

Plataforma de Observación Submarina del Estrecho de Gibraltar

Irene Nadal¹, Simone Sammartino¹, Jesús García Lafuente¹, José C. Sánchez-Garrido¹, Ricardo F. Sánchez-Leal²

¹ Grupo de Oceanografía Física, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos s/n, 29071, Málaga.

² Centro Oceanográfico de Cádiz. Puerto Pesquero, Muelle de Levante s/n, 11006, Cádiz.



V Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar
Universidad de Huelva (5-7 noviembre 2025)



INTRODUCCIÓN

El estrecho de Gibraltar mantiene un flujo de aguas bidireccional, forzado por la evaporación y la pérdida de flotabilidad de las aguas del mar Mediterráneo. Las aguas superficiales del Atlántico que entran en este mar por la superficie aumentan su densidad y se hunden, retornando hacia el Atlántico en profundidad como aguas mediterráneas. El caudal saliente está limitado por la batimetría del estrecho (Figura 1), que, junto con la climatología del Mediterráneo, determina las características de las aguas intermedias y profundas de este mar.

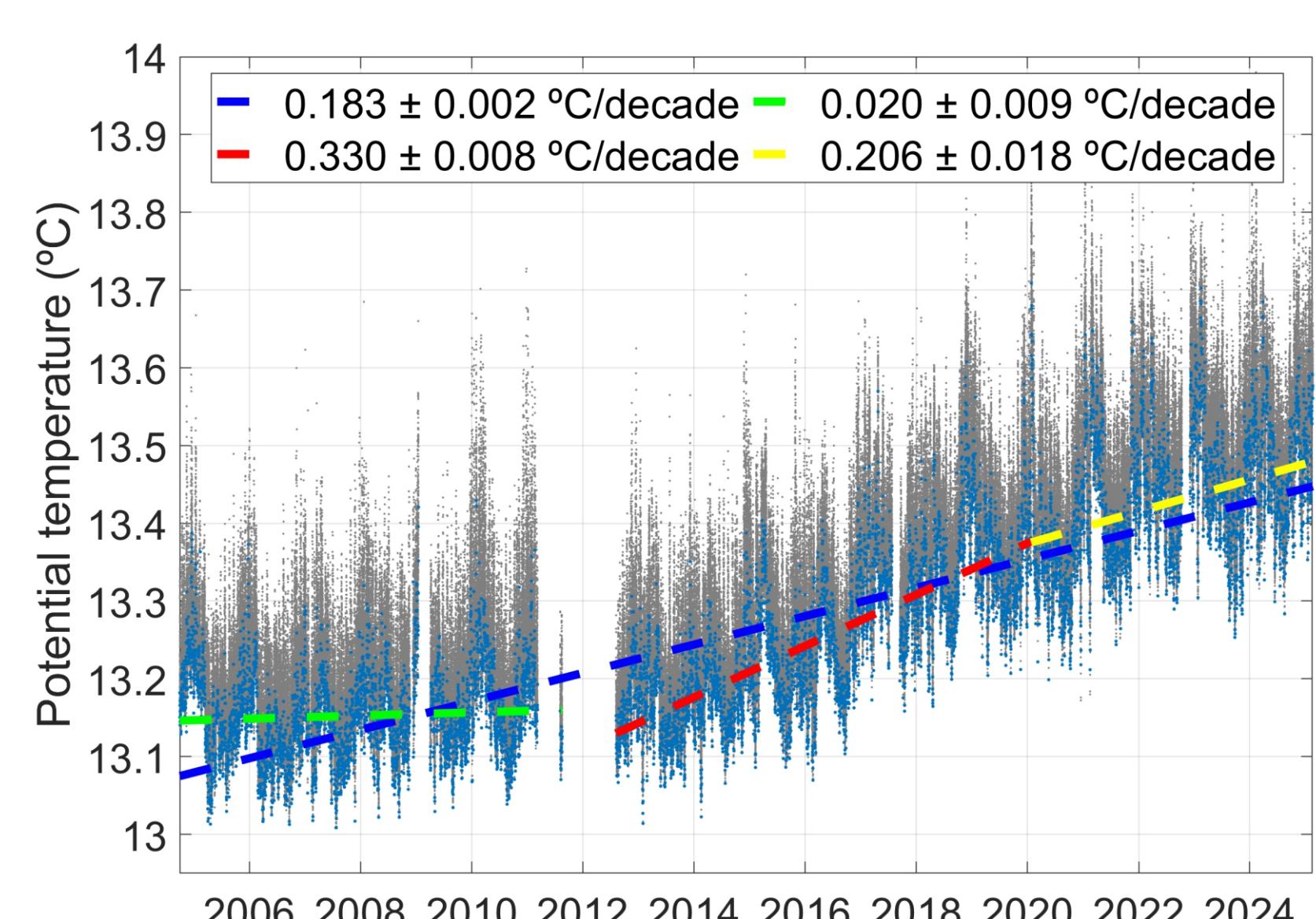


Figura 2. Tendencias de temperatura potencial de las aguas salientes, reflejo del calentamiento del Mediterráneo.

En las últimas décadas se han documentado tendencias en las propiedades hidrográficas del Mediterráneo, corroboradas por observaciones recientes (García Lafuente et al., 2021), que se reflejan en el flujo saliente por el Estrecho de Gibraltar (Figura 2), lo que lo convierte en un punto idóneo para evaluar las consecuencias del cambio climático en la cuenca.

