

SOLICITUD DE BUQUE OCEANOGRÁFICO PLAN DE CAMPAÑA

Es obligatorio cumplimentar todos los apartados. Recuerde que la información que se incorpore en este documento servirá para valorar la viabilidad de la campaña y en su caso del proyecto, en caso de estar incompleta podrá suponer la no financiación del proyecto (Anexo IV punto f de la convocatoria)

DATOS DEL/DE LA INVESTIGADOR/A PRINCIPAL:

Investigador/a principal: **LUIS SOMOZA LOSADA**
Organismo: **INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA**
Centro: **GEOLOGIA MARINA**
Dirección: **Ríos Rosas 23**
Teléfono: **91 3495763**
E-mail: **i.somoza@igme.es**

DATOS DEL PROYECTO:

Título del proyecto: **SISTEMAS HIDROTERMALES SUBMARINOS, RECURSOS Y MATERIAS PRIMAS CRÍTICAS ENTRE LAS ISLAS CANARIAS Y LA DORSAL MEDIO-ATLÁNTICA (ATLANTIS)**

PLAN DE CAMPAÑA ATLANTIS-1

Jefe Científico de Campaña: **Prof. Luis Somoza Losada, Grupo de Investigación Recursos Geológicos Marinos y Medios Extremos (GI-GEOMAR), IGME-CSIC**

Co-Jefe Científico de Campaña: **Dr. Francisco Javier González, Grupo de Investigación Recursos Geológicos Marinos y Medios Extremos (GI-GEOMAR), IGME-CSIC**

Duración de la campaña: **45 días.**

RESUMEN DEL PLAN DE CAMPAÑA

El objetivo de la campaña ATLANTIS-1 es investigar los montes submarinos y zonas hidrotermales activas en la denominada Provincia de Montes Submarinos Canarios y al oeste de la Isla de La Palma y en la isla de El Hierro. Estas emisiones hidrotermales fueron detectadas previamente en campañas realizadas por el Equipo de Investigación. Para alcanzar los objetivos del proyecto se utilizará en cada objetivo una secuencia de técnicas de prospección: 1) equipos de geofísica en modo continuo: ecosondas monohaz (Konsberg biológica EK-60 e hidrográfica EA-60), sonda paramétrica PARASOUND P-35 y sonda multihaz Atlas Hydrosweep DS-3 1º x 1º, 2) Exploración mediante itinerarios de 10-12 horas con el ROV-LUSO sobre objetivos detectados previamente. El ROV-Luso está equipado con cámara de alta resolución, dos brazos robotizados para toma de muestras de



roca y sedimento, sensores de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia, potencial redox, metano y CO₂, así como cuatro botellas Niskin para toma de muestras de fluidos. Recientemente se ha incorporado una sonda multihaz de alta resolución Wide Band Multibeam Sonar (swath coverage: 5-210°) para la realización de batimetría alta resolución con el ROV Luso. La toma de muestras se complementará con estaciones fijas con Roseta de botellas Niskin y CTD SeaBird SBE911 plus; 3) Realización de perfiles con sísmica multicanal de alta resolución; 4) Sacatestigos de pistón OSU o sacatestigos de gravedad. EL ROV-6000 Luso se utilizará gracias al Acuerdo de Cooperación científica hispano-portugués firmado entre la Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC) de Portugal y el Instituto Geológico y Minero de España. Dada la necesidad de posicionamiento dinámico (DP) para el uso del ROV-6000 Luso se sugiere la utilización del B/O *Sarmiento de Gamboa* que fue exitosamente adaptado a este buque para las campañas SUBVENT-2 y EXPLOSEA-2 realizadas previamente por el Equipo de Investigación.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la campaña ATLANTIS-1 es explorar una serie de montes submarinos y las posibles evidencias de actividad hidrotermal alrededor del archipiélago canario. Dichas evidencias de emisiones hidrotermales han sido detectadas gracias a los levantamientos cartográficos y estudios detallados realizados en campañas anteriores (eg. González et al., 2020).

El proyecto se enmarcará en la línea estratégica “Seabed and Habitat Mapping” de la AANCHOR “All-Atlantic Ocean Research Alliance” (<https://allatlanticocean.org/>). derivados de los acuerdos de Galway y Belem. Estos acuerdos son el resultado de los esfuerzos de diplomacia científica para implicar a los Estados de ambas orillas del Océano Atlántico para permitir la cooperación en la investigación de recursos y en innovación desde el Ártico a la Antártida.

El presente proyecto tiene como antecedentes inmediatos la experiencia adquirida en las campañas SUBVENT-2 en 2014 y EXPLOSEA-2 en 2019 (**Figura 1**). En la campaña SUBVENT-2 a bordo del B/O *Sarmiento de Gamboa*, realizada en marzo-abril del 2014, se adaptó el ROV-6000 *Luso* a las condiciones de dicho buque (barquillas, posicionamiento submarino). El ROV-6000 tiene su base en Lisboa y fue trasladado hasta el puerto de Vigo gracias al Acuerdo de Colaboración científico hispano-portugués firmado entre el IGME y el EMEPC. La campaña fue un éxito y se realizaron un total de 15 inmersiones con el ROV Luso, 10 en el Golfo de Cádiz y 5 en Canarias, entre 87 metros (Isla de El Hierro) y 3.060 metros de profundidad en el Golfo de Cádiz. Las horas de filmación de los fondos marinos sumaron un total de 107 horas y 40 minutos. En la campaña EXPLOSEA-2, con el mismo equipo y al norte de las Islas Azores, se realizaron 16 inmersiones tomando imágenes de alta resolución y muestreo de los sistemas hidrotermales activos y los ecosistemas extremófilos asociados. Por lo tanto, la campaña ATLANTIS-2 se basa en una experiencia previa del equipo investigador y equipo técnico de la UTM y del ROV Luso.

