Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Marco de Actuaciones Prioritarias para Recuperar el Mar Menor

PROYECTO BELICH: SEGUIMIENTO, ESTUDIO Y MODELIZACIÓN DEL ESTADO DEL MAR MENOR

Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC)

Informe de actualización de resultados del programa de seguimiento del estado del Mar Menor (febrero 2025)

NOTA: Los datos presentados y su interpretación deben ponerse en el contexto de informes anteriores disponibles en la página web del IEO-CSIC (http://www.ieo.es/es_ES/web/ieo/mar-menor). Queda absolutamente prohibida la publicación de los datos contenidos en este informe sin el consentimiento previo de los autores y del IEO-CSIC.

CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas

BELICH Monitorización, estudio y modelización del Mar Menor

Fuentes de Financiación:

- Proyecto DMMEM. IEO-CSIC.
- Proyecto BELICH, IEO-CSIC: Marco de Actuaciones Prioritarias para recuperar el Mar Menor. Sub-Actuación 8.1. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD).
- Proyecto THINKING AZUL. IEO-CSIC.

Este informe debe citarse de la siguiente forma:

IEO-CSIC (2025). Informe de actualización de resultados del programa de seguimiento del Mar Menor (febrero 2025). Proyecto BELICH: Monitorización, Estudio y Modelización del Mar Menor (MAPMM-MITECO). IEO-CSIC.

https://belich.ieo.csic.es/publicaciones/

Contenido

Tabla de contenido

1. Resumen y conclusiones 5
2. Antecedentes y objeto del informe 7
3. Marco de trabajo 8
3.1. Variables de estudio 8
3.2. Fuentes de datos 10
3.2.1. Estaciones de monitorización 11
3.2.3. Datos satelitales 12
3.2.4. Sensores de luz PAR 13
4. Resultados 13
4.1. Temperatura 13
4.2. Salinidad 18
4.3. Concentración de la clorofila-a 22
4.3.1 Clorofila muestreos *in situ* y sistema de monitoreo continuo 22
4.3. Clorofila satelital 30
4.4. Turbidez 33
4.4.1 Análisis satelital de la “mancha blanca” 40
4.5. Oxígeno 42
4.6. pH 46
4.7. Potencial redox 50
5. Bibliografía 51
6. Listado de abreviaturas 53
7. Anexos 54
7.1. Anexo I: Estaciones de monitorización BELICH 54
7.2. Anexo I: Metodología 56
7.1.1. Temperatura 56
7.1.2. Clorofila-a 57
7.1.3. Turbidez 58

7..4. Oxígeno disuelto 58
7.1.5. pH 59
7.1.6. Nutrientes 59
7.1.7. Potencial Redox 60
7.1.8. Comunidades microbianas y de fitoplancton 60
7.1.9. Comunidades de zooplancton 60
7.1.10. Comunidades de macrófitos bentónicos 61
7.3. Anexo III: Perfiles CTD 61
7.3.1. Temperatura 61
7.3.2. Salinidad 67
7.3.3. Saturación de O2 73
7.3.4. Concentración de O2 80
7.3.5. Turbidez 86
7.3.6. pH 92
7.3.7. Luz PAR 98
7.3.8. Clorofila 105

1. Resumen y conclusiones

El propósito de este informe es la actualización del progreso de las actividades del proyecto BELICH y de las variables indicadoras del estado del Mar Menor. Para ello se presentan las novedades más destacadas respecto al último informe de diciembre de 2024, que se resumen a continuación:

- El sistema de monitorización del proyecto BELICH fue implementado a finales de enero de 2025. El presente informe presenta los primeros datos registrados desde su instalación en 2025, evidenciando la eficiencia y el alto valor informativo que este sistema proporcionará en delante de forma continuada para el análisis y seguimiento del estado del ecosistema lagunar (Apartado 3.2.2).

- La temperatura de la laguna ha llegado a sus valores mínimos en enero de 2025 (12,1°C). A partir de febrero, se espera que la temperatura del agua aumente, siguiendo su ciclo estacional característico (Apartado 4.1). Se mantiene la tendencia de calentamiento a largo plazo observado en la laguna, en base al análisis estandarizado de series temporales decadales.

- La salinidad evoluciona siguiendo el patrón estacional anual típico, con un aumento progresivo hasta otoño y su posterior descenso. La tendencia de disminución de la intensidad de precipitaciones observada durante los últimos años se ha reflejado en una clara tendencia plurianual de aumento de esta variable hacia valores anteriores al periodo 2019-2020 caracterizado por la sucesión de DANAs de alta intensidad que causaron una drástica reducción de la salinidad en la laguna. Sin embargo, las lluvias durante los primeros meses de 2025 han causado una leve caída en la salinidad de la laguna, en comparación con la misma época en invierno de 2024, lo que ha provocado que esta descienda a valores de 43 (Apartado 4.2).

- Los valores de clorofila se han mantenido relativamente estables durante 2024 (1,0-2,0 mg/m^3). Sin embargo, la excepción ha ocurrido en la estación M, ya que ha registrado valores superiores al resto de estaciones de muestreo con diferentes picos en 2024; el último de ellos con valores de 2,6 mg/m^3 de clorofila a principios de octubre (Apartado 4.3.1). En el resto de la laguna (estaciones A, B y C) la concentración media de esta variable mostró un leve salto a concentraciones superiores a 1 mg/m^3 a partir del mes de junio, y que se ha mantenido hasta finales de año. Sin embargo, a comienzos de 2025, estos valores descendieron nuevamente por debajo de 1 mg/m^3. Los mapas de clorofila satelital (Apartado 4.3.2) reflejan bien las variaciones espacio-temporales descritas para las estaciones de muestreo A, B, C y M, así como otros patrones espaciales asociados a gradientes ambientales característicos de la laguna (oeste-este, norte-sur). El análisis de imágenes satelitales correspondientes a enero y febrero de 2025 indica una disminución de la concentración de clorofila en la zona conocida como "mancha blanca",

acompañada de una reducción en la turbidez. En contraste, las concentraciones más elevadas de clorofila durante este periodo se localizaron en el noroeste de la laguna, cerca de la línea de costa.

- En la estación M se han registrado niveles elevados de turbidez, pero los episodios de precipitación ocurridos a partir de noviembre han contribuido a una disminución de la turbidez en la zona conocida como la "mancha blanca". Asimismo, en esta estación, la radiación fotosintéticamente activa (PAR) disponible a 4 metros de profundidad (%Io) se ha mantenido por debajo del umbral crítico necesario para el crecimiento de las comunidades de macrófitos (valores inferiores al 5%), especialmente desde mediados de junio hasta finales de 2024, con una recuperación observada a comienzos de 2025. Los niveles de radiación PAR han mostrado una tendencia relativamente constante desde que la estación M fue incorporada al programa de seguimiento; lo que coincide con la práctica ausencia de macrófitos en esta zona de la laguna. No obstante, durante enero y febrero de 2025 se ha observado una recuperación temporal de estos valores. En el resto de la albufera, los niveles de radiación PAR que alcanzan el fondo experimentaron una disminución entre junio y noviembre de 2024, particularmente críticos en la parte central de la laguna (Estación B). A partir de finales de ese año y durante los primeros meses de 2025, se produjo una recuperación, con niveles que volvieron a situarse en valores óptimos por encima de los umbrales críticos para el desarrollo de vegetación sumergida (Apartado 4.4).

- De acuerdo con las variaciones descritas de la clorofila y la turbidez, en los últimos años, dichas variables podrían estar siguiendo patrones de variación estacional, con valores medios más elevados en los meses más cálidos del año (entre primavera y otoño) y valores mínimos en los meses invernales, con aguas más transparentes y con concentraciones más bajas de pigmentos fotosintéticos. Este tipo de patrón de variación estacional sugiere un acoplamiento de estas variables a las variaciones estacionales de luz t temperatura, lo cual no se observaba en los años a continuación de la crisis eutrófica de 2016, cuando la variabilidad temporal de estas variables ha sido extrema e impredecible. Este supuesto cambio podría estar relacionado con la aparente estabilidad del sistema y el paso a un régimen hidrológico más seco, aunque es prematuro y especulativo establecer en estos momentos este tipo de patrones y relaciones. Por otro lado, el seguimiento del fenómeno conocido como mancha blanca mediante análisis satelital nos ha permitido también comprobar que su intensidad y extensión experimenta variaciones estacionales, con valores mínimos durante los meses invernales. Como se ha argumentado en informes anteriores esta estacionalidad parece estar relacionada con la correlación entre e proceso de precipitación de calcita y la temperatura.

- Los niveles de oxígeno han seguido el patrón estacional típico, con una disminución durante el verano y un aumento gradual en otoño e invierno. Los valores registrados indican una buena oxigenación del agua sin indicios ni riesgos de hipoxia o anoxia, incluso en la zona de

blanqueamiento del agua (estación M), donde los valores medios de esta variable son similares a los observados en el resto de la laguna (Apartado 4.5).

- Los valores de pH se han mantenido entre 8,3 y 8,5 en los últimos meses. Además, los valores medios de pH son superiores a los registrados al principio de la serie temporal, lo que mantiene la tendencia general positiva de aumento en todo el periodo de estudio (Apartado 4.6). No obstante, desde finales de 2023 se observa una estabilización de los valores que suaviza la tendencia general observada desde el principio del periodo considerado.

- Respecto a los nutrientes, potencial redox y comunidades de zooplancton continúa el procesado de muestras y no se ha añadido nueva información en este informe, por lo que se mantienen las mismas conclusiones que en los últimos informes, con carácter provisional hasta nueva actualización.

2. Antecedentes y objeto del informe

El presente informe presenta los resultados y avances, de carácter bimestral, del programa de seguimiento científico desarrollado para evaluar el estado del ecosistema marino del Mar Menor. Este programa se puso en marcha en el año 2016 para obtener conocimiento fiable y objetivo sobre el estado y la evolución del Mar Menor a partir del episodio de “sopa verde” ocurrido ese mismo año. Dicho programa de seguimiento se realizó en un principio como parte del proyecto DMMEM, financiado por el IEO-CSIC. Sin embargo, desde enero del año 2023 estas actividades de monitorización están integradas dentro del proyecto BELICH, que está financiado por el Marco de Actuaciones Prioritarias para la Recuperación del Mar Menor (MAPMM) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD).

De manera complementaria a estos programas de seguimiento científico, en octubre de 2022 se instaló una boya piloto de monitorización oceanográfica (a partir de ahora “boya piloto” o SMLG) en el marco del proyecto europeo SMARTLAGOON, que está liderado por la Universitat Politècnica de València (UPV), la Uppsala University y la empresa VIELCA Ingenieros, S.A. (Grant Agreement Nº 101017861). En noviembre de 2024 se ha desinstalado tras la finalización del proyecto SMARTLAGOON. Esta boya ha servido de prueba y aprendizaje para la instalación del sistema de monitorización del proyecto BELICH (Sub-Actuación 8.1 del MAPMM). Esta boya ha sido instalada a finales de enero de 2025 y va a permitir tener un sistema completo de monitoreo continuo en tiempo casi real en 6 estaciones que se describirán en apartados posteriores.

Por otro lado, las tareas que el IEO-CSIC realiza en el ámbito del proyecto THINKING AZUL son complementarias a las realizadas en el proyecto BELICH. El proyecto THINKING AZUL está

financiado por fondos PRTR (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia) del programa de Planes complementarios de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y el MITERD.

A partir de febrero de 2023 el programa de monitorización del proyecto BELICH empezó a reportar resultados y los avances del programa de seguimiento científico desarrollado para evaluar el estado del ecosistema marino del Mar Menor en informes periódicos de carácter bimestral.

De acuerdo con lo expuesto, el presente informe técnico-científico tiene como objetivo la actualización de los datos publicados en el informe previo, mostrando los avances del programa de seguimiento y el estado general de la columna de agua del Mar Menor. Estos informes pueden consultarse en la página web del IEO (http://www.ieo.es/es_ES/web/ieo/mar-menor).

3. Marco de trabajo

3.1. Variables de estudio

En este programa de seguimiento se monitorizan diversas variables físico-químicas necesarias para evaluar el estado general de la columna de agua. Los detalles completos sobre la metodología empleada para medir estas variables, así como otras fuentes de datos utilizadas se encuentran ampliamente descritos en el Anexo I. Cada una de estas variables nos aporta información complementaria sobre el estado ecológico del Mar Menor:

Temperatura (℃): factor clave para la mayoría de los procesos físico-químicos y biológicos que rigen el funcionamiento del ecosistema lagunar. En su estado actual el ecosistema marino del Mar Menor es mucho más vulnerable, tanto a los efectos de los impactos antropogénicos locales, como a los relacionados con el cambio climático, entre ellos el calentamiento global. Por ello no sólo es importante la temperatura en términos absolutos, sino también la intensidad y frecuencia de las olas de calor (Olivier et al., 2021).

Salinidad: del mismo modo que la temperatura, la salinidad es una variable clave para entender la composición y dinámica del ecosistema lagunar, pero también es un indicador del balance hídrico resultante de tres procesos fundamentales: la evaporación, los aportes continentales y el intercambio de agua con el Mediterráneo. La salinidad definida como relación de conductividad no tiene unidades (UNESCO, 1985).

Turbidez: la turbidez (NTU) y el coeficiente de extinción de luz (*Kd*, m^{-1}) son indicadores de la extinción de la luz solar incidente entre la superficie del agua y el fondo (Kirk, 1985). La turbidez se encuentra íntimamente relacionada con la clorofila-*a*, ya que las células fitoplanctónicas absorben luz para la fotosíntesis, contribuyendo al aumento de la turbidez (disminución de la

transparencia). No obstante, esta turbidez depende también de otras variables como las partículas en suspensión, tanto orgánicas como inorgánicas, zooplancton, bacterias, y las denominadas "substancias amarillas" (compuestos orgánicos disueltos coloreados). En consecuencia, la turbidez del agua puede ser el resultado neto de uno o varios procesos que controlan dichas variables (exceso de nutrientes, resuspensión de sedimento por viento y oleaje, aportes terrígenos, procesos de descomposición de la materia orgánica, etc.). Por ello, esta variable también puede ser empleada para controlar la calidad del agua mediante sensores remotos multiespectrales e hiperespectrales (imágenes de satélite).

Oxígeno disuelto (mg/l): la concentración de oxígeno disuelto es un indicador clave del buen funcionamiento del ecosistema lagunar. Su concentración y variación en la columna de agua es el resultado de otras variables y procesos como la temperatura, la hidrodinámica, el intercambio con la atmósfera y, por supuesto, procesos biológicos como la fotosíntesis y la respiración.

pH: indica la acidez o alcalinidad del agua, en base a la actividad de los iones de hidrógeno (H^+) e hidroxilo (OH^-) que contiene. El agua marina es ligeramente alcalina (8,1 - 8,3). El pH es un factor crucial para evaluar la salud de los ecosistemas marinos, ya que influye en sus procesos químicos, utilizándose como indicador de la calidad del agua. La contaminación, ya sea atmosférica o por eutrofización del agua, tiende a aumentar la concentración de materia orgánica cuya mineralización produce CO_2, en especial en el fondo de la columna de agua. El exceso de CO_2 desplaza el equilibrio del sistema tampón de bicarbonato del agua hacia la producción de protones que tienden a disminuir el pH, proceso conocido como acidificación (Doney et al., 2009). Otros procesos biológicos, como la fotosíntesis pueden tener el efecto contrario al aumentar el pH, al igual que los aportes continentales ricos en carbonatos y calcio.

Potencial redox (mV): es una medida de la capacidad de una solución para oxidar o reducir sustancias químicas. Determinar si un ecosistema marino está en un estado oxidativo o reductor resulta crucial para comprender los complejos procesos biogeoquímicos que tienen lugar, sirviendo como un indicador del estado del ecosistema y facilitando la predicción de cambios ambientales. En ambientes típicamente oxidantes esta variable adopta valores positivos entre 0 y +200 mV y en ambientes reductores (hipóxicos o anóxicos) los valores son negativos pudiendo alcanzar valores entre -100 y -200 mV. Es un indicador temprano de procesos de agotamiento de oxígeno como los observados durante algunos episodios de hipoxia registrados en el Mar Menor (Ruiz et al 2020).

