carbono inorgánico total (TIC), carbono orgánico total (TOC), abundancia bacteriana y de picofitoplancton, y contenido en CO₂ presente en las burbujas.

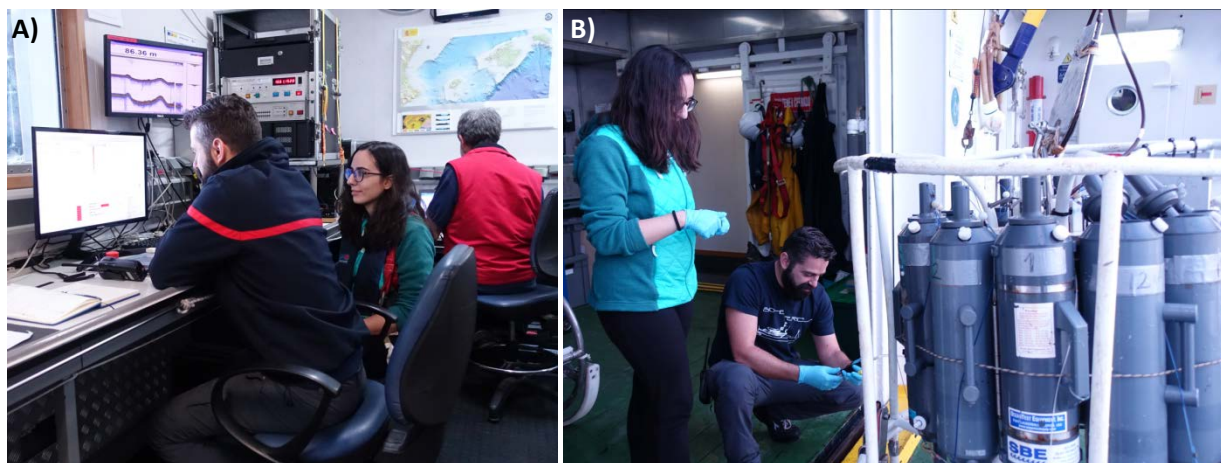


Figura 11. Laboratorio multidisciplinar desde donde se realiza el control de la roseta oceanográfica (A) y procedimiento para la toma de muestras de agua de las botellas Niskin (B).

3.2.4 Muestreos con sistemas de vídeo

- HATE-BOX y cámara acoplada a la roseta oceanográfica

El trineo fotogramétrico HATE-BOX (figura 12a, 12b), fue diseñado como un sistema ligero que permite visualizar y grabar en directo los fondos marinos someros. Durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221 fue utilizado en fondos con poca profundidad y pendiente relativamente elevada el primer día de campaña mientras se realizaba la puesta a punto del ROTV-*Politolana*. La estructura está compuesta por los siguientes elementos:

- Estructura de metal de forma cúbica que protege la carcasa y a la que se ata el cabo que remolca la cámara cerca del fondo sin colisionar con el mismo. El cabo va ligado al cable coaxial del buque con el fin de ayudar en las maniobras de largado y virado de la estructura. La estructura cuenta con dos placas de plástico que le dan estabilidad y ofrece la posibilidad de acoplar diversos instrumentos.
- Carcasa (Base+ de Hugyfot para GoPro Hero3/3+) situada en la parte central de la estructura específicamente diseñada para la toma de imágenes bajo el agua que puede operar hasta 200 metros de profundidad. La carcasa permite acoplar un cable óptico de 100 metros que posibilita la visualización de datos en tiempo real desde el buque. Para el visionado de las imágenes subacuáticas en vivo se utiliza el programa Power Director. En el interior de la carcasa va alojada una cámara de fotos/vídeo GoPro Hero 3 o 3+ que proporciona una visión cenital del fondo marino y almacena los datos en una tarjeta de memoria microSD.
- Foco LED (intensidad máxima y mínima de 5800 y 400 lúmens respectivamente) colocado sobre la cámara en un ángulo diagonal tratando de impedir la formación de sombras sobre el fondo.
- Depresor V-Fin de 20 kg ligado al cabo que remolca la estructura para evitar una deriva excesiva del sistema HATE durante la filmación de transectos, tratando de mantenerlo en un eje vertical respecto al buque.

Las operaciones de largado y virado del trineo HATE fueron realizadas mediante una pasteca de librillo instalada en el pórtico de estribor. Una vez el trineo alcanzaba la profundidad deseada, se iniciaba el transecto derivando o tratando de navegar a una velocidad estable entre 0,2 y 0,4 nudos.

La distribución de los puestos de trabajo durante la realización de los transectos de vídeo remolcado se configura de la manera siguiente:

1. Puesto de control y pilotaje del trineo ubicado en el laboratorio multipropósito del buque. En esta posición se encuentran dos científicos. El primero, al mando del cable coaxial tratando de mantener el trineo cercano al fondo para la correcta identificación del hábitat (excepto en las maniobras de entrada y salida del agua del aparato, llevadas a cabo por la tripulación de cubierta) y el segundo, registra la información relativa al transecto (fecha y hora, estación, ubicación, profundidad, velocidad, etc.) y a las características del fondo en estadillos y la información espacial en un soporte SIG.
2. Puesto de maniobras de la estructura en el laboratorio húmedo y cubierta. Un científico se ubica en esta posición y se encarga del virado y largado del cabo y cable óptico siguiendo al cable coaxial. Además, este científico apoya al personal de cubierta en las maniobras de virado y largado del trineo.
3. Puesto en puente, el jefe de campaña se ubica en el puente del buque con el capitán u oficial al mando y se encarga de la supervisión y órdenes durante cada transecto así como de la selección de los puntos de muestreo de cada sesión de acuerdo con las condiciones meteorológicas y el resto de actividades a realizar durante la jornada de trabajo.

Adicionalmente, una cámara (SONY HDR-AS50) y un foco fueron fijados al armazón de la roseta oceanográfica cuando se realizaban muestreos de fondo con este instrumento en zonas que podían ser de interés para el cartografiado de hábitats (figura 12c).

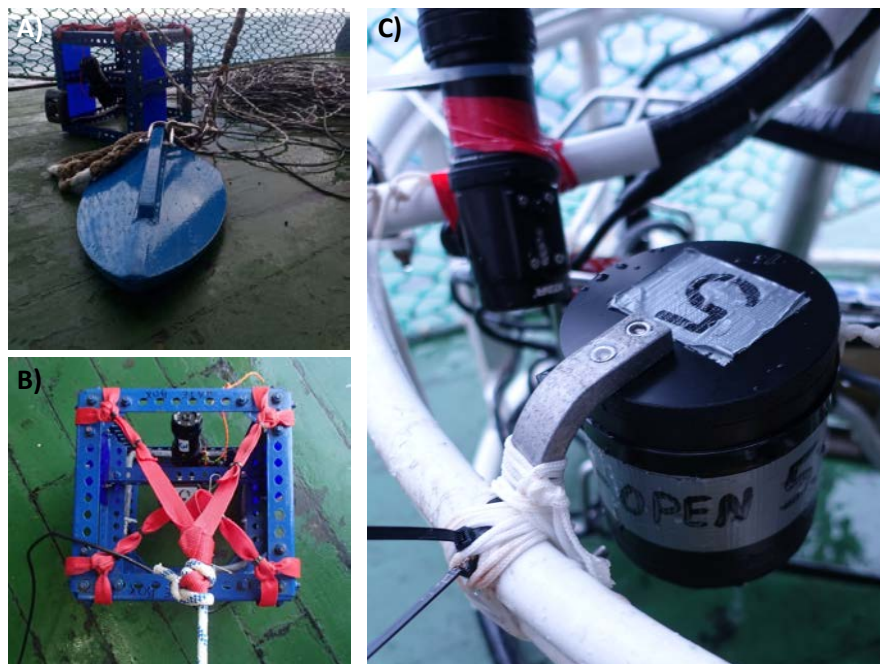


Figura 12. Sistema de grabación de vídeo remolcado HATE-BOX (A) y acople del sistema de filmación (foco LED y carcasa) a la roseta oceanográfica del buque (B).

Los transectos realizados con el sistema HATE se realizaron en profundidades entre los 35 y 70 metros debido a la longitud de cable óptico. En total se filmaron 6 transectos (figura 13; anexo VI). El acople de la cámara de vídeo a la roseta oceanográfica permitió la filmación de zonas más profundas y, en total, se realizó en 25 de los transectos efectuados con este instrumento (figura 13). Con este sistema la distancia respecto al fondo se detecta con un altímetro instalado en el instrumento en lugar de mediante la visualización directa del mismo. Utilizando el sistema HATE con visualización en tiempo real se intenta mantener el trineo a una distancia variable, que en cualquier caso debe ser adecuada para permitir la identificación de la comunidad bentónica sin colisionar con el fondo. Utilizando la roseta oceanográfica, ésta se mantenía a una distancia de entre 1 y 2 metros para permitir una identificación óptima del tipo de fondo.

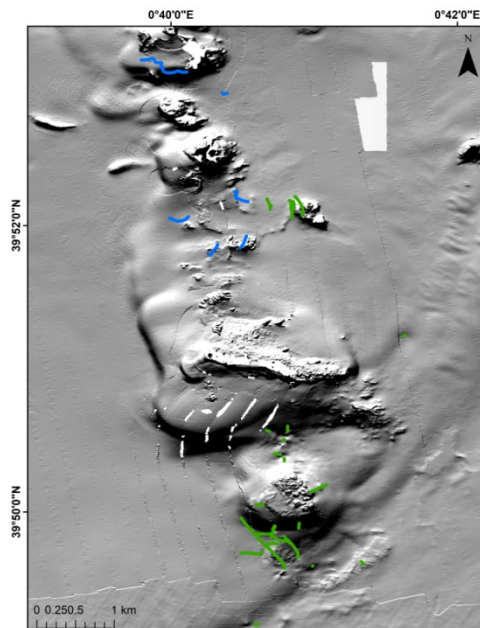


Figura 13. Transectos de vídeo realizados con el sistema HATE-BOX (azul) y con la cámara de vídeo acoplada a la roseta oceanográfica (verde) durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221.

- ROTV-Politolana

El vehículo remolcado de operación remota ROTV-*Politolana* (figura 14), diseñado en el IEO de Santander, siendo capaz de operar a profundidades de hasta 2000 metros, permitió realizar filmaciones en directo en zonas cuya profundidad no es accesible mediante inmersiones con escafandra autónoma o con el sistema HATE-BOX (Sánchez y Rodríguez, 2013). Para la filmación de los transectos, el *Politolana* está equipado con una cámara de vídeo de alta resolución (SONY HDR-CX700EV con 1920 x 1080 píxeles = 2,07 Mp de resolución óptica) asistida por dos focos LED DSPL Sphere (de 6300 lúmens cada uno). El sistema cuenta también con dos punteros láser verdes, separados 20 cm, que permiten el escalado de las secuencias filmadas.

Además, el ROTV-*Politolana* cuenta con un sistema de fotogrametría HD basado en una cámara digital *full-frame* (Nikon Z6) con 24 Mp de resolución óptica y elevada sensibilidad lumínica (56000 ISO) dotada de un objetivo Nikkor 20 mm de 70° de ángulo de cobertura bajo el agua (figura 14). Finalmente, cuenta con dos focos LED eDronica que permiten elevadas frecuencias de disparo esenciales para el análisis fotogramétrico y la realización de fotomosaicos 3D y con 4 punteros láser verdes, colimados con el eje óptico del objetivo y equidistantes 25 cm, para el calibrado y posterior escalado de las imágenes.

La altura sobre el fondo se monitoriza en tiempo real mediante un altímetro Datasonic PSA-916 para evitar la colisión del vehículo con el mismo. Un sensor inercial IMU (rumbo, cabeceo y escora) permite conocer la orientación de las imágenes, y el posicionamiento sobre el fondo se obtiene gracias a una baliza acústica del sistema *HiPAP 500* del buque. Un sistema de telemetría por cable, mediante el multiplexor *McArtney NEXUS MK E*, permite visualizar vídeo en tiempo real para garantizar la integridad del sistema optimizando la altura de vuelo sobre el fondo y, al mismo tiempo, permite al programa de control de vuelo almacenar en una base de datos toda la información sincronizada cada segundo para el posterior análisis de las imágenes fotográficas y de los vídeos.

Adicionalmente, el sistema cuenta con elementos que permiten caracterizar su entorno en términos hidrográficos al estar provisto de un batitermógrafo CTD *Seabird 37* que mide presión, temperatura y conductividad; y de una botella Niskin de 1.7 litros para toma de muestras de agua en puntos de interés.

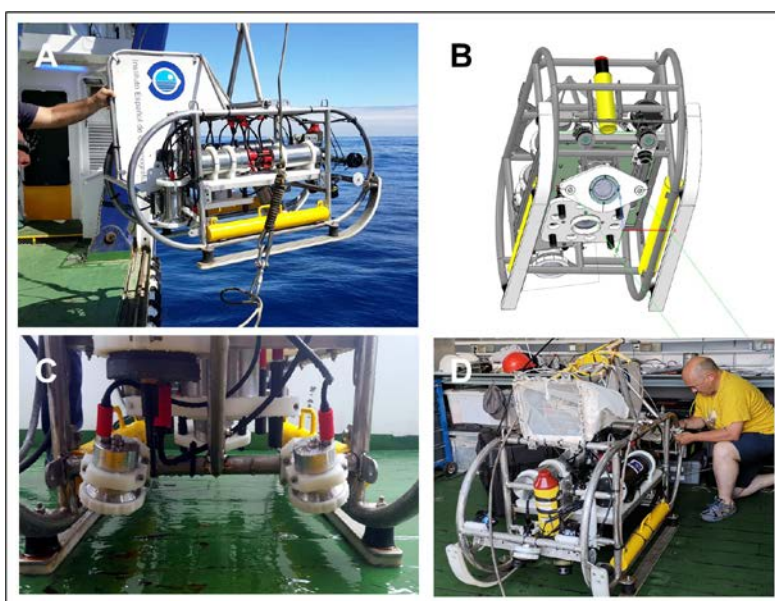


Figura 14. ROTV-*Politolana* utilizado para la filmación de fondos durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221.

Para realizar los transectos con el ROTV-*Politolana* se utiliza el cable coaxial que debe ser desplegado por el pórtico del costado del buque. El terminal del umbilical para conectar el vehículo debe ser un SubConn Standar Circular de 3 contactos IL3F con su correspondiente lágrima. La correcta ejecución de la maniobra y toma de datos debe organizarse de la siguiente forma:

1. Puesto de jefe de inmersión en el laboratorio multipropósito del buque junto al piloto y el responsable de observaciones. Es el investigador que decide el punto de inicio del transecto, el rumbo y los diferentes *waypoints* de interés por los que se debe pasar. El jefe de inmersión es el responsable de la toma de decisiones de todas las operaciones a realizar durante el muestreo.
2. Puesto de piloto encargado de controlar la maquinilla del coaxial del que cuelga el vehículo y, mediante un programa específico (figura 15a), mantiene la altura de vuelo, opera los motores vectoriales para dirigir la orientación del vehículo, el encendido y apagado de cámaras, laser, focos, botella de muestras, etc. Garantiza el adecuado funcionamiento de todos los sistemas y la correcta recepción, sincronización y grabado de la telemetría.