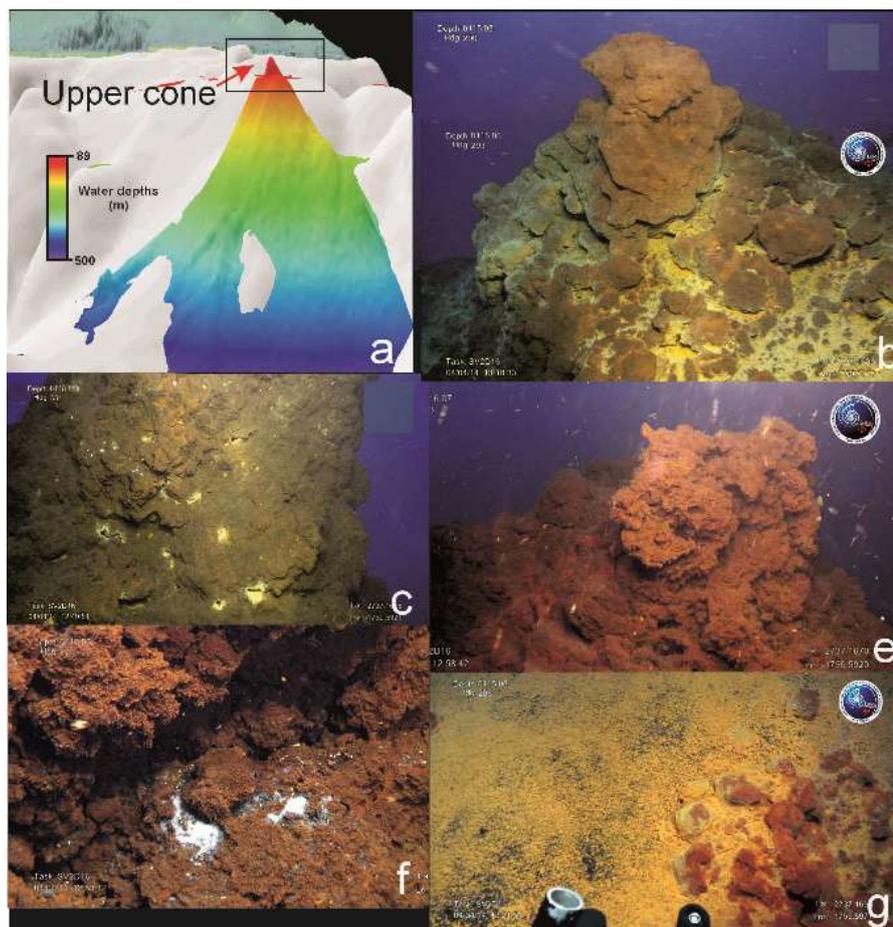
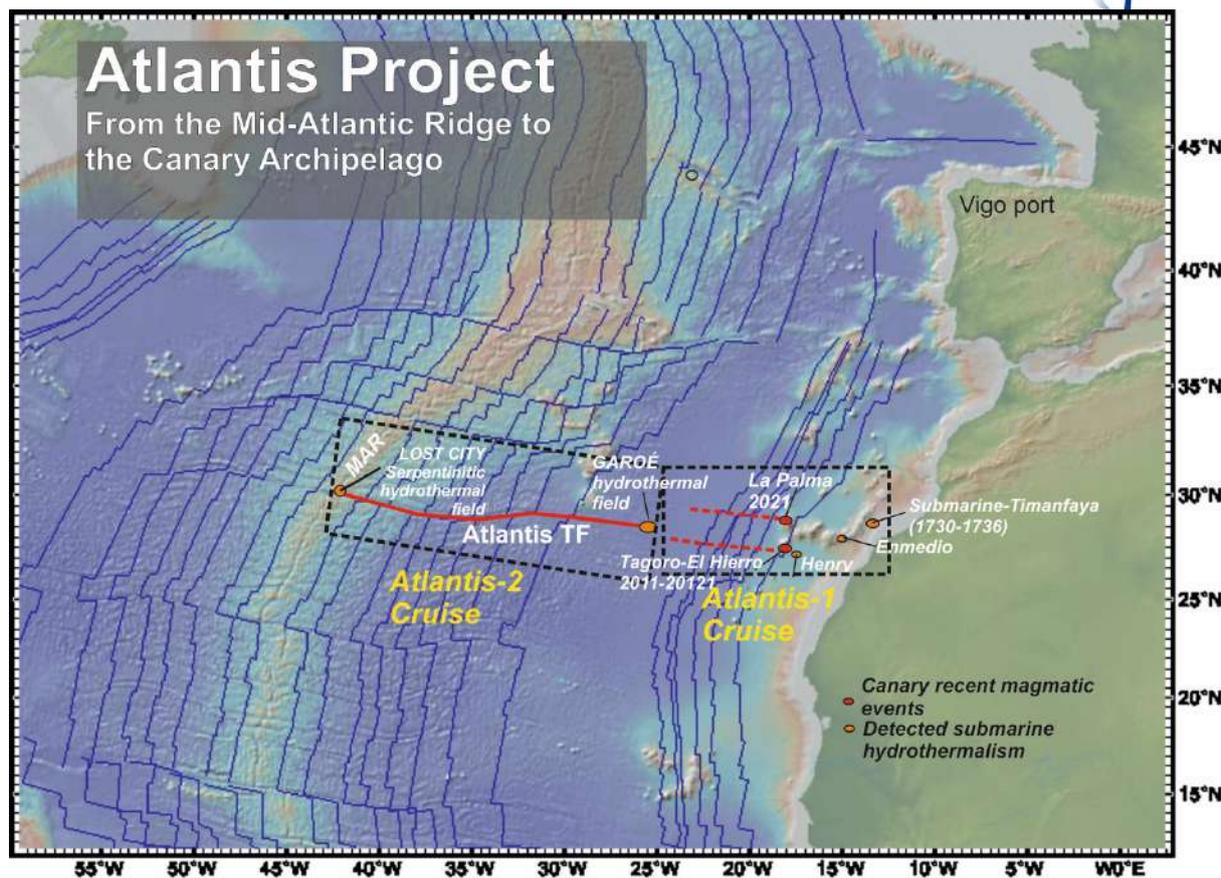