Nutrientes (µM): la concentración de nitrógeno y fósforo total (NT y PT), así como la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (nitrito, nitrato, fosfato, silicato, amonio), son factores determinantes para la dinámica de los ecosistemas marinos, especialmente en aguas eutrofizadas como las del Mar Menor, ya que afecta de forma directa a la productividad

fitoplanctónica (Ouaissa et al., 2023). El N y el P pueden estar en forma inorgánica y orgánica, disuelta o particulada. En este programa de seguimiento se miden las formas disueltas, tanto inorgánicas como orgánicas, así como las formas particuladas de forma puntual.

Concentración de la clorofila-*a* (mg/m^3): indicador de la calidad del agua en ecosistemas marinos costeros, especialmente en aguas eutrofizadas como las del Mar Menor (Ouaissa et al., 2023), ya que es un estimador de la biomasa de fitoplancton y por tanto de su productividad. Además, esta variable es clave para explicar las propiedades ópticas de la columna de agua y puede ser empleada para evaluar la calidad del agua mediante sensores remotos multiespectrales e hiperespectrales (imágenes de satélite). Los valores de referencia para los niveles de clorofila-a en el Mar Menor, publicados en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, establecen un umbral de 1,8 µg/L para la clasificación entre los estados "bueno" y "moderado", y de 1,1 µg/L para el límite entre los estados "muy bueno" y "bueno". No obstante, actualmente se está trabajando en la revisión y adaptación de estos umbrales utilizando los datos obtenidos del sistema de monitoreo descrito en este informe, junto con series históricas recopiladas en proyectos previos desarrollados por el Instituto Español de Oceanografía (IEO).

Comunidades microbianas y de fitoplancton: el análisis de las comunidades microbianas y de fitoplancton es fundamental para determinar el estado del ecosistema lagunar y su relación con las variables ambientales que gobiernan su funcionamiento (Ouaissa et al., 2023). El estudio de la composición del fitoplancton es también fundamental para el desarrollo de herramientas basadas en teledetección (satélites y drones).

Comunidades de zooplancton: la composición de las comunidades de mesozooplancton proporciona una visión de la dinámica temporal de la red trófica de la laguna a una escala temporal algo más amplia que el resto del plancton. La biomasa y producción del zooplancton tienen un papel clave en la transferencia de energía, ya que consumen microplancton y son alimento para niveles tróficos superiores como peces o medusas.

Comunidades de macrófitos bentónicos: la distribución, abundancia y composición de las comunidades de macrófitos bentónicos del Mar Menor son indicadores excelentes y muy eficaces para detectar y cuantificar las respuestas tempranas y a largo plazo del ecosistema a los cambios ambientales, no solo en el sentido del deterioro, sino también de su recuperación.

3.2. Fuentes de datos

El origen y el tratamiento de los datos para cada variable de estudio ha ido variando ligeramente a través del transcurso de la serie histórica documentada en función de las herramientas y recursos disponibles en cada momento. Las fuentes de datos empleadas para cada variable en

cada periodo temporal se detallan en el Anexo I. No obstante, estas fuentes se dividen en tres categorías principales: muestreos *in situ*, datos satelitales y sensores de luz PAR.

3.2.1. Estaciones de monitorización

Desde finales de enero de 2025, se ha implementado un sistema de monitorización continua en tiempo casi real. El sistema consta de 6 estaciones, tres de ellas están compuestas por una boya oceanográfica en superficie y un lander en el fondo – coincidentes con las ubicaciones del muestreo in situ A, B y C – dos landers en las golas de El Estacio y Marchamalo, y una última estación en la base militar de San Javier, que complementa el sistema de monitoreo con un mareógrafo y una estación meteorológica (Figura 1). El esquema de las boyas, landers y mareógrafo se puede ver en el Anexo I.

Figura 1: Ubicación de las estaciones de monitorización en tiempo real; A, B, C (est. 1, 2 y 3), Mareógrafo (est. 4), El Estacio (est. 5), y Marchamalo (est. 6). Y de muestreo in situ (A, B, C y M). Mostrada sobre una imagen de satélite Sentinel 2 obtenida el 03/08/2023.3.2.2. Muestreos *in situ*

Desde 2016 se realizan muestreos periódicos para evaluar el estado ecológico del Mar Menor. Originalmente, estos muestreos se realizaban con periodicidad mensual, pero desde la entrada en funcionamiento del proyecto BELICH, en enero de 2023, la frecuencia de muestreo se duplicó y actualmente es quincenal. Además, inicialmente estos muestreos se realizaban en tres estaciones de muestreo (A, B, C), pero en abril de 2023 se agregó una nueva estación situada en el interior de una zona de la laguna, localizada en el centro-oeste, que presenta un aspecto blanquecino de origen desconocido. Esta estación se ha denominado “M” y desde entonces está incluida en todos los análisis junto al resto de estaciones (Figura 1).

3.2.3. Datos satelitales

Los datos satelitales nos brindan la capacidad de generar series temporales que abarcan años previos a la implementación de los programas de seguimiento. Esta información resulta fundamental para proporcionar un contexto completo de la evolución del estado ecológico del Mar Menor a lo largo del tiempo.

Las imágenes satelitales nos permiten analizar la temperatura y la clorofila-*a*. La temperatura se obtiene a través del producto "*Copernicus Mediterranean Sea – High Resolution L4 Sea Surface Temperature Reprocessed 0,05 deg resolution*" disponible desde el servicio de Copernicus (Nardelli et al., 2013).

Hasta la fecha, la concentración superficial de clorofila-*a* en la laguna se obtenía utilizando el producto “*Mediterranean Sea Ocean Colour Plankton MY L4 daily gapfree observations and climatology and monthly observations*" del portal marino de Copernicus (CMEMS). Sin embargo, desde febrero de 2024 se utiliza un algoritmo específico para el Mar Menor que ha sido diseñado a partir del análisis de datos de los satélites y sensores del color del océano (Tabla 1) y datos de clorofila-*a* procedentes de los muestreos *in situ* recopilados en el Mar Menor desde 2016.

Tabla 1: Características de los satélites y sensores analizados hasta agosto de 2023.

Satélite	Sensor	Fecha inicial	Resolución espacial (m)	Número de imágenes con datos válidos
TERRA	MODIS	02-2000	1000	4853
AQUA	MODIS	07-2002	1000	4518

SUOMI-NPP	VIIRS	01-2012	700	3468
NOAA20	VIIRS	12-2017	700	1542
SENTINEL 3A	OLCI	05-2016	300	1022
SENTINEL 3B	OLCI	05-2018	300	724

3.2.4. Sensores de luz PAR

Los sensores PAR (*Photosynthetically Active Radiation*), también conocidos como sensores de radiación fotosintéticamente activa (µmoles x m^{-2} x s^{-1}), son dispositivos utilizados para medir las longitudes de onda correspondientes a la luz visible, que es crucial para los procesos fotosintéticos en las plantas y otros organismos fotosintéticos.

Actualmente, se encuentran instalados de manera permanente dos sensores PAR dentro de la laguna. Uno de ellos está localizado en el punto de muestreo B, a seis metros de profundidad. El segundo, ubicado en la zona de la Encañizada, en el nordeste de la laguna, se encuentra a un metro de profundidad. Estos sensores permiten obtener una serie temporal de alta resolución del coeficiente de extinción de la luz (*Kd*) y compararla con la obtenida en los muestreos periódicos *in situ* con menor resolución temporal.

4. Resultados

En el presente informe, se presentan de manera concisa y detallada los resultados obtenidos tras llevar a cabo el análisis exhaustivo de los datos recopilados. Este estudio se ha centrado en el análisis de las variables mencionadas en el apartado anterior con el fin de proporcionar una visión clara y completa del estado actual del Mar Menor. Los datos de los muestreos *in situ* de septiembre y octubre se muestran desglosados en el Anexo II.

4.1. Temperatura

A partir de los datos de la serie temporal completa de temperaturas medias (media total), medidas *in situ* en las estaciones de muestreo desde 2016 (Figura 2), se observa un patrón estacional normal con un rango de temperaturas medias mínimas en invierno de 10 a 14°C y máximas en verano de 28 a 30°C (Tabla 2). Los datos de la serie temporal indican que las temperaturas de 2024 fueron en general menos cálidas en comparación con las del año anterior (2023), con una diferencia promedio de -0,5°C en invierno, -1,9°C en primavera y -0,3°C en verano

(Tabla 2). Las temperaturas de 2023 fueron las más altas registradas en la serie, mientras que las de 2024 se sitúan dentro de los rangos habituales de años anteriores, aunque en verano se alcanzaron temperaturas máximas muy similares a las del año anterior y la temperatura media de otoño fue superior a lo registrado en los últimos 5 años (19,5°C; Tabla 2).

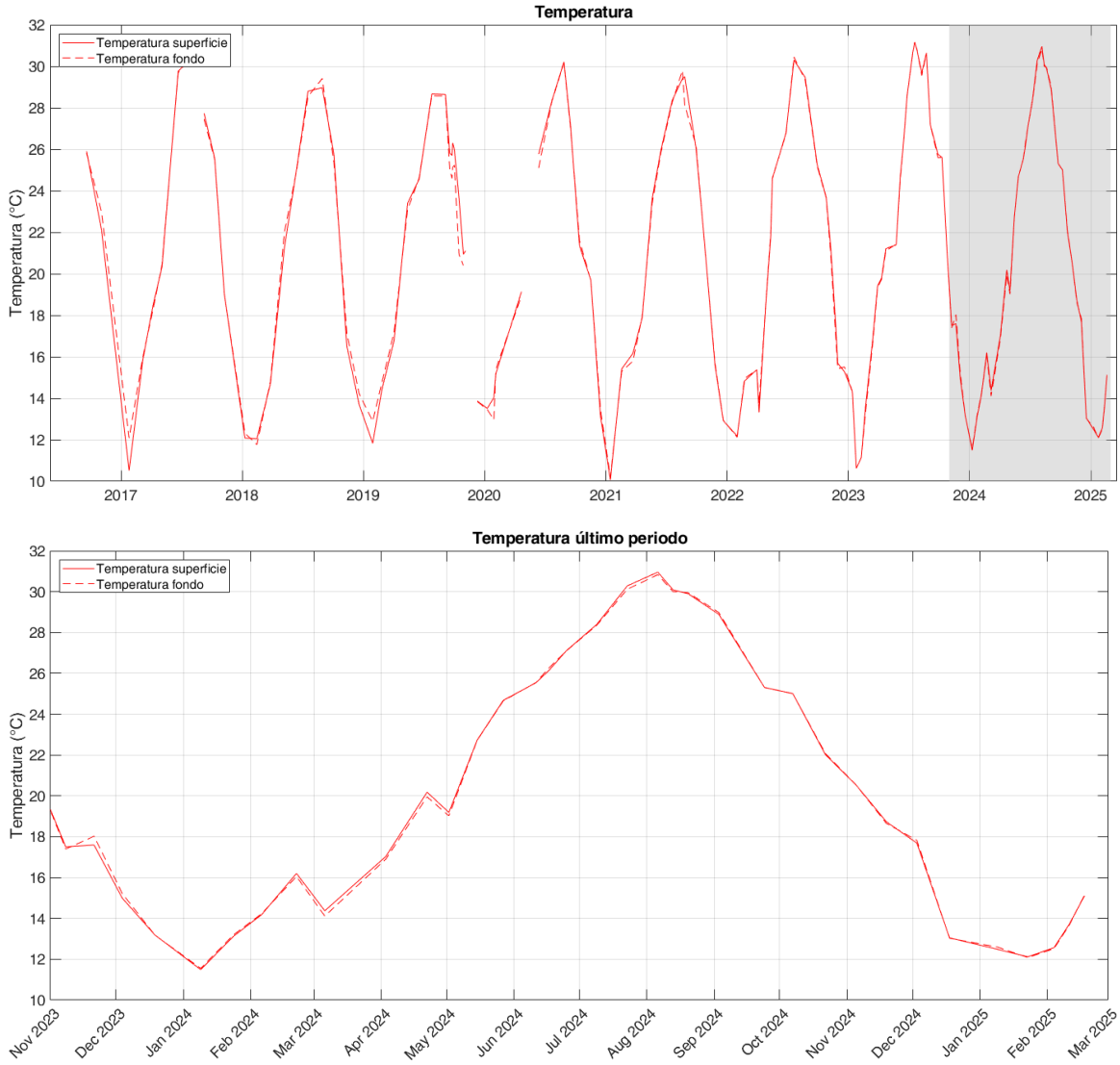


Figura 2: Temperatura media superficial (0,5 m; línea continua) y temperatura media del fondo (entre 4 y 6m dependiendo de la estación, Figura 1; línea discontinua) registradas en el último año natural durante los muestreos in situ del proyecto DMMEM y BELICH en las estaciones de muestreo A, B, C y M (ver Figura 1). En la parte superior se muestra la serie desde 2016 y en la parte inferior el último año.

Los datos registrados muestran la ausencia de estratificación térmica significativa en el Mar Menor. Hasta la fecha, el único episodio relevante de estratificación termo-halina de la columna de agua fue el de septiembre de 2019, que estuvo asociado a eventos climatológicos extremos por una Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA; ver Apartado 4.3).

Por otro lado, a partir de los datos satelitales se han obtenido los promedios por año de la temperatura superficial del Mar Menor (Figura 3). Se aprecia claramente como existe una tendencia significativa positiva en las últimas cuatro décadas del orden de 2°C de calentamiento en total, con una tasa de cambio de +0,035°C por año (Figura 3).

Tabla 2: Valores medios, mínimos (Min) y máximos (Max) de temperatura por año en superficie (0,5 m) y fondo (4-6m dependiendo de la estación. Figura 1), medidos durante los muestreos in situ DMMEM. Std: desviación estándar.