3. Puesto de responsable de observaciones que utiliza el programa OFOP (*Ocean Floor Observation Protocols*, Huetten y Greinert, 2008) para ir grabando en la base de datos y en tiempo real las observaciones de facies, biocenosis (presencia de especies), impactos (restos de aparejos de pesca, basuras, etc.). Idealmente, cuenta con el apoyo de expertos en taxonomía bentónica para una correcta identificación de las especies.
4. Puesto de *Survey* ubicado en el laboratorio de acústica, es el responsable de enviar al puente de gobierno la información cartográfica disponible con la localización del vehículo y el barco, utilizando el programa *HyPack* y el sistema *Matrix*, para realizar con precisión las operaciones de muestreo indicadas por el jefe de inmersión (figura 15b).
5. Puesto de gobierno en el puente del buque cuya función es controlar la dirección, velocidad y rumbo del buque con la ayuda de las presentaciones gráficas del puesto de *Survey* y las instrucciones del jefe de inmersión.
6. Puesto de experto en electromecánica de vehículos submarinos, responsable del mantenimiento y operatividad de todos los sistemas electrónicos y mecánicos del vehículo. Ayuda al piloto durante el vuelo del vehículo.

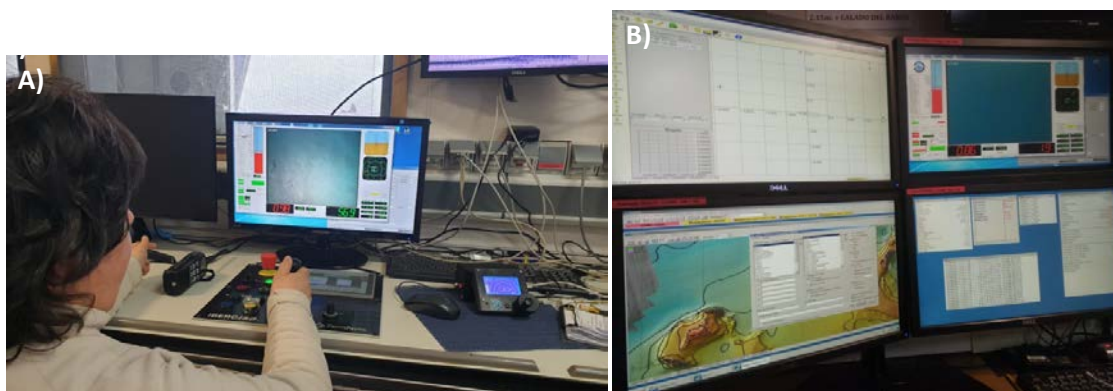


Figura 15. Puestos de piloto (A) y de *survey* (B) en los transectos del ROTV-*Politolana* efectuados durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221

Los muestreos con el ROTV-*Politolana* se determinan a partir de la información necesaria para completar la malla de puntos que cubren el área deseada, en este caso, el entorno del LIC con el fin de completar la cartografía. Las zonas seleccionadas serán aquellas en las que no haya filmaciones previas así como de manera ocasional, zonas donde la experiencia previa indica la posible existencia de hábitats vulnerables (1170-Arrecifes y 1180-Estructuras producidas por escapes de gases) para obtener filmaciones de elevada calidad.

Es imprescindible la disponibilidad de cartografía detallada (batimetría y tipos de fondo), con resolución próxima a los 5 metros, y en formatos *raster* (*.ASC, WG84) para utilizarla en los programas de control en tiempo real del vehículo (*HyPack*, *OFOP* y *PescaWin*). En total, se filmaron 43 transectos de vídeo con el ROTV-*Politolana* (figura 16, anexo VII).

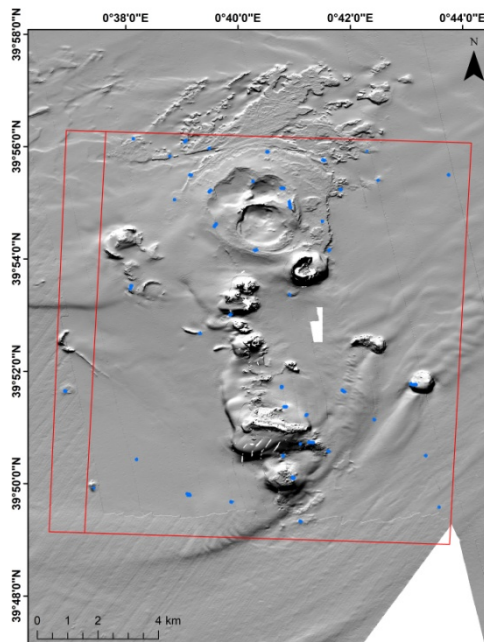


Figura 16. Transectos de vídeo para la cartografía bionómica realizados con el ROTV-*Politolana* durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221.

3.2.5 Muestreos con escafandra autónoma

Las comunidades bentónicas presentes en áreas marinas protegidas, con más de tres décadas de protección en el caso de las Columbretes, presentan especies estructurales que deben ser conservadas por sus valores ecológicos e interés científico. En el hábitat de arrecifes (1170), presente en el mar Mediterráneo en profundidades entre 35 y 45 metros, es frecuente encontrar comunidades de coralígeno en las que la frecuencia de animales supera con creces el número de especies vegetales. Por ello se configura como un hábitat que tiene al mismo tiempo una gran complejidad estructural y una elevada sensibilidad frente a impactos. Con el transcurso del tiempo se ha confirmado que el método más eficiente y menos intrusivo para muestrear en este tipo de comunidades es el uso de la escafandra autónoma, siempre que sea posible llevarlo a cabo.

Durante esta campaña, se realizaron 9 inmersiones con el fin de continuar con el muestreo iniciado en la campaña INTEMARES_COLCARTO_0220. Todos los trabajos fueron efectuados en una zona de surgencias gaseosas conocida (hábitat 1180) localizada en el bajo al sur del Carallot, dentro de los límites de la Reserva Marina de las Islas Columbretes.

Los diferentes objetivos que se plantearon con esta metodología de muestreo fueron:

- Recogida de rocas de origen volcánico recubiertas por depósitos de costras hidrotermales para su posterior análisis.
- Recogida de muestras de agua, gases, tapices microbianos y sedimentos.
- Instalación de un sistema de vídeo para poder determinar el flujo de salida de gases.
- Instalación de diversos sensores (HOBO Water Temperature Pro v2 Data Logger U22-001) a diferentes distancias de los puntos de emanación gaseosa.

Las muestras de tapices microbianos permitirán la caracterización de la variabilidad espacio-temporal de la comunidad bacteriana próxima a las zonas que muestran anomalías de temperatura, salinidad u otros

parámetros en comparación con las aguas circundantes no sometidas a la acción de la fuente de desgasificación. Se espera que las comunidades microbianas en sedimentos afectados por las emanaciones contengan microorganismos quimiolitótrofos relacionados con la oxidación de compuestos reducidos del azufre y otros no comúnmente presentes en los sedimentos circundantes. Por otra parte, el proceso de desgasificación afecta principalmente al contenido de silicatos totales disueltos y a la especiación de nitrógeno debido a las condiciones reductoras del medio. Se considera de vital importancia el estudio y cuantificación de la posible limitación de estos nutrientes en la biología del sistema y los cambios en las relaciones C:N:P:Si (Fraile-Nuez et al., 2012; González-Vega et al., 2020).

Finalmente, varios estudios revelan la existencia de patrones cíclicos en la liberación de calor y gases de diferentes volcanes sub-aéreos (Edmonds et al., 2003; Ilanko et al., 2015; Pering et al., 2014; Peters et al., 2014; Spampinato et al., 2012; Tamburello et al., 2013) además de sistemas volcánicos submarinos profundos (Aliani et al., 2004; Dziak et al., 2012; Tivey et al., 2002), sin embargo, existe una escasez de estudios relacionados con salidas hidrotermales poco profundas (Fraile-Nuez et al., 2018). Con el fin de estimar la existencia o no de posibles periodicidades en los flujos de salida de gases a través del campo hidrotermal de Columbretes, se ha instalado una cámara submarina para la filmación en continuo de una parcela de salidas hidrotermales.

En 4 de las inmersiones realizadas por los buzos, se obtuvieron muestras de rocas volcánicas con costras de depósitos hidrotermales (figura 17). Estas muestras se encuentran en el Centro Oceanográfico de Málaga y serán enviadas a laboratorios especializados para su análisis. Así mismo, se recogieron muestras de sedimento en las zonas de surgencias que representan la fase en el agua de los depósitos hidrotermales.



Figura 17. Ejemplos de rocas volcánicas recubiertas por depósitos de costras hidrotermales obtenidas en las inmersiones realizadas en la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221.

La zona muestreada se encuentra entre 35 y 40 metros de profundidad, por lo que el tiempo de muestreo se ve limitado para mantener las normas de seguridad. Consecuentemente, todas las inmersiones se restringen a no sobrepasar la hora y en la mayoría de ocasiones finalizaron tras 45-50 minutos de muestreo. A pesar de la limitación de tiempo que conlleva esta metodología, la calidad y eficiencia que aportan estos muestreos, así como su bajo coste, justifican su aplicación en la campaña.

Todas las inmersiones que se realizaron con la embarcación auxiliar desde el B/O Ramón Margalef respetaron de manera rigurosa las medidas de seguridad de embarque y desembarque del material y personal investigador (figura 18). No obstante, como se observó en la campaña del año 2020, buques oceanográficos de porte regional no son los más apropiados para implementar muestreos de estas

características, ya que la realización de estas actividades de manera frecuente resulta complicado, aunque sí se pueden realizar ocasionalmente como en la presente campaña.

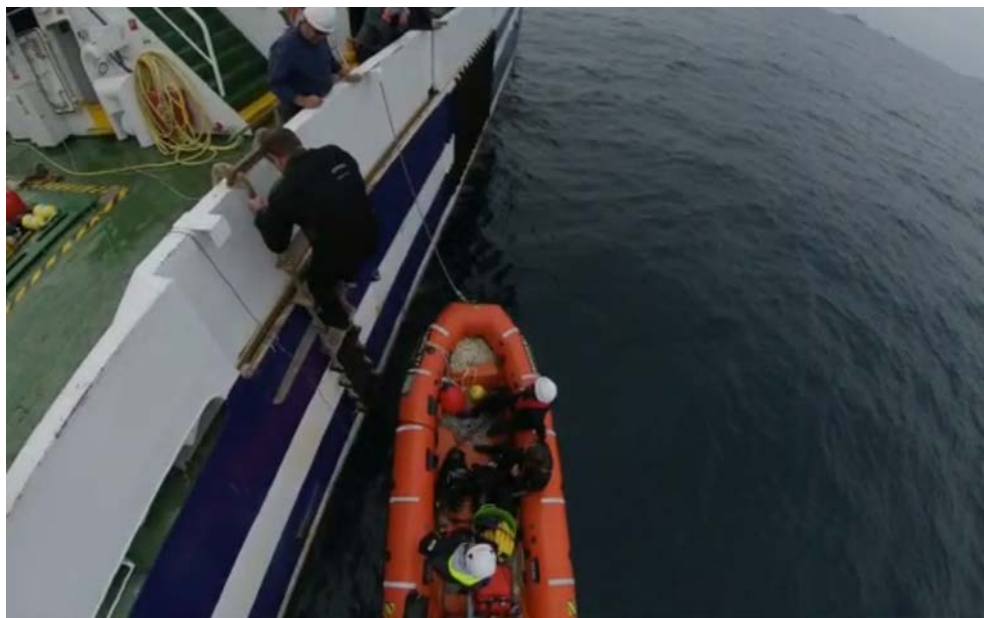


Figura 18. Maniobra de acceso a la embarcación auxiliar para realizar la actividad de buceo.

4. Resultados preliminares

4.1 Caracterización geomorfológica y tipos de fondos

La adquisición de nuevos datos de batimetría multihaz ha permitido mejorar, de forma notable, la resolución de los modelos batimétricos realizados hasta ahora en las Islas Columbretes. Se ha obtenido una malla de 1x1 metro de resolución (figura 19a) aunque en las zonas más profundas, la resolución es de 5x5 metros. Además se ha obtenido el mosaico de reflectividad del fondo, que permitirá el análisis del mismo, junto a los datos de sedimento, para el estudio de los tipos de fondo y hábitats (figura 19b). Además se ha realizado una batimetría de detalle al sur del archipiélago del denominado *mound* Calent a baja velocidad, con lo que se ha obtenido un modelo batimétrico y de reflectividad a 1 metro de resolución (figura 20a, 20b). Los datos obtenidos de este montículo en la campaña INTEMARES_COLCARTO_0220 presentaban fallos en la adquisición que no pudieron ser solucionados posteriormente con el procesado.

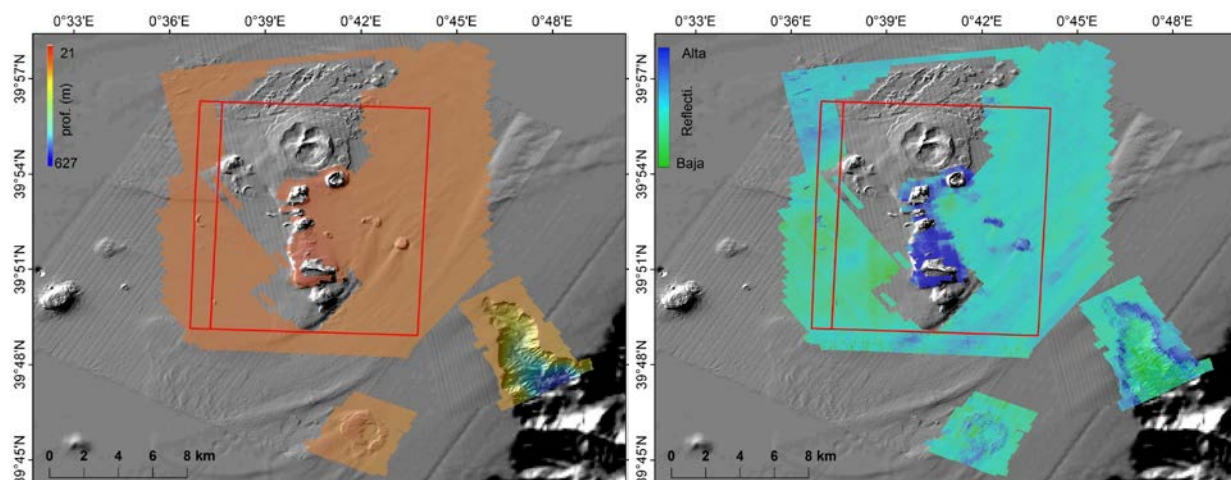


Figura 19. Mosaico de batimetría (a) y de reflectividad (b) obtenidos en la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221, con 5x5m de resolución.

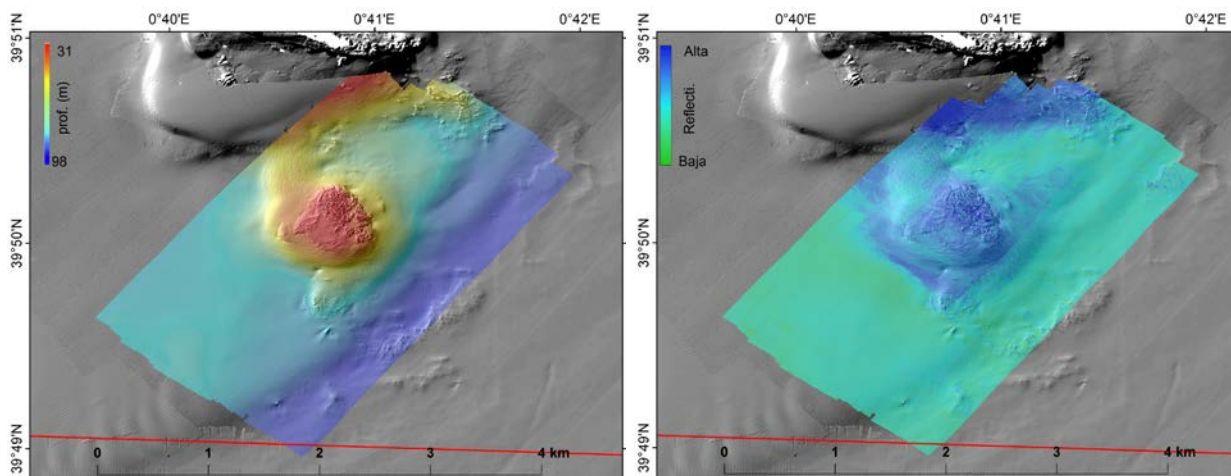


Figura 20. Mosaico de batimetría (a) y reflectividad (b) obtenido en la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221, con 1x1m de resolución en el *mound* Calent.