FIGURA 1: Panel izquierdo: Imágenes obtenidas durante la campaña SUBVENT-2 a bordo del B/O *Sarmiento de Gamboa* en 2014 con el ROV Luso (González et al., 2020) en el volcán Tagoro (Isla de El Hierro).

2. OBJETIVOS, TRÁNSITOS Y ZONAS DE TRABAJO

La campaña ATLANTIS-2 pretende estudiar una serie de montes submarinos parcialmente explorados o inexplorados en la región del archipiélago canario realizando una campaña a bordo del B/O *Sarmiento de Gamboa* (Figura 2).

La zona de trabajo se enmarca en el archipiélago canario entre 33°N y 27°N (Figura 2). El tránsito entre el puerto de Vigo y el primer objetivo en el área de trabajo (zona 1) es de 914 millas náuticas, lo que supone 4 días y 12 horas, estimando una velocidad de 9 nudos. El retorno al puerto de Vigo desde la zona sur del área de trabajo es de 665 millas náuticas, lo que supone 3 días. Esto implica un tiempo de tránsito de ida y vuelta a la zona de trabajo de 7 días y 12 horas. En función de los tránsitos, y para cumplir los objetivos, se solicitan 40 días de campaña, teniendo en cuenta los posibles días de mal tiempo meteorológico, estimado entre 10-20%, lo que supondría un tiempo efectivo de trabajo de 30 días.



Zonas de trabajo de la campaña ATLANTIS-1 y ATLANTIS-2. La campaña ATLANTIS-1 se centrará en el sector este en el archipiélago canario y alrededor de los eventos magmáticos de la isla de La Palma, El Hierro y Timanfaya submarino.

	Distancia en millas náuticas	Tiempo estimado en tránsitos a 9 nudos
*Tránsito Vigo- Inicio zona trabajo	914	4 días y 12 horas
Tránsito zona final de trabajo -Vigo	665	3 días
TOTAL TIEMPO TRÁNSITOS		7 días y 12 horas
TIEMPO MÍNIMO TRABAJOS CAMPAÑA		35 días
PERDIDA POR CAUSAS METEOROLÓGICAS, AVERIAS, ETC. 10%		3 días
TOTAL DÍAS SOLICITADOS DE CAMPAÑA		45 días

Puerto de embarque/desembarque: Los tiempos de tránsitos se considera teniendo en cuenta Vigo como puerto de embarque y desembarque. Sin embargo, el final de la zona de trabajo está próximo a las Islas Canarias, por lo que, la COCSABO podría estimar un puerto canario como puerto de desembarque con el objetivo de enlazar con otra campaña.

Meteorología: Dadas las condiciones meteorológicas en la zona de estudio localizada alrededor del archipiélago canario, se solicita los **meses de junio-julio-agosto** como mejor época del año para trabajar en la zona.