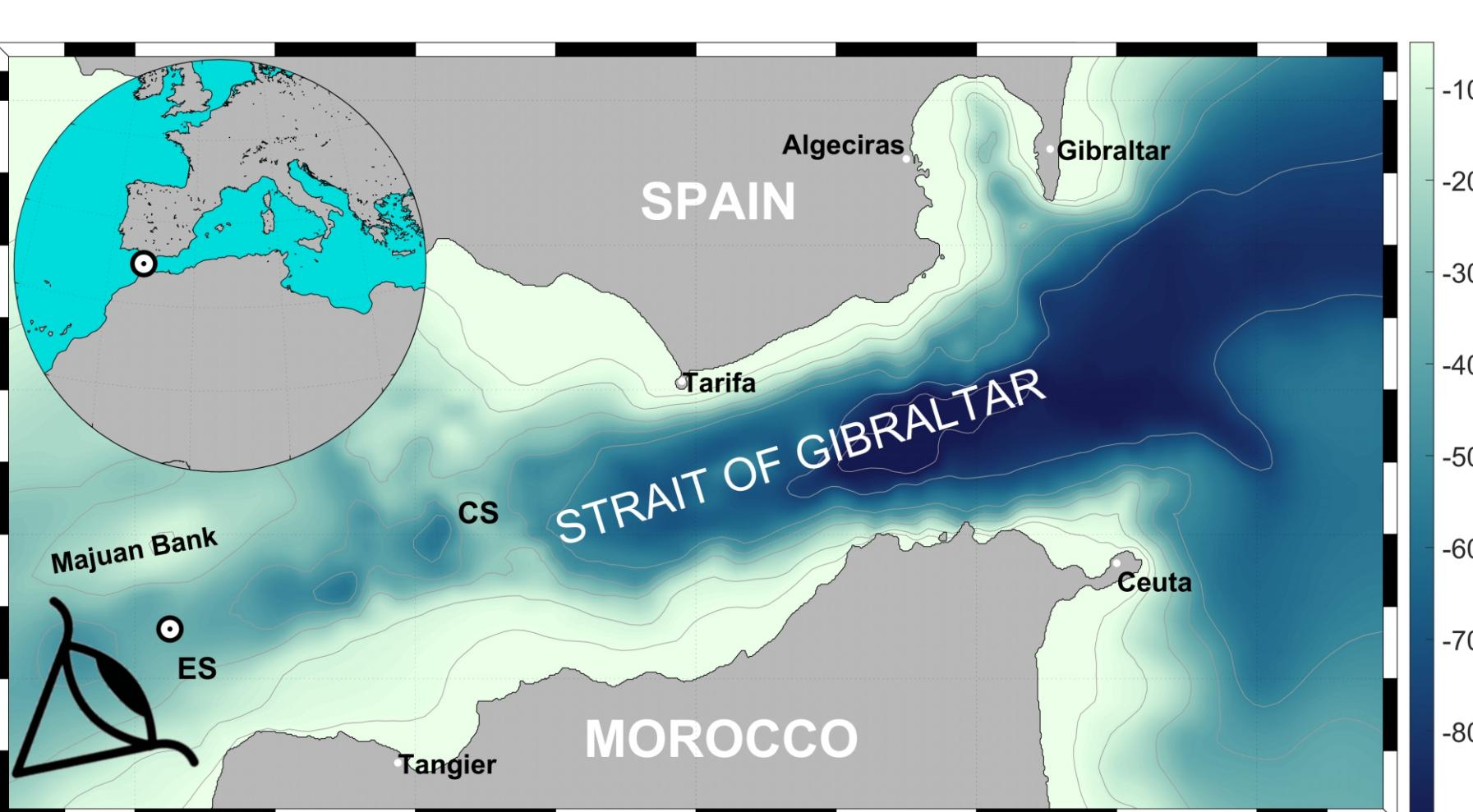


Figura 1. Mapa del Estrecho de Gibraltar indicando las ubicaciones del Umbral de Espartel (ES, "Espartel Sill") y Camarinal (CS, "Camarinal Sill"). Sammartino et al. (2024)

Con esta motivación, el Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA) inició en 2004 un programa de monitorización del flujo mediterráneo saliente por el estrecho de Gibraltar (serie de proyectos INGRES), en colaboración con el Centro Oceanográfico de Cádiz (IEO-CSIC) desde 2013. Este programa continúa en la actualidad dentro de las campañas oceanográficas del proyecto STOCA que el IEO-CSIC lleva a cabo periódicamente en el golfo de Cádiz desde 2010.

¿Quieres saber más sobre INGRES?



¿Quieres saber más sobre STOCA?



LA ESTACIÓN DE MONITORIZACIÓN...

El elemento clave del programa de monitorización es una línea de fondeo instrumentada (Figura 3) ubicada a 360 m de profundidad en el **umbral de Espartel** ("ES" en la Figura 1) escogido por la mayor regularidad del flujo saliente frente al umbral de Camarinal, ("CS" en la Figura 1), donde los fenómenos no lineales asociados a la marea dificultan el análisis de las observaciones.

... Y SU EVOLUCIÓN

Con el paso del tiempo, las mejoras se han centrado en ampliar las variables observadas y en aumentar su resolución (Figura 4). En su configuración actual, incorpora una boya subsuperficial de gran flotabilidad que alberga dos perfiladores de corriente, un CTD para medir las propiedades hidrográficas del flujo saliente, dos sensores biogeoquímicos y un liberador acústico que sujetla la línea al lastre. No obstante, la estructura se ve sometida actualmente a vibraciones e inclinaciones debido al arrastre de la corriente, lo que reduce la calidad de las mediciones y aumenta su incertidumbre.