Tª (°C)		Superficie				Fondo			
Año	**Estación**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**
2016	Invierno	---	---	---	---	---	---	---	---
	Primavera	---	---	---	---	---	---	---	---
	Verano	25,9	0,0	25,9	25,9	25,8	0,0	25,8	25,8
	Otoño	22,1	0,0	22,1	22,1	23,0	0,0	23,0	23,0
	Anual	25,2	2,8	22,1	27,5	25,5	2,4	23,0	27,8
2017	Invierno	13,2	3,7	10,5	15,8	14,0	2,7	12,1	16,0
	Primavera	22,9	6,1	18,5	29,8	22,8	6,1	18,3	29,7
	Verano	29,1	1,9	27,7	30,4	29,0	2,1	27,5	30,5
	Otoño	22,3	4,6	19,0	25,5	22,3	4,6	19,0	25,5
	Anual	22,0	6,8	10,5	30,4	22,1	6,5	12,1	30,5
2018	Invierno	13,0	1,5	12,1	14,7	13,0	1,6	11,8	14,8
	Primavera	23,1	2,5	21,3	24,9	23,4	2,0	22,0	24,8
	Verano	28,9	0,1	28,8	29,0	29,0	0,6	28,5	29,4
	Otoño	18,7	6,3	13,7	25,8	18,9	5,8	14,2	25,4
	Anual	19,9	6,8	12,1	29,0	20,0	6,8	11,8	29,4
2019	Invierno	13,1	1,8	11,8	14,4	13,8	1,3	12,9	14,8

	Primavera	21,6	4,2	16,8	24,6	21,6	3,9	17,2	24,6
	Verano	27,0	1,5	25,7	28,7	26,4	2,0	24,6	28,6
	Otoño	21,1	4,5	13,9	26,0	20,1	4,7	13,8	25,2
	Anual	22,1	5,5	11,8	28,7	21,8	5,3	12,9	28,6
2020	Invierno	14,2	0,9	13,5	15,2	13,9	1,3	13,0	15,4
	Primavera	22,5	4,7	19,1	25,8	22,0	4,4	18,9	25,1
	Verano	28,5	1,6	27,1	30,2	28,5	1,6	27,0	30,2
	Otoño	18,1	4,3	13,2	21,4	18,3	4,2	13,5	21,6
	Anual	20,7	6,3	13,2	30,2	20,6	6,3	13,0	30,2
2021	Invierno	13,9	3,3	10,1	16,2	13,8	3,1	10,2	15,8
	Primavera	22,5	4,1	17,9	25,9	22,4	4,0	18,0	25,8
	Verano	28,3	1,6	26,0	29,5	28,1	1,5	26,2	29,8
	Otoño	16,7	4,4	12,9	21,4	16,7	4,3	12,9	21,4
	Anual	20,9	6,7	10,1	29,5	20,8	6,5	10,2	29,8
2022	Invierno	14,1	1,7	12,2	15,4	14,1	1,8	12,1	15,4
	Primavera	21,0	5,3	13,3	26,8	21,1	5,1	13,7	26,7
	Verano	28,3	2,7	25,3	30,3	28,3	2,8	25,2	30,4
	Otoño	18,7	3,7	15,3	23,7	18,5	3,7	15,3	23,7
	Anual	20,4	5,8	12,2	30,3	20,3	5,8	12,1	30,4
2023	Invierno	14,4	3,4	10,6	19,4	14,3	3,3	10,6	19,4
	Primavera	24,1	3,3	19,8	28,6	24,1	3,3	19,7	28,6
	Verano	29,4	2,1	25,8	31,2	29,4	2,2	25,6	31,2
	Otoño	18,3	4,5	13,2	25,6	18,5	4,4	13,2	25,6
	Anual	21,9	6,6	10,6	31,2	21,9	6,6	10,6	31,2
2024	Invierno	13,9	1,7	11,5	16,2	13,8	1,6	11,6	16,1
	Primavera	22,2	3,5	17,0	26,1	22,2	3,6	16,9	26,3
	Verano	29,1	1,9	25,3	31,0	29,1	1,8	25,4	30,8
	Otoño	19,5	4,1	13,0	25,0	19,5	4,1	13,0	25,0
	Anual	22,0	6,1	11,5	31,0	22,0	6,1	11,6	30,8

2025	Invierno*	13,6	1,5	12,1	15,7	13,6	1,4	12,1	15,5
	Anual*	12,4	0,2	12,1	12,6	12,4	0,2	12,1	12,6

*Hasta 27/02/25

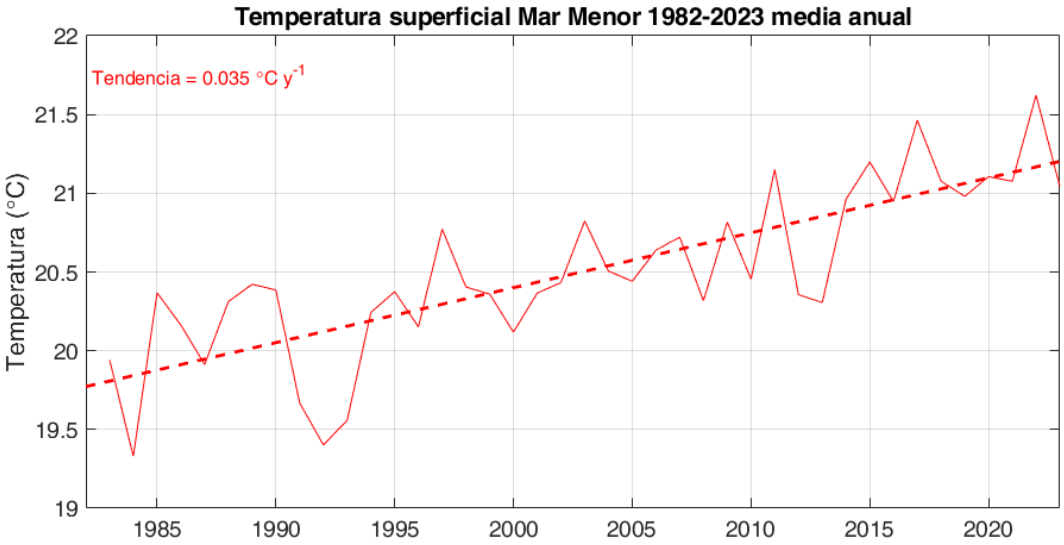


Figura 3: Serie temporal de temperatura superficial media anual desde 1982 hasta 2023 obtenida a partir de datos satelitales. La temperatura superficial mostró una tasa de cambio de +0.037°C por año en el periodo de estudio.

Con los datos del sistema de monitoreo continuo (boyas y landers) se pueden apreciar las variaciones diarias de la temperatura, registrando temperaturas ligeramente más bajas durante la noche y más altas durante el día. Además, se pueden distinguir las fluctuaciones más bruscas que experimenta esta variable en las golas de El Estacio y Marchamalo, que corresponden a la dinámica de intercambio de agua con el Mediterráneo (más caliente durante este periodo del año), forzada por los ciclos diarios de mareas (Figura 4).

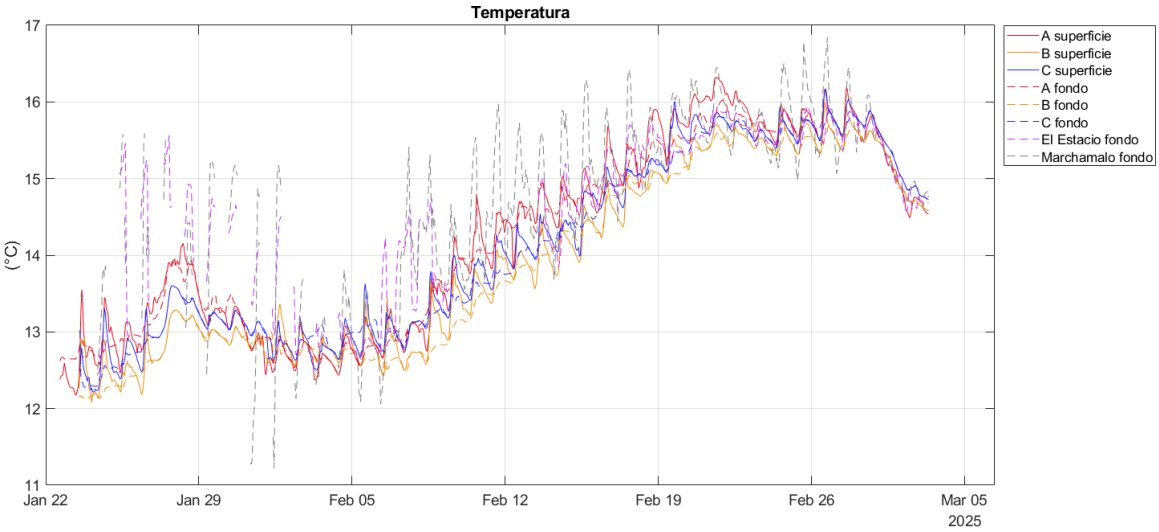


Figura 4: Datos de temperatura registrados por las estaciones de monitoreo continuo de las boyas y landers instalados en enero de 2025. Se muestran las series temporales correspondientes a las estaciones A, B, C, Estacio y Marchamalo, representadas en color rojo, amarillo, azul, rosa y negro, respectivamente. En las estaciones A, B y C, se distingue superficie (línea continua) y fondo (línea discontinua).

4.2. Salinidad

La Figura 5 combina la visualización de la serie temporal de la salinidad media junto con los datos de precipitación diaria procedentes de la estación meteorológica de *San Javier-Aeropuerto* (Agencia Estatal de Meteorología – AEMET). A los datos de precipitación se les aplicó una media móvil de una semana para ilustrar el patrón temporal de lluvia en el periodo considerado. Como se aprecia en las series temporales, los patrones de variación de la salinidad están muy relacionados con los de las precipitaciones. La tendencia plurianual de esta variable sí mostró una recuperación, respecto a los valores anormalmente bajos alcanzados tras la serie de eventos de lluvias torrenciales (DANAs) de 2029-2020 (Ruiz *et al.,* 2020; Tabla 3). Esta recuperación se relaciona con la tendencia de disminución de la intensidad de las precipitaciones en los últimos años (Figura 5). En 2024 se alcanzaron valores medios de salinidad de 43,7 en invierno, 43,9 en primavera, 45 en verano y 44,9 en otoño, siendo los valore registrados en febrero de 2025 muy similares (aunque levemente inferiores) a los de invierno de 2024 (43,1 Figura 5, Tabla 3).

Por norma general, no se produce estratificación halina en la laguna, habiendo sido ésta evidente solo durante eventos puntuales y muy intensos de lluvias torrenciales (>100 mm p.ej. enero 2017 y septiembre-octubre 2019).

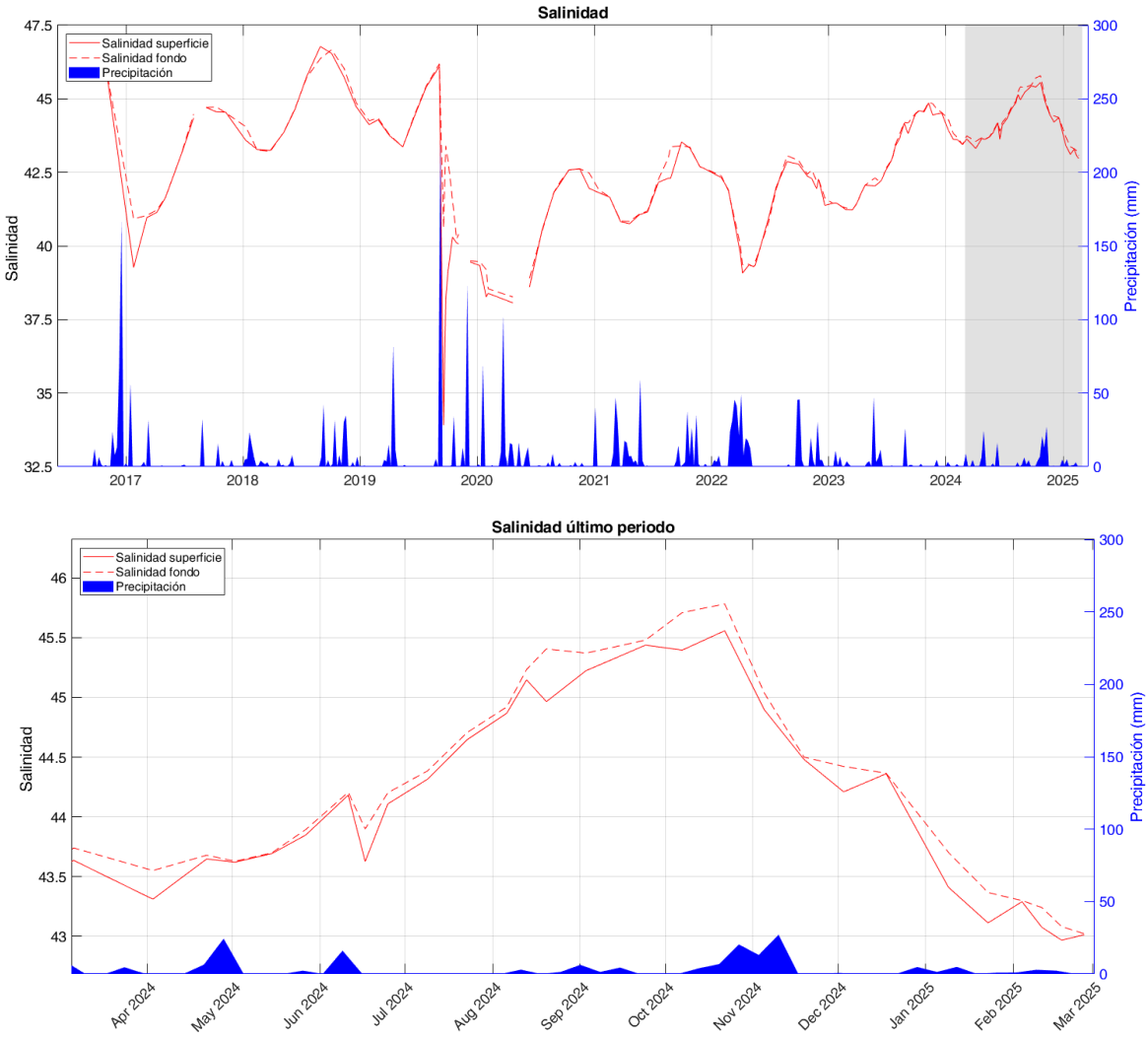


Figura 5: Datos de salinidad promedio en superficie (0,5 m; rojo continuo) y fondo (entre 4 y 6 m dependiendo de la estación, Figura 1; rojo discontinuo) en las estaciones de muestreo A, B, C y M de los muestreos del proyecto DMMEM y BELICH durante el último año natural. Datos de precipitación en el aeropuerto de San Javier obtenidos de la AEMET (azul). En la parte superior se muestra la serie desde 2016 y en la parte inferior el último año.

Tras las precipitaciones otoñales de 2024, la tendencia decreciente típica de la salinidad para esta época del año se intensificó hasta mediados de noviembre, con una bajada de -1,7 puntos. Además, se observó una leve estratificación transitoria entre la capa superficial y profunda de la laguna con una diferencia de aproximadamente 0,3 puntos de salinidad menos en la capa superficial.

Esto refleja claramente la influencia de las lluvias en la variación temporal de esta variable, así como su capacidad de recuperarse ante eventos de precipitaciones de intensidad leve y moderada (en general <100 mm). En invierno de 2025, las lluvias leves provocaron una pequeña estratificación transitoria a mediados de enero, así como un descenso de la salinidad de la laguna hasta alcanzar valores de 43,0 (Figura 5, Tabla 3).

Tabla 3: Valores medios, mínimos (Min) y máximos (Max) de salinidad por año medidos en superficie (0,5 m) y fondo (4-6 m dependiendo de la estación. Figura 1), durante los muestreos. Std: desviación estándar.