Todas las muestras de sedimentos se fotografiaron a bordo y se describieron las principales características texturales y composicionales, para su posterior informatización en hojas Excel: (i) características observadas de visu y tacto sobre la granulometría (grava, arena, arena fangosa, fango arenoso, fango y mixto); (ii) compactidad (compacto vs. fluido); (iii) bioclastos (conchas de moluscos y braquiópodos, placas de equinodermos, restos de corales y algas calcáreas); y (iv) organismos presentes en el sedimento.

Se tomaron dos submuestras para el análisis granulométrico y geoquímico (materia orgánica y carbonatos), que se guardaron en botes y se almacenaron refrigeradas (4°C) y congeladas (-20°C), respectivamente. En total se han obtenido 37 muestras para el análisis granulométrico y 35 muestras para el análisis geoquímico. También, en 18 estaciones, se recogió una tercera submuestra para la determinación de ADN ambiental. Las muestras de sedimentos se encuentran depositadas en el Centro Oceanográfico de Málaga, para proceder a su análisis en el laboratorio de sedimentología y geoquímica. Las muestras de ADN ambiental se encuentran en el Centro Oceanográfico de Baleares, donde se realizará su análisis.

4.2 Hidrografía

- Anomalías físico-químicas

Los muestreos realizados con la roseta oceanográfica, tanto con perfiles verticales como con la metodología *tow-yo*, han permitido determinar las características físico-químicas de la zona más cercana al fondo (entre 1 y 10 metros de distancia del mismo) de la columna de agua. Del total de los 48 muestreos realizados, 12 de ellos mostraron anomalías en las características físico-químicas de la columna de agua. La interpolación de los resultados permite la visualización de las variaciones de las propiedades del agua en la superficie prospectada. La máxima anomalía se observó en un transecto *tow-yo* que atravesaba la principal zona de surgencias (figura 21). En este transecto se encontraron anomalías del pH de hasta -1,1.

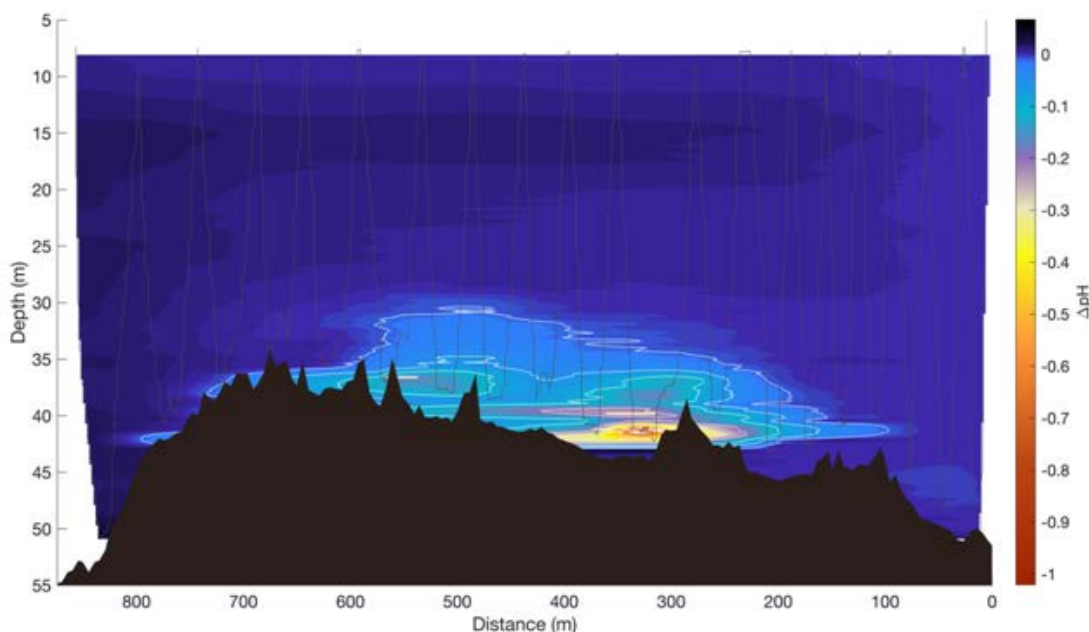


Figura 21. Anomalía del pH en un transecto *tow-yo* al sur del archipiélago, en la principal zona de surgencias.

4.3 Muestreos de vídeo

- Trineo fotogramétrico HATE y roseta oceanográfica

Los 6 transectos realizados con el sistema HATE se han ubicado en zonas no exploradas entre los islotes de la Ferrera y la Foradada siguiendo la metodología planteada. Se eligió esta zona por tener profundidades que no permiten el acceso mediante escafandra autónoma y pendientes pronunciadas que suponen dificultades para muestrear con el ROTV-*Politolana*. De los 6 transectos realizados, el primero tiene una longitud muy superior al resto (603,78 metros) debido a que la velocidad del buque fue mucho mayor de la ideal, oscilando entre 0,8 y 1,5 nudos. El segundo transecto fue notablemente más corto con 60,49 metros de longitud debido a que la corriente no permitió que el sistema de vídeo pudiera establecerse cercano al fondo y mantenerse en posición cenital para filmar. Los 4 transectos restantes tuvieron una longitud media de 197,6 metros con una desviación típica de 41,63 metros. Las velocidades de estos transectos variaron de 0,2 a 1,1 nudos. Por último, respecto a las características del entorno de trabajo, la profundidad máxima a la que se llegó con este sistema fue de 67,42 metros, siendo la media de todos los transectos de 46,81 metros, y la pendiente alcanzó niveles del 32,2% con una media de 5,2%.

Por su parte, la mayoría de los transectos realizados acoplando la cámara de vídeo a la roseta oceanográfica se hicieron con la finalidad de localizar nuevas zonas de surgencias gaseosas en las inmediaciones del conjunto del Carallot y en ubicaciones ya conocidas para poder caracterizar las propiedades del agua en estos puntos. En ambos casos se trataba de áreas que fueron cartografiadas en el proyecto INDEMARES, por lo que las nuevas filmaciones pueden ayudar a detectar cambios en las comunidades que se encuentran en este sector del archipiélago producidos desde las campañas realizadas entre 2011 y 2012. De los 25 transectos realizados con este sistema, cuatro de ellos fueron realizados en zonas no cartografiadas y aportarán nuevos datos de bionomía, el espacio que cubren es de 116,5 metros a los que se suman 108,5 metros del transecto R_14 que se prolonga al sur de la zona cartografiada en torno al Carallot y un muestreo fijo (R_08) en el mismo sector. Finalmente, 4 de los 25 transectos con roseta oceanográfica (R_04, R_08, R_09 y R_23) han sido representados como puntos al ser perfiles verticales (R_04, R_08 y R_23) y un transecto muy corto (R_09). La profundidad media de los transectos de roseta oceanográfica en los que la cámara de vídeo fue acoplada fue de 72,2 metros, yendo desde 40,7 metros en el transecto más somero hasta 94 metros en el transecto más profundo. En términos de longitud, la media ha sido de 156,3 metros, siendo el transecto R_14 el más largo (789,8 metros) y el transecto R_04, el más corto (19,3 metros).

Los datos recolectados para el total de los 31 transectos fueron, tras una primera visualización a bordo, catalogados y transferidos a un disco duro para su posterior edición y análisis en el laboratorio. Una vez en tierra, las filmaciones fueron editadas para eliminar los fragmentos que graban la columna de agua durante el largado y virado de la estructura así como secciones en las que se filma la cubierta del buque antes y después de las inmersiones y entre transectos. Finalmente, se compilan los diferentes archivos que han generado las cámaras para tener un único archivo de vídeo en continuo de cada inmersión o transecto que será visionado y analizado a través del programa VLC *player*.

Una vez editados los archivos de vídeo, se procede a comprobar la correcta correspondencia entre la longitud de los vídeos y la longitud de los transectos que se crean en formato .shp en la plataforma ArcGIS gracias al registro del recorrido y los eventos del barco realizado durante la campaña con el software *MaxSea*. Para ello es esencial conocer la velocidad del barco, el tiempo transcurrido y la distancia recorrida. Al confirmar que los datos registrados coinciden, se generan capas de puntos separados 5 metros a lo largo de los diferentes transectos en los que se procederá a la descripción de las

características del bentos y la clasificación del tipo de hábitat según la Lista Patrón de Hábitats Marinos del Estado Español (LPHME, Templado et al., 2012).

Tras un primer visionado de los vídeos, los hábitats más abundantes en este sector del archipiélago son los fondos de maërl o rodolitos sobre fondos de arena, en muchas ocasiones las corrientes provocan una distribución en forma de *ripples* de gran extensión. Un hábitat muy singular que ha sido filmado en el primer transecto HB_01 son formaciones abundantes de *Tricleocarpa fragilis* llegando a cubrir la totalidad del sustrato en sectores cercanos al banco Fidalgo. Adicionalmente, se han caracterizado fondos detríticos y de coralígeno con dominancia de invertebrados como la gorgonia roja (*P. clavata*) (figura 22a) o la gorgonia blanca (*Eunicella singularis*) en algunas zonas y con dominancia de algas en otras. Los fondos observados a través de la cámara acoplada a la roseta oceanográfica en zonas no cartografiadas previamente han sido en su mayoría de tipo sedimentario con afloramientos rocosos aislados, algunos fondos sedimentarios albergan multitud de invertebrados (figura 22b).

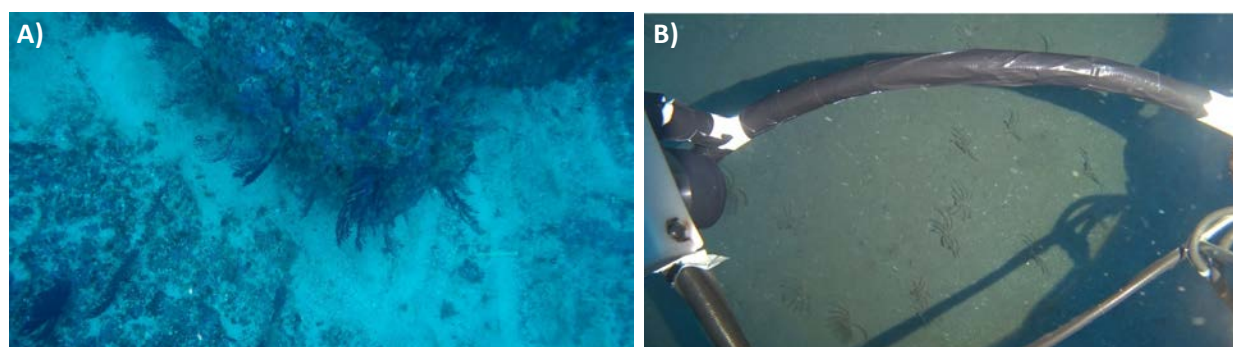


Figura 22. Fondo de bloques con presencia de gorgonias observado con el sistema HATE-BOX (A) y fondo sedimentario dominado por crinoideos observado con la cámara acoplada a la roseta oceanográfica (B).

- ROTV-Politolana

Los 43 transectos filmados con el ROTV-*Politolana* se distribuyeron en las zonas más profundas del entorno de los LICs, en las que la operatividad del sistema HATE-BOX o las inmersiones con escafandra autónoma están limitadas, y en algunos de los bajos cercanos a los islotes. La profundidad media de los transectos fue de 68,85 metros, alcanzando un máximo de 96,05 metros. Debido a la limitada operatividad del posicionamiento dinámico se trató de trabajar en zonas en las que la información disponible indicaba una pendiente poco pronunciada, finalmente se trabajó en zonas con una pendiente media de 4,23%. La longitud total de la superficie prospectada fue de 4678 metros, siendo el transecto más largo de 448 metros, y el más corto, de 19 metros. La velocidad del buque oceanográfico y del trineo fue muy variable entre los transectos y dentro de los mismos, el instrumental del sistema registró velocidades que van desde los 0,1 nudos a los 2,5 nudos, siendo el promedio de 0,29 nudos, velocidad óptima para la correcta visualización de las comunidades bentónicas que se capturan con las cámaras de vídeo y fotografía.

El instrumental con el que cuenta el ROTV-*Politolana* aporta una gran cantidad de datos que facilitarán el estudio de las filmaciones y fotografías realizadas, así como la identificación de las comunidades bentónicas presentes en las zonas que se estudiaron con este sistema. La posibilidad de conocer la ubicación del trineo a tiempo real es una característica que ayuda en gran medida a los investigadores encargados de realizar la identificación y localización de los hábitats.

Los datos registrados fueron revisados y ordenados a bordo del buque oceanográfico y almacenados en un disco duro para su posterior análisis. Una vez en tierra, el primer paso a realizar ha sido un filtrado de

la información ligada a las filmaciones y fotografías para asegurar el correcto registro de los datos. A continuación se procederá a la identificación y registro de los diferentes hábitats en los puntos que han sido muestreados para completar la información biológica que dará lugar a la cartografía bionómica final de los LICs. Tras un primer visionado de las filmaciones se han observado multitud de fondos como fondos de rodolitos, fondos detríticos dominados por invertebrados, diversos afloramientos de coralígeno o fondos de cascajo con presencia de especies de interés como el alga parda *Laminaria rodriguezii* (figura 23).

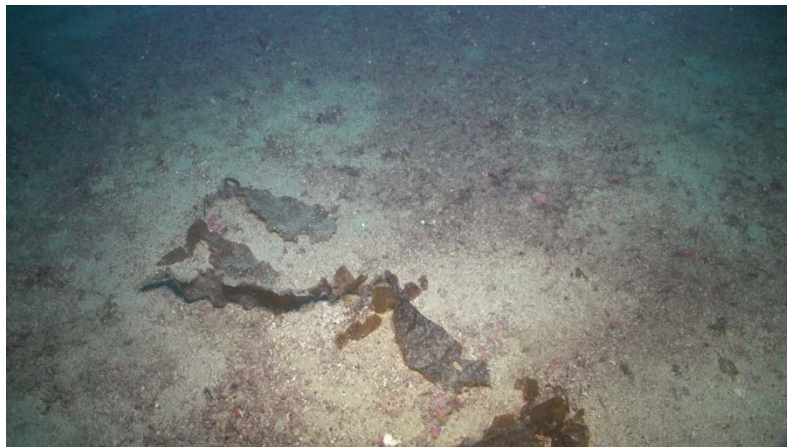


Figura 23. Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales con *Laminaria rodriguezii* a 62 metros de profundidad en la zona del Cementerio filmados con el ROTV-Politolana.

Tabla 1. Resumen de las inmersiones del sistema HATE, del ROTV-Politolana y de la roseta para recolectar datos durante la campaña INTEMARES_COLCARTO_0221. Se han incluido todos los transectos (no inmersiones puntuales) de la campaña independientemente de la zona de trabajo y de otras variables como velocidad o duración.