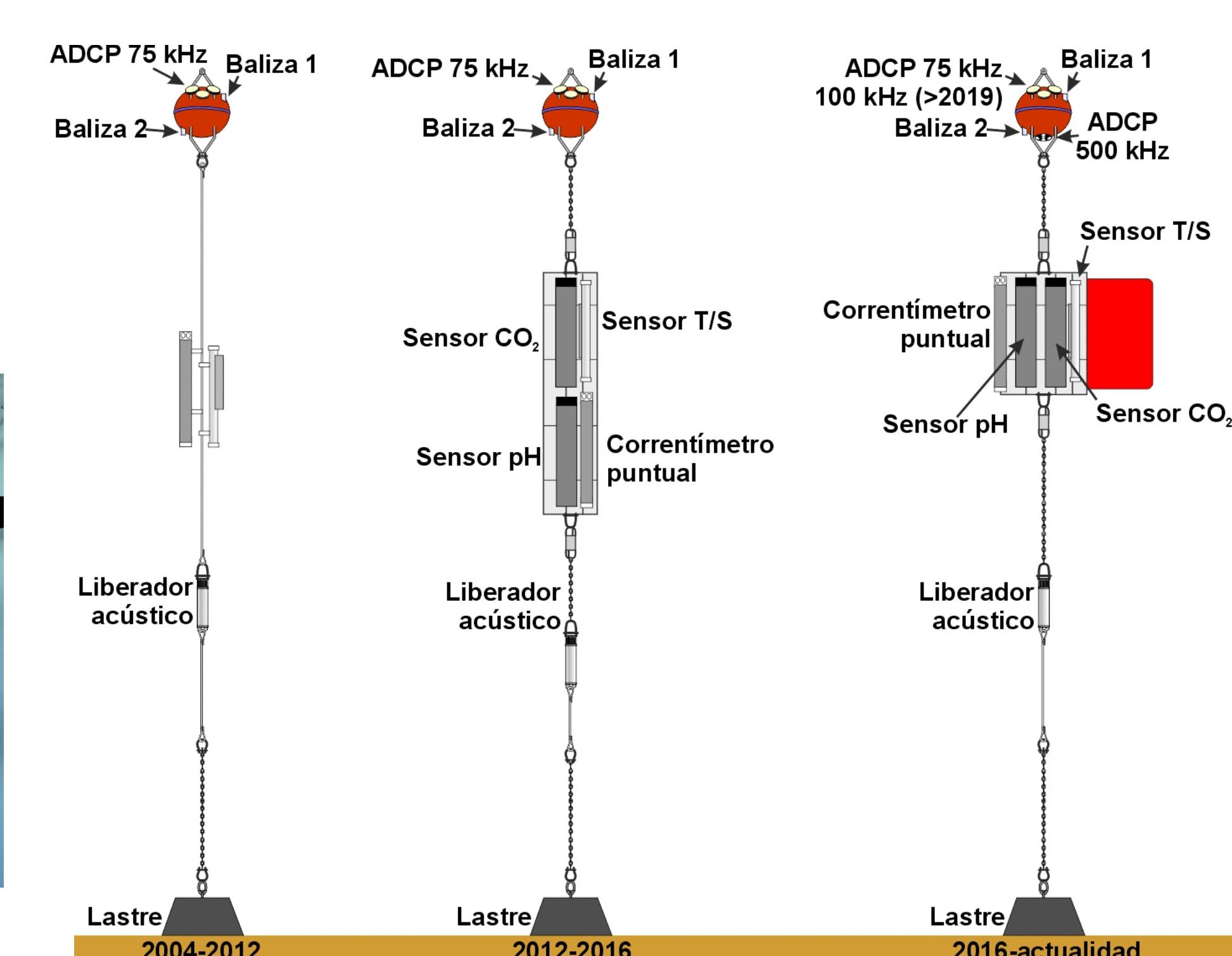


Figura 3. Evolución de la estación de monitorización a lo largo del tiempo.