Salinidad (-)		Superficie				Fondo			
Año	**Estación**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**
2016	Invierno	---	---	---	---	---	---	---	---
	Primavera	---	---	---	---	---	---	---	---
	Verano	43,6	0,0	43,6	43,6	43,6	0,0	43,6	43,6
	Otoño	46,5	0,0	46,5	46,5	46,4	0,0	46,4	46,4
	Anual	45,8	0,0	45,8	45,8	45,9	0,0	45,9	45,9
2017	Invierno	45,3	1,5	43,6	46,5	45,3	1,5	43,6	46,4
	Primavera	40,1	1,2	39,3	41,0	41,0	0,1	40,9	41,0
	Verano	42,0	1,0	41,1	43,1	42,0	1,0	41,2	43,1
	Otoño	44,5	0,3	44,3	44,7	44,6	0,2	44,5	44,7
	Anual	44,6	0,0	44,5	44,6	44,6	0,1	44,5	44,7
2018	Invierno	42,7	2,0	39,3	44,7	42,9	1,7	40,9	44,7
	Primavera	43,4	0,2	43,2	43,6	43,5	0,5	43,2	44,1
	Verano	44,2	0,6	43,9	44,6	44,3	0,6	43,9	44,7
	Otoño	46,3	0,7	45,7	46,8	46,0	0,5	45,7	46,4
	Anual	45,7	0,9	44,7	46,5	45,9	0,9	44,9	46,7
2019	Invierno	44,8	1,3	43,2	46,8	44,9	1,3	43,2	46,7
	Primavera	44,2	0,1	44,1	44,3	44,3	0,1	44,3	44,3
	Verano	43,8	0,5	43,4	44,4	43,8	0,5	43,4	44,4
	Otoño	40,4	5,2	33,9	46,1	43,8	2,2	40,6	46,2
	Anual	39,8	0,5	39,1	40,3	40,9	1,3	39,5	42,9
2020	Invierno	41,4	3,4	33,9	46,1	42,9	2,0	39,5	46,2
	Primavera	38,7	0,6	38,3	39,3	39,1	0,5	38,5	39,5
	Verano	38,3	0,4	38,1	38,6	38,6	0,4	38,3	38,9

	Otoño	41,5	0,8	40,5	42,1	41,5	0,9	40,5	42,2
	Anual	42,4	0,4	42,0	42,6	42,6	0,1	42,5	42,6
2021	Invierno	40,4	1,9	38,1	42,6	40,6	1,8	38,3	42,6
	Primavera	41,4	0,5	40,8	41,8	41,5	0,6	40,8	41,9
	Verano	41,0	0,2	40,8	41,2	41,0	0,2	40,8	41,2
	Otoño	42,6	0,6	42,2	43,5	43,0	0,5	42,3	43,4
	Anual	42,9	0,4	42,6	43,3	42,9	0,4	42,6	43,4
2022	Invierno	42,0	0,9	40,8	43,5	42,2	1,0	40,8	43,4
	Primavera	41,3	1,4	39,8	42,3	41,4	1,2	40,0	42,4
	Verano	39,6	0,8	39,1	40,9	39,7	0,6	39,3	40,8
	Otoño	42,5	0,5	42,0	42,9	42,6	0,6	41,9	43,1
	Anual	42,1	0,4	41,4	42,4	42,2	0,4	41,6	42,6
2023	Invierno	41,2	1,4	39,1	42,9	41,4	1,4	39,3	43,1
	Primavera	41,4	0,1	41,2	41,5	41,4	0,1	41,2	41,5
	Verano	42,2	0,3	41,8	42,6	42,3	0,3	41,8	42,6
	Otoño	43,6	0,6	42,9	44,5	43,7	0,6	42,9	44,5
	Anual	44,6	0,1	44,4	44,9	44,7	0,1	44,5	44,9
2024	Invierno	43,6	0,2	43,4	43,9	43,8	0,3	43,4	44,3
	Primavera	43,8	0,3	43,3	44,2	43,9	0,3	43,6	44,3
	Verano	44,9	0,4	44,3	45,4	45,1	0,4	44,4	45,6
	Otoño	44,8	0,6	44,2	45,6	45,0	0,7	44,4	45,8
	Anual	44,3	0,7	43,3	45,6	44,5	0,8	43,4	45,8
2025	Invierno*	43,1	0,2	43,0	43,4	43,3	0,2	43,0	43,7
	Anual*	43,1	0,2	43,0	43,4	43,3	0,2	43,0	43,7

*Hasta 27/02/25

A partir de enero de 2025, en las estaciones de monitorización continua (boyas y landers, Figura 6), se observa un descenso de la salinidad asociado a los episodios de precipitaciones invernales, especialmente marcado en la capa superficial de la zona norte (Estación A). Asimismo, se aprecia una disminución clara de la salinidad hasta valores cercanos a ~37 durante la entrada de agua del Mediterráneo a través de las golas de El Estacio y Marchamalo. Estos registros destacan la relevancia de dichas estaciones para caracterizar de forma continua la dinámica de intercambio de agua entre el Mar Menor y el Mediterráneo (Figura 6).

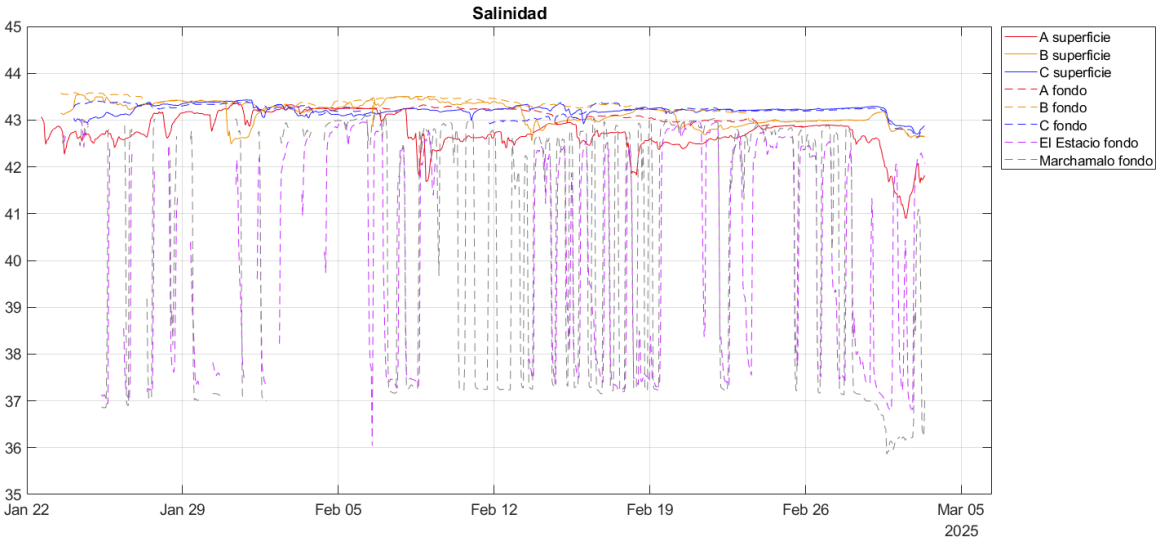


Figura 6: Datos de salinidad registrados por las estaciones de monitoreo continuo de las boyas y landers. Se muestran las series temporales correspondientes a las estaciones A, B, C, Estacio y Marchamalo, representadas en color rojo, amarillo, azul, rosa y negro, respectivamente. En las estaciones A, B y C, se distingue superficie (línea continua) y fondo (línea discontinua).

4.3. Concentración de la clorofila-a

4.3.1 Clorofila muestreos *in situ* y sistema de monitoreo continuo

Con respecto a las medidas de clorofila-*a* tomadas *in situ*, en la zona de la "mancha blanca" (estación M) los valores medios de clorofila-*a* fueron consistentemente más elevados que en el resto de estaciones de muestreo en casi todo 2024 y los primeros meses de 2025, mostrando un máximo de 3,95 mg/m^3 en abril de 2024 (Figura 7; Tabla 4), tras el cual, la concentración de clorofila en esta estación, disminuyó hasta valores similares a los encontrados al principio del año 2024 (< 2,5 mg/m^3). No obstante, la concentración media de esta variable en el resto de la laguna mostró un leve salto a concentraciones superiores a 1 mg/m^3 a partir del mes de junio de 2024, manteniéndose hasta la fecha entre dicho valor y 1,5 mg/m^3, con cierta variabilidad temporal. Este leve incremento de los valores basales de esta variable parece estar relacionado positivamente con el incremento de la turbidez de la columna de agua (K_d) (ver siguientes apartados).

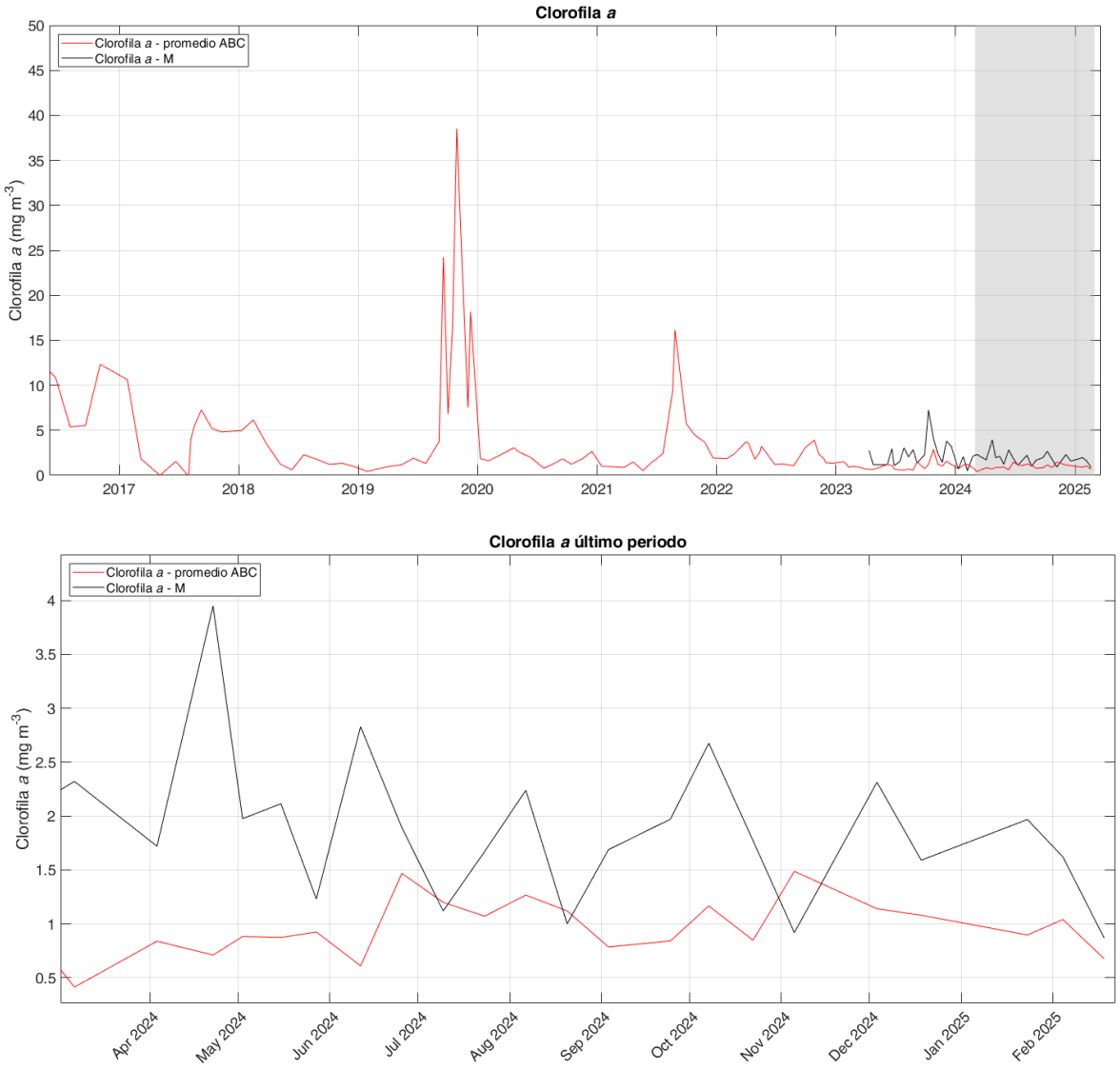


Figura 7: Datos de clorofila-a obtenidos en los muestreos del proyecto DMMEM y BELICH durante el último año en las estaciones de muestreo A, B, C y M de la laguna del Mar Menor. En la parte superior se muestra la serie desde 2016 y en la parte inferior el último año.

Tabla 4: Valores medios, mínimos (Min) y máximos (Max) de clorofila-*a* por año, medidos durante los muestreos in situ. Std: desviación estándar.

Clorofila-*a* (mg/m^3)		**4 m profundidad**			
Año	**Estación**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**

2016	Invierno	---	---	---	---
	Primavera	---	---	---	---
	Verano	5,46	0,11	5,38	5,54
	Otoño	12,33	0,00	12,33	12,33
	Anual	9,26	3,52	5,38	12,33
2017	Invierno	6,24	6,20	1,86	10,63
	Primavera	0,77	1,10	0,00	1,55
	Verano	4,15	3,13	0,00	7,27
	Otoño	5,02	0,28	4,83	5,22
	Anual	4,07	3,37	0,00	10,63
2018	Invierno	4,86	1,36	3,45	6,16
	Primavera	0,92	0,44	0,61	1,23
	Verano	2,01	0,39	1,74	2,29
	Otoño	1,18	0,19	0,98	1,35
	Anual	2,40	1,87	0,61	6,16
2019	Invierno	0,55	0,18	0,42	0,69
	Primavera	1,36	0,49	0,97	1,91
	Verano	9,77	12,59	1,31	24,24
	Otoño	20,00	13,02	6,84	38,52
	Anual	11,03	12,87	0,42	38,52
2020	Invierno	1,74	0,16	1,62	1,86
	Primavera	2,56	0,54	1,99	3,06
	Verano	1,35	0,54	0,78	1,85
	Otoño	1,91	0,72	1,24	2,67
	Anual	1,91	0,67	0,78	3,06
2021	Invierno	0,94	0,06	0,87	1,00
	Primavera	1,15	0,53	0,53	1,49
	Verano	8,43	5,89	2,39	16,16
	Otoño	3,37	1,30	1,93	4,48
	Anual	3,85	4,47	0,53	16,16
2022	Invierno	2,64	0,96	1,86	3,71
	Primavera	2,49	0,99	1,22	3,61
	Verano	1,82	1,13	1,07	3,12
	Otoño	2,17	1,05	1,34	3,91
	Anual	2,29	0,97	1,07	3,91

2023	Invierno	1,00	0,30	0,71	1,50
	Primavera	1,11	0,33	0,78	1,57
	Verano	1,14	0,21	0,83	1,48
	Otoño	2,06	0,78	1,14	3,19
	Anual	1,35	0,63	0,71	3,19
2024	Invierno	1,04	0,25	0,73	1,37
	Primavera	1,24	0,22	1,00	1,57
	Verano	1,19	0,17	1,01	1,51
	Otoño	1,32	0,18	1,08	1,54
	Anual	1,20	0,22	0,73	1,57
2025	Invierno*	1,03	0.26	0,72	1,19
	Anual*	1,03	0.26	0,72	1,19

*Hasta 27/02/25

En las Figuras 8, 9, 10 y 11 se presentan los valores de la concentración de clorofila-*a* observados en la columna de agua para las 4 estaciones de muestreo *in situ*. Estos perfiles permiten ilustrar mejor las variaciones espacio-temporales en la laguna en las diferentes estaciones de muestreo *in situ* a diferentes profundidades. Además, en estas figuras se representa la variación temporal de luz disponible en el fondo como porcentaje de irradiancia superficial (%I_o) a 4 metros de profundidad.