AREAS OBJETIVOS CAMPAÑA ATLANTIS-1: Los objetivos de la campaña son los siguientes (Figura 2):

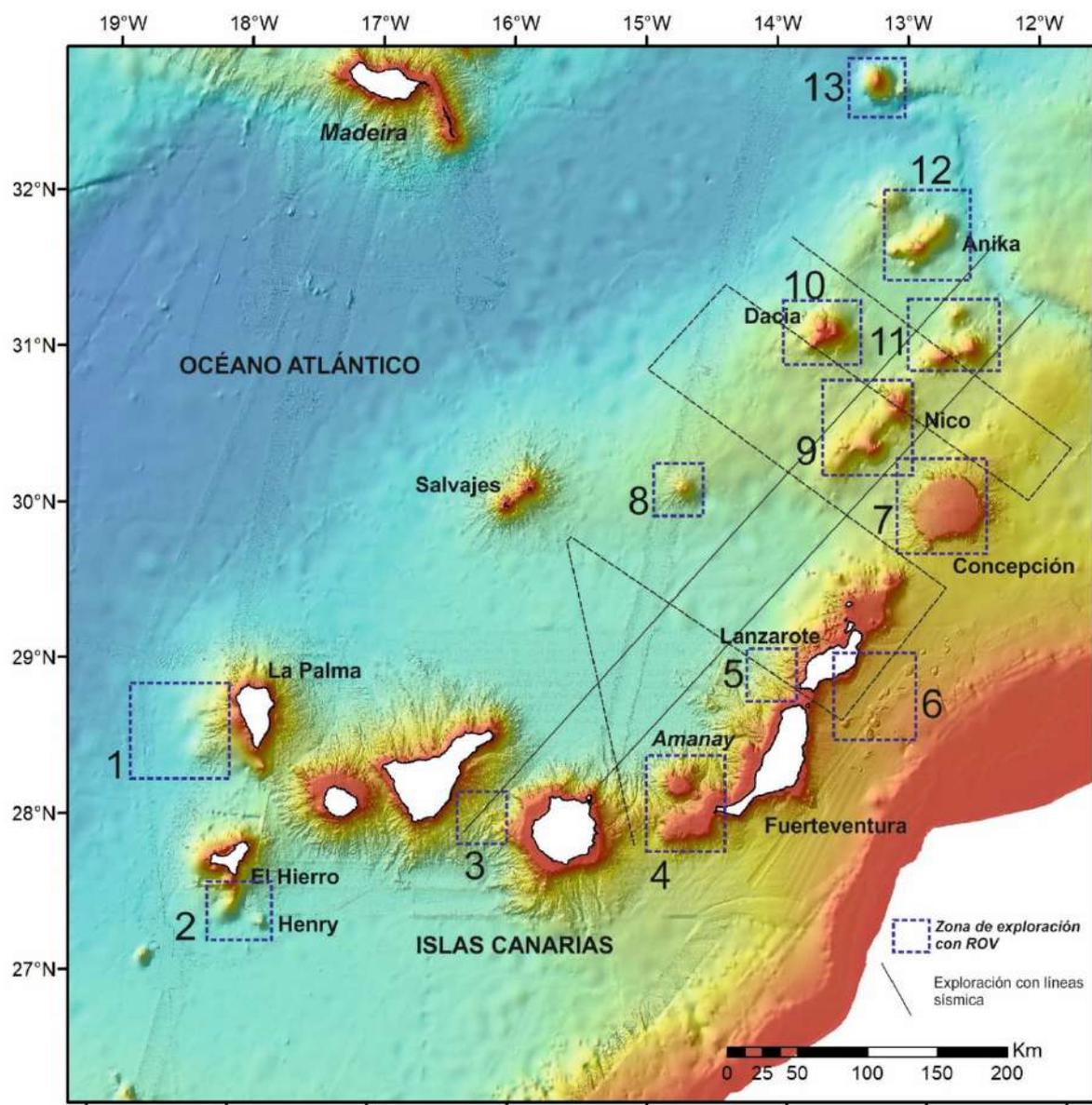


FIGURA 2: Mapa con los objetivos de la campaña numerados de sur a norte. Los rectángulos marcan las áreas de prospección con ROV. Las líneas marcan las líneas sísmicas multicanal de alta resolución. Este es un plan preliminar y puede cambiar en función de las condiciones reinantes, así como de la prioridad en descubrimientos realizados. Mapa proyectado en UTM Huso 28-N-Elipsoide WGS-84. Batimetría de EMODNET (www.emodnet-bathymetry.eu)

3. PLAN DE TRABAJO Y TÉCNICAS UTILIZADAS

El plan de trabajo pretende la exploración submarina de los sistemas hidrotermales mediante ROV 6000 en estaciones seleccionadas en base a la exploración y mapeo previos. Se prevé la utilización de las siguientes técnicas.

3.1. “Surveys” con el ROV-6000 Luso

En función de las condiciones meteorológicas, se realizarán inmersiones diarias con el ROV-6000 (**Figuras 3, 4 y 5**). La utilización del ROV Luso permitirá cubrir una gran variedad de objetivos: (1) grabar videos de alta resolución de los fondos marinos; (2) utilización del “microcore” para toma de muestras de tapetes microbianos y de sedimentos y (3) toma de muestras de agua profunda mediante cuatro botellas Niskin, muestras biológicas y muestras de roca y mineralizaciones. Asimismo, el ROV-6000 *Luso* cuenta con sensores en continuo de datos de temperatura, salinidad, turbidez, oxígeno, así como sondas de metano y CO₂. Se prevé el diseño de la instrumentación adecuada para la toma de muestras directa de gases procedentes de burbujeo del fondo marino. Recientemente se ha incorporado una sonda multihaz de alta resolución Wide Band Multibeam Sonar (swath coverage: 5-210°) para la realización de batimetría alta resolución con el ROV Luso.