Instrumento	Transectos	Long. media (m)	Prof. media (m)	Grab. Media (min)
HATE-BOX	6	242,4	46,81	13:09
ROTV-Politolana	43	103,7	68,85	08:29
Roseta oceanográfica	25	156,3	70,77	12:55

El uso del ROTV-Politolana permitirá, además de acceder a zonas cuya profundidad dificultaba que fueran muestreadas con el sistema HATE-BOX, aplicar la metodología planteada por De La Torriente et al. (2018) para el análisis de imágenes en el Seco de los Olivos. Adicionalmente, gracias al geoposicionamiento del dispositivo, se podrán efectuar análisis basados en la resolución espacial de los modelos de batimetría desarrollados por el equipo de geología (1x1 m y 5x5 m) asegurando la correlación espacial de los datos (Sánchez et al. 2017; Rodríguez-Basalo et al. 2021). La disponibilidad de datos de telemetría asociados a las filmaciones permitirá filtrar la información (en base a la velocidad del buque o la distancia del fondo, por ejemplo) y se podrá comparar la efectividad del análisis de los vídeos realizados con el sistema HATE-BOX y con la cámara de vídeo acoplada a la roseta oceanográfica en los que se analizaban las filmaciones para la identificación de los hábitats siempre que fuera posible. Adicionalmente, se comparará la metodología empleada en el Seco de los Olivos, consistente en fragmentar los vídeos en grabaciones de 1 minuto con un mismo hábitat con el análisis de los vídeos segmentados en 30 segundos con el mismo hábitat y el análisis de los vídeos sin dividirlos en base a las variaciones de hábitat.

4.4 Muestreo con escafandra autónoma

Gracias al trabajo realizado en la campaña previa (INTEMARES_COLCARTO_0220) se conocía con precisión el punto de muestreo. No obstante, pese a tener registradas las coordenadas en un GPS, la primera toma de contacto en la zona de estudio consistió en confirmar que dicho punto fuera en efecto el área con surgencias gaseosas y señalizarlo para próximas inmersiones. El sistema de señalización consistió en atar al extremo de un cabo dos bloques de cemento de 8 kg cada uno y en fijar dos boyas en el extremo opuesto que permanecieron en superficie durante todo el tiempo de trabajo para facilitar la localización del punto desde el buque oceanográfico y la llegada con la embarcación auxiliar. Este sistema de señalización fue largado desde la embarcación auxiliar en el punto registrado en el GPS. Durante la primera inmersión los buzos procedieron a recolocar los bloques de cemento aún más próximos a la zona de surgencias gaseosas y a fijarlos para impedir que se pudieran desplazar en caso de condiciones meteorológicas adversas.

- Recogida de rocas

Las muestras de rocas y depósitos hidrotermales obtenidos se limpiaron, se fotografiaron y se describieron a bordo, para obtener un pre-análisis litológico. Para ello, las muestras se colocaron en cubetas y bandejas, y se realizó una primera separación de tipos de rocas, así como una diferenciación en visu de organismos presentes en estas rocas. Las muestras de rocas se encuentran depositadas en el Centro Oceanográfico de Málaga y serán enviadas a laboratorios especializados para su análisis.

- Obtención de muestras de agua y gas

Para realizar un estudio completo de la zona de surgencias es importante conocer con exactitud la composición de gases que se están emitiendo y su disolución en la columna de agua. Con este objetivo, se obtuvieron 14 muestras de agua y 8 muestras de gas de la zona de estudio. Se utilizaron jeringuillas de plástico sin aguja para la obtención de muestras de agua; dichas jeringuillas se rellenaron directamente en el punto más basal de diferentes surgencias localizadas con el fin de caracterizar el contenido de nutrientes inorgánicos, carbono inorgánico total, carbono orgánico total, clorofila y abundancia microbiana de las emanaciones y efluvios de las surgencias. Para la obtención de gas, con el objetivo de caracterizar el contenido de CO_2 en las burbujas se utilizaron tubos de vidrio con tapa de rosca y embudos de plástico que se unían al tubo con el mismo sistema de rosca. De esta manera, cuando el buzo se sitúa frente a una fuente de emisión de gases debe quitar la tapa a uno de los tubos y enroscar el embudo, a continuación se coloca el embudo sobre la surgencia quedando el tubo boca abajo y de este modo el tubo se rellena de gas fácilmente. A continuación, se debe desenroscar el embudo y volver a enroscar la tapa sin mover dicho tubo para impedir perder la muestra de gas. Es importante tener en cuenta que hay que llenar los tubos de agua en superficie para evitar problemas debidos a la presión presente en el entorno de trabajo subacuático. Además, una vez obtenida la muestra se debe atar el tubo con una goma o cerrar muy bien la bolsa de red donde se colocan las muestras ya que al tratarse de muestras de gas en el momento en que se sueltan ascienden rápidamente por la columna de agua hasta superficie siendo muy fácil perderlas.

Los nutrientes inorgánicos de las muestras de agua se determinarán haciendo uso de un sistema automatizado de cinco canales Technicon-Bran Luebe AA III AutoAnalyzer para determinación por análisis de flujo continuo segmentado (SCFA) usando la metodología descrita por Tréguer et al. (1976) para nitratos y nitritos, la descrita por Folkard (1978) para silicatos y, por USEPA (1997) para fosfatos. El amonio se analizará por fluorimetría utilizando el método de derivatización mediante reacción con la

orto-ftaldialdehído en medio sulfuroso de K rouel y Aminot (1997).

El contenido en carbono inorgánico total (TIC) tanto de las muestras de agua como de las muestras de gas se analizará mediante un sistema CRDS (Cavity Ring Down Spectroscopy). En el caso de las muestras de agua, además se utilizará un sistema no comercial de contactores de membrana para la extracción de gases disueltos a partir de estas muestras de agua. Por otro lado, el carbono orgánico total (TOC) se analizará por el método de combustión catalítica a alta temperatura (HTCO; Sugimura y Suzuki, 1988).

Además, para el estudio de la comunidad microbiana local, se analizará la abundancia microbiana mediante microscopía de epifluorescencia (Porter y Feig, 1980) y/o citometría de flujo (Gasol y Del Giorgio, 2000), así como la concentración de clorofila mediante fluorescencia (Estrada, 2012).

- Zonas de tapices microbianos

Los esfuerzos realizados en la campaña INTEMARES_COLCARTO_0220 también permitieron localizar la existencia de un área con especial formación de tapices microbianos asociados a las surgencias gaseosas. Para continuar con el trabajo iniciado en esa campaña se volvieron a recolectar tapices microbianos de la zona. Como con las muestras de agua, la toma de muestras se realizó con jeringuillas de plástico sin aguja que se utilizaron para tratar de absorber el tapiz. Es una maniobra que requiere gran control por parte de los buzos a la hora de aproximarse a la ubicación de los tapices ya que, de producirse movimientos bruscos, éstos se diluyen en el agua rápidamente y es fácil perderlos. Esta metodología se repitió en diversas inmersiones. Una vez en superficie, las jeringuillas se dejaron boca abajo para que la muestra microbiana precipitara y los "pellets" de varias jeringuillas se juntaron dando lugar a muestras más concentradas. De esta manera, se obtuvieron 3 muestras de tapetes microbianos que serán analizadas por el equipo de microbiología del Centro Oceanográfico de Canarias y 3 muestras que se analizarán en el Centro Oceanográfico de Málaga por el equipo de geología.

La comunidad microbiana será caracterizada mediante secuenciación del gen del ARN ribosómico 16S (Klindworth et al., 2013; Sogin et al., 2006) y comparación de las secuencias con bases de datos disponibles públicamente (Pruesse et al., 2007). Las muestras de sedimento se inocular n en medios de cultivo estándar para el cultivo de oxidadores de azufre con el fin de intentar aislar estos microorganismos quimiolitótrofos en cultivo puro.

- Flujo de gases

Con el objetivo de caracterizar la periodicidad de las emanaciones de diferentes puntos de emisión de gases se procedió a la instalación de una cámara en la zona de surgencias. Dicha cámara se colocó en un punto panorámico con un ángulo que permitía la visualización de varias fuentes de salida de gases (figura 24), y se utilizó un modo de grabación continuo. Una vez observado que el flujo de las surgencias es intermitente y calculando los periodos de emisión y los periodos de parada de diferentes fuentes se pretende realizar un modelo de aporte de gas a la columna de agua en la zona de estudio. En total, se obtuvieron 5 horas de filmación en las que se puede observar el flujo de al menos 9 puntos de emisión de gas distintos.

Para optimizar al máximo cada inmersión se combin  el muestreo de agua, tapices y gases con la colocación de la cámara. Así, se realizó una inmersión por la mañana donde se instaló la cámara en un soporte previamente preparado (una pletina con una cámara de acción SONY HDR-AS50) y se fijó mediante bridas de gran contención a un bloque de cemento de 8 kg para impedir su desplazamiento por imprevistos como corrientes o encuentros con algún organismo. El mismo día por la tarde, pasado

ampliamente el tiempo de duración de batería de la cámara, se realizó una segunda inmersión donde se llevaron a cabo diferentes muestreos y además se recogió el soporte con el sistema de grabación.



Figura 24. Imagen de la filmación en continuo de la zona de surgencias.

Las imágenes obtenidas fueron analizadas mediante dos técnicas diferentes de análisis de frecuencia, la Fast Fourier Transform (FFT) y el análisis Wavelet (Daubechies, 1990; Fraile-Nuez, 2010; Lomb, 1976; Scargle, 1982). Los resultados permitieron confirmar la existencia de ciclos periódicos, así como su cuantificación y duración en el tiempo. En la figura 25 se muestran los resultados de la FFT para 10 de las 13 chimeneas observadas en el vídeo. Se observa que 10 de ellas presentan frecuencias significativas, la mayoría centradas entre 0,02 y 0,04 Hz, lo que corresponde a periodos de entre 25 y 50 segundos, las tres restantes emitieron de forma continua durante la duración de la serie temporal.

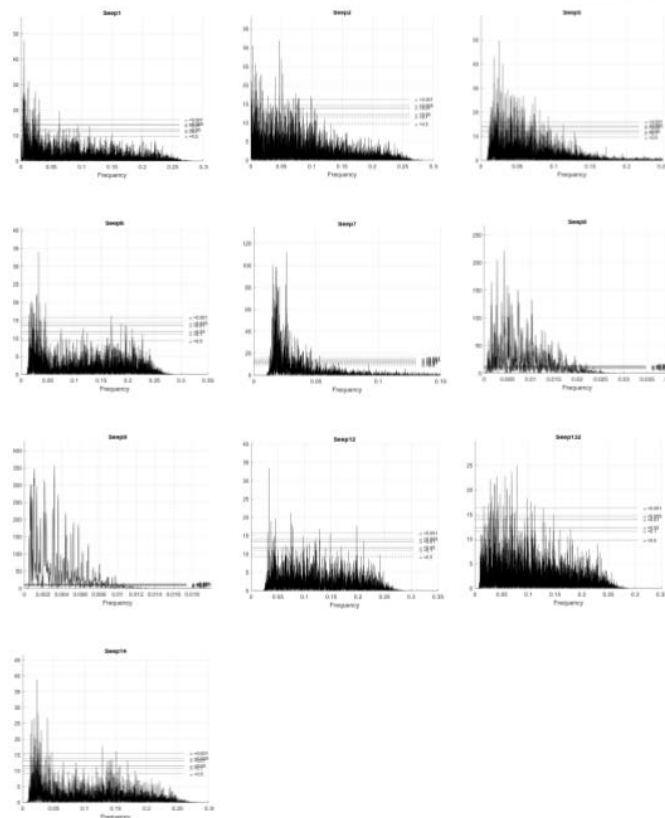


Figura 25. Análisis de las frecuencias significativas mediante Fast Fourier Transform (FFT) de las surgencias gaseosas de 10 chimeneas observadas en la grabación de la cámara fija.

- Registro de temperatura

La emisión de gases va comúnmente acompañada de alteraciones sobre diversos factores físicos como el pH o la temperatura. Para tener un registro continuo de la temperatura "in situ" se instalaron sensores de temperatura en diferentes fuentes de emisión de gases y a diferentes alturas. En total se colocaron 4 varillas de hierro con 2 sensores fijados a cada una, las varillas se clavaron en el sedimento con un martillo de manera que un sensor quedaba directamente sobre el fondo marino y el otro a 20 cm de altura (figura 26). Además se hizo un agujero en el sedimento, al lado de cada varilla, donde se enterró un tercer sensor. En conjunto, se obtuvo información de temperatura de 4 puntos de surgencias registrando datos cada 10 segundos por debajo del fondo marino, a la altura del fondo y a 20 cm sobre el mismo. Para evitar perder alguno de los puntos de muestreo y facilitar su localización, se acopló un bote blanco a modo de boya al extremo de cada una de las varillas (figura 27). La programación de los sensores con un registro de la temperatura cada 10 segundos se realizó a bordo del buque que con los instrumentos utilizados permite un registro continuo durante 5 días antes de llenar la memoria del dispositivo. Pasado ese tiempo se realizó una nueva inmersión para recoger todo el sistema de muestreo. En un análisis preliminar realizado de los datos registrados, se pudo observar una variación máxima de la temperatura de 5,5°C, siendo 19°C la registrada en los termistores enterrados y 13,5°C la obtenida a 20 cm sobre el fondo marino. Como se esperaba, la emisión de gases va acompañada de un aumento de temperatura que se dispersa conforme desde el fondo hacia la columna de agua. En un análisis más detallado se pretende observar si el aumento de temperatura es continuo o si hay ciclos relacionados con la intermitencia en el flujo de emisión de las surgencias.



Figura 26. Temperaturas registradas durante los días 16 y 17 de febrero en una de las varillas equipada con sensores de temperatura en el fondo y 20 cm por encima y por debajo del fondo.

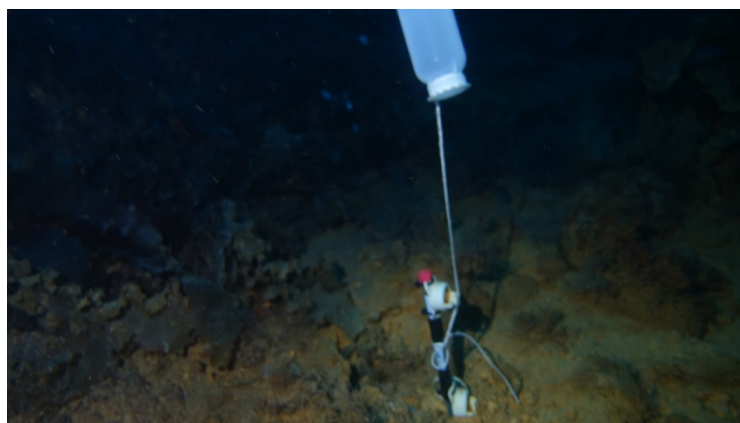


Figura 27. Varilla equipada con los termómetros a diferentes alturas sobre el fondo y el bote que facilita su localización.

5. Problemas de operatividad

5.1 Sistema de posicionamiento dinámico

La imposibilidad de utilizar el sistema de posicionamiento dinámico en su plenitud ha impedido la precisión necesaria para algunas de las técnicas de muestreo llevadas a cabo durante la campaña. Mantener el rumbo en los transectos que se han diseñado así como una velocidad determinada y constante son elementos esenciales de cara a la correcta toma de datos. Una velocidad muy elevada, por ejemplo, supone una gran dificultad a la hora de identificar las comunidades bentónicas filmadas en los transectos de vídeo, además de dificultar el pilotaje y poner en riesgo los equipos de filmación como el ROTV-*Politolana*, lo cual sucedió en diversas ocasiones durante la campaña.

6. Agradecimientos

Agradecemos la profesionalidad de la tripulación del B/O Ramón Margalef, su proactividad y ayuda ha sido fundamental para la exitosa consecución de esta campaña. También agradecemos el enorme esfuerzo por parte del equipo de dirección del IEO, jefatura de área y jefe de buques, con el fin de articular esta campaña en un plazo reducido de tiempo. Así mismo a las facilidades para conseguir los permisos por parte de la Subdirección General de Investigación Científica y Reservas Marinas de la Dirección General de Pesca Sostenible que pertenece a la Secretaría General de Pesca y como no a la guardería de las Islas Columbretes por todas las facilidades que nos han aportado para la realización de la campaña oceanográfica.