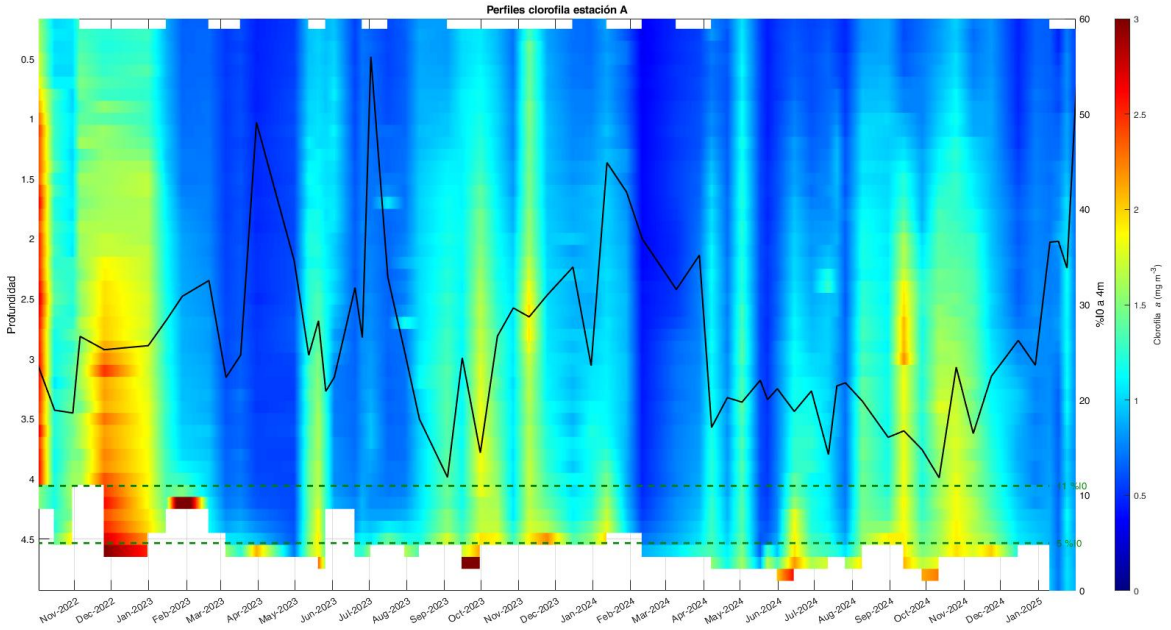


Figura 8: Perfiles de clorofila-*a* obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación A. Los valores más altos se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores más bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. La línea negra indica el $\%I_0$ que alcanza los 4 metros

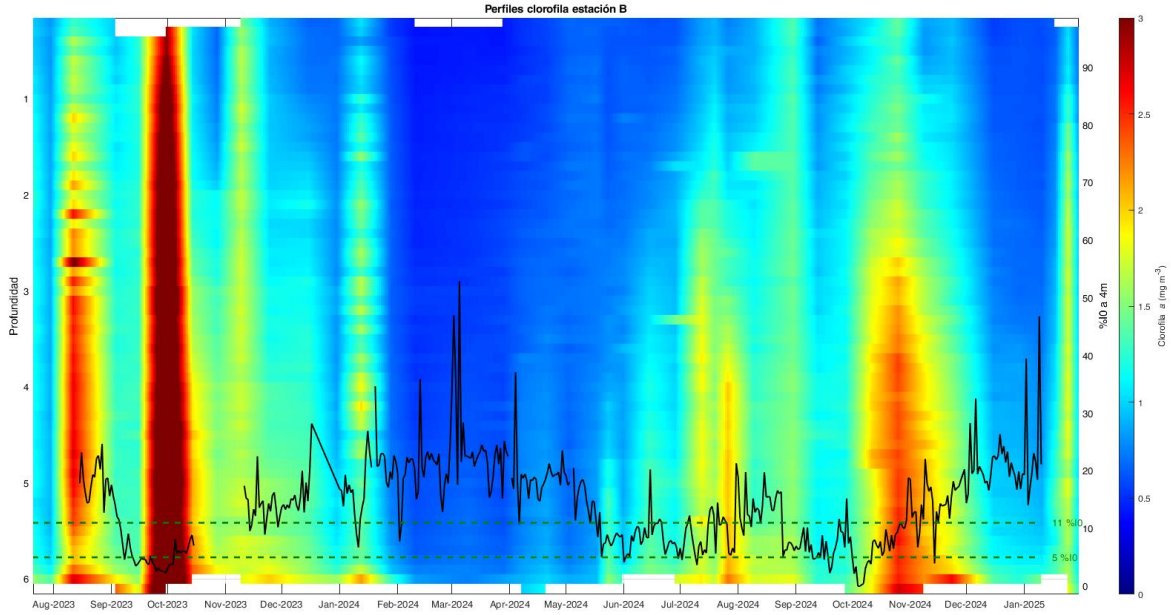


Figura 9: Perfiles de clorofila-*a* obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación B. Los valores más altos se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores más bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. La línea negra indica el $\%I_0$ que alcanza los 4 metros.

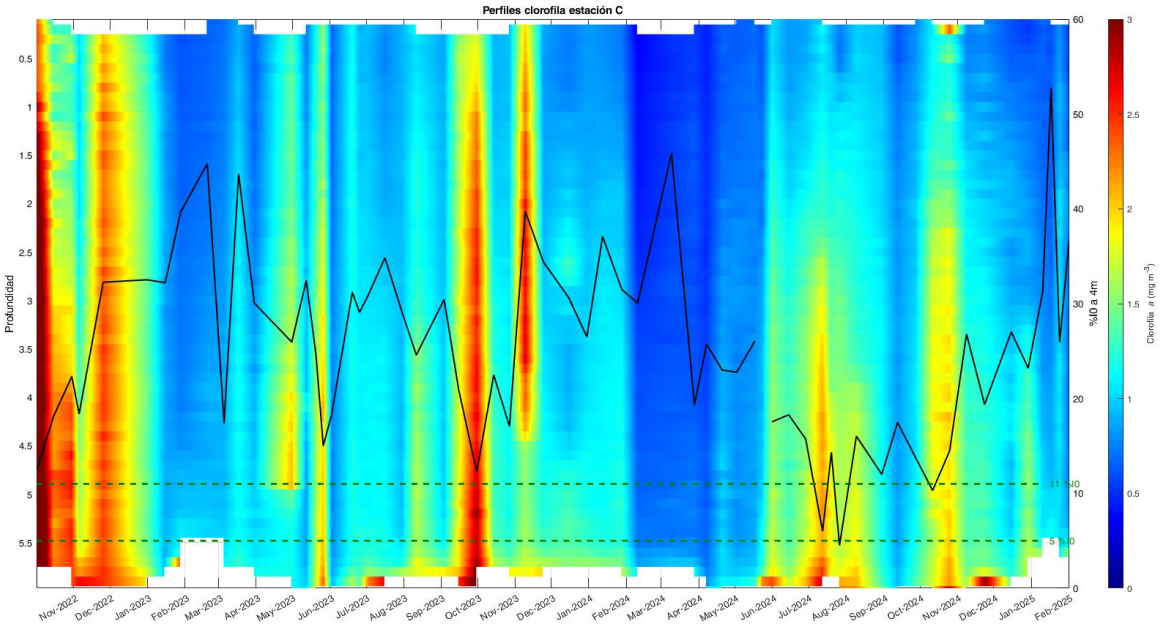


Figura 10: Perfiles de clorofila-*a* obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación C. Los valores más altos se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores más bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. La línea negra indica el $\%I_0$ que alcanza los 4 metros.

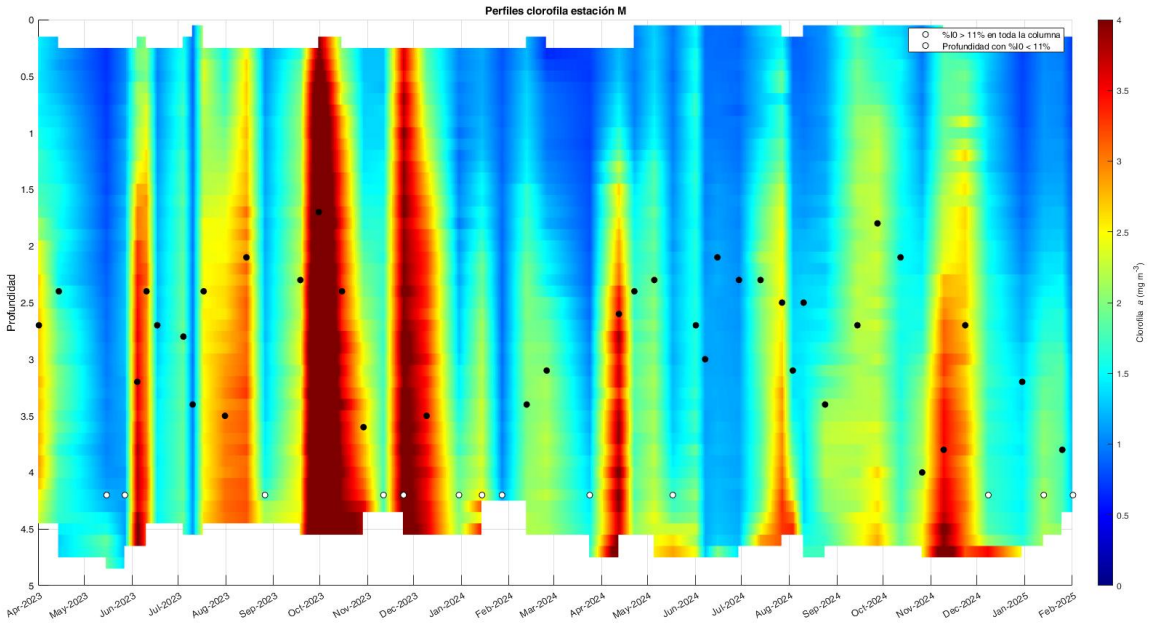


Figura 11: Perfiles de clorofila-*a* obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación M. Los valores altos se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. Los puntos negros, indican la profundidad a partir de la cual el $\%I_0$ es limitante para el crecimiento de los macrófitos (<10%), los puntos blancos indican los casos para los que el $\%I_0$ no es limitante en toda la columna del agua.

Durante el periodo analizado (noviembre de 2022 a febrero de 2025) en las gráficas anteriores se aprecia el comportamiento altamente fluctuante de la Chl a en la columna de agua, alternando periodos de concentraciones elevadas (< 2,5 mg/m^3) con periodos de concentraciones mínimas (< 1 mg/m^3). La duración de estos periodos es muy variable, entre 1 semana y varios meses, siendo los de la zona de la mancha blanca los de mayor intensidad y duración (Figura 11). En el resto de la laguna, la intensidad de estos episodios es en general bastante menor, siendo las estaciones B y C las que muestran episodios de mayor intensidad. En las estaciones A,B y C, estas variaciones de la concentración de chl a en la columna de agua muestran una estrecha correlación negativa con las de la turbidez de la columna de agua y, en consecuencia con la cantidad de luz que llega a una determinada profundidad, respecto a la que atraviesa la superficie del agua (es decir, %Io; Figuras 8,9 y 10). En la estación B (centro de la laguna) es donde se observan más indicios de limitación de luz en el fondo, ya que los niveles de irradiancia permanecen dentro de valores críticos para la fotosíntesis de los macrófitos bentónicos (10-5% Io) durante un periodo total de 6 meses, aproximadamente, entre junio y noviembre de 2024.

En la estación M los episodios de incremento de la clorofila-*a* son más frecuentes, intensos y prolongados con respecto al resto de la laguna (Figura 11). En este caso también parece que esta reducción de la luz no se explica totalmente por las variaciones de la clorofila-*a*. Hasta finales de diciembre de 2024, en la estación M la luz en la columna de agua se encontraba por encima del umbral de 11%I_o en tan solo un 27% de las mediciones realizadas (n = 48).

Gracias al sistema de monitoreo continuo se pueden apreciar los ciclos diarios de la concentración de clorofila-*a*, con valores más altos por la noche (~1,5 mg/l) y mínimos al medio día (0,7 mg/l). Durante los dos primeros meses desde la instalación completa del sistema de monitoreo se observó (febrero y marzo) que en la estación B se registraron valores de clorofila-*a* ligeramente superiores al resto de estaciones, sólo superados por los valores de la estación A después de las lluvias de finales de enero de 2025 (Figura 12).

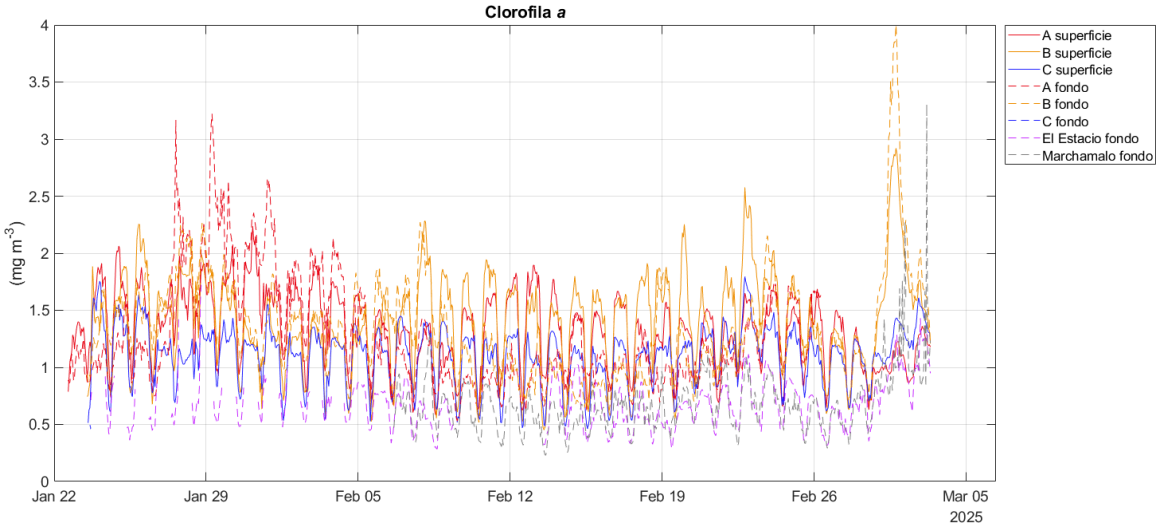


Figura 12: Datos de concentración de clorofila registrados por las estaciones de monitoreo continuo de las boyas y landers. Se muestran las series temporales correspondientes a las estaciones A, B, C, Estacio y Marchamalo, representadas en color rojo, amarillo, azul, rosa y negro, respectivamente. En las estaciones A, B y C, se distingue superficie (línea continua) y fondo (línea discontinua).

4.3. Clorofila satelital

Para este informe se han elaborado los mapas diarios de concentración de la clorofila el Mar Menor que continúan la serie de mapas presentados en los informes anteriores, concretamente para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2024 (Figuras 13 y 14). Se ha aplicado una máscara que elimina las zonas con una profundidad menor de 2 metros, ya que estas zonas mostraban valores altos de clorofila que no correspondían con las observaciones registradas en muestreos *in situ*. Probablemente este pobre funcionamiento del algoritmo se deba a que la señal captada por el satélite estuviera afectada por la reflectancia de las comunidades de *Caulerpa prolifera* que ocupan el fondo. representación y su integración en el visor que se está preparando actualmente.

Los mapas de distribución diaria de clorofila satelital reflejan bien las variaciones espacio-temporales descritas para las estaciones de muestreo A, B, C y M, pero además ponen en evidencia otros patrones espaciales asociados a gradientes ambientales característicos de la laguna (oeste-este, norte-sur).

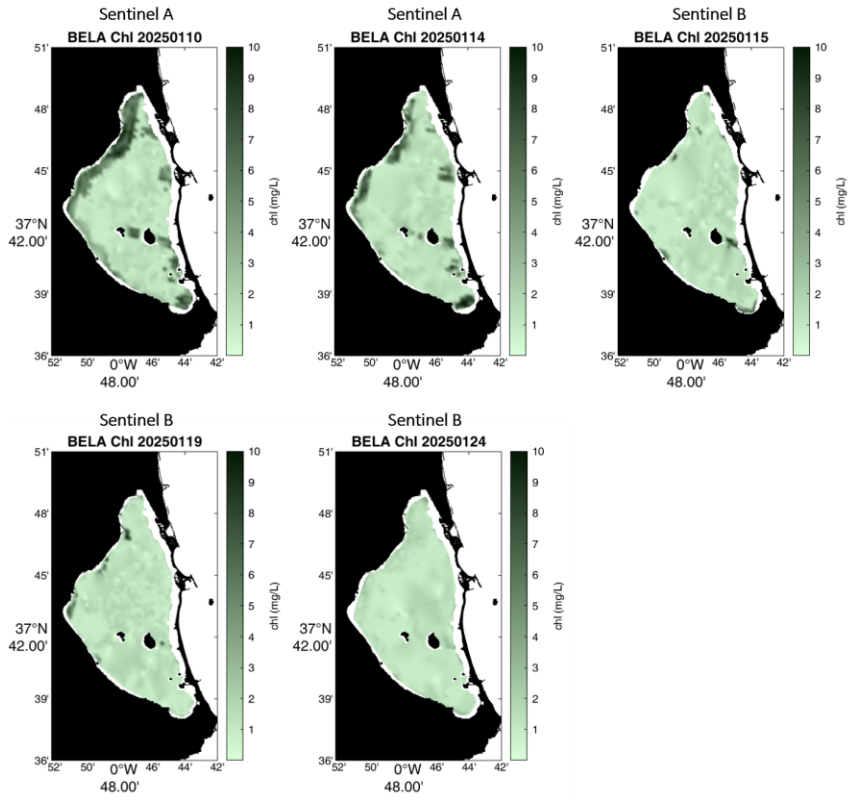


Figura 13. Concentración de la clorofila superficial para imágenes diarias válidas de Sentinel 3A y Sentinel 3B de enero de 2025.

