



MINISTERIO
DE ASUNTOS EXTERIORES, UNIÓN EUROPEA
Y COOPERACIÓN



Plan de campaña

MAUEC-2025

Adquisición de datos para la presentación ante la ONU para la ampliación de la Plataforma Continental de España en el área de Galicia conforme a la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar

27 mayo - 5 junio 2025

Buque Oceanográfico Sarmiento de Gamboa



Jefe Científico: Prof. Investigación Luis Somoza Losada, Instituto Geológico y Minero de España (CN IGME-CSIC)

Participantes previstos

1. Luis Somoza Losada, Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC)
2. Esther Santofimia, Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC)
3. Ana Belén Lobato, Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC)
4. Silvia Cervel, Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC)
5. Juan Tomás Vázquez Garrido, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC).
6. Desirée Palomino Cantero, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC).
7. Olga Sanchez-Guillamón, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC)
8. Luis Carlos Figueirido, Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM)
9. Angie Palacín Suarez, Servicio Geológico Colombiano (SGC).
10. Gyna Marcela Rincón Ramírez, Servicio Geológico Colombiano (SGC.)
11. Amal El Ayyadi, Universidad Abdelmalek Essaadi, Faculta de Ciencias, Tetuán, Marruecos.
12. Marcos Pazo Arango, Servicio Geológico de Cuba (SGC)
13. Susana Ferreira Duarte dos Santos Gonçalves, EMEPC - Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental. Instituto de Pesca, Mar e Atmosfera IPMA, (Portugal)
14. Jefe Técnico UTM
15. Informático 1 UTM
16. Informático 1 UTM
17. Acústico 1 UTM
18. Sísmica 1 UTM
19. Sísmica 2 UTM
20. Sísmica 3 UTM
21. Sísmica 4 UTM
22. Mecánico cañones 1 UTM
23. Mecánico cañones 2 UTM
24. Mecánico cañones 3 UTM
25. Mecánico cañones 4 UTM

1. Introducción

Con arreglo al artículo 76 de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS, en sus siglas en inglés) aquellos Estados que han ratificado dicha Convención, tienen derecho a trazar sus límites exteriores de la Plataforma Continental más allá de las 200 millas náuticas (límite de la Zona Económica Exclusiva o ZEE) bien hasta las 350 millas náuticas o bien hasta las 100 millas náuticas contadas desde la isobata de 2500 metros (Figura 1). Para ello se necesita proporcionar los suficientes datos morfológicos, geológicos y geofísicos a la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLPC) de las Naciones Unidas, de modo que confirmen el cumplimiento de las reglas y restricciones establecidas en dicho artículo 76 de la Convención (Figura 1).