FIGURA 3: Vistas frontales y laterales de ROV *Luso* durante las maniobras de arriado e izado a bordo del B/O *Sarmiento de Gamboa* en la campaña SUBVENT-2.



FIGURA 4: ROV *Luso*. adar, situación GPS y altímetro, sistema de joystick del ROV y pantallas de control.



FIGURA 5: ROV *Luso*. Sistemas de muestreo del ROV *Luso* utilizados en la campaña EXPLOSEA-2.

3.2. Estaciones estáticas de muestreo: CTD, Botellas Niskin, sacatestigos.

En aquellas estaciones donde se crea conveniente, se prevé realizar tomas de agua y



de las componentes físicas con las sondas multiparámetro CTD (O₂, turbidez), correntímetro LADCP y roseta de botellas Niskin con el objeto de caracterizar la hidroquímica de las posibles emisiones de fluidos que se hayan podido identificar con los sistemas hidroacústicos. En las estaciones de interés con emisiones recientes y sedimentos sin consolidar, se realizará la testificación mediante testigos de pistón y/o gravedad.

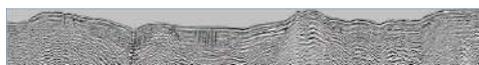
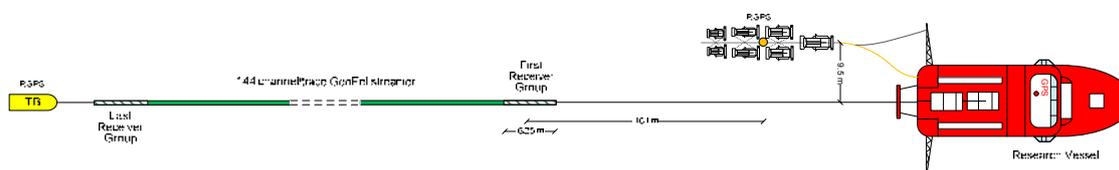
3.3. Perfiles de sismica de alta resolución y sondas compatibles (multihaz, paramétrica y ecosondas hidrográficas)

Se prevé la realización de perfiles de sismica alta resolución multicanal entre los periodos de no inmersión del ROV.

Configuración del sistema de sismica multicanal de alta resolución

La fuente sísmica está compuesta de una sarta de 9 GI Guns II con una capacidad total de 910 pulgadas cúbicas (14.9 L) y la siguiente configuración: 250-150(2)-90(2)-70(2)-45(2). La sarta de cañones a 5 m de profundidad con una presión nominal de 2000 psi (138 bares). El sistema de recepción consiste en un *streamer* digital GEOEEL (44.5 mm de diámetro) compuesto por 56 canales y 7 secciones activas de 50 m de longitud cada una, con una longitud total de 513.4 m. La configuración final del sistema se tratará entre el Equipo de Investigación y el Equipo Técnico.

Durante la adquisición de datos sísmicos con cañones de aire se aplicarán las medidas de mitigación necesarias para minimizar la posible perturbación o daño físico a mamíferos y tortugas marinas. Estas medidas incluirán procedimientos de “soft-start” y realización de controles de vigilancia previos al inicio de los disparos, así como retrasos en la activación de los cañones de aire si se detectan mamíferos marinos dentro de la zona de mitigación de 500 m alrededor de los cañones de aire. Los trabajos de adquisición sísmica se llevarán a cabo con total cumplimiento de las directrices marcadas en el plan de mitigación JNNC (2017).

UTM Seismic Portable System
Methodology - Main devicesUTM
UNIDAD DE TECNOLOGÍA MARINAGeneral Plan View.
CSIC-Sarmiento's deck chart.**FIGURA 5:** Sistema de adquisición de sismica multicanal de alta resolución.

4. DIARIO DE TRABAJO

La secuencia de tareas y técnicas en cada uno de los objetivos marcados se describe a continuación, con los siguientes horarios estimados, tareas y personal involucrado:

- 8-9h: “*Briefing*” previos a la inmersión del ROV-6000 en el puente del B/O *Sarmiento de Gamboa* entre el Jefe Científico, Capitán del Buque y Jefe Técnico de la UTM y pilotos del ROV para estudiar las características de velocidad, rumbo y profundidad de la ruta de exploración teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas.
- 8h-18h: Arriado de ROV e inicio de ruta de exploración con el ROV-6000 (**Figuras 3, 4 y 5**).
- 18h-20h: En caso de detectar emisiones se realizarán estaciones estáticas con roseta de botellas Niskin/CTD y/o muestreo mediante testigo de pistón o gravedad.
- 18h-8h: Arriado del sistema de sismica de alta resolución (**Figura 5**) y adquisición con sistemas acústicos compatibles (ecosonda paramétrica Chirp ATLAS PARASOUND-35, ecosonda multihaz ATLAS HYDROSWEEP DS y ecosondas Konsberg EK60 y EA600).