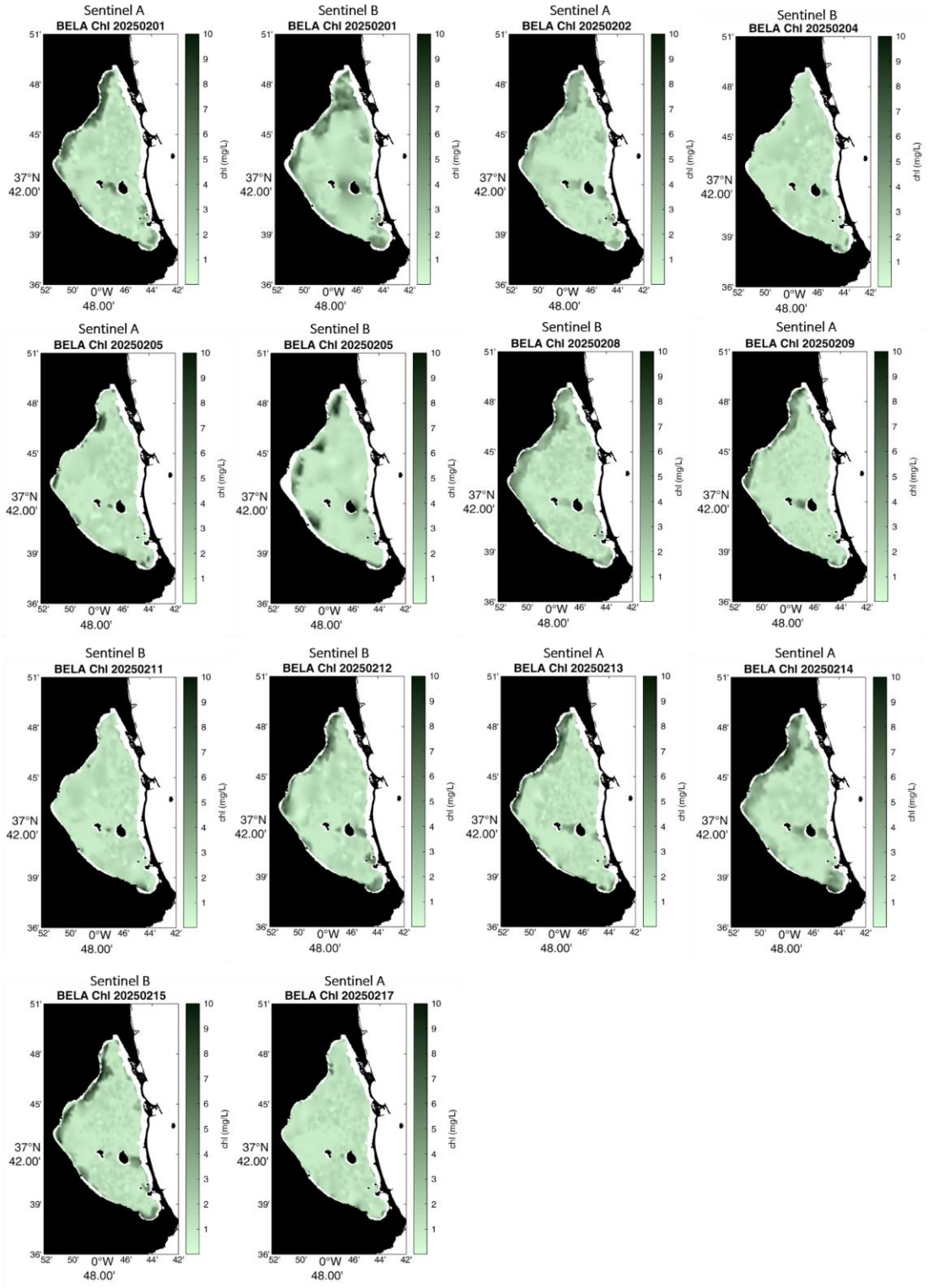

Sentinel A
BELA Chl 20250201
Sentinel B
BELA Chl 20250201
Sentinel A
BELA Chl 20250202
Sentinel B
BELA Chl 20250204
Sentinel A
BELA Chl 20250205
Sentinel B
BELA Chl 20250205
Sentinel B
BELA Chl 20250208
Sentinel A
BELA Chl 20250209
Sentinel B
BELA Chl 20250211
Sentinel B
BELA Chl 20250212
Sentinel A
BELA Chl 20250213
Sentinel A
BELA Chl 20250214
Sentinel B
BELA Chl 20250215
Sentinel A
BELA Chl 20250217
chl (mg/L)
37°N
42.00'
0°W
48.00'

Figura 14. Concentración de la clorofila superficial para imágenes diarias válidas de Sentinel 3A y Sentinel 3B de febrero de 2025.

Durante septiembre se observó un incremento en la concentración de clorofila, especialmente en las áreas cercanas a la costa y en la denominada "mancha blanca"; un fenómeno que se intensificó hacia finales de ese mes y durante octubre. Sin embargo, a partir de noviembre, la concentración de clorofila disminuyó de manera generalizada en toda la laguna. No obstante, entre el 12 y el 20 de noviembre, los niveles seguían elevados en las aguas costeras del noroeste de la laguna.

Durante los primeros meses de 2025, se observó un aumento de los niveles de clorofila cerca de la costa oeste del Mar Menor en la mayoría de imágenes analizadas. Asimismo, el canal de agua situado entre la isla de la Perdiguera y El Barón presentó de forma recurrente concentraciones elevadas de clorofila, en concordancia con los datos registrados por las estaciones de monitoreo, tanto in situ (muestreos periódicos) como continuo (boyas y landers). Durante este mismo periodo, a diferencia de lo observado en meses anteriores (ver Informe de diciembre de 2024), la zona conocida como la “mancha blanca” no mostró concentraciones de clorofila significativamente superiores al resto de la laguna.

4.4. Turbidez

A partir de los datos de radiación PAR registrados en los muestreos *in situ* y en los sensores instalados de forma permanente en el fondo, se observa que la turbidez de la columna de agua (determinada como *Kd*, coeficiente de extinción de la luz; Tabla 5 y Figura 15) sigue una dinámica temporal similar a la clorofila-*a*, altamente fluctuante. En general, desde finales de 2022 se aprecia una tendencia general descendente de los valores medios del coeficiente de extinción de luz en toda la laguna, lo que indica que las aguas son relativamente más transparentes desde esa fecha. No obstante, los registros en continuo obtenidos mediante los sensores PAR (Figura 15) muestran un incremento del *Kd* a partir de junio de 2024 desde valores en torno a 0,2 hacia valores que fluctúan entre 0,3 y 0,5 m^{-1}. Este incremento coincidió con el incremento de las concentraciones de clorofila-*a* a valores medios superiores a 1 mg/m^3 en el mismo periodo.

Como ocurrió en abril y en noviembre de 2024, tras las lluvias del mes de febrero de 2025, los niveles de *Kd* disminuyeron en la estación M igualándose a los del resto de la laguna, lo que coincidió con la bajada de clorofila-*a* comentada en el apartado anterior (Figura 15).

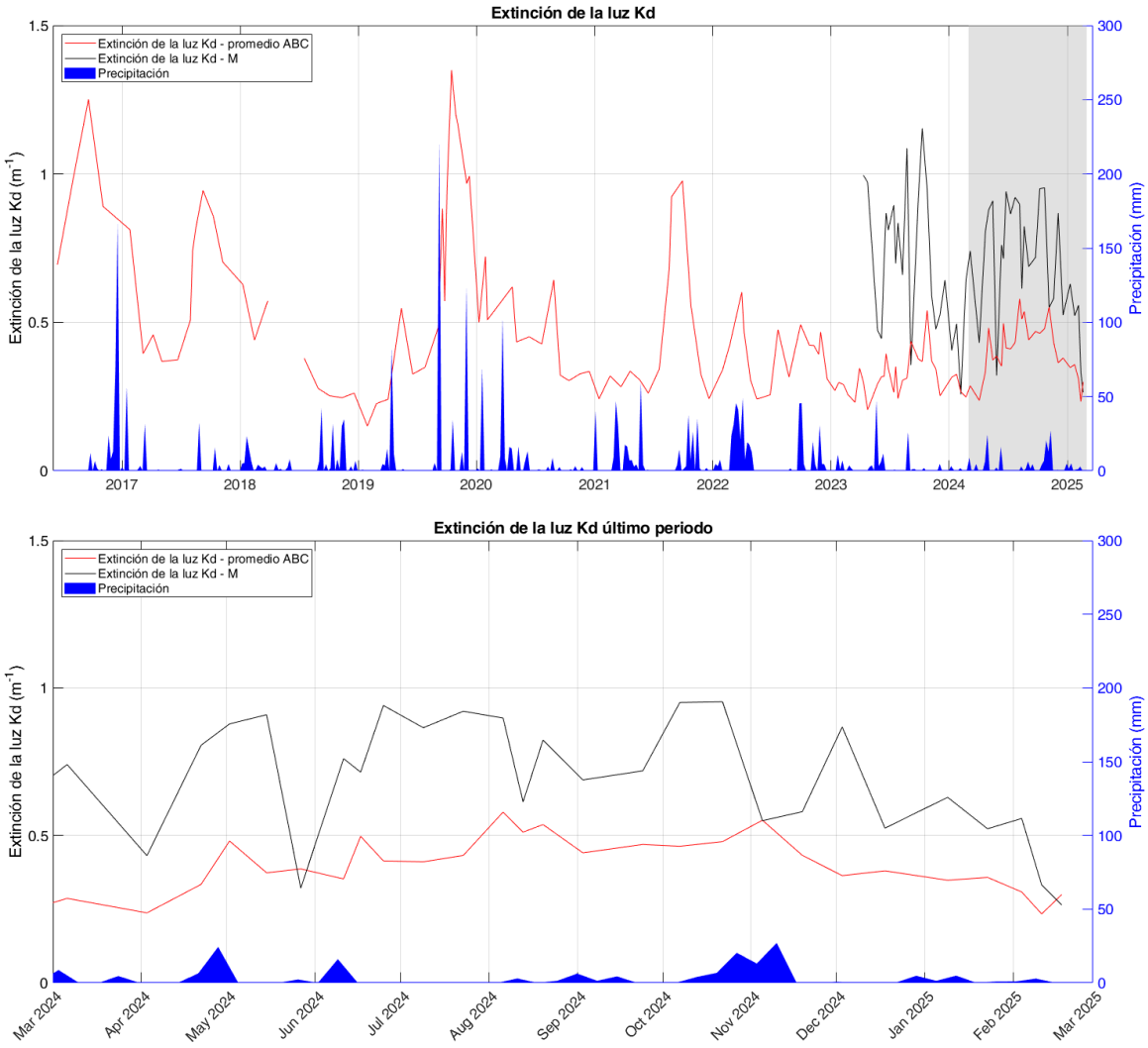


Figura 15: Coeficiente de extinción de la luz a partir de los datos obtenidos en los muestreos del proyecto DMMEM y BELICH en las estaciones de muestreo A, B, C y M, comparado con la precipitación en el aeropuerto de San Javier obtenido a partir de los datos de la AEMET. En la parte superior se muestra la serie desde 2016 y en la parte inferior el último año.

Tabla 5: Valores mínimos y máximos de extinción de la luz por año medidos durante los muestreos in situ.

Extinción de luz Kd (m^{-1})		**4 m profundidad**			
Año	**Estación**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**
2016	Invierno	---	---	---	---

	Primavera	---	---	---	---
	Verano	1,12	0,19	0,98	1,25
	Otoño	0,89	0,00	0,89	0,89
	Anual	0,95	0,23	0,69	1,25
2017	Invierno	0,60	0,30	0,39	0,81
	Primavera	0,40	0,05	0,37	0,46
	Verano	0,75	0,18	0,51	0,94
	Otoño	0,78	0,11	0,70	0,86
	Anual	0,63	0,22	0,37	0,94
2018	Invierno	0,55	0,10	0,44	0,63
	Primavera				
	Verano	0,33	0,07	0,28	0,38
	Otoño	0,25	0,01	0,25	0,26
	Anual	0,38	0,15	0,25	0,63
2019	Invierno	0,19	0,05	0,15	0,23
	Primavera	0,37	0,16	0,24	0,55
	Verano	0,59	0,20	0,35	0,88
	Otoño	1,10	0,16	0,95	1,35
	Anual	0,69	0,39	0,15	1,35
2020	Invierno	0,58	0,13	0,50	0,72
	Primavera	0,50	0,10	0,43	0,62
	Verano	0,46	0,16	0,32	0,64
	Otoño	0,32	0,02	0,30	0,33
	Anual	0,47	0,14	0,30	0,72
2021	Invierno	0,28	0,04	0,24	0,32
	Primavera	0,30	0,04	0,26	0,34
	Verano	0,73	0,29	0,34	0,98
	Otoño	0,37	0,16	0,24	0,56
	Anual	0,45	0,26	0,24	0,98
2022	Invierno	0,46	0,13	0,34	0,60
	Primavera	0,31	0,09	0,24	0,47
	Verano	0,43	0,10	0,32	0,49
	Otoño	0,40	0,06	0,31	0,47
	Anual	0,39	0,10	0,24	0,60
2023	Invierno	0,28	0,04	0,23	0,35

	Primavera	0,42	0,07	0,34	0,51
	Verano	0,44	0,05	0,39	0,51
	Otoño	0,45	0,13	0,32	0,64
	Anual	0,40	0,10	0,23	0,64
2024	Invierno	0,34	0,04	0,26	0,38
	Primavera	0,47	0,10	0,29	0,58
	Verano	0,56	0,05	0,50	0,66
	Otoño	0,52	0,07	0,42	0,60
	Anual	0,48	0,10	0,26	0,66
2025	Invierno*	0,34	0,06	0,26	0,42
	Anual*	0,34	0,06	0,26	0,42

*Hasta 27/02/25

Como se aprecia en la Figura 16, durante el 80% del periodo de estudio, en la estación M se han registrado en el fondo valores medios de $\%I_o$ por debajo de los niveles críticos para el crecimiento fotosintético de los macrófitos bentónicos (<10% respecto a la radiación superficial) debido a la turbidez extrema registrada en esta zona de la laguna. Esta observación es consistente con la casi total ausencia de vegetación bentónica en el área de la superficie ocupada por la mancha blanca (https://www.ieo.es/documents/).

La luz PAR disponible ($\%I_o$) en el fondo en la estación M ha ido variando a lo largo del año 2024. Desde junio de 2024 ha tenido valores de $\%I_o$ inferiores al 10%, llegando a estar por debajo del 5% en casi todos los muestreos de verano y otoño. Esto da una idea del comportamiento anormalmente estable de esta masa de agua blanquecina, no observable en las plumas creadas por vertidos desde tierra o emisarios, que son mucho más variables en función de vientos, corrientes, etc. Esta estabilidad explica la ausencia de vegetación reportada en el informe específico sobre la mancha blanca presentado en mayo de 2024 (IEO-CSIC 2024; link).

A comienzos de 2025 se observó una disminución temporal de la turbidez en la estación M. Esto favoreció un incremento en la disponibilidad de luz PAR en el fondo, registrándose valores óptimos durante los muestreos realizados en febrero.

En el resto de la laguna, los valores de irradiancia ($\%I_o$) han mantenido niveles óptimos para el desarrollo de los macrófitos durante gran parte de 2024 (Figura 16), excepto la parte central de laguna (estación B; Figura 18). En los primeros meses de 2025, parece que la luz disponible en el

fondo ha aumentado, gracias al descenso de la turbidez y concentración de clorofila, tal y como hemos visto en apartados anteriores.