PLOSEG: PLATAFORMA DE OBSERVACIÓN SUBMARINA DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR

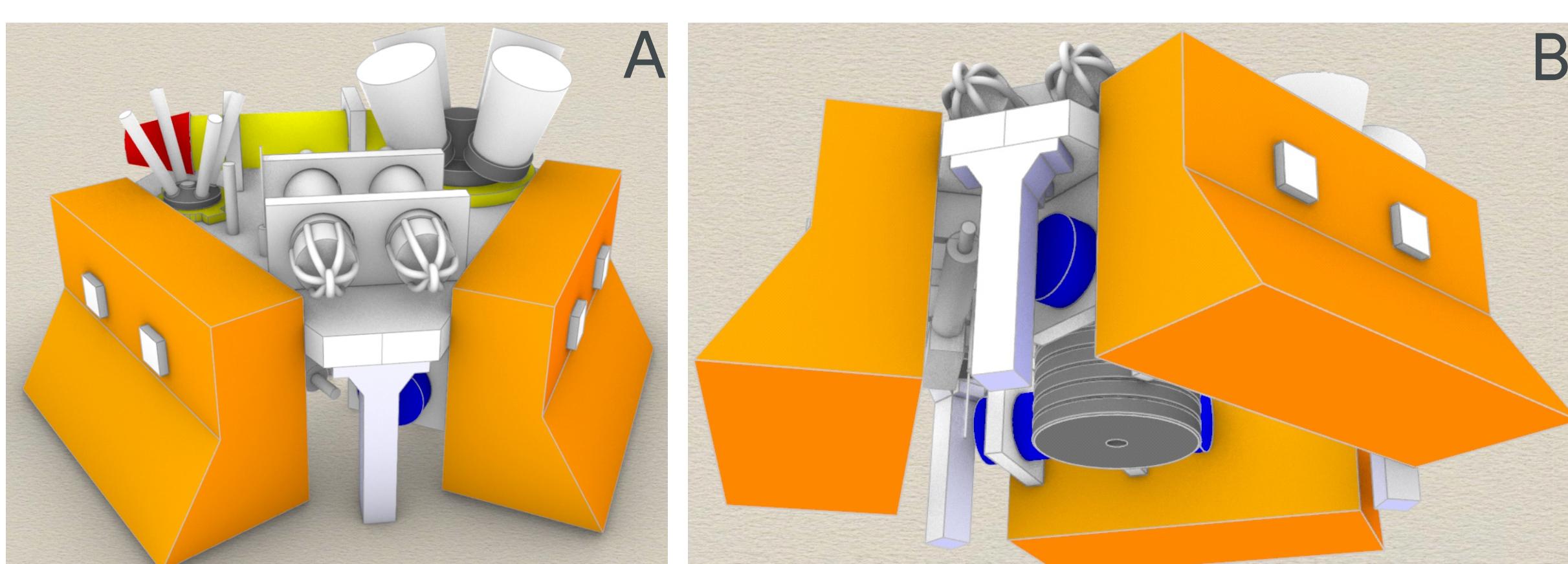


Figura 5. Parte superior (A) e inferior (B) de PLOSEG.

PLOSEG supone un cambio sustancial en la arquitectura de la estación. De una línea de fondeo tradicional se pasa a una estructura tipo "**LANDER**" específicamente diseñada para ser depositada sobre el fondo. La estructura principal se ha fabricado en DELRIN, un polímero de alta densidad, resistente y de fácil mecanizado, y la tornillería es de titanio, lo que asegura alta resistencia a la corrosión. La plataforma aloja la instrumentación en una cara superior expuesta a la columna de agua (Figuras 5A y 6A) y en otra inferior protegida entre las patas y los elementos de flotabilidad (Figuras 5B y 6B).

¡Explora un esquema tridimensional de PLOSEG aquí!