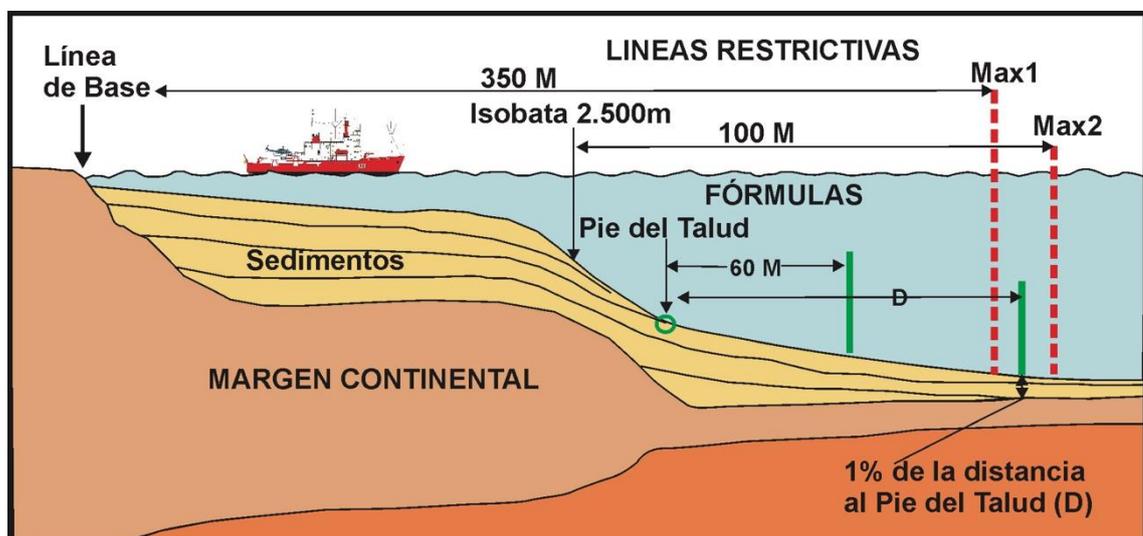


Figura 1. Fórmulas (líneas verdes) y restricciones (líneas rojas) para la ampliación de la Plataforma Continental con arreglo al artículo 76 de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. (SOMOZA & MEDIALDEA, 2017)

Conforme al artículo 77 de la Convención, los Estados que presenten dichas propuestas científicas tendrán derechos de exploración y explotación sobre su Plataforma Continental ampliada (PCA) sobre “los recursos minerales y energéticos del suelo y subsuelo marino y también los recursos marinos vivos, que comprenden las especies animales sedentarias que vivan en constante contacto físico con el fondo del mar o habiten en el subsuelo”.

Desde 2005, España ha presentado tres propuestas científico-técnicas ante la ONU para la ampliación de su Plataforma Continental, en el Mar Cantábrico y Mar Céltico, en Galicia y en las Islas Canarias (SOMOZA *et al.* 2009; SOMOZA & MEDIALDEA, 2017). El grupo científico-técnico que ha elaborado las propuestas de España ha sido coordinado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC) desde sus inicios y ha contado con la participación de personal científico-técnico del Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC) y del Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) del

Ministerio de Defensa. El Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (MAUEC) coordina a través del presidente de la Comisión de Límites con Francia y Portugal y la Asesoría Jurídica Internacional (AJI), las relaciones multilaterales y aspectos jurídicos. La Misión Permanente de España ante las Naciones Unidas en Nueva York coordina las reuniones con la Subcomisión de la CLPC en la División de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar (DOALOS) de la ONU.