5. PLAN DE CONTINGENCIA

El equipo científico-técnico cuenta con una gran experiencia en la realización de campañas oceanográficas, así como un gran conocimiento de las áreas objeto de estudio, derivado de la realización de proyectos anteriores en la región de Macaronesia y la dorsal atlántica, tal y como se expone en la Memoria Científico Técnica del Proyecto, y en los CVs de los miembros del equipo de investigación y de trabajo. Esta experiencia facilitará el planteamiento de diversas alternativas posibles para el desarrollo de trabajos. Durante la campaña el plan de contingencia dará respuesta fundamentalmente a las siguientes circunstancias que pueden sobrevenir: 1) Condiciones climatológicas adversas para la realización de los trabajos en determinadas zonas 2) Condiciones climatológicas adversas para la utilización de determinados equipos; 3) Operatividad de los equipos.

En el Plan de Campaña se solicita los meses de junio-julio-agosto como mejor época del año para trabajar en la zona. No obstante, en caso de climatología adversa y teniendo en cuenta las diferentes áreas de estudio definidas en la Figura 2, se puede optar por zonas de trabajo al abrigo de los vientos dominantes. La utilización del equipo ROV 6000 (Luso) exige unas condiciones de viento y oleaje muy estrictas durante la ventana de trabajo. En caso de que no fuera posible su utilización, y a la espera de una mejora en las condiciones climatológicas, se podría pasar a la obtención de perfiles sísmicos multicanal de alta resolución o la adquisición de muestras con testigo de gravedad o de muestras de agua con la Roseta de botellas Niskin y de datos de la columna de agua con las sondas multiparámetro, que requieren unas condiciones meteorológicas menos exigentes. La utilización de estos equipos alternativos no implicaría una pérdida en la adquisición de datos en el área de estudio. En caso de fallos en la operatividad de algún equipo, se procedería de la misma manera a la adquisición de datos con diferentes técnicas.

6. EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES UTILIZADAS

- Termosalinógrafo.
- GPS diferencial activo.
- ROV 6000 (LUSO)
- Sistema de sísmica multicanal de alta resolución.
- Ecosonda multihaz ATLAS Hydrosweep.
- Ecosonda paramétrica ATLAS.
- Ecosonda monohaz EA600.
- Ecosonda multifrecuencia EK60
- Perfilador de velocidad del sonido SVP+, sondas batitermógrafas XBTs
- Sacatestigo de gravedad (lanzas 3 y 5m)
- Posicionamiento submarino HIPAP 452
- Roseta de 24 botellas Niskin + CTD + LADCP + sondas multiparámetro (O₂, turbidez)
- ADCP
- Posicionamiento submarino HIPAP 452
- Cámara frigorífica (4°C) y congeladores (-20°C y -80°C).
- Campana de extracción de gases para trabajos con líquidos tóxicos



- Lupa binocular para observaciones y fotografía biológicas y geológicas de detalle, y luz fría externa
- Centrífuga para obtención de agua intersticial en los sedimentos
- Agua destilada
- Destilador millipore
- Baño termostático
- Estufa de desecación
- Perfilador de velocidades – SVP+
- Licencia CARIS HIPS & SEEPS

7. ORGANISMOS PARTICIPANTES

1) Investigadores.

Se prevé la participación de investigadores de los siguientes organismos:

- Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- EMEPC, Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (Portugal).
- Universidad Complutense de Madrid (UCM).
- Instituto Hidrográfico de la Marina
- Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER-INVOLCAN), Canarias
- Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN)
- Centro de Biodiversidad y Gestión Medioambiental (BIOGES), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
- Centro OKEANOS (Azores)

2) Pilotos del ROV-6000 Luso:

- Antonio Calado (EMEPC, Portugal)
- Andreia Afonso (EMEPC, Portugal)
- Miguel Souto (EMEPC, Portugal)
- Renato Bettencourt (Centro OKEANOS de Azores y EMEPC Portugal)
- Bruno Ramos (EMEPC, Portugal)

8. OBSERVADORES DE MAMÍFERO MARINOS

En la campaña se contará la presencia de una Observador de Mamíferos Marinos (Marine Mammal Observer, MMO) para implementar las medidas de mitigación durante la adquisición de sísmica de alta resolución conforme al protocolo de la JNCC 2017. Dicho protocolo ha sido aplicado en campañas anteriores a bordo del B/O Sarmiento de Gamboa y puede verse en Somoza et al. (2020). En este sentido, se contará con un experto en cetos de la Universidad de La Laguna, para realizar un estudio científico en detalle del comportamiento de estos mamíferos marinos.