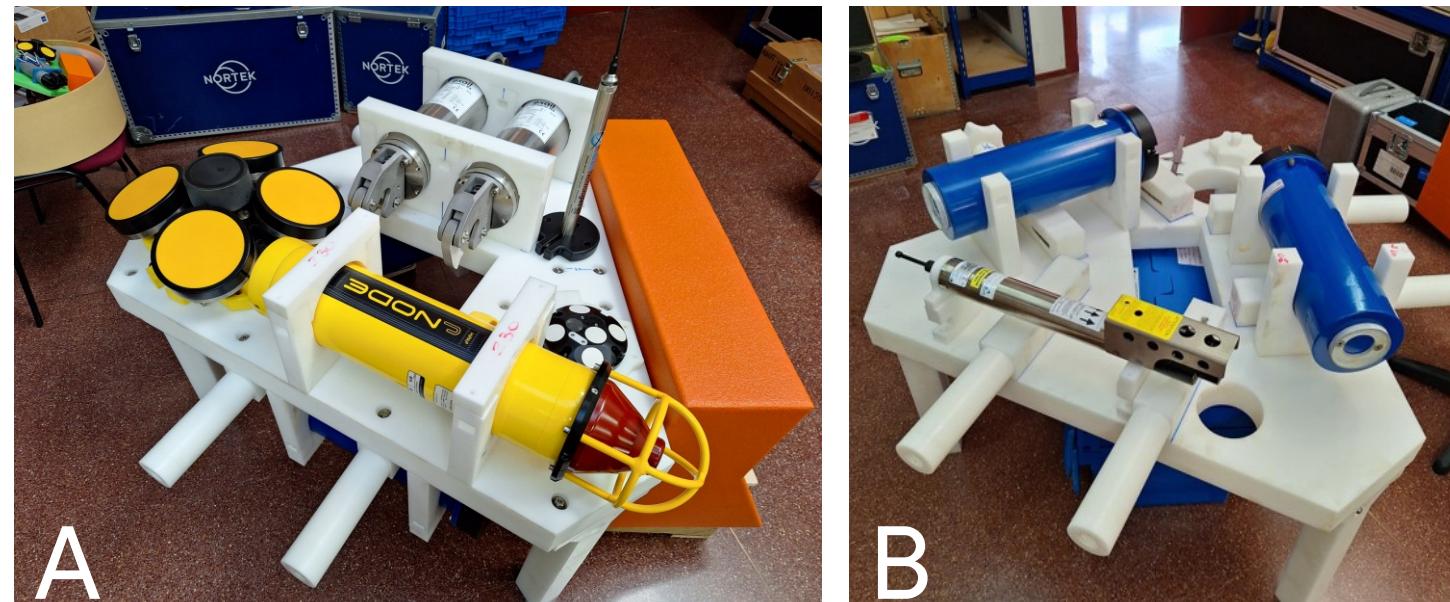


Figura 6. Montaje de la parte superior (A) e inferior (B) de PLOSEG en el laboratorio de GOFIMA.

Se prevé complementar PLOSEG con una segunda línea (Figura 7) para intercomparar los datos producidos por ambas y garantizar la continuidad de las series históricas.