7. Referencias

- Aliani, S., Meloni, R. y Dando, P.R.- 2004. Periodicities in sediment temperature time-series at a marine shallow water hydrothermal vent in Milos Island (Aegean Volcanic arc, Eastern Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 46, 109–119. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2003.11.015.
- Ancochea, E., Huertas, M.J.- 2021 Age of volcanoes of the Columbretes Islands (Western Mediterranean). *Journal of Iberian Geology*. <https://doi.org/10.1007/s41513-021-00166-z>
- Barberá, C., Mallol, S., Vergés, A., Cabanellas-Reboredo, M., Díaz, D. y Goñi, R.- 2017. Maërl beds inside and outside a 25-year-old no-take area. *Marine Ecology Progress Series*, 572, 77–90. DOI: 10.3354/meps12110.
- Cabanellas-Reboredo, M., Mallol, S., Barberá, C., Vergés, A., Díaz, D. y Goñi, R.- 2017. Morpho-demographic traits of two maërl-forming algae in beds with different depths and fishing histories. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1-13. DOI: 10.1002/aqc.2827.
- Daubechies, I.- 1990. The wavelet transform, time-frequency localization and signal analysis. *IEEE Transactions on Information Theory*, 36, 961–1005. DOI: 10.1109/18.57199.
- De la Torriente, A., Serrano, A., Fernández-Salas, L.M., García, M. y Aguilar R. 2018. Identifying epibenthic habitats on the Seco de los Olivos Seamount: Species assemblages and environmental characteristics. *Deep Sea Research Part I*, 135, 9-22. DOI: 10.1016/j.dsr.2018.03.015
- Díaz, J.I., Nelson, H., Barber, J.H.Jr., Giró, S.- 1990. Late Pleistocene and Holocene sedimentary facies on the Ebro continental shelf. *Marine Geology*, 95: 333-352. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(90\)90123-2](https://doi.org/10.1016/0025-3227(90)90123-2)
- Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Diario Oficial nº L 206 de 22/07/1992).
- Dziak, R.P., Baker, E.T. y Shaw, A.M.- 2012. Flux measurements of explosive degassing using a yearlong hydroacoustic record at an erupting submarine volcano. *Geochemistry*, 13. DOI: 10.1029/2012GC004211.
- Edmonds, M., Herd, R.A., Galle, B. y Oppenheimer, C.M.- 2003. Automated, high time-resolution measurements of SO₂ flux at Soufrière Hills Volcano, Montserrat. *Bulletin of Volcanology*, 65, 578-586. DOI: 10.1007/s00445-003-0286-x.
- Estrada, M. 2012. Determinación fluorimétrica de la clorofila a. En *Expedición de circunnavegación Malaspina 2010: Cambio global y exploración de la biodiversidad del océano. Libro blanco de métodos y técnicas de trabajo oceanográfico* (pp. 399-405). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC. URI: <http://hdl.handle.net/10261/90485>.
- Erena, S.L.- 2014. Espacio marino de Illes Columbretes. Proyecto LIFE + INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 86 pp.
- Folkard, A.R.- 1978. Automatic analysis of sea water nutrients. M.A.F.F. *Fisheries Research Technical Report*, 46, 1-23.
- Fraile-Nuez, E., González-Dávila, M., Santana-Casiano, J. M., Arístegui, J., Alonso-González, I. J., Hernández-León, S., Blanco, M.J., Rodríguez-Santana, A., Hernández-Guerra, A., Gelado-Caballero, M.D., Eugenio, F., Marcello, J., de Armas, D., Domínguez-Yanes, J.F., Montero, M.F.,

- Laetsch, D.R., Vélez-Belchí, P., Ramos, A., Ariza, A.V., Comas-Rodríguez, I. y Benítez-Barrios, V.M.- 2012. The submarine volcano eruption at the island of El Hierro: physical-chemical perturbation and biological response. *Scientific Reports*, 2, 486. DOI: 10.1038/srep00486.
- Fraile-Nuez, E., Machín, F., Vélez-Belchí, P., López-Laatzén, F., Borges, R., Benítez-Barrios, V. y Hernández-Guerra, A.- 2010. Nine years of mass transport data in the eastern boundary of the North Atlantic Subtropical Gyre. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C9). DOI: 10.1029/2010JC006161.
- Fraile-Nuez, E., Santana-Casiano, J. M., González-Dávila, M., Vázquez, J. T., Fernández-Salas, L. M., Sánchez-Guillamón, O., Palomino, D. y Presas-Navarro, C.- 2018. Cyclic behavior associated with the degassing process at the shallow submarine volcano Tagoro, Canary Islands, Spain. *Geosciences*, 8(12), 457. DOI: 10.3390/geosciences8120457.
- García-Carrascosa, A.M.- 1991. El bentos de los alrededores de las Islas Columbretes. Elementos para su cartografía bionómica. Pp. 466-499 en: Islas Columbretes. Contribución al Estudio de su Medio Natural (Matilla et al.) C.O.P.U.T. Generalitat Valenciana, Valencia.
- Gasol, J.M. y del Giorgio, P.A. 2000. Using flow cytometry for counting natural planktonic bacteria and understanding the structure of planktonic bacterial communities. *Scientia Marina*, 64(2), 197-224. DOI: 10.3989/scimar.2000.64n2197.
- González-Vega, A., Fraile-Nuez, E., Santana-Casiano, J. M., González-Dávila, M., Escánez-Pérez, J., Gómez-Ballesteros, M., Tello, O. y Arrieta, J. M.- 2020. Significant release of dissolved inorganic nutrients from the shallow submarine volcano Tagoro (Canary Islands) based on seven-year monitoring. *Frontiers in Marine Science*, 6, 829. DOI: 10.3389/fmars.2019.00829.
- Goñi, R., Mallol, S., Díaz, D., Mora, J., Mateo, A., y Muñoz, A.- 2013. Estudio integral de la langosta roja (*Palinurus elephas*) en las Islas Baleares para el diseño de un sistema de gestión pesquera sostenible. Informe final 2013 proyecto LANBAL. Proyecto LANBAL (2010-2013). IEO-COB/LANBAL/13-1, 90 pág.
- Heyns, E.R., Bernard, A.T.F., Richoux, N.B., y Götz, A.- 2016. Depth-related distribution patterns of subtidal macrobenthos in a well-established marine protected area. *Marine Biology*. 163, 39. DOI: 10.1007/s00227-016-2816-z.
- Huetten E. y Greinert. 2008. Software controlled guidance recording and post-processing of seafloor observations by ROV and other towed devices: The software package OFOP. In *Geophysical Research Abstracts*, EGU2008-A-03088, EGU General Assembly 2008 (poster), Vol. 10, Vienna.
- Ilanko, T., Oppenheimer, C., Burgisser, A. y Kyle, P.- 2015. Cyclic degassing of Erebus volcano, Antarctica. *Bulletin of Volcanology*, 77, 56. DOI:10.1007/s00445-015-0941-z.
- Kérouel, R. y Aminot, A.- 1997. Fluorometric determination of ammonia in sea and estuarine waters by direct segmented flow analysis. *Marine Chemistry*, 57, 265-275. DOI:10.1016/S0304-4203(97)00040-6.
- Klindworth, A., Pruesse, E., Schweer, T., Peplies, J., Quast, C., Horn, M. y Glöckner, F.O.- 2013. Evaluation of general 16S ribosomal RNA gene PCR primers for classical and next-generation sequencing-based diversity studies. *Nucleic acids research*, 41(1), e1-e1. DOI: 10.1093/nar/gks808.
- Linares, C., Navarro, L., Aspillaga, E., Kersting, D., Hereu, B., Teixidó, N., Vidal, M., Ballesteros, E., Cebrián, E., Garrabou, J., Díaz, D., Amblás, D. y Canals, M.- 2012. Caracterización de las comunidades profundas dominadas por especies longevas (*Paramuricea clavata*, algas fucales y laminariales) en la Reserva Marina de las Islas Columbretes y su entorno. Informe final área

- LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona. Coordinación: Fundación Biodiversidad, Madrid, 134 pp.
- Linares, C., Vidal, M., Canals, M., Kersting, D.K., Amblas, D., Aspíllaga, E., Cebrián, E., Delgado-Huertas, A., Díaz, D., Garrabou, J., Hereu, B., Navarro, L., Teixidó, N. y Ballesteros, E.- 2015. Persistence natural acidification drives major distribution changes in marine benthic ecosystems. *Proceedings Real Society B*, 282: 20150587. DOI: 10.1098/rspb.2015.0587.
- Lomb, N.R.- 1976. Least-squares frequency analysis of unequally spaced data. *Astrophysics and Space Science*, 39, 447–462. DOI:10.1007/BF00648343.
- Martí, J., Mitjavila, J., Roca, E. y Aparicio, A.- 1992. Cenozoic magmatism of the Valencia Trough (western Mediterranean): relationship between structural evolution and volcanism. *Tectonophysics*, 203, 145-165. DOI: 10.1016/0040-1951(92)90221-Q.
- Meléndez Hevia, I.- 2004. *Geología de España: Una historia de seiscientos millones de años*. Editorial Rueda, 277 pp. ISBN: 9788472071445.
- Muñoz, A., Lastras, G., Ballesteros, M., Canals, M., Acosta, J. y Uchupi, E.- 2005. Seafloor morphology of the Ebro Shelf in the region of the Columbretes Islands, Western Mediterranean. *Geomorphology*, 72 (1-4), 1-18. DOI: 10.1016/j.geomorph.2005.04.012.
- Pering, T.D., Tamburello, G., McGonigle, A.J.S., Aiuppa, A., Cannata, A., Giudice, G. y Patanè, D.- 2014. High time resolution fluctuations in volcanic carbon dioxide degassing from Mount Etna. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 270, 115–121. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2013.11.014.
- Peters, N., Oppenheimer, C., Killingsworth, D.R., Frechette, J. y Kyle, P.- 2014. Correlation of cycles in Lava Lake motion and degassing at Erebus Volcano, Antarctica. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15, 3244–3257. DOI: 10.1002/2014GC005399.
- Porter K. G. y Feig, Y.S. 1980. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnology and Oceanography*, 25(5), 943-948. DOI: 10.4319/lo.1980.25.5.0943.
- Pruesse, E., Quast, C., Knittel, K., Fuchs, B. M., Ludwig, W., Peplies, J. y Glöckner, F.O.- 2007. SILVA: a comprehensive online resource for quality checked and aligned ribosomal RNA sequence data compatible with ARB. *Nucleic acids research*, 35(21), 7188-7196. doi: 10.1093/nar/gkm864
- Rodríguez-Basalo, A., Prado, E., Sánchez, F., Ríos, P., Gómez-Ballesteros, M., & Cristobo, J., 2021. High Resolution Spatial Distribution for the Hexactinellid Sponges *Asconema setubalense* and *Pheronema carpenter* in the Central Cantabrian Sea. *Frontiers in Marine Science*, 8:612761 <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.612761>
- Sánchez, F. y Rodríguez, J. M. Politolana, a new low cost towed vehicle designed for the characterization of the deep-sea floor. A: "Martech 2013 5th International Workshop on Marine Technology". Girona: SARTI, 2013.
- Sánchez, F., Rodríguez-Basalo, A., García-Alegre, A., Gómez-Ballesteros, M., 2017. Hard-bottom bathyal habitats and keystone epibenthic species on Le Danois Bank (Cantabrian Sea). *Journal of Sea Research* 130, 134-153. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.09.005>
- Scargle, J.D.- 1982. Studies in astronomical time series analysis. II - Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data. *The Astrophysical Journal*, 263, 835–853. DOI: 10.1086/160554.
- Sogin, M. L., Morrison, H. G., Huber, J. A., Welch, D. M., Huse, S. M., Neal, P. R., Arrieta, J.M. y Herndl, G. J.- 2006. Microbial diversity in the deep sea and the underexplored "rare biosphere".

- Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(32), 12115-12120.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0605127103>
- Spampinato, L., Oppenheimer, C. y Cannata, A.- 2012. On the time-scale of thermal cycles associated with open-vent degassing. *Bulletin of Volcanology*, 74, 1281-1292. DOI: 10.1007/s00445-012-0592-2.
- Sugimura, Y. y Suzuki, Y. 1988. A high-temperature catalytic oxidation method for the determination of non-volatile dissolved organic carbon in seawater by direct injection of a liquid sample. *Marine Chemistry*, 24, 105-131. DOI: 10.1016/0304-4203(88)90043-6.
- Tamburello, G., Aiuppa, A., McGonigle, A.J.S., Allard, P., Cannata, A., Giudice, G., Kantzas, E.P. y Pering, T.D.- 2013. Periodic volcanic degassing behavior: The Mount Etna example. *Geophysics Research Letters*, 40, 4818–4822. DOI: 10.1002/grl.50924.
- Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, Á., Serrano, A., Marín, L. y Brito, A.- 2012. *Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos. Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid: 229 pp.
- Tivey, M.K., Bradley, A.M., Joyce, T.M. y Kadko, D.- 2002. Insights into tide-related variability at seafloor hydrothermal vents from time-series temperature measurements. *Earth and Planetary Science Letters*, 202, 693–707. DOI: 10.1016/S0012-821X(02)00801-4.
- Tréguer, P., Le Corre, P. y Courtot, P.- 1976. Notes on techniques and methods for sea water analysis: Dosage automatique des orthophosphates dans l'eau de mer utilisation de l'AutoAnalyzer (R) II. *ICES Journal of Marine Science*, 36, 289–294. DOI: 10.1093/icesjms/36.3.289.
- U.S. EPA. Exposure Factors Handbook (1997, Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/P-95/002F a-c, 1997.

ANEXO I

Perfiles de velocidad del sonido: Tabla con las coordenadas de los puntos de muestreo realizados.

CAMPAÑA INTEMARES-COLCARTO_0221					
PERFILES DE VELOCIDAD DEL SONIDO					
Clave	Fecha	Hora fondo GMT	Latitud (N)	Longitud (E)	Profundidad (m)
ASVP01	12/02/2021	07:35	39° 48,851'	000° 40,591'	95
ASVP02	15/02/2021	08:50	39° 54,280'	000° 42,240'	86
ASVP03	19/02/2021	19:30	39° 48,792'	000° 40,188'	93
ASVP04	21/02/2021	18:14	39° 48,240'	000° 39,090'	91

ANEXO II

Prospección con ecosonda multihaz (EM710): Tabla de ficheros y líneas.