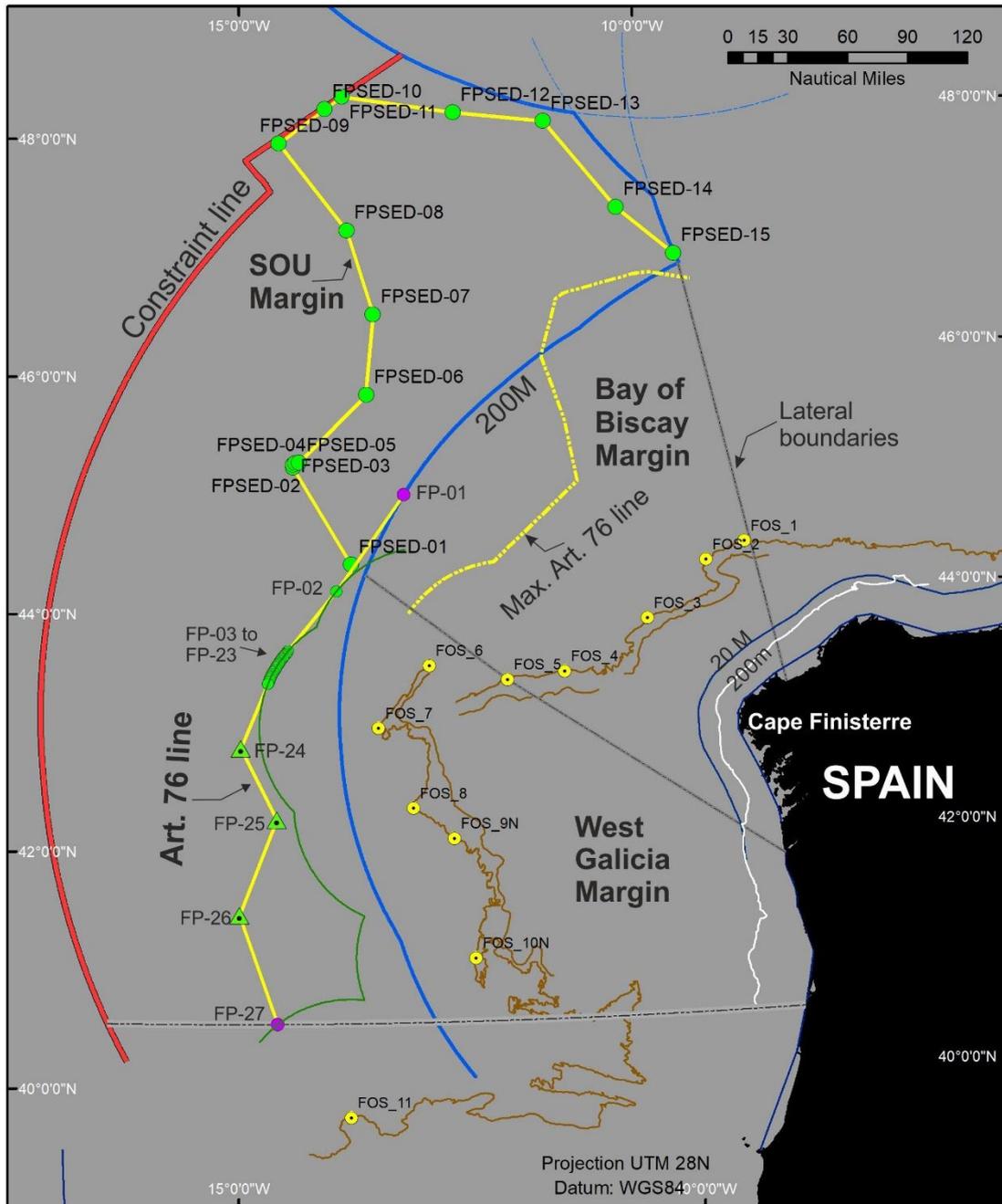


Figura 2. Propuesta de ampliación de la Plataforma Continental de España presentadas ante las Naciones Unidas en la parte norte de la península Ibérica presentada en noviembre de 2024 por la delegación de España.

La primera propuesta de España fue presentada en el 2006 conjuntamente con Francia, Irlanda y Reino Unido entre el Mar Céltico y el noroeste de Galicia. Dicha propuesta, denominada como “FISU” por las iniciales de los estados en inglés (*France, Ireland, Spain y United Kingdom*) y aprobada por Naciones Unidas el día 24 de marzo de 2009, ha supuesto una ampliación de 78 916 km² de soberanía marítima al noroeste de Galicia (Figura 2)

La segunda propuesta de ampliación al oeste de Galicia fue presentada en el 11 de mayo de 2009 ante la ONU. En el 2019 se constituyó la Subcomisión para examinar dicha propuesta. Desde entonces se han realizado siete reuniones presenciales en Nueva York con la CLPC. Con la fórmula de la distancia aprobada hasta el 2023, España se asegura la extensión de más de 20 000 km² al oeste de Galicia.

2. Objetivos

El objetivo de la campaña MAUEC-2025 es el cálculo preciso de velocidades sísmicas mediante sísmica de reflexión en los puntos de aplicación de la fórmula de espesor sedimentario o de Gardiner y que sirven para extender la Plataforma Continental de España más allá de las 200 millas náuticas al Oeste de Galicia conforme las Directrices Científico-Técnicas de la Comisión de la Plataforma Continental de las Naciones Unidas (CLCS, 1998). Los kilómetros de extensión de la soberanía de las aguas españolas dependen del espesor de las rocas sedimentarias medidas desde el pie del talud continental. El Artículo 76 de la Convención de Naciones sobre el Derecho del Mar permite ampliar hasta los puntos que cumplen con la condición de que el espesor sea el 1% de dicha distancia. De esta manera, espesores de rocas sedimentarias de 2 km permiten ampliar hasta 200 kilómetros contados a partir desde el punto del pie de talud más próximo. De aquí, que las medidas de propagación de velocidades en las rocas sedimentarias deben ser lo más precisa posibles. España ha presentado cuatro puntos Gardiner G1 a G4 en el área al oeste de Galicia.