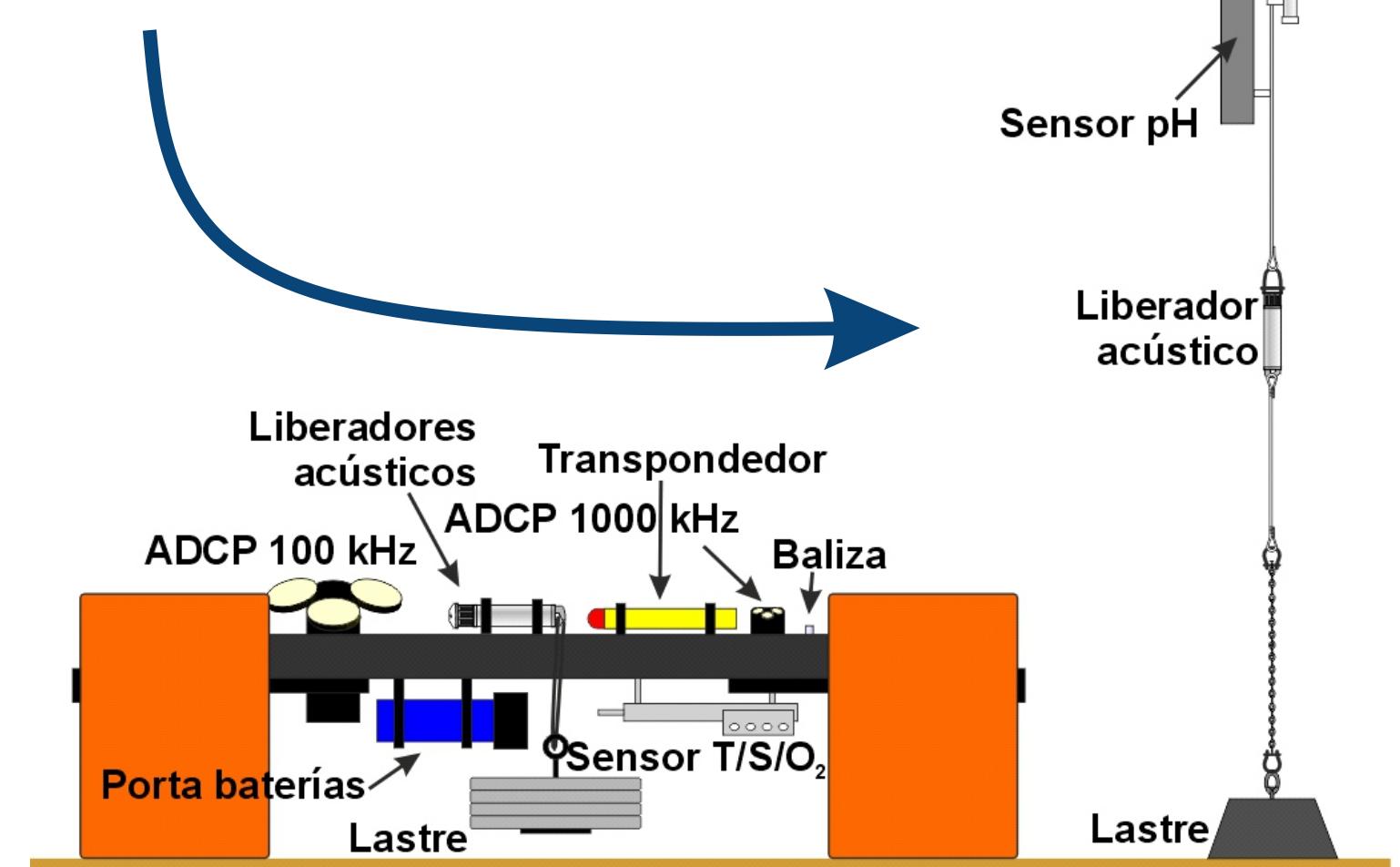


Figura 7. Esquema propuesto de PLOSEG junto con la configuración actual de la línea de fondeo.