CAMPAÑA INTEMARES-COLCARTO_0221			
MULTHAZ			
Línea	Cobertura (m)	Profundidad (m)	Fichero
L01 (SOL/EOL)	316	96	0000_20210212_084243
L01 (SOL/EOL)	461	80	0001_20210212_085547
L02 (SOL/EOL)	521	96	0002_20210212_091108
L02 (SOL/EOL)	470	80	0003_20210212_092451
L03 (SOL)	406	95	0004_20210212_192001
L03 (EOL)	403	90	0006_20210212_201957
L04 (SOL)	427	96	0007_20210212_210146
L04 (EOL)	441	93	0009_20210212_220143
L05 (SOL)	452	95	0010_20210212_223055
L05 (EOL)	457	97	0012_20210212_233055
L06 (SOL)	451	89	0013_20210213_000601
L06 (EOL)	450	95	0015_20210213_010559
L07 (SOL)	385	94	0016_20210213_012554
L07 (EOL)	404	90	0018_20210213_022550
L08 (SOL)	402	92	0019_20210213_024728
L08 (EOL)	426	98	0020_20210213_031726
L09 (SOL)	471	94	0021_20210213_031842
L09 (EOL)	472	97	0022_20210213_041839
L10 (SOL)	556	100	0023_20210213_045515
L10 (EOL)	546	97	0024_20210213_052515
L11 (SOL)	514	98	0025_20210213_054646
L11 (EOL)	544	103	0026_20210213_061645
L12 (SOL)	431	104	0027_20210213_063724
L12 (EOL)	470	101	0029_20210213_073245
L13 (SOL)	335	82	0030_20210213_185107
L13 (EOL)	313	78	0031_20210213_192107
L14 (SOL)	311	78	0032_20210213_194617
L14 (EOL)	338	83	0033_20210213_201617
L15 (SOL)	344	85	0034_20210213_204247
L15 (EOL)	333	83	0035_20210213_211247
L16 (SOL)	314	77	0036_20210213_214008

L16 (EOL)	343	85	0037_20210213_221007
L17 (SOL)	350	86	0038_20210213_223745
L17 (EOL)	329	82	0039_20210213_230745
L18 (SOL)	307	76	0040_20210213_233912
L18 (EOL)	320	88	0041_20210214_001012
L19 (SOL)	385	87	0042_20210214_003727
L19 (EOL)	340	87	0043_20210214_010727
L20 (SOL)	328	82	0044_20210214_013215
L20 (EOL)	357	84	0046_20210214_023212
L21 (SOL/EOL)	391	79	0047_20210214_024856
L22 (SOL/EOL)	403	80	0048_20210214_030915
L23 (SOL)	424	83	0049_20210214_032947
L23 (EOL)	407	88	0050_20210214_035943
L24 (SOL)	395	85	0051_20210214_043103
L24 (EOL)	406	89	0052_20210214_050057
L25 (SOL)	379	88	0053_20210214_053303
L25 (EOL)	412	89	0054_20210214_060303
L26 (SOL)	286	88	0055_20210214_062436
L26 (EOL)	288	88	0056_20210214_065433
L27 (SOL)	390	88	0057_20210214_072750
L27 (EOL)	384	88	0058_20210214_075750
L28 (SOL/EOL)	374	85	0059_20210214_075750
L29 (SOL/EOL)	406	87	0060_20210214_192933
L30 (SOL)	405	82	0061_20210214_202534
L30 (EOL)	362	89	0062_20210214_205522
L31 (SOL)	357	88	0063_20210214_211051
L31 (EOL)	338	83	0064_20210214_214031
L32 (SOL/EOL)	334	82	0065_20210214_215550
L33 (SOL/EOL)	359	89	0066_20210214_223423
L34 (SOL/EOL)	330	82	0067_20210214_231236
L35 (SOL/EOL)	393	88	0068_20210214_234222
L36 (SOL/EOL)	331	77	0069_20210215_003554
L37 (SOL/EOL)	322	75	0070_20210215_010344
L38 (SOL)	333	79	0071_20210215_013139
L38 (EOL)	357	87	0072_20210215_020136
L39 (SOL)	360	87	0073_20210215_021800
L39 (EOL)	322	81	0074_20210215_024800
L40 (SOL)	324	78	0075_20210215_030904
L40 (EOL)	353	87	0076_20210215_033900
L41 (SOL)	348	86	0077_20210215_035741
L41 (EOL)	314	79	0078_20210215_042844
L42 (SOL)	315	78	0079_20210215_044214
L42 (EOL)	351	85	0080_20210215_051244
L43 (SOL)	340	85	0081_20210215_052856
L43 (EOL)	323	79	0082_20210215_055856
L44 (SOL)	318	79	0083_20210215_061356
L44 (EOL)	346	86	0084_20210215_064357
L45 (SOL/EOL)	349	86	0085_20210215_070317
L46 (SOL)	246	62	0080_20210215_083220
L46 (EOL)	220	44	0087_20210215_090219
L47 (SOL)	254	54	0088_20210215_090859

L47 (EOL)	219	55	0089_20210215_093859
L48 (SOL)	226	58	0090_20210215_094911
L48 (EOL)	255	63	0091_20210215_101911
L49 (SOL)	319	72	0092_20210215_103623
L49 (EOL)	296	75	0093_20210215_110626
L50 (SOL)	380	92	0094_20210215_190553
L50 (EOL)	421	96	0096_20210215_200546
L51 (SOL)	389	95	0097_20210215_202227
L51 (EOL)	372	91	0099_20210215_212227
L52 (SOL)	347	82	0100_20210215_214328
L52 (EOL)	381	94	0102_20210215_224329
L53 (SOL)	388	94	0103_20210215_230626
L53 (EOL)	372	92	0105_20210216_000626
L54 (SOL)	396	78	0106_20210216_003434
L54 (EOL)	372	92	0108_20210216_013434
L55 (SOL)	381	92	0109_20210216_015640
L55 (EOL)	399	89	0111_20210216_025638
L57 (SOL)	415	78	0113_20210216_032743
L57 (EOL)	430	92	0115_20210216_042741
L58 (SOL)	371	92	0116_20210216_045020
L58 (EOL)	346	83	0118_20210216_055019
L59 (SOL)	321	79	0119_20210216_061331
L59 (EOL)	373	92	0121_20210216_071324
L60 (SOL/EOL)	350	86	0122_20210216_081111
L61 (SOL/EOL)	349	68	0123_20210216_084819
L62 (SOL/EOL)	306	56	0124_20210216_090314
L63 (SOL/EOL)	306	56	0125_20210216_092046
L64 (SOL/EOL)	312	60	0126_20210216_093258
L65 (SOL/EOL)	380	53	0127_20210216_094550
L66 (SOL/EOL)	458	60	0128_20210216_095634
L67 (SOL/EOL)	423	79	0129_20210216_100936
L68 (SOL/EOL)	387	73	0130_20210216_102143
L69 (SOL/EOL)	387	73	0131_20210216_103346
L70 (SOL/EOL)	454	67	0132_20210216_103654
L71 (SOL/EOL)	355	70	0133_20210216_104853
L72 (SOL)	313	78	0134_20210216_201745
L72 (EOL)	377	90	0136_20210216_211745
L73 (SOL)	377	91	0137_20210216_214301
L73 (EOL)	333	92	0139_20210216_224401
L74 (SOL/EOL)	313	78	0140_20210216_231506
L75 (SOL/EOL)	353	87	0141_20210216_234640
L76 (SOL)	355	88	0142_20210217_002739
L76 (EOL)	357	88	0143_20210217_005738
L77 (SOL)	369	91	0144_20210217_013420
L77 (EOL)	381	87	0146_20210217_023418
L78 (SOL)	386	88	0147_20210217_024335
L78 (EOL)	392	89	0148_20210217_031336
L79 (SOL)	370	90	0149_20210217_034611
L79 (EOL)	359	88	0150_20210217_041610
L80 (SOL)	358	87	0151_20210217_043952
L80 (EOL)	364	89	0152_20210217_050952

L81 (SOL)	372	91	0153_20210217_053312
L81 (EOL)	382	88	0154_20210217_060312
L82 (SOL/EOL)	353	87	0155_20210217_062248
L83 (SOL/EOL)	323	67	0156_20210217_070427
L84 (SOL/EOL)	226	58	0157_20210217_071734
L85 (SOL/EOL)	248	64	0158_20210217_073133
L86 (SOL/EOL)	222	50	0159_20210217_074757
L87 (SOL/EOL)	261	63	0160_20210217_075950
L88 (SOL/EOL)	211	54	0161_20210217_081342
L89 (SOL/EOL)	359	89	0162_20210217_202838
L90 (SOL)	384	92	0163_20210217_210222
L90 (EOL)	347	87	0164_20210217_213210
L91 (SOL/EOL)	417	86	0165_20210217_214711
L92 (SOL/EOL)	352	88	0166_20210217_220257
L93 (SOL/EOL)	470	80	0167_20210217_222013
L94 (SOL/EOL)	469	89	0168_20210217_223441
L95 (SOL/EOL)	368	91	0169_20210217_225407
L96 (SOL/EOL)	366	89	0170_20210217_231439
L97 (SOL)	373	91	0171_20210217_233042
L97 (EOL)	356	88	0173_20210218_003041
L98 (SOL/EOL)	361	88	0174_20210218_004357
L99 (SOL/EOL)	360	87	0175_20210218_011211
L100 (SOL/EOL)	360	89	0176_20210218_013815
L101 (SOL/EOL)	359	87	0177_20210218_015934
L102 (SOL/EOL)	399	86	0178_20210218_022102
L103 (SOL/EOL)	257	59	0179_20210218_070952
L104 (SOL/EOL)	308	81	0180_20210218_072842
L105 (SOL/EOL)	212	42	0181_20210218_074524
L106 (SOL/EOL)	313	51	0182_20210219_071305
L107 (SOL/EOL)	311	51	0183_20210219_072326
L108 (SOL/EOL)	274	43	0184_20210219_073540
L109 (SOL/EOL)	312	95	0185_20210219_195343
L110 (SOL/EOL)	297	92	0186_20210219_202444
L111 (SOL/EOL)	289	88	0187_20210219_205710
L112 (SOL/EOL)	270	84	0188_20210219_212550
L113 (SOL/EOL)	265	81	0189_20210219_215502
L114 (SOL/EOL)	227	70	0190_20210219_222332
L115 (SOL/EOL)	259	79	0191_20210219_225231
L116 (SOL/EOL)	200	63	0192_20210219_232203
L117 (SOL/EOL)	261	80	0193_20210219_235240
L118 (SOL/EOL)	167	51	0194_20210220_001904
L119 (SOL/EOL)	263	80	0195_20210220_004740
L120 (SOL/EOL)	152	48	0196_20210220_011050
L121 (SOL/EOL)	259	80	0197_20210220_013606
L122 (SOL/EOL)	237	72	0198_20210220_020326
L123 (SOL/EOL)	163	72	0199_20210220_020326
L124 (SOL/EOL)	216	67	0200_20210220_022731
L125 (SOL/EOL)	220	75	0201_20210220_024034
L126 (SOL/EOL)	320	53	0202_20210220_071506
L127 (SOL/EOL)	247	46	0203_20210220_073340
L128 (SOL/EOL)	346	46	0204_20210220_074632

L129 (SOL/EOL)	234	57	0205_20210220_080017
L130 (SOL)	331	61	0206_20210221_184854
L130 (EOL)	380	95	0207_20210221_191854
L131 (SOL)	406	98	0208_20210221_195148
L131 (EOL)	334	82	0210_20210221_205143
L132 (SOL)	337	83	0211_20210221_205955
L132 (EOL)	413	95	0213_20210221_215955
L133 (SOL)	445	97	0214_20210221_222054
L133 (EOL)	412	95	0215_20210221_225054
L134 (SOL)	360	84	0216_20210221_234650
L134 (EOL)	430	96	0218_20210222_004750
L135 (SOL/EOL)	443	100	0219_20210222_011651
L136 (SOL/EOL)	535	112	0221_20210222_020850
L137 (SOL/EOL)	489	102	0222_20210222_023125
L138 (SOL/EOL)	431	106	0223_20210222_030302
L139 (SOL/EOL)	406	101	0224_20210222_032405
L140 (SOL/EOL)	470	113	0225_20210222_035023
L141 (SOL/EOL)	403	99	0226_20210222_041819
L142 (SOL/EOL)	466	115	0227_20210222_044739
L143 (SOL/EOL)	457	95	0228_20210222_051700
L144 (SOL/EOL)	599	115	0229_20210222_054252
L145 (SOL/EOL)	363	90	0230_20210222_061158
L146 (SOL/EOL)	395	120	0231_20210222_063903
L147 (SOL/EOL)	354	107	0232_20210222_074608
L148 (SOL/EOL)	375	112	0233_20210222_081247
L149 (SOL/EOL)	360	109	0234_20210222_084138
L150 (SOL/EOL)	390	117	0235_20210222_090945
L151 (SOL/EOL)	386	116	0236_20210222_093748
L152 (SOL/EOL)	415	124	0237_20210222_100433
L153 (SOL/EOL)	430	118	0238_20210222_103620
L154 (SOL/EOL)	388	117	0239_20210222_143923
L155 (SOL/EOL)	439	132	0240_20210222_151000
L156 (SOL/EOL)	404	121	0241_20210222_153502
L157 (SOL/EOL)	465	138	0242_20210222_160318
L158(SOL/EOL)	561	130	0243_20210222_163042
L159 (SOL/EOL)	554	150	0244_20210222_170113
L160 (SOL/EOL)	603	176	0245_20210222_173203
L161 (SOL/EOL)	612	209	0246_20210222_180652
L162 (SOL)	603	133	0247_20210222_184012
L162 (EOL)	704	255	0248_20210222_191013
L86 (SOL/EOL)	222	50	0159_20210217_074757
L87 (SOL/EOL)	261	63	0160_20210217_075950
L88 (SOL/EOL)	211	54	0161_20210217_081342
L89 (SOL/EOL)	359	89	0162_20210217_202838
L90 (SOL)	384	92	0163_20210217_210222
L90 (EOL)	347	87	0164_20210217_213210
L91 (SOL/EOL)	417	86	0165_20210217_214711
L92 (SOL/EOL)	352	88	0166_20210217_220257
L93 (SOL/EOL)	470	80	0167_20210217_222013
L94 (SOL/EOL)	469	89	0168_20210217_223441
L95 (SOL/EOL)	368	91	0169_20210217_225407

L96 (SOL/EOL)	366	89	0170_20210217_231439
L97 (SOL)	373	91	0171_20210217_233042
L97 (EOL)	356	88	0173_20210218_003041
L98 (SOL/EOL)	361	88	0174_20210218_004357
L99 (SOL/EOL)	360	87	0175_20210218_011211
L100 (SOL/EOL)	360	89	0176_20210218_013815
L101 (SOL/EOL)	359	87	0177_20210218_015934
L102 (SOL/EOL)	399	86	0178_20210218_022102
L103 (SOL/EOL)	257	59	0179_20210218_070952
L104 (SOL/EOL)	308	81	0180_20210218_072842
L105 (SOL/EOL)	212	42	0181_20210218_074524
L106 (SOL/EOL)	313	51	0182_20210219_071305
L107 (SOL/EOL)	311	51	0183_20210219_072326
L108 (SOL/EOL)	274	43	0184_20210219_073540
L109 (SOL/EOL)	312	95	0185_20210219_195343
L110 (SOL/EOL)	297	92	0186_20210219_202444
L111 (SOL/EOL)	289	88	0187_20210219_205710
L112 (SOL/EOL)	270	84	0188_20210219_212550
L113 (SOL/EOL)	265	81	0189_20210219_215502
L114 (SOL/EOL)	227	70	0190_20210219_222332
L115 (SOL/EOL)	259	79	0191_20210219_225231
L116 (SOL/EOL)	200	63	0192_20210219_232203
L117 (SOL/EOL)	261	80	0193_20210219_235240
L118 (SOL/EOL)	167	51	0194_20210220_001904
L119 (SOL/EOL)	263	80	0195_20210220_004740
L120 (SOL/EOL)	152	48	0196_20210220_011050
L121 (SOL/EOL)	259	80	0197_20210220_013606
L122 (SOL/EOL)	237	72	0198_20210220_020326
L123 (SOL/EOL)	163	72	0199_20210220_020326
L124 (SOL/EOL)	216	67	0200_20210220_022731
L125 (SOL/EOL)	220	75	0201_20210220_024034
L126 (SOL/EOL)	320	53	0202_20210220_071506
L127 (SOL/EOL)	247	46	0203_20210220_073340
L128 (SOL/EOL)	346	46	0204_20210220_074632
L129 (SOL/EOL)	234	57	0205_20210220_080017
L130 (SOL)	331	61	0206_20210221_184854
L130 (EOL)	380	95	0207_20210221_191854
L131 (SOL)	406	98	0208_20210221_195148
L131 (EOL)	334	82	0210_20210221_205143
L132 (SOL)	337	83	0211_20210221_205955
L132 (EOL)	413	95	0213_20210221_215955
L133 (SOL)	445	97	0214_20210221_222054
L133 (EOL)	412	95	0215_20210221_225054
L134 (SOL)	360	84	0216_20210221_234650
L134 (EOL)	430	96	0218_20210222_004750
L135 (SOL/EOL)	443	100	0219_20210222_011651
L136 (SOL/EOL)	535	112	0221_20210222_020850
L137 (SOL/EOL)	489	102	0222_20210222_023125
L138 (SOL/EOL)	431	106	0223_20210222_030302
L139 (SOL/EOL)	406	101	0224_20210222_032405
L140 (SOL/EOL)	470	113	0225_20210222_035023

L141 (SOL/EOL)	403	99	0226_20210222_041819
L142 (SOL/EOL)	466	115	0227_20210222_044739
L143 (SOL/EOL)	457	95	0228_20210222_051700
L144 (SOL/EOL)	599	115	0229_20210222_054252
L145 (SOL/EOL)	363	90	0230_20210222_061158
L146 (SOL/EOL)	395	120	0231_20210222_063903
L147 (SOL/EOL)	354	107	0232_20210222_074608
L148 (SOL/EOL)	375	112	0233_20210222_081247
L149 (SOL/EOL)	360	109	0234_20210222_084138
L150 (SOL/EOL)	390	117	0235_20210222_090945
L151 (SOL/EOL)	386	116	0236_20210222_093748
L152 (SOL/EOL)	415	124	0237_20210222_100433
L153 (SOL/EOL)	430	118	0238_20210222_103620
L154 (SOL/EOL)	388	117	0239_20210222_143923
L155 (SOL/EOL)	439	132	0240_20210222_151000
L156 (SOL/EOL)	404	121	0241_20210222_153502
L157 (SOL/EOL)	465	138	0242_20210222_160318
L158 (SOL/EOL)	561	130	0243_20210222_163042
L159 (SOL/EOL)	554	150	0244_20210222_170113
L160 (SOL/EOL)	603	176	0245_20210222_173203
L161 (SOL/EOL)	612	209	0246_20210222_180652
L162 (SOL)	603	133	0247_20210222_184012
L162 (EOL)	704	255	0248_20210222_191013

ANEXO III

Prospección con ecosonda paramétrica TOPAS PS18: Tablas de ficheros y líneas.