3. Plan de trabajo

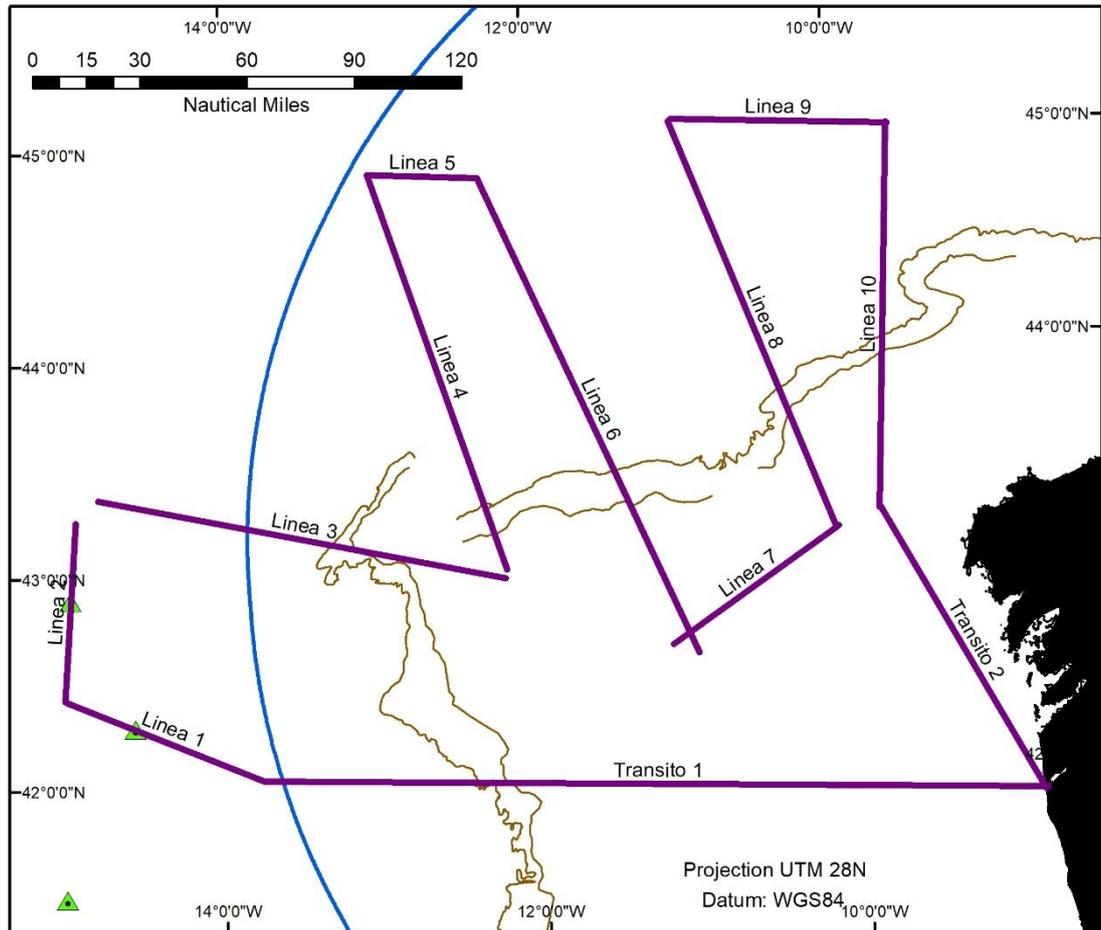


Figura 3. Mapa preliminar con el plan de trabajo y líneas sísmicas de la campaña MAUEC2.

Línea	Millas	Tiempo (h)	Nudos
Tránsito	200	20	10
Despliegue		6	
Línea 1	65	13	5
Línea 2	58	11.6	5
Línea 3	122	24.4	5
Línea 4	118	23.6	5
Línea 5	31	6.2	5
Línea 6	147	29.4	5
Línea 7	56	11.2	5
Línea 8	125	25	5
Línea 9	61	12.2	5
Línea 10	109	21.8	5
Recogida		6	
Tránsito	90	9	10
Total (horas)		219.4	
Total (días)		9.14166667	

NOTA: El diseño de las líneas sísmicas y su longitud podrían variar en función de las consideraciones que se puedan recibir antes de la campaña desde la Subcomisión de la Plataforma de Límites de la ONU en Nueva York a la delegación de España dentro del proceso de la Ampliación de la Plataforma Continental al Oeste de Galicia.