9. REFERENCIAS CIENTIFICO-TÉCNICAS RELEVANTES:

- González, F.J., Rincón-Tomás, B., Somoza, L., Santofimia, E., Medialdea, T., Madureira, P., López-Pamo, E., Hein, J.R., Marino, E., de Ignacio, C., Reyes, J., Hoppert, M., Reitner, J. (2020). Low-temperature, shallow-water hydrothermal vent mineralization following the recent submarine eruption of Tagoro volcano (El Hierro, Canary Islands). *MARINE GEOLOGY*, 430, doi.org/10.1016/j.margeo.2020.106333
- Medialdea, T., Somoza, L., González, F.J., Vázquez, J.T., de Ignacio, C., Sumino, H., Sánchez-Guillamón, O., Orihashi, Y., León, R. and Palomino, D. (2017). Evidence of a modern deep-water magmatic hydrothermal system in the Canary Basin (Eastern Central Atlantic Ocean). *GEOCHEMISTRY, GEOPHYSICS, GEOSYSTEMS* 18 (8): 3138-3164.
- Somoza L., Vázquez, J.T., Rengel, J.A., Medialdea, T., León, R., Fernández-Salas, L.M., González, F.J., Palomino, D., Pérez, L., Alonso, V., Delgado, S., García, J.M., García, M., González Hernández, P., González Graullera, P., Jiménez, B., Luengo, J., Martín, D., Muñoz, M., Pellicer, E., Sánchez, O., Tornell, A. (2011). Campaña GAROÉ HE-148. Ampliación de la Plataforma Continental de España al Oeste de las Islas Canarias. *Bio Hespérides* 2-31 Agosto 2010. Informes Técnicos – IGME, nº 4, 74 pp.
- Somoza L., Vázquez, J.T., Campos, A., Afonso A., Calado, A, Fernández Puga, M.C, González, F.J., Fernández-Salas L.M., Ferreira, M., Sánchez-Guillamón, O., López-Pamo, E., Lourenço N., Luque V., Mamouni, A., Medialdea T., Madureira, P., Palomino, D., Rincón, B., Roque, C., Paulo Santos, R., Toyos, M. (2014). INFORME CIENTÍFICO-TÉCNICO Campaña SUBVENT-2. SARMIENTO DE GAMBOA.
- Somoza, L., González, F.J., Barker, S.J., Madureira, P.; Medialdea, T., de Ignacio, C., Lourenço, N., León, R., Vázquez, J.T., Palomino, D. (2017). Evolution of submarine eruptive activity during the 2011-2012 El Hierro event as documented by hydroacoustic images and remotely operated vehicle observations. *GEOCHEMISTRY, GEOPHYSICS, GEOSYSTEMS* 18 (8): 3109-3137.
- Somoza, L., Medialdea, T., González, F.J., Calado, A., Afonso, A., Albuquerque, M., Asensio-Ramos, M., Bettencourt, R., Blasco, I, Candón, J.A., Carreiro-Silva, M., Cid, C., De Ignacio, C., López-Pamo, E., Machancoses, S., Ramos, B., Ribeiro, L.P., Rincón-Tomás, B., Santofimia, E, Souto, M., Tojeira, I., Viegas, C. and Madureira P. (2020). Multidisciplinary Scientific Cruise to the Northern Mid-Atlantic Ridge and Azores Archipelago. *FRONTIERS IN MARINE SCIENCE*. 7:568035. doi: 10.3389/fmars.2020.568035

ANEXO 1: EXPERIENCIA EN CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS DEL JEFE DE CAMPAÑA

1-Campaña oceanográfica “**UNESCO/IOC Training Through Research Programme**” (**TTR-15**) desarrollada en el Golfo de Cádiz a bordo del BIO ruso *Profesor Logachev*. 18/07/05-05/08/05. Geofísica y toma de muestras. Universidad Estatal de Moscú, Universidad de Aveiro, Southampton Oceanographic Center, Universidad de Bremen, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Rabat y Universidad de Tángier.

2-Campaña oceanográfica **BREOGHAM IGME** desarrollada en el Margen Gallego, Cuenca de la Unión y Alto Meridional de Menez Braz (margen irlandés) a bordo del BIO *Hespérides*. 07/09/05-04/10/05. Geofísica y toma de muestras Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Vigo, Universidad de Cádiz, Universidad de Oviedo, Unidad de Tecnología Marina (CSIC), Instituto Hidrográfico de la Marina, Instituto Español de Oceanografía, Institut Français de Recherche pour l’Exploitation de la Mer, Service Hydrographique et Oceanographique de la Marine (Francia), National Oceanographic Center, Southampton (Reino Unido) y Petroleum Affairs Division (Irlanda).