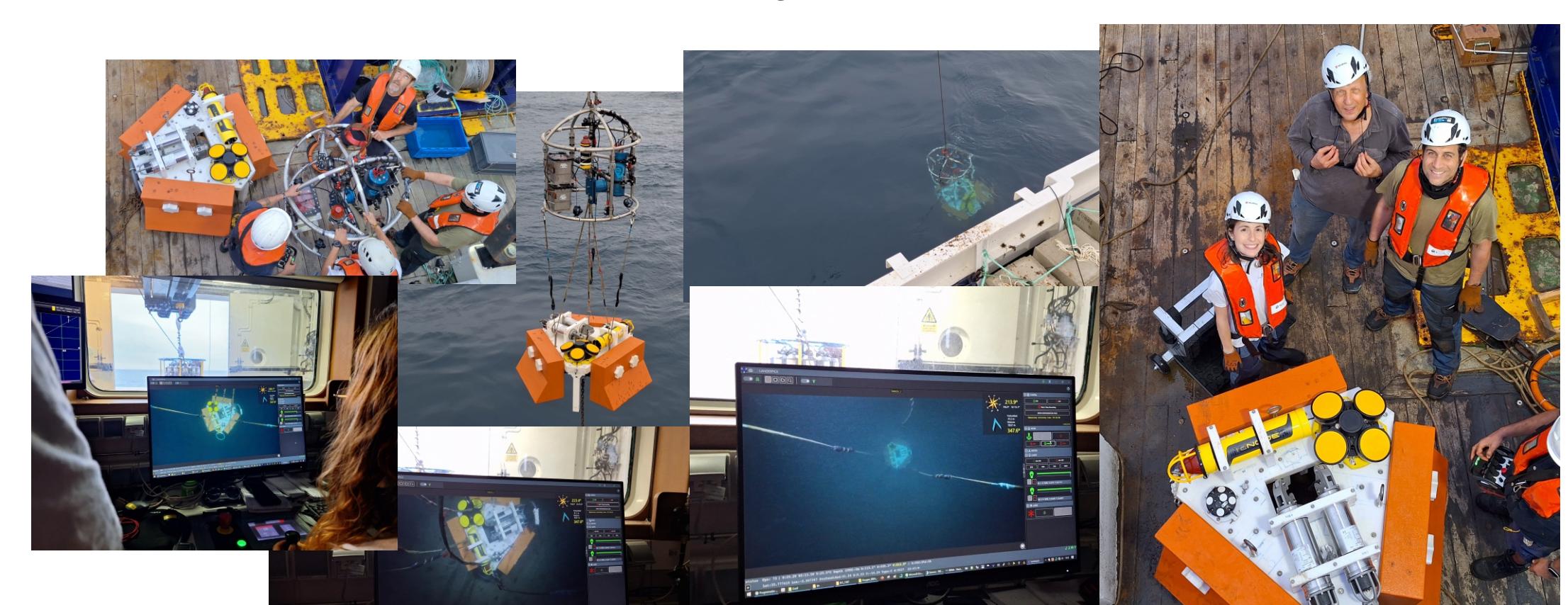


Figura 8. Maniobras de despliegue de PLOSEG mediante el sistema de largado de landers oceanográficos LANDERPICK, permitiendo su descenso controlado hasta el fondo marino.

Frente a la línea de fondeo, PLOSEG ofrece las siguientes ventajas:

- La estructura fija elimina completamente los problemas derivados de la vibración, inclinación y hundimiento de la línea.
- La reducción de la distancia del perfilador de corriente al fondo proporciona una información única de la columna de agua. Su alimentación con baterías dobles externas reduce la frecuencia de mantenimiento de la estación (4-6 meses → 1 año).
- La instalación de un segundo perfilador permite obtener información detallada sobre la dinámica de muy alta frecuencia de la capa de fondo.
- El sensor CTD registra medidas termohalinas de aguas mediterráneas más puras.

REFERENCIAS

García-Lafuente et al. (2021) "Hotter and Weaker Mediterranean Outflow as a Response to Basin-Wide Alterations", *Frontiers in Marine Science*, vol. 8, doi: 10.3389/fmars.2021.613444.

Sammartino et al. (2024) "Coupled echosounder and Doppler measurements in the Strait of Gibraltar", *Scientific Reports*, vol. 14, doi: 10.1038/s41598-024-82670-7.

Más información sobre el proyecto
PCM-00005 en:



La **instrumentación oceanográfica** de PLOSEG incluye:

- Perfilador de corriente Nortek Signature 100.
- Perfilador de corriente Nortek Signature 1000.
- CT Sea-Bird SBE37SMP-ODO.
- Liberadores acústicos en tandem iXBlue R5.
- Balizas de geolocalización satelital Xeos XMA 11k.
- Transpondedor acústico Kongsberg cNode MIDL.

En junio de 2025 (STOCA202506) se realizaron con éxito pruebas a poca profundidad para testear el despliegue y la recuperación del PLOSEG (Figura 8). ¡Se prevé que su despliegue definitivo se lleve a cabo en diciembre de este año!

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente al Centro Oceanográfico de Gijón (IEO-CSIC) la cesión del equipo LanderPick necesario para las maniobras de despliegue y recuperación de PLOSEG, a Ana Aldarias, del Centro Oceanográfico de Cádiz (IEO-CSIC), por su operación del equipo, y a la tripulación del B/O Ángeles Alvariño, en el que se realizaron las maniobras.

Proyecto PCM-00005 financiado con recursos procedentes del Fondo de Recuperación «Next Generation EU» a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y cofinanciado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación de la Administración de la Junta de Andalucía.