4. Técnicas utilizadas

4.1 Sistema de sísmica multicanal

Se prevé la utilización del sistema de sísmica multicanal compuesto de:

- compresores de aire comprimido,
- una fuente sísmica compuesta de una ristra de cañones de aire y
- un streamer multicanal SENTINEL.

La configuración del sistema remolcado a popa se muestra en el gráfico realizado por el equipo técnico de la UTM.

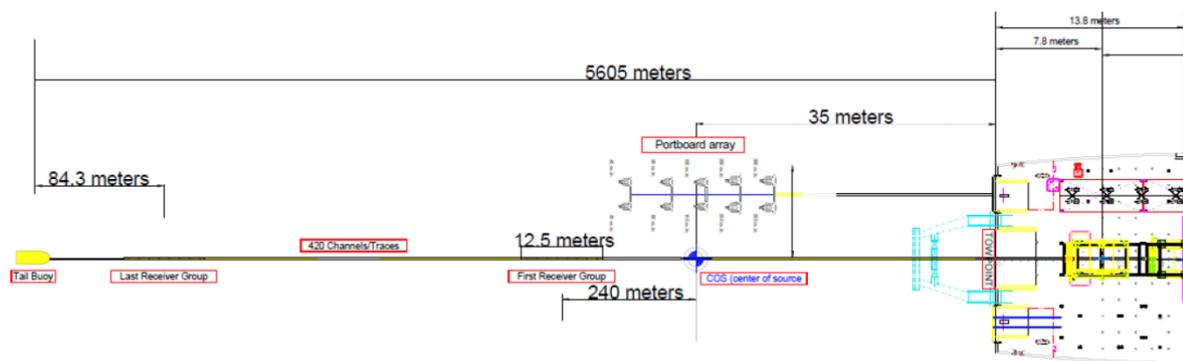


Figura 4: Configuración del sistema de sísmica multicanal. Figura del informe técnico de la UTM-CSIC.

4.1.1. Compresores aire comprimido para sísmica

Actualmente el Sarmiento de Gamboa tiene operativo un compresor montado a bordo: LMF modelo 25/138-207-E50. La capacidad es de 416 m³/h de aire a una presión nominal de 138,2 bares (2000 PSI). Este compresor suministra aire continuamente a unas botellas de volumen fijo, para mantener volumen y presión deseados. Su fiabilidad ha sido comprobada en los más de diez años de utilización de estas instalaciones.

Para sísmica de reflexión multicanal, dado que se intenta optimizar la equidistancia entre disparos consecutivos, el equipo técnico de la UTM ha calculado los tiempos de relleno y purgado según volumen de fuente, optimizándose y aconsejándose que la capacidad de la fuente no supere los 2400 cu.in aproximadamente con un solo compresor y no se dispare a menos distancia de 37,5 metros (cada 3 canales ☒ obteniéndose un “fold” de 70 eventos/registros por CDP). En caso de aumentar la capacidad de la fuente, tendríamos que disparar cada 50 metros (cada 4 canales ☒ obteniéndose un “fold” de 52 eventos/registros por CDP).

NOTA: Cualquier parada del compresor por avería o mantenimiento obliga a la interrupción del levantamiento en las mismas condiciones hasta que no se haya subsanado o finalizado.

4.1.2 Fuente sísmica

Para la generación de una fuente sísmica con la mayor potencia y resolución de la cobertera sedimentaria hasta el basamento, el equipo de sísmica de la UTM-CSIC ha propuesto desplegar una ristra o “array” compuesta por un “string” de cañones con media capacidad. Se han modelizado varias configuraciones, de las cuales se valoran las tres mejores a priori.