3. Campaña oceanográfica **MISSION MOUNDFORCE** desarrollada en el Golfo de Cádiz a bordo del BIO francés *L'Atalante*. 23/08/07-09/09/07. Geofísica. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC), UTM (CSIC), Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Cádiz, Universidad Complutense de Madrid.
4. Campaña oceanográfica **MVSEIS-08** desarrollada en el Golfo de Cádiz a bordo del BIO *Hespérides*. 15/05/08-03/06/08. Geofísica y toma de muestras. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Español de Oceanografía, Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC), UTM (CSIC), Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Cádiz y Universidad de Rabat (Marruecos).
5. Campaña Oceanográfica **GAROE-HE148** desarrollada al oeste de las Islas Canarias a bordo del BIO *Hespérides*. 02/08/10-31/08/10. Geofísica. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Hidrográfico de la Marina e Instituto Español de Oceanografía y UTM (CSIC).
6. Campaña Limnográfica **BAIKAL-ICGMS** desarrollada en el lago Baikal (Siberia, Rusia) a bordo de un buque oceanográfico del Instituto Limnológico de Siberia. 07/09/10-08/09/10. Geofísica, testificación y muestreo de gases hidratados. Participantes del X International Conference on Gas in Marine Sediments invitados por La Academia de las Ciencias de Rusia.
7. Campaña oceanográfica **CONTOURIBER-1** desarrollada en el Mar de Alborán y Golfo de Cádiz a bordo del BIO *Sarmiento de Gamboa*. 16/09/10-29/09/10. Geofísica y toma de muestras. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC), UTM (CSIC), Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Cádiz e Instituto Español de Oceanografía.
8. Campaña Oceanográfica **DRAGO** desarrollada al oeste de las Islas Canarias a bordo del BIO *Miguel Oliver*. 06/05/11-05/06/11. Geofísica y toma de muestras. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Hidrográfico de la Marina e Instituto Español de Oceanografía y UTM (CSIC).
9. Campaña oceanográfica **CONTOURIBER-2** desarrollada en el Mar Cantábrico y Cabo Ortegal a bordo del BIO *Sarmiento de Gamboa*. 26/07/11-09/08/11. Geofísica y toma de muestras. Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC), UTM (CSIC), Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Vigo, Instituto Geológico y Minero de España, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Cádiz e Instituto Español de Oceanografía.
10. Campaña Oceanográfica **GAIRE-MAEC** desarrollada al oeste de las Islas Canarias a bordo del BIO *Sarmiento de Gamboa*. 28/11/11-23/12/11. Geofísica. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Hidrográfico de la Marina e Instituto Español de Oceanografía y UTM (CSIC).
11. Campaña Oceanográfica **AMULEY-MAEC** desarrollada al oeste de las Islas Canarias a bordo del BIO *Hespérides*. 02/06/12-20/06/12. Geofísica. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Hidrográfico de la Marina e Instituto Español de Oceanografía y UTM (CSIC).
12. Campaña Oceanográfica **ZEEE 2012** desarrollada en las Islas Canarias a bordo del BIO *Hespérides*. 20/06/12-29/06/12. Geofísica. Instituto Geológico y Minero de España, Real Observatorio de la Armada, Instituto Hidrográfico de la Marina, UTM (CSIC), Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Cádiz, Universidad de Granada, Universidad Católica de Valencia.
13. Campaña Oceanográfica **SCAN 2013** desarrollada en la Antártida (mares de Scotia y Weddell) a bordo del BIO *Hespérides*. 29/01/13-01/03/13. Geofísica y toma de muestras. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC), Instituto Hidrográfico de la Marina, UTM (CSIC), Universidad de Granada, Universidad de Buenos Aires (Argentina) y Universidad de San Juan (Argentina).
14. Campaña Oceanográfica **SUBVENT 1-MAEC** desarrollada al oeste de las Islas Canarias a bordo del BIO *Hespérides*. 20/09/13-25/10/13. Geofísica, oceanografía físico-química y muestreos de rocas, sedimentos y aguas. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Español de Oceanografía, Instituto Hidrográfico de la



Marina, UTM (CSIC), Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Göttingen, Universidad de Cádiz, Universidad Católica de Valencia.

15. Campaña Oceanográfica **SUBVENT 2** desarrollada en el Golfo de Cádiz, Lanzarote, El Hierro y el suroeste de Madeira a bordo del BIO *Sarmiento de Gamboa*. 09/03/14-10/04/14. Geofísica, oceanografía físico-química, ROV y muestreos de rocas, sedimentos y agua. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Español de Oceanografía, Instituto Hidrográfico de la Marina, UTM (CSIC), EMEPC (Portugal), Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Göttingen, Universidad de Cádiz.

16. Campaña Oceanográfica **JC-142** desarrollada al suroeste de las Islas Canarias en el monte submarino Tropic a bordo del R/V James Cook. 29/10/16-08/12/16. Geofísica, oceanografía físico-química, ROV, AUV y muestreos de rocas, sedimentos y aguas. Centro Nacional de Oceanografía de Reino Unido (NOC), British Geological Survey (BGS), Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Sao Paulo (Brasil).

17. Campaña Oceanográfica **VULCANO-II** desarrollada en la isla de La Palma. 22/10/17-24/10/17. Ecosondas, oceanografía físico-química, y muestreos de aguas. Instituto Español de Oceanografía, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de las Palmas, INVOLCAN, Instituto Geográfico Nacional (IGN).

18. Campaña Oceanográfica **EXPLOSEA 1** desarrollada en la Antártida (Islas Shettland del Sur y Bransfield) a bordo del BIO *Hespérides*. 13/02/19-11/03/19. Geofísica, CTD, y toma de muestras de aguas, rocas, sedimentos y videos submarinos. Instituto Geológico y Minero de España Instituto Hidrográfico de la Marina, UTM (CSIC), Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universidad de Las Palmas, EMEPC (Portugal), Universidad de Göttingen (Alemania); ITER, Okean-geologia (Rusia).

19. Campaña Oceanográfica **EXPLOSEA 2** desarrollada en la Dorsal medio-Atlantica y las Islas Azores a bordo del BIO *Sarmiento de Gamboa*. 12/06/19-27/07/19. Geofísica, CTD, ROV y muestreos de rocas, sedimentos y aguas. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Hidrográfico de la Marina, UTM (CSIC), EMEPC (Portugal), ITER, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Göttingen.