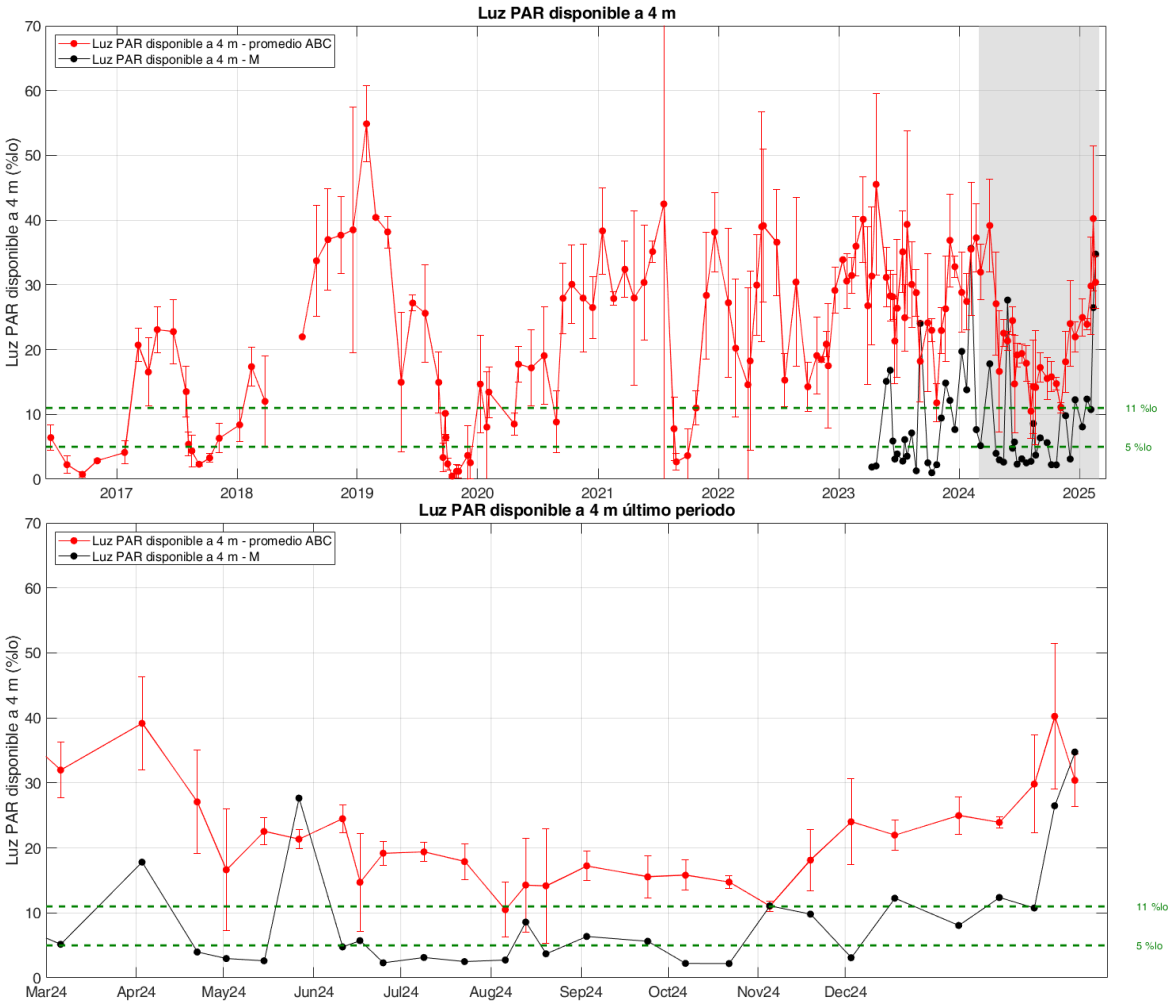


Figura 16: Evolución del porcentaje de radiación PAR que atraviesa la superficie del agua y que alcanza la profundidad de 4 metros. La línea negra muestra la media de la luz PAR que alcanza los 4 m en los puntos de muestreos A, B y C. La línea continua verde representa la luz PAR disponible a 4 m en la estación M. Las líneas verdes discontinuas representan los niveles de 11% y 5%, críticos para el crecimiento fotosintético de la vegetación bentónica. En la parte superior se muestra la serie desde 2016 y en la parte inferior el último año.

En las Figuras 17, 18, 19 y 20 se presentan las variaciones espacio-temporales de turbidez obtenidas a partir de los perfiles registrados con la sonda multiparamétrica en las cuatro estaciones de muestreo. En las estaciones A y B se observó un notable incremento de turbidez en octubre, lo que generó una significativa reducción del $\%I_o$, especialmente en la estación B donde

se alcanzaron valores del 5 $\%I_0$ cuando la turbidez superó los 0,9 FTU. No obstante, a partir de diciembre de 2024 los valores de turbidez se redujeron significativamente en ambas estaciones.

En la estación C se registró un aumento significativo de turbidez a principios de agosto de 2024, lo que estuvo relacionado con niveles críticos de $\%I_o$. En la estación M, tal y como hemos comentado anteriormente, se han registrado los niveles más altos de turbidez de toda la laguna. En esta estación, la relación entre la turbidez y la profundidad a partir de la cual la luz resulta limitante para el crecimiento de macrófitos es especialmente evidente, destacando un incremento puntual de turbidez concentrado en el fondo (más allá de los 3 metros) hacia finales de septiembre, que desaparece a finales del año y principios de 2025 (Figura 19).

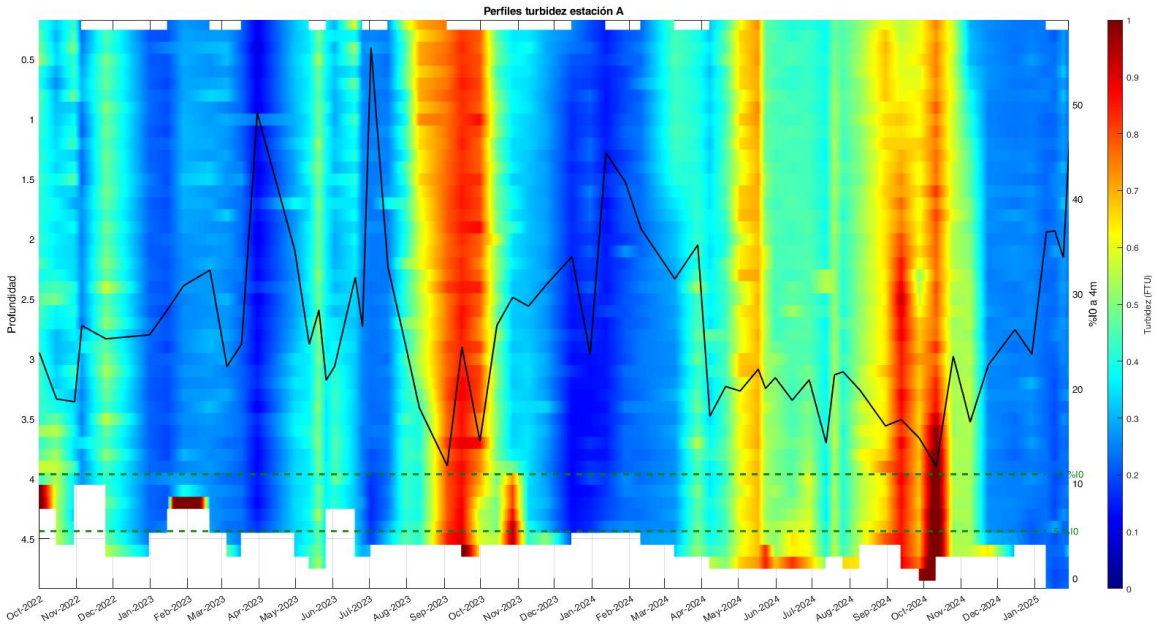


Figura 17: Perfiles de turbidez obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación A. Los valores altos se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. La línea negra indica el $\%I_o$ que alcanza los 4 metros.

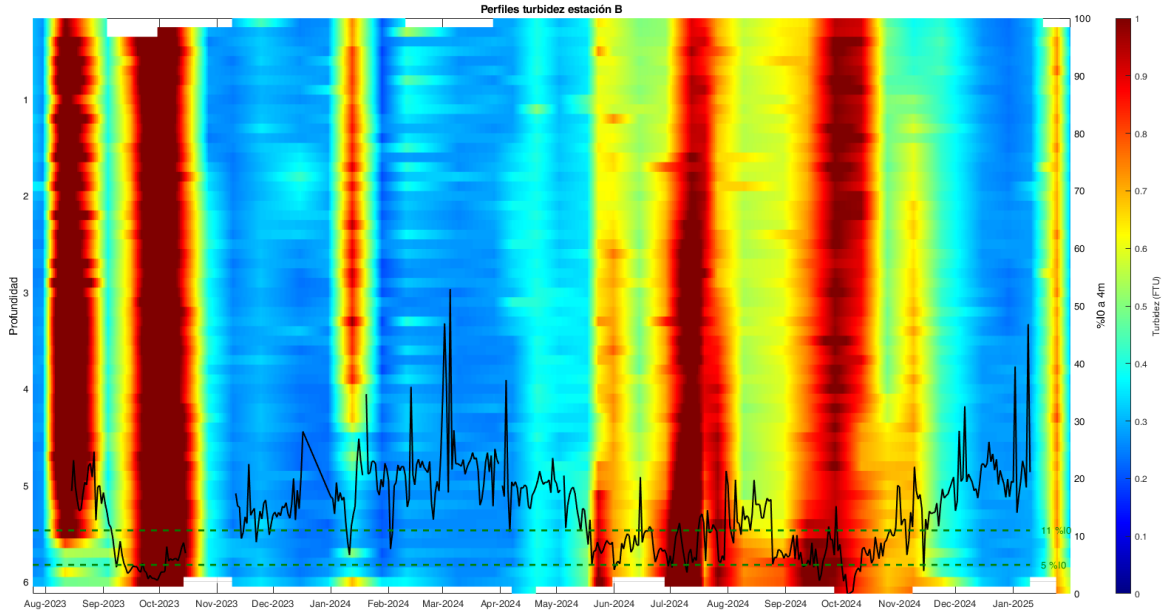


Figura 18: Perfiles de turbidez obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación B. Los valores de altos se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. La línea negra indica el $\%I_0$ que alcanza los 4 metros calculado con los sensores PAR instalados permanentemente.

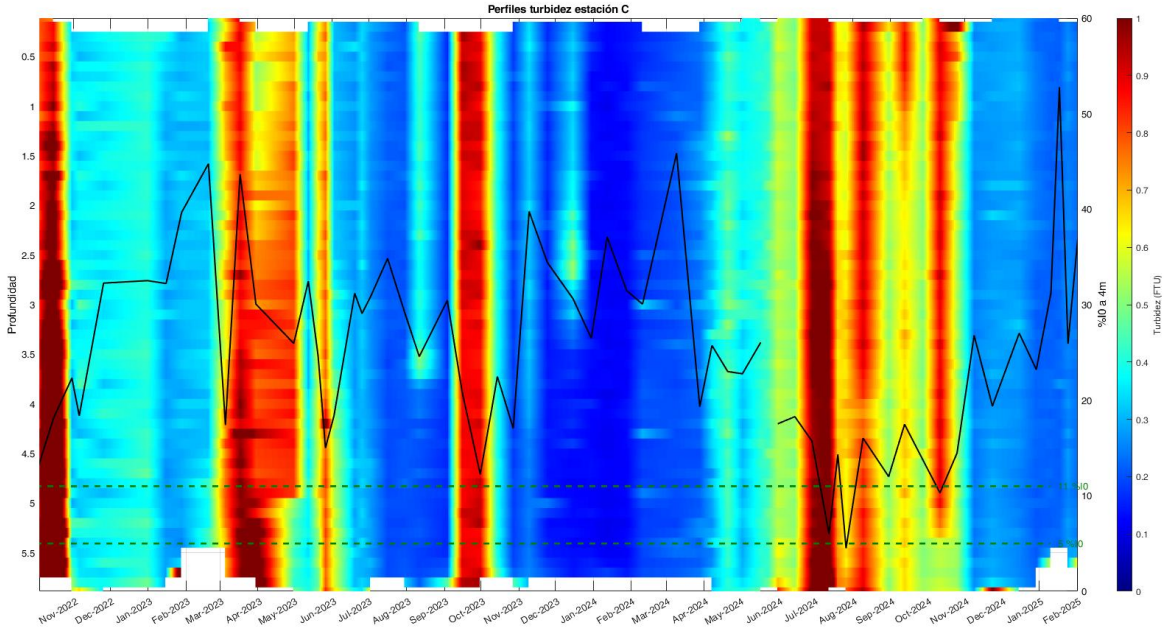


Figura 19: Perfiles de turbidez obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación C. Los valores altos

se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. La línea negra indica el $\%I_0$ que alcanza los 4 metros.

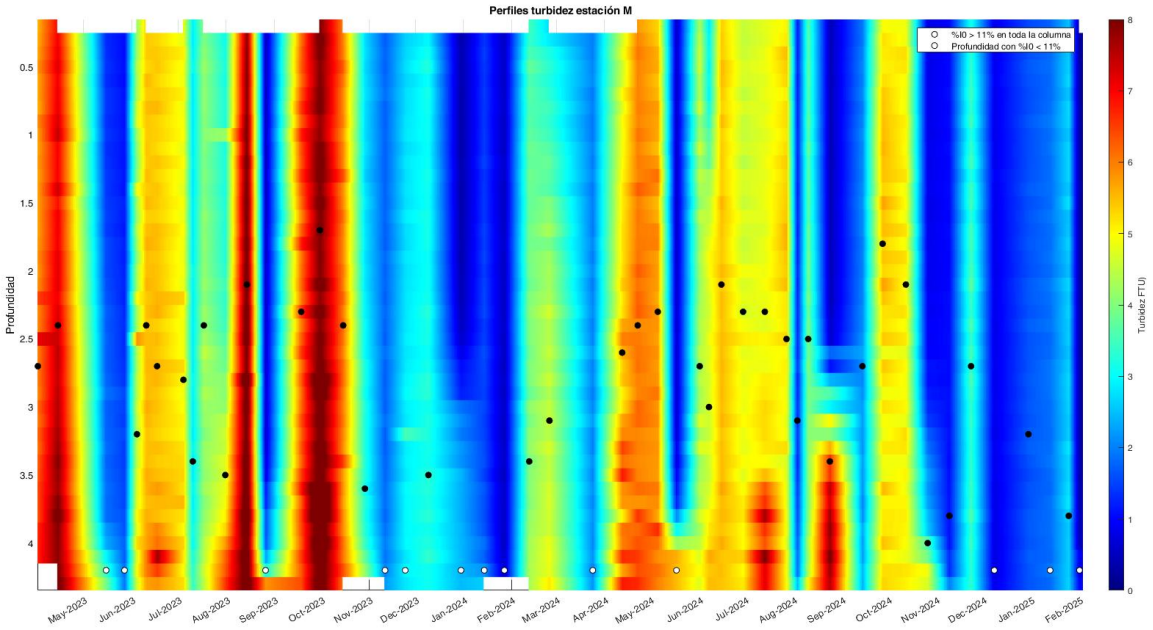


Figura 20: Perfiles de turbidez obtenidos durante los muestreos del proyecto BELICH en la Estación M. Los valores altos se representan con colores cálidos (rojos), mientras que los valores bajos se muestran con colores fríos (azules). Estos perfiles se presentan en función de la profundidad. Los puntos negros, indican la profundidad a partir de la cual el $\%I_0$ es limitante para el crecimiento de los macrófitos (<10%), los puntos blancos indican que la el $\%I_0$ no es limitante en toda la columna del agua.