Cubicaje total, profundidad de cañones y velocidad de buque en relación con la cadencia de disparo

☒ Opción 1: 2300 cu.in. @ 37,5 m.

☒ Opción 2: 3060 cu.in. @ 50 m.

NOTA: Para el cálculo de la cadencia de disparo, se ha tenido en cuenta una velocidad normal efectiva de sondeo de 4 a 4.5 nudos. Se aconseja no sobrepasar estos límites, pues se ha comprobado que hacerlo genera averías por sobretensiones y estrés en los elementos de tiro.

<p style="text-align: center;">Campaña MAEC-ZEE 2023 AMPLIACIÓN GALICIA B/O Sarmiento de Gamboa Año 2023 UTM-CSIC/IGME (España)</p>	<p>Configuración "array 1" ("fold" = 70): Volumen total: 1 X 2300 cu.in. a 140 bares. Consumo= 1161 m3/h Cadencia de disparo) 16,2 - 18,2 s / cada 37,5 metros Profundidad = 7,5 m</p> <p>Configuración "array 2" ("fold" = 52): Volumen total: 1 X 3060 cu.in. a 140 bares. Consumo= 1158 m3/h Cadencia de disparo) 29.2 s / cada 50 metros Profundidad = 7,5 m</p>	<p>Configuración del streamer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo: Sentinel de SERCEL • Hidrófonos por canal: 8 • Número de canales: 420 • Intervalo de canal: 12.5 metros • Sección activa: 5250 metros • Longitud total: 3605 metros
--	--	---

Para los objetivos de esta campaña se ha estimado que la profundidad de trabajo del streamer sea de 7,5 metros, se considera que es la más recomendable y adecuada pues tiene mayor estabilidad y concentra la energía en un espectro de frecuencias mixto, permitiendo la penetración sin perder resolución. Esta profundidad se logra ajustando la longitud de los cabos que soportan los "gun plates" hasta los flotadores y desde la campana al "chinese finger". Otras profundidades de despliegue factibles para las cámaras propuestas podrían ser 10, 7.5 y 5 metros.

Combinaciones de la ristra de cañones de aire

Basándonos en los resultados de las modelizaciones del equipo técnico de la Unidad de Tecnología Marina (UTM-CSIC), se han propuesto se 3 opciones de combinaciones de los cañones de aire comprimido GGUN-II que actualmente dispone dicha Unidad. Las dos primeras son las que mayor energía acústica total proporcionan mientras que la última proporciona además de una alta energía acústica un poco más de amplitud, así como un mayor radio "primary to bubble" para mejorar la deconvolución y un "bubble period" más largo.

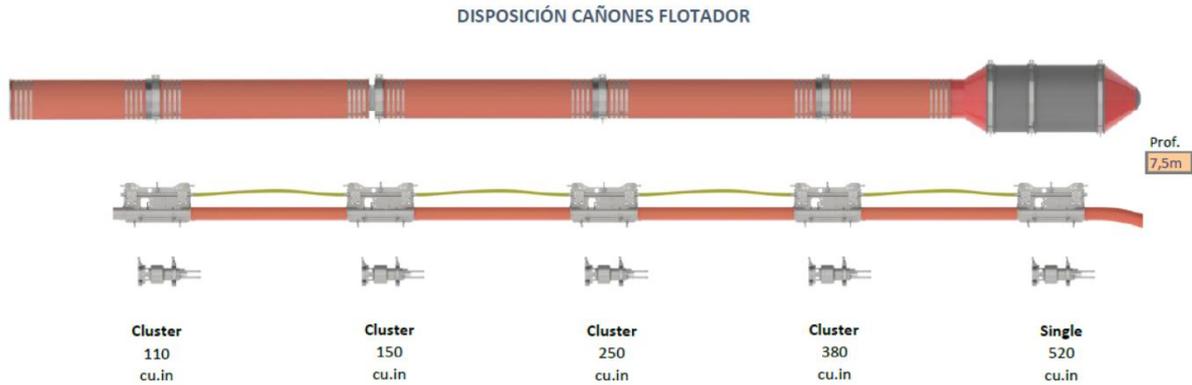
Opción 1. Fuente a 7,5 metros de profundidad con 2300 cu.in. aprox. (disparando cada 37,5 metros):

$$\text{Opcion 1A: } 520 + 380 \times 2 + 250 \times 2 + 150 \times 2 + 110 \times 2 = 2300 \text{ cuin}$$

$$\text{Opción 1B: } 520 + 250 \times 2 + 150 \times 2 + 250 \times 2 + 520 = 2340 \text{ cuin}$$