CAMPAÑA INTEMARES-COLCARTO_0221				
TOPAS				
Línea	Longitud E	Latitud N	Fichero raw	Fichero proc
L01 (SOL)	39° 48,85'	000° 42,49'	20210213074202	20210213074209
L01 (EOL)	40° 48,85'	001° 42,49'	20210213080338	20210213080346
L02 (SOL)	39° 52,019'	000° 35,918'	20210214080249	20210214080253
L02 (EOL)	40° 50,037'	000° 40,818'	20210214082155	20210214082159
L03 (SOL)	39° 55,271'	000° 40,276'	20210214160837	20210214160841
L03 (EOL)	39° 52,806'	000° 39,306'	20210214160837	20210214160841
L04 (SOL)	39° 51,686'	000° 39,591'	20210214162851	20210214162923
L04 (EOL)	39° 49,885'	000° 40,720'	20210214162851	20210214162923
L05 (SOL)	39° 50,104'	000° 40,608'	20210214191405	20210214191409
L05 (EOL)	39° 49,729'	000° 39,201'	20210214191405	20210214191409
L06 (SOL)	39° 50,285'	000° 38,743'	20210214193710	20210214193715
L06 (EOL)	39° 49,599'	000° 37,411'	20210214193710	20210214193715
L07 (SOL)	39° 48,913'	000° 37,286'	20210215000522	20210215000527
L07 (EOL)	39° 49,225'	000° 37,782'	20210215000522	20210215000527
L08 (SOL)	39° 51,329'	000° 41,038'	20210215090838	20210215090909
L08 (EOL)	39° 51,161'	000° 41,369'	20210215090838	20210215090909
L09 (SOL)	39° 51,174'	000° 41,373'	20210215104208	20210215104212
L09 (EOL)	39° 55,250'	000° 40,808'	20210215104208	20210215104212
L10 (SOL)	39° 56,623'	000° 45,847'	20210216073723	20210216073727
L10 (EOL)	39° 54,464'	000° 42,375'	20210216075022	20210216075028

L11 (SOL)	39° 50,413'	000° 40,281'	20210216200027	20210216200032
L11 (EOL)	39° 52,255'	000° 41,167'	20210217191327	20210217191334
L12 (SOL)	39° 49,792'	000° 40,689'	20210217190314	20210217190317
L12 (EOL)	39° 48,518'	000° 41,682'	20210217191613	20210217191606
L13 (SOL)	39° 48,538'	000° 41,690'	20210217191634	20210217191638
L13 (EOL)	39° 56,134'	000° 42,464'	20210217200831	20210217200830
L14 (SOL)	39° 57,573'	000° 38,703'	20210218023919	20210218023924
L14 (EOL)	39° 47,989'	000° 39,297'	20210218035713	20210218035713
L15 (SOL)	39° 47,652'	000° 38,708'	20210218041236	20210218041236
L15 (EOL)	39° 57,534'	000° 38,285'	20210218053030	20210218053050
L16 (SOL)	39° 57,086'	000° 37,859'	20210218054858	20210218054850
L16 (EOL)	39° 50,122'	000° 38,011'	20210218064054	20210218064057
L17 (SOL)	39° 49,924'	000° 38,417'	20210218065344	20210218065340
L17 (EOL)	39° 51,385'	000° 39,760'	20210218065344	20210218065340
L18 (SOL)	39° 50,217'	000° 40,705'	20210218192152	20210218192157
L18 (EOL)	39° 47,543'	000° 37,126'	20210218194750	20210218194758
L19 (SOL)	39° 47,686'	000° 36,945'	20210218200037	20210218200041
L19 (EOL)	39° 57,527'	000° 36,988'	20210218211832	20210218211849
L20 (SOL)	39° 56,806'	000° 36,432'	20210218214157	20210218214200
L20 (EOL)	39° 55,616'	000° 45,135'	20210218223353	20210218223403
L21 (SOL)	39° 55,220'	000° 44,890'	20210218224840	20210218224843
L21 (EOL)	39° 55,330'	000° 36,330'	20210218235335	20210218234050
L22 (SOL)	39° 55,960'	000° 36,130'	20210219000349	20210219000352
L22 (EOL)	39° 55,960'	000° 36,130'	20210219002104	20210219002113
L23 (SOL)	39° 52,292'	000° 35,965'	20210219004352	20210219004400
L23 (EOL)	39° 57,305'	000° 42,579'	20210219013519	20210219013601
L24 (SOL)	39° 57,389'	000° 42,725'	20210219015225	20210219015233
L24 (EOL)	39° 48,202'	000° 42,523'	20210219031843	20210219031915
L25 (SOL)	39° 48,538'	000° 43,170'	20210219033028	20210219033035
L25 (EOL)	39° 56,294'	000° 43,544'	20210219043931	20210219043957
L26 (SOL)	39° 56,130'	000° 44,285'	20210219045309	20210219045314
L26 (EOL)	39° 48,946'	000° 44,187'	20210219054515	20210219054515
L27 (SOL)	39° 49,088'	000° 44,816'	20210219061254	20210219061250
L27 (EOL)	39° 52,112'	000° 44,830'	20210219063010	20210219063010
L28 (SOL)	39° 52,188'	000° 44,785'	20210219064234	20210219064229
L28 (EOL)	39° 51,799'	000° 41,199'	20210219064234	20210219064229
L29 (SOL)	39° 50,583'	000° 41,886'	20210220025607	20210220025624
L29 (EOL)	39° 48,993'	000° 40,389'	20210220031335	20210220031323
L30 (SOL)	39° 49,149'	000° 40,343'	20210210031829	20210220031834
L30 (EOL)	39° 50,529'	000° 41,679'	20210210031829	20210220031834
L31 (SOL)	39° 50,629'	000° 41,513'	20210220033844	20210220033837
L31 (EOL)	39° 49,299'	000° 40,245'	20210220033844	20210220033837
L32 (SOL)	39° 49,237'	000° 40,049'	20210220040501	20210220040455
L32 (EOL)	39° 50,712'	000° 41,486'	20210220042216	20210220042215
L33 (SOL)	39° 50,699'	000° 41,342'	20210220042837	20210220042831
L33 (EOL)	39° 49,388'	000° 40,134'	20210220042837	20210220042831
L34 (SOL)	39° 49,355'	000° 39,966'	20210220044734	20210220044729
L34 (EOL)	39° 50,717'	000° 41,307'	20210220044734	20210220044729
L35 (SOL)	39° 50,787'	000° 41,259'	20210220050824	20210220050820
L35 (EOL)	39° 49,407'	000° 39,934'	20210220052540	20210220052540
L36 (SOL)	39° 49,508'	000° 39,848'	20210220053048	20210220053042

L36 (EOL)	39° 50,700'	000° 41,006'	20210220053048	202102202053042
L37 (SOL)	39° 50,631'	000° 40,756'	20210220055156	20210220055147
L37 (EOL)	39° 50,026'	000° 41,554'	20210220055156	20210220055147
L38 (SOL)	39° 49,780'	000° 41,509'	20210220060700	20210220060654
L38 (EOL)	39° 50,486'	000° 40,456'	20210220060700	20210220060654
L39 (SOL)	39° 50,358'	000° 40,277'	20210220062028	20210220062023
L39 (EOL)	39° 49,602'	000° 41,299'	20210220062028	20210220062023
L40 (SOL)	39° 49,413'	000° 41,031'	20210220063614	20210220063607
L40 (EOL)	39° 50,059'	000° 40,114'	20210220063614	20210220063607
L41 (SOL)	39° 49,899'	000° 39,882'	20210220065145	20210220065140
L41 (EOL)	39° 49,379'	000° 40,592'	20210220065145	20210220065140
L42 (SOL)	39° 49,210'	000° 40,531'	20210220070117	20210220070111
L42 (EOL)	39° 50,664'	000° 39,600'	20210220070117	20210220070111
L43 (SOL)	39° 51,272'	000° 39,896'	20210220081055	20210220081101
L43 (EOL)	39° 52,696'	000° 40,299'	20210220081055	20210220081101
L44 (SOL)	39° 49,374'	000° 42,112'	20210220191537	20210220191537
L44 (EOL)	40° 49,562'	000° 36,987'	20210220195009	20210220195017
L45 (SOL)	39° 49,317'	000° 37,411'	20210220195559	20210220195603
L45 (EOL)	39° 51,437'	000° 37,393'	20210220201315	20210220201323
L46 (SOL)	39° 51,084'	000° 37,228'	20210220202240	20210220202245
L46 (EOL)	39° 53,162'	000° 44,427'	20210220211427	20210220211446
L47 (SOL)	39° 53,129'	000° 44,168'	20210220212253	20210220212257
L47 (EOL)	39° 50,330'	000° 42,379'	20210220214009	20210220214017
L48 (SOL)	39° 50,318'	000° 42,384'	20210220215059	20210220215103
L48 (EOL)	39° 50,698'	000° 43,449'	20210220215059	20210220215103
L49 (SOL)	39° 50,707'	000° 43,418'	20210220220250	20210220220253
L49 (EOL)	39° 51,468'	000° 41,474'	20210220220250	20210220220253
L50 (SOL)	39° 51,478'	000° 41,457'	20210220221811	20210220221816
L50 (EOL)	39° 52,966'	000° 41,173'	20210220221811	20210220221816
L51 (SOL)	39° 53,039'	000° 41,239'	20210220223337	20210220223340
L51 (EOL)	39° 53,582'	000° 44,688'	20210220225857	20210220225901
L52 (SOL)	39° 53,578'	000° 44,629'	20210220230417	20210220230421
L52 (EOL)	39° 54,831'	000° 42,371'	20210220232133	20210220232141
L53 (SOL)	39° 54,384'	000° 43,079'	20210220233553	20210220233557
L53 (EOL)	39° 54,620'	000° 39,412'	20210220235308	20210220235317
L54 (SOL)	39° 54,291'	000° 39,693'	20210221000804	20210221000808
L54 (EOL)	39° 56,094'	000° 40,285'	20210221002520	20210221002526
L55 (SOL)	39° 55,962'	000° 40,552'	20210221002916	20210221002922
L55 (EOL)	39° 54,182'	000° 40,399'	20210221002916	20210221002922
L56 (SOL)	39° 54,136'	000° 40,378'	20210221004610	20210221004612
L56 (EOL)	39° 50,588'	000° 30,731'	20210221015513	20210221015532
L57 (SOL)	39° 50,434'	000° 30,772'	20210221020117	20210221020120
L57 (EOL)	39° 51,065'	000° 32,498'	20210221020117	20210221020120
L58 (SOL)	39° 50,363'	000° 32,292'	20210221022817	20210221022820
L58 (EOL)	39° 51,401'	000° 31,589'	20210221022817	20210221022820
L59 (SOL)	39° 51,254'	000° 31,068'	20210221024738	20210221024741
L59 (EOL)	39° 50,079'	000° 36,273'	20210221032209	20210221032221
L60 (SOL)	39° 49,964'	000° 36,784'	20210221033408	20210221033405
L60 (EOL)	39° 49,918'	000° 45,919'	20210221042555	20210221042607
L61 (SOL)	39° 50,34'	000° 46,212'	20210221044503	20210221044500
L61 (EOL)	39° 55,835'	000° 42,605'	20210221053650	20210221053701

L62 (SOL)	39° 56,051'	000° 43,417'	20210221060143	20210221060140
L62 (EOL)	39° 50,367'	000° 47,097'	20210221065330	20210221065341
L63 (SOL)	39° 50,321'	000° 47,063'	20210221070344	20210221070348
L63 (EOL)	39° 49,560'	000° 45,271'	20210221070344	20210221070348
L64 (SOL)	39° 49,670'	000° 45,207'	20210221071945	20210221071949
L64 (EOL)	39° 53,714'	000° 42,098'	20210221075416	20210221075428
L65 (SOL)	39° 53,699'	000° 42,039'	20210221080353	20210221080358
L65 (EOL)	39° 53,778'	000° 40,814'	20210221080353	20210221080358
L66 (SOL)	39° 52,200'	000° 37,940'	20210221134835	20210221134838
L66 (EOL)	39° 50,950'	000° 32,520'	20210221141005	20210221141013
L67 (SOL)	39° 50,408'	000° 31,164'	20210221151636	20210221151638
L67 (EOL)	39° 51,272'	000° 32,458'	20210221151636	20210221151638
L68 (SOL)	39° 51,404'	000° 32,418'	20210221153332	202102153332
L68 (EOL)	39° 50,988'	000° 30,883'	20210221153332	202102153332
L69 (SOL)	39° 51,293'	000° 31,019'	20210221155233	20210221155235
L69 (EOL)	39° 50,163'	000° 31,488'	20210221155233	20210221155235
L70 (SOL)	39° 50,422'	000° 31,389'	20210221161001	20210221160957
L70 (EOL)	39° 50,888'	000° 32,911'	20210221161001	20210221160957
L71 (SOL)	39° 50,772'	000° 31,163'	20210221162922	202102211645443
L71 (EOL)	39° 51,301'	000° 32,838'	20210221164543	20210221164538
L72 (SOL)	39° 51,011'	000° 32,924'	20210221170756	20210221170753
L72 (EOL)	39° 48,251'	000° 39,096'	20210221175943	20210221175955

ANEXO IV

Muestreo con draga Shipek: Tablas con las coordenadas de los puntos de muestreo realizados.