Opción 2. Fuente a 7,5 metros de profundidad con 3060 cu.in. aprox. (disparando cada 50 metros):

$$380 \times 2 + 520 + 250 \times 2 + 520 + 380 \times 2 = 3060 \text{ cuin}$$

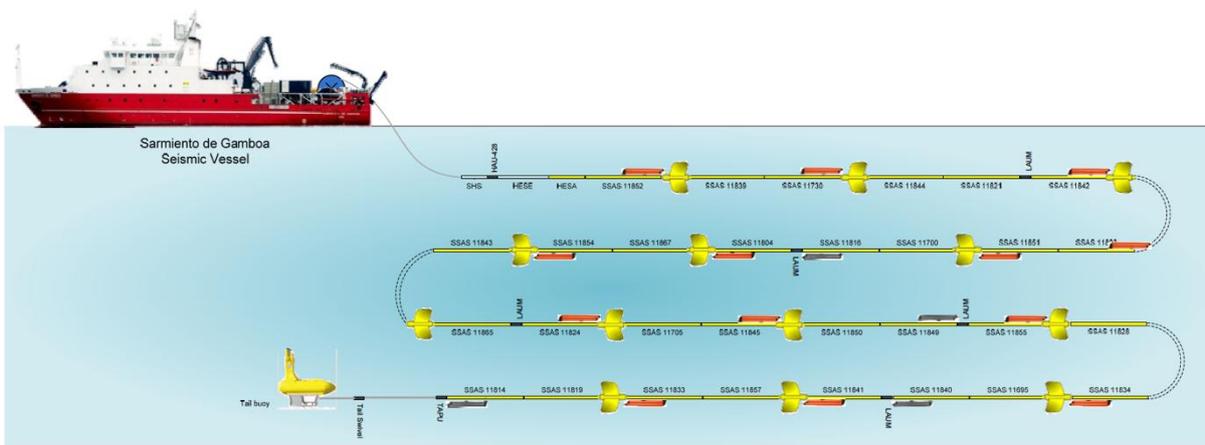


NOTA: La configuración final de la fuente sísmica se analizará entre el Jefe Científico y el Equipo Técnico de la UTM.

4.1.3. Streamer multicanal SENTINEL

Actualmente se cuentan con tres chigres para el despliegue del streamer multicanal SENTINEL en plenas actividades de mantenimiento, reparaciones y preparación de campañas. En uno de los chigres, el de popa más concretamente, falta una de los sistemas electrónicos en la parte más próxima al tambor, crucial para los despliegues, recogidas y testeado durante la preparación previa a las campañas. Este sistema electrónico (HAU-428 de SERCEL) está pedida vía PIP-Armada 2023 y se espera que llegue antes del inicio de la campaña MAEC-ZEE 2023,

El streamer multicanal SENTINEL dispone de 35 secciones para esta campaña, tres de ellas con algún canal con menor sensibilidad, pero operativas igualmente, de forma que se cuenta con una longitud de sección activa de 5250 metros (35 secciones y 420 canales) y una longitud total de streamer de 5605 metros.



Configuración final

La configuración de la Opción 2 (fuente a 7,5 metros de profundidad con 3060 cu.in. aprox. (disparando cada 50 metros) $380 \times 2 + 520 + 250 \times 2 + 520 + 380 \times 2 = 3060 \text{cu.in}$, utilizada en la pasada campaña MAUEC-ZEE 2023 resultó optima por lo que se propone esta opción con la

máxima energía de cañones para identificar los cuerpos magmáticos interdigitados en las cuencas oceánicas.