CAMPAÑA INTEMARES-COLCARTO_0221					
DRAGAS SHIPEK					
Clav	Fecha	Hora Firm GMT	Latitud (N)	Longitud (E)	Prof. (m)
SK01	12/02/2021	18:41	39° 49,940'	000° 41,490'	96
SK02	12/02/2021	19:00	39° 49,910'	000° 41,050'	71
SK03	13/02/2021	11:39	39° 49,860'	000° 40,710'	71
SK04	13/02/2021	15:50	39° 50,190'	000° 40,530'	55
SK05	13/02/2021	16:05	39° 50,340'	000° 40,340'	75
SK06	13/02/2021	16:21	39° 50,070'	000° 40,730'	41
SK07	13/02/2021	16:34	39° 50,150'	000° 41,060'	65
SK08	13/02/2021	17:39	39° 49,710'	000° 40,630'	83
SK09	13/02/2021	17:58	39° 50,250'	000° 40,840'	42
SK10	13/02/2021	18:10	39° 50,310'	000° 40,710'	63
SK11	13/02/2021	18:24	39° 50,230'	000° 39,830'	45
SK12	16/02/2021	11:36	39° 54,110'	000° 40,250'	53
SK13	16/02/2021	11:56	39° 54,560'	000° 39,600'	56
SK14	16/02/2021	12:12	39° 55,150'	000° 39,510'	61
SK15	18/02/2021	11:20	39° 51,710'	000° 41,980'	55
SK16	18/02/2021	11:34	39° 51,180'	000° 41,200'	62
SK17	18/02/2021	11:53	39° 50,550'	000° 41,630'	88
SK18	19/02/2021	12:03	39° 49,170'	000° 40,560'	95
SK19	19/02/2021	11:18	39° 49,610'	000° 40,930'	88
SK20	19/02/2021	11:39	39° 50,380'	000° 40,920'	72
SK21	19/02/2021	11:55	39° 51,630'	000° 41,310'	78

SK22	19/02/2021	12:10	39° 51,210'	000° 42,950'	87
SK23	20/02/2021	11:16	39° 52,060'	000° 41,970'	82
SK24	20/02/2021	11:34	39° 53,000'	000° 41,040'	77
SK25	20/02/2021	11:46	39° 53,320'	000° 41,820'	81
SK26	20/02/2021	12:07	39° 55,090'	000° 43,470'	90
SK27	21/02/2021	11:04	39° 50,020'	000° 43,260'	97,2
SK28	21/02/2021	11:31	39° 42,200'	000° 40,480'	92
SK29	21/02/2021	11:55	39° 50,530'	000° 40,670'	57
SK30	21/02/2021	12:17	39° 50,920'	000° 38,890'	86
SK31	21/02/2021	12:32	39° 51,270'	000° 37,580'	89
SK32	21/02/2021	12:55	39° 51,680'	000° 36,860'	88
SK33	21/02/2021	13:16	39° 53,400'	000° 37,260'	73
SK34	21/02/2021	13:40	39° 52,020'	000° 38,230'	83
SK35	21/02/2021	14:30	39° 50,570'	000° 30,890'	89
SK36	21/02/2021	14:45	39° 50,890'	000° 31,620'	90
SK37	21/02/2021	15:02	39° 50,940'	000° 31,830'	102

ANEXO V

Muestreos con la roseta oceanográfica: Tabla con las coordenadas de inicio y fin de los transectos realizados. Se especifica el tipo de muestreo: perfiles verticales (PV), *tow-yo* en columna de agua (TWY-CA) y *tow-yo* en el fondo (TWY-F).

CAMPAÑA INTERRARES-COLCARTO_0221									
ROSETA OCEANOGRÁFICA									
Estación	Tipo	Fecha	Hora inicial	Hora final	Latitud inicial (N)	Longitud inicial (E)	Latitud final (N)	Longitud final (E)	Prof. máx. (m)
1	TWY-F	12/02/2021	15:53	16:28	39° 50,124'	000° 40,992'	39° 50,184'	000° 41,088'	64
2	TWY-F	12/02/2021	17:25	17:38	39° 49,788'	000° 40,650'	39° 49,758'	000° 40,830'	78
3	TWY-F	12/02/2021	17:54	18:07	39° 49,854'	000° 40,722'	39° 49,788'	000° 40,818'	70
4	PV	13/02/2021	09:46	10:21	39° 49,848'	000° 40,620'	39° 49,860'	000° 40,614'	75
8	PV	14/02/2021	17:50	17:56	39° 49,620'	000° 40,986'	39° 49,626'	000° 40,992'	90
9	TWY-F	14/02/2021	18:21	18:45	39° 50,100'	000° 40,986'	39° 50,100'	000° 40,764'	54
10	TWY-F	15/02/2021	16:23	16:41	39° 52,056'	000° 40,896'	39° 52,224'	000° 40,896'	67
11	TWY-F	15/02/2021	16:54	17:04	39° 52,086'	000° 40,662'	39° 52,206'	000° 40,896'	63
12	TWY-F	15/02/2021	17:15	17:33	39° 52,032'	000° 40,848'	39° 52,188'	000° 40,806'	64
13	TWY-F	15/02/2021	17:55	18:08	39° 49,686'	000° 40,878'	39° 49,806'	000° 40,812'	81
14	TWY-F	15/02/2021	18:18	18:48	39° 49,578'	000° 40,782'	39° 49,800'	000° 40,470'	80
15	TWY-CA	16/02/2021	16:46	17:30	39° 49,554'	000° 40,794'	39° 50,094'	000° 40,626'	82
16	TWY-CA	16/02/2021	17:43	18:33	39° 49,572'	000° 40,722'	39° 40,094'	000° 40,458'	81
17	TWY-CA	16/02/2021	18:44	19:32	39° 49,584'	000° 40,596'	39° 50,076'	000° 40,326'	81
18	PV	17/02/2021	15:16	15:27	39° 50,028'	000° 40,464'	39° 50,010'	000° 40,452'	70
19	TWY-CA	17/02/2021	15:43	15:59	39° 50,220'	000° 41,328'	39° 50,238'	000° 41,232'	83
20	PV	17/02/2021	16:47	16:54	39° 49,212'	000° 40,518'	39° 49,218'	000° 40,476'	89
21	TWY-CA	17/02/2021	17:11	18:43	39° 49,614'	000° 40,884'	39° 50,094'	000° 40,556'	84
22	PV	18/02/2021	08:51	09:03	39° 50,376'	000° 40,788'	39° 50,358'	000° 40,794'	66
23	PV	18/02/2021	09:14	09:31	39° 50,400'	000° 40,764'	39° 50,046'	000° 40,722'	64
24	PV	18/02/2021	09:55	10:12	39° 49,890'	000° 40,890'	39° 49,926'	000° 40,896'	59
25	PV	18/02/2021	10:24	10:35	39° 50,052'	000° 40,650'	39° 8342	000° 6766	44
26	PV	18/02/2021	10:52	11:01	39° 50,052'	000° 40,596'	39° 51,240'	000° 41,640'	82
27	PV	18/02/2021	15:52	16:18	39° 50,478'	000° 40,722'	39° 50,466'	000° 40,728'	62

28	PV	18/02/2021	16:29	16:45	39° 50,508'	000° 40,794'	39° 50,496'	000° 40,788'	63
29	PV	18/02/2021	17:34	17:55	39° 50,574'	000° 40,812'	39° 50,574'	000° 40,812'	61
30	PV	18/02/2021	18:31	18:47	39° 50,556'	000° 40,686'	39° 50,574'	000° 40,668'	55
31	PV	18/02/2021	19:03	19:08	39° 50,376'	000° 40,872'	39° 50,376'	000° 40,872'	66
32	PV	19/02/2021	08:36	08:51	39° 50,376'	000° 40,878'	39° 50,412'	000° 40,908'	69
33	PV	19/02/2021	09:19	09:39	39° 50,436'	000° 40,932'	39° 50,460'	000° 40,938'	70
34	PV	19/02/2021	10:11	10:23	39° 49,584'	000° 40,968'	39° 49,614'	000° 40,950'	90
35	PV	19/02/2021	10:38	10:52	39° 49,224'	000° 40,584'	39° 49,218'	000° 40,614'	92
36	PV	19/02/2021	17:04	17:26	39° 49,590'	000° 40,986'	39° 49,590'	000° 40,950'	92
37	PV	19/02/2021	17:37	17:54	39° 49,674'	000° 41,358'	39° 49,662'	000° 41,322'	89
38	TWY-CA	19/02/2021	18:10	19:03	39° 49,998'	000° 40,968'	39° 50,292'	000° 40,764'	50
39	PV	20/02/2021	08:57	09:07	39° 52,470'	000° 40,704'	39° 52,494'	000° 40,680'	69
40	PV	20/02/2021	09:24	09:36	39° 52,428'	000° 38,976'	39° 52,452'	000° 38,940'	72
41	PV	20/02/2021	10:47	10:54	39° 6554'	000° 41,034'	39° 51,336'	000° 41,034'	54
42	PV	20/02/2021	16:22	16:41	39° 50,514'	000° 40,746'	39° 50,550'	000° 40,710'	62
43	PV	20/02/2021	17:09	17:18	39° 50,424'	000° 40,752'	39° 50,454'	000° 40,770'	63
44	PV	20/02/2021	17:25	17:41	39° 50,370'	000° 40,926'	39° 50,382'	000° 40,896'	69
45	PV	20/02/2021	18:09	18:25	39° 50,346'	000° 40,950'	39° 50,364'	000° 40,944'	67
46	PV	20/02/2021	18:40	18:56	39° 49,524'	000° 41,034'	39° 49,482'	000° 41,046'	93
48	PV	22/02/2021	12:52	12:59	39° 56,166'	000° 36,582'	39° 56,166'	000° 36,576'	84

ANEXO VI

Muestreo con trineo fotogramétrico HATE: Tabla con las coordenadas de inicio y fin de los transectos realizados.

CAMPAÑA INTEMARES-COLCARTO_0221							
TRINEO HATE-BOX							
ID	Fecha	Latitud inicial (N)	Longitud inicial (E)	Latitud final (N)	Longitud final (E)	Prof. inicio (m)	Prof. fin (m)
HB_1	12/02/21	39° 53,157'	000° 39,791'	39° 53,072'	000° 40,111'	38	43
HB_2	12-/02/21	39° 52,927'	000° 40,357'	39° 52,923'	000° 40,393'	68	69
HB_3	12/02/21	39° 52,237'	000° 40,440'	39° 52,166'	000° 40,538'	54	63
HB_4	12/02/21	39° 52,049'	000° 39,990'	39° 52,062'	000° 40,122'	56	52
HB_5	12/02/21	39° 51,793'	000° 40,269'	39° 51,867'	000° 40,325'	45	47
HB_6	12/02/21	39° 51,845'	000° 40,483'	39° 51,926'	000° 40,526'	36	55

ANEXO VII

Muestreo con trineo fotogramétrico ROTV-Politolana: Tabla con las coordenadas de inicio y fin de los transectos realizados.

CAMPAÑA INTEMARES-COLCARTO_0221							
TRINEO HATE-BOX							
ID	Fecha	Latitud inicial (N)	Longitud inicial (E)	Latitud final (N)	Longitud final (E)	Prof. inicio (m)	Prof fin (m)
P_01	13/02/21	39° 49,894'	000° 39,698'	39° 49,793'	000° 39,793'	84	83
P_02	13/02/21	39° 49,668'	000° 39,904'	39° 49,683'	000° 39,874'	80	81

P_03	14/02/21	39° 55,056'	000° 38,872'	39° 55,056'	000° 38,871'	70	70
P_04	14/02/21	39° 55,971'	000° 39,489'	39° 55,971'	000° 39,489'	77	78
P_05	14/02/21	39° 56,109'	000° 39,068'	39° 56,084'	000° 39,049'	79	84
P_06	14/02/21	39° 56,140'	000° 38,138'	39° 56,148'	000° 38,134'	81	82
P_07a	14/02/21	39° 55,197'	000° 39,491'	39° 55,218'	000° 39,513'	56	60
P_07b	14/02/21	39° 55,223'	000° 39,515'	39° 55,233'	000° 39,524'	61	61
P_08	14/02/21	39° 55,378'	000° 40,269'	39° 55,381'	000° 40,269'	57	60
P_09	15/02/21	39° 55,256'	000° 40,818'	39° 55,257'	000° 40,763'	62	62
P_10	15/02/21	39° 55,911'	000° 40,528'	39° 55,911'	000° 40,507'	69	69
P_11	15/02/21	39° 55,758'	000° 41,539'	39° 55,775'	000° 41,494'	73	74
P_12	15/02/21	39° 55,236'	000° 41,817'	39° 55,238'	000° 41,841'	80	81
P_13	15/02/21	39° 54,672'	000° 41,504'	39° 54,696'	000° 41,500'	69	67
P_14	15/02/21	39° 54,913'	000° 40,937'	39° 55,039'	000° 40,910'	48	50
P_15	15/02/21	39° 54,147'	000° 40,283'	39° 54,170'	000° 40,347'	50	50
P_16	16/02/21	39° 54,580'	000° 39,581'	39° 54,631'	000° 39,612'	54	53
P_17	16/02/21	39° 55,832'	000° 38,782'	39° 55,833'	000° 38,785'	82	83
P_18	16/02/21	39° 55,492'	000° 39,177'	39° 55,500'	000° 39,136'	75	73
P_19	16/02/21	39° 53,469'	000° 38,083'	39° 53,515'	000° 38,081'	62	65
P_20	16/02/21	39° 51,642'	000° 37,943'	39° 51,650'	000° 36,908'	85	86
P_21	16/02/21	39° 50,578'	000° 41,599'	39° 50,575'	000° 41,622'	83	82
P_22	17/02/21	39° 50,733'	000° 41,341'	39° 50,741'	000° 41,256'	61	62
P_23	17/02/21	39° 49,325'	000° 41,122'	39° 49,332'	000° 41,086'	92	95
P_24	17/02/21	39° 49,583'	000° 43,580'	39° 49,581'	000° 43,576'	95	94
P_25	17/02/21	39° 51,230'	000° 41,224'	39° 51,220'	000° 41,211'	65	65
P_26	17/02/21	39° 51,369'	000° 40,818'	39° 51,369'	000° 40,859'	47	50
P_27	18/02/21	39° 50,108'	000° 40,975'	39° 50,112'	000° 40,998'	52	58
P_28	18/02/21	39° 50,482'	000° 40,808'	39° 50,515'	000° 40,800'	65	66
P_29	18/02/21	39° 50,708'	000° 41,111'	39° 50,707'	000° 41,104'	59	60
P_30	18/02/21	39° 50,434'	000° 38,193'	39° 50,440'	000° 38,185'	87	88
P_31	18/02/21	39° 49,921'	000° 37,418'	39° 49,943'	000° 37,433'	83	84
P_32	19/02/21	39° 50,500'	000° 43,346'	39° 50,504'	000° 43,334'	95	96
P_33	19/02/21	39° 51,763'	000° 43,174'	39° 51,795'	000° 43,069'	80	83
P_34	19/02/21	39° 51,133'	000° 42,430'	39° 51,148'	000° 42,420'	85	86
P_35	19/02/21	39° 51,662'	000° 41,858'	39° 51,645'	000° 41,877'	79	79
P_36	19/02/21	39° 51,717'	000° 40,777'	39° 51,732'	000° 40,772'	60	62
P_37	20/02/21	39° 55,494'	000° 43,753'	39° 55,509'	000° 43,737'	88	87
P_38	20/02/21	39° 55,918'	000° 42,303'	39° 55,921'	000° 42,283'	84	85
P_39	20/02/21	39° 55,403'	000° 42,494'	39° 55,403'	000° 42,481'	85	88
P_40	20/02/21	39° 43,163'	000° 41,629'	39° 54,142'	000° 42,606'	78	79
P_41	20/02/21	39° 53,377'	000° 40,927'	39° 53,355'	000° 40,913'	68	70
P_42	20/02/21	39° 53,023'	000° 39,881'	39° 52,996'	000° 39,842'	41	56
P_43	20/02/21	39° 52,684'	000° 39,339'	39° 52,684'	000° 39,300'	68	68