Respecto a la recepción de sísmica de reflexión multicanal, se propone optimizar la equidistancia entre disparos consecutivos a la infraestructura disponible, optimizando la geometría al máximo de resolución horizontal y aumento de la ratio señal/ruido con un total de sección activa de 5250 metros (35 secciones y 420 canales) y una longitud total de streamer de 5605 metros.

4.2 Sondas

Se prevé la realización de adquisición de datos con la ecosonda paramétrica TOPAS y con la sonda multihaz sincrónicos con la adquisición de sísmica multicanal.

4.2.1. Sonda multihaz ATLAS Hydrosweep DS

Se realizará adquisición de datos con la sonda multihaz ATLAS Hydrosweep DS cuyos datos batimétricos serán procesados a bordo por el equipo del IHM mediante CARIS HIPS.

4.2.2 Sonda paramétrica TOPAS PS18

Se realizará la adquisición de datos de sonda paramétrica de alta resolución TOPAS PS18 sincrónicamente con los perfiles de multicanal. Esto perfiles serán utilizados para la demostración de la continuidad sedimentaria entre los puntos de espesor sedimentario y los puntos del pie del talud conforme a las Directrices Científico- Técnicas de la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLCS, 1998)

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. Esta experiencia facilita 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;
- 2) Condiciones climatológicas adversas para la utilización de determinados equipos;
- 3) Operatividad de los equipos y
- 4) Avistamiento de mamíferos marinos y tortugas.

NOTA: 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).

6. Equipamiento e Instalaciones

- GPS diferencial activo.
- Sistema de sísmica multicanal (compresores, cañones de aire, streamer)
- Ecosonda multihaz ATLAS Hydrosweep DS.
- Ecosonda paramétrica TOPAS PS18
- Ecosonda monohaz EA600.
- Perfilador de velocidad del sonido SVP+, sondas batitermográficas XBTs
- Licencia CARIS HIPS & SIPS

7. Referencias científico-técnicas

CADENAS P., WELFORD, J.K., FERNÁNDEZ-VIEJO, G., DUARTE J.C & SOMOZA, L. (2024). A unique fossilized onset of convergent tectonics along the Iberian magma-poor Atlantic margins. *8th Conjugated Margins Conference*. Lisbon. 27-29 May, 2024. Abstract Book, p. 14.
<https://www.marginsconference2024.com/>

CLCS. (1998). Directrices Científicas y Técnicas Provisionales de la Comisión de Límites de la Plataforma Continental. Convención de la Naciones sobre el Derecho del Mar. CLCS/L.6 4 septiembre de 1998. Español. Original: Inglés.

JNNC (2017). JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical survey. Joint Nature Conservation Committee. Agosto. 2017.

SOMOZA, L., MEDIALDEA, T., LEÓN, R., VÁZQUEZ, J.T., FERNÁNDEZ-SALAS, L.M., RENGEL, J., BOHOYO, F., GONZÁLEZ, F.J., DÍAZ DEL RÍO, V., HERNÁNDEZ-MOLINA, F.J. (2009). Extensión de la Plataforma Continental española en el margen de Galicia con arreglo al artículo 76 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982). En: *Nuevas Contribuciones al Margen Ibérico Atlántico*, Oviedo, pp. 213-216. ISBN-13: 978-84-692-7379-1.

SOMOZA, L., & MEDIALDEA, T. (2017). La ampliación de la plataforma continental en España. En: *A Extensao das plataformas Continentais. Portugal e Espanha, Perspetivas e realidades*. Fronteira do caos Editores, 61-84, ISBN: 978-989-8647-98-6.

SOMOZA, L., MEDIALDEA, T., GONZÁLEZ, F. J., LEÓN, R., PALOMINO, D., RENGEL, J., ... & VÁZQUEZ, J. T. (2019). Morphostructure of the Galicia continental margin and adjacent deep ocean floor: from hyperextended rifted to convergent margin styles. *Marine Geology*, 407, 299-315. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025322718303025>

UTM-CSIC. (2023). PRE- ESTUDIO DE OPERACIONES Y ACTUACIONES DE ESCENARIO SÍSMICOMULTICANAL en el buque SARMIENTO DE GAMBOA para la campaña MAEC-ZEE. Octubre 2023.