4.4.1 Análisis satelital de la "mancha blanca"

Empleando el algoritmo de detección de la mancha basado en el "índice BG" (Gómez-Jakobsen et al. 2024) se han elaborado mapas con todas las imágenes disponibles de cada mes, indicando la probabilidad dentro de cada mes de encontrar la mancha en la superficie de agua de la laguna del Mar Menor. La composición de imágenes mensuales permite apreciar por un lado la evolución de la forma promedio de la mancha blanca, y por otro la posición y persistencia de la misma cada mes mediante una escala de color. A continuación, se presentan los mapas de probabilidad desde septiembre a diciembre de 2024, tanto para el satélite Sentinel 3A como para el Sentinel 3B, que continúan la serie de mapas presentados en el informe de octubre de 2024 (Figura 21).

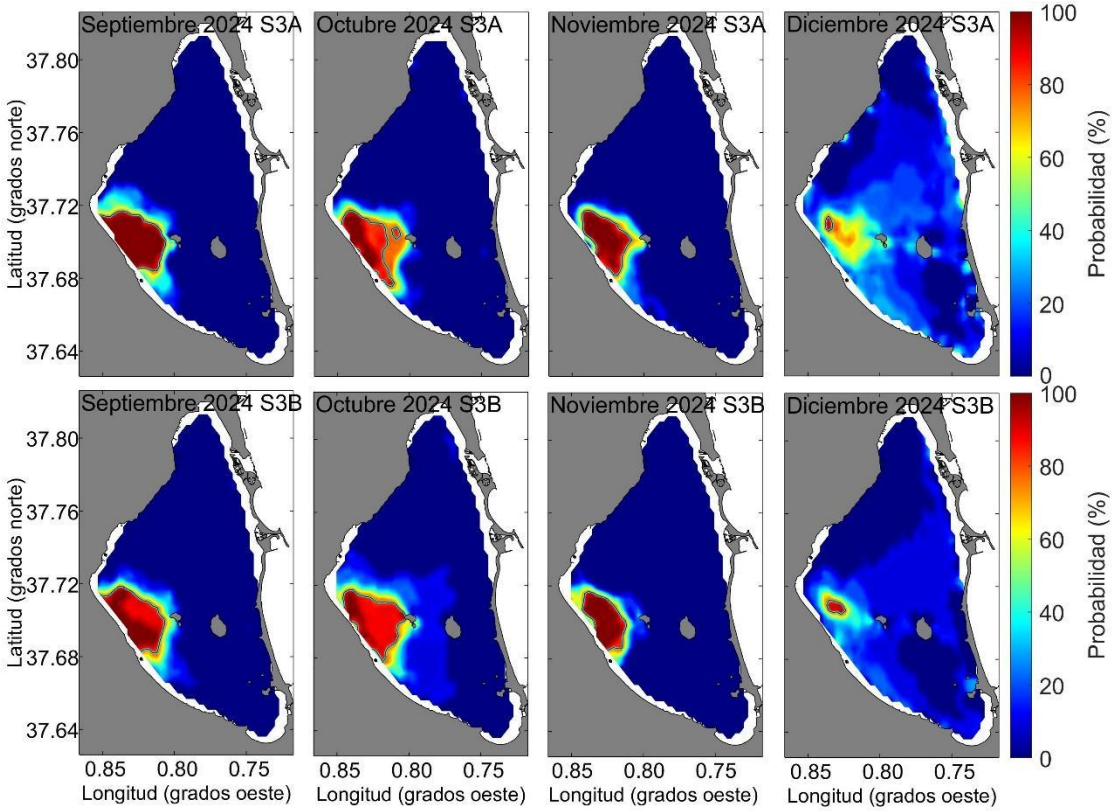


Figura 21. Probabilidad mensual de encontrar la mancha blanca entre septiembre y diciembre de 2024.

Los mapas actualizados de probabilidad de aparición de "la mancha blanca" indican que persiste durante los últimos 4 meses de 2024, aunque se puede apreciar cómo se debilitó (ver informes de agosto y octubre de 2024). El debilitamiento parece sostenido durante estos 4 últimos meses de 2024, sobre todo en lo referente a la probabilidad mensual de aparición, llegando casi a desaparecer en diciembre de 2024. Sin embargo, durante el mes de diciembre de 2024, y para los dos sensores mostrados, la zona afectada en algún momento por la mancha es más amplia en extensión, cubriendo gran parte de la superficie de la laguna.

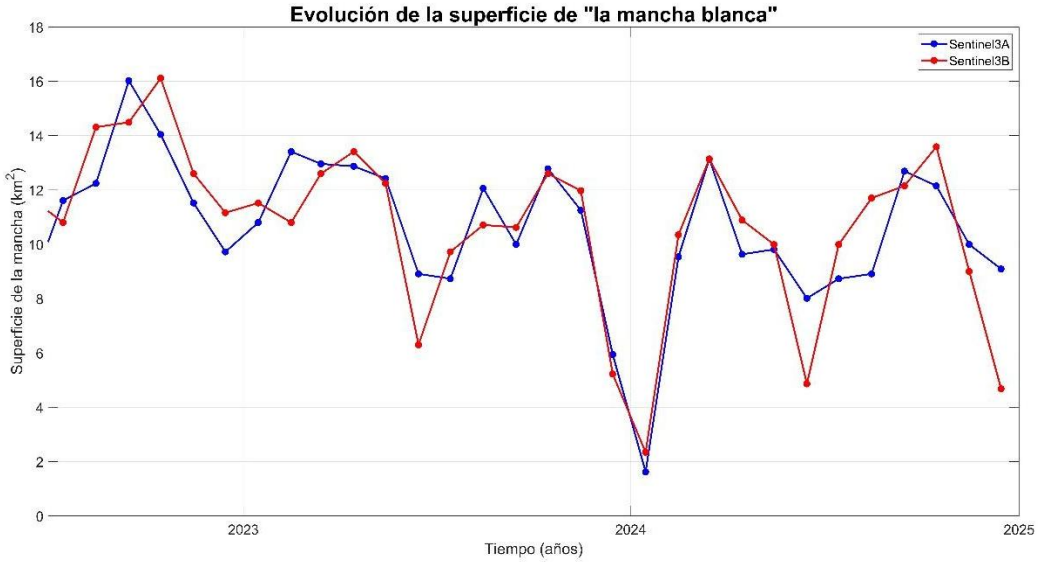


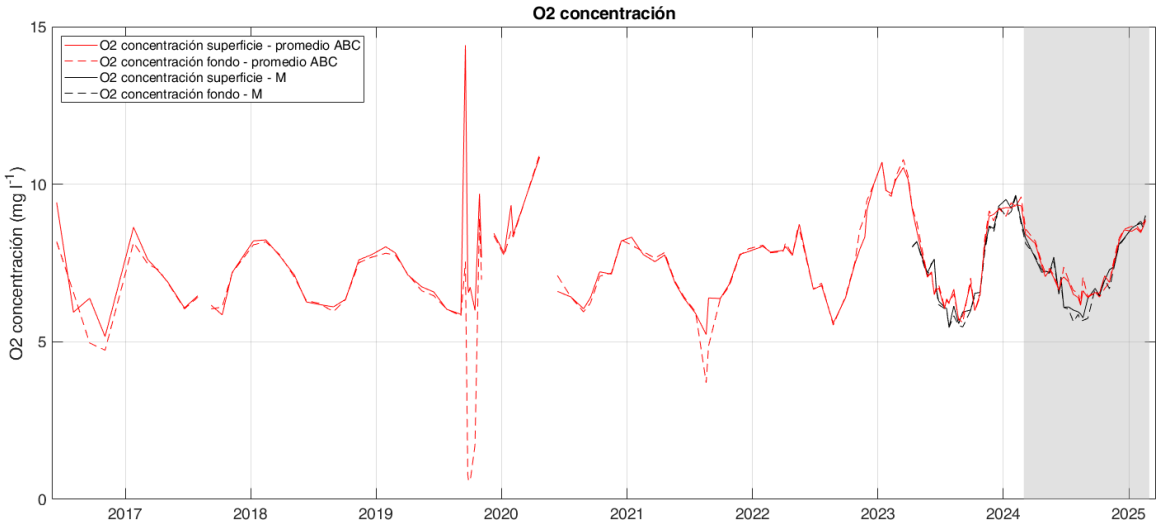
Figura 22. Evolución de la superficie de la mancha en base a los mapas de probabilidad mensuales desde verano de 2022.

Observando la evolución de la superficie cubierta por “la mancha blanca” obtenida mediante el análisis espacial del “índice BG” se ha comprobado lo que parece ser una disminución relativa de la misma desde mediados de 2022. Esta tendencia de disminución de la superficie estaría en torno a los 1.6 km^2 al año. Superpuesta a esta tendencia se repite un patrón estacional en el que aparecen dos mínimos de superficie al año, que tienen lugar en junio y diciembre-enero, y dos máximos, uno en octubre y otro en marzo-abril. Para los últimos 4 meses de 2024 se repite este patrón estacional registrándose una disminución progresiva de la superficie de la mancha hacia final de año. El patrón estacional descrito se presenta acentuado en 2024 respecto a lo observado en 2023, mostrando un mayor rango de las oscilaciones (Figura 22).

4.5. Oxígeno

Las concentraciones medias de oxígeno registrados durante los muestreos *in situ* en invierno de 2024 alcanzaron valores máximos propios de la época del año (media de 9,4 mg/l); experimentando a continuación una disminución característica desde el periodo primaveral, y alcanzando valores medios mínimos en verano de 6,4 mg/l, lo que coincidió con el aumento de la temperatura. Tras esta disminución estival, a partir de otoño se observa un cambio de tendencia

(aumento), siguiendo la variación típica de esta variable (Tabla 6; Figura 23). Además, la concentración de oxígeno no muestra grandes diferencias entre las capas superficiales y profundas, lo que indica ausencia de procesos de estratificación termohalina en la columna de agua que interfieran en la difusión de oxígeno. De hecho, no se han apreciado síntomas de déficit de oxígeno críticos para el ecosistema lagunar (hipoxia, anoxia) desde el último evento registrado en 2021. Por otro lado, aunque no se observa ninguna alteración significativa de los patrones de variación natural de esta variable en la estación M, en esta localidad se han registrado desde finales de junio de 2024 valores de oxígeno ligeramente por debajo de los registrados en el resto de estaciones de muestreo, pero sin alcanzar valores críticos en ninguna ocasión (Figura 23). Desde otoño del 2024, los niveles de oxígeno de la laguna han mostrado una tendencia ascendente, típica de esta época del año, alcanzando sus valores máximos entre enero y febrero de 2025.



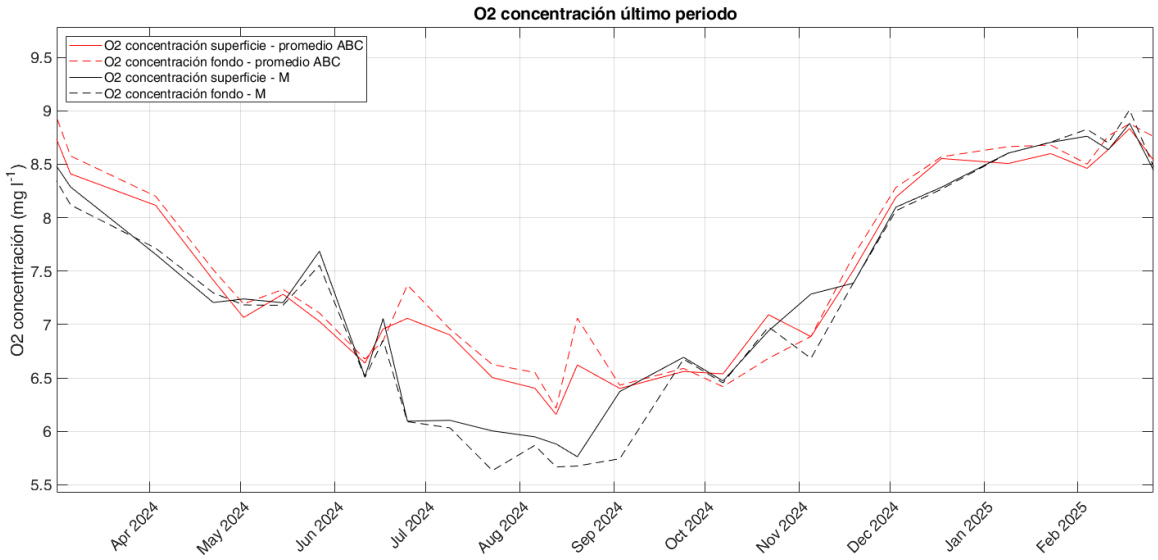


Figura 23: Series temporales promedio de oxígeno disuelto para las capas superficiales (0,5 m; línea continua) y de fondo (entre 4 y 6 m dependiendo de la estación, Figura 1; línea discontinua) de los muestreos del proyecto DMMEM y BELICH para las estaciones de muestreo A, B, C y M de la laguna del Mar Menor.

Tabla 6: Valores medios, mínimos (Min) y máximos (Max) de oxígeno disuelto por año medidos en superficie (0,5 m) y fondo (4-6m dependiendo de la estación. Figura 1), durante los muestreos. Std: desviación estándar.

Oxígeno disuelto (mg/l)		**Superficie**				**Fondo**			
Año	**Estación**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**
2016	Invierno	---	---	---	---	---	---	---	---
	Primavera	---	---	---	---	---	---	---	---
	Verano	6,2	0,3	5,9	6,4	5,8	1,1	5,0	6,6
	Otoño	5,2	0,0	5,2	5,2	4,7	0,0	4,7	4,7
	Anual	6,7	1,9	5,2	9,4	6,1	1,6	4,7	8,2
2017	Invierno	8,1	0,7	7,6	8,6	7,8	0,5	7,5	8,1
	Primavera	6,7	0,6	6,1	7,2	6,7	0,6	6,0	7,3
	Verano	6,3	0,2	6,2	6,5	6,2	0,3	6,0	6,4
	Otoño	6,5	0,9	5,9	7,2	6,6	0,8	6,1	7,2
	Anual	6,9	0,9	5,9	8,6	6,8	0,7	6,0	8,1
2018	Invierno	8,1	0,3	7,7	8,2	8,0	0,2	7,8	8,2
	Primavera	6,7	0,6	6,3	7,1	6,7	0,5	6,3	7,1

	Verano	6,1	0,1	6,1	6,2	6,1	0,2	6,0	6,2
	Otoño	7,2	0,8	6,3	7,8	7,2	0,7	6,3	7,7
	Anual	7,2	0,9	6,1	8,2	7,1	0,8	6,0	8,2
2019	Invierno	7,9	0,1	7,8	8,0	7,8	0,0	7,8	7,8
	Primavera	6,8	0,3	6,6	7,1	6,7	0,4	6,5	7,1
	Verano	7,9	3,6	5,9	14,4	4,2	3,2	0,6	7,5
	Otoño	7,7	1,4	6,0	9,7	5,3	3,9	0,6	8,9
	Anual	7,6	2,1	5,9	14,4	5,5	3,0	0,6	8,9
2020	Invierno	8,5	0,8	7,8	9,3	8,2	0,4	7,7	8,5
	Primavera	8,7	3,0	6,6	10,9	9,0	2,7	7,1	10,9
	Verano	6,3	0,2	6,0	6,4	6,2	0,2	5,9	6,4
	Otoño	7,5	0,6	7,1	8,2	7,5	0,6	7,1	8,2
	Anual	7,7	1,5	6,0	10,9	7,6	1,4	5,9	10,9
2021	Invierno	7,9	0,4	7,5	8,3	7,9	0,2	7,7	8,1
	Primavera	7,0	0,7	6,4	7,8	7,1	0,7	6,4	7,8
	Verano	6,0	0,5	5,2	6,4	5,2	1,2	3,7	6,4
	Otoño	7,5	0,6	6,8	7,9	7,5	0,6	6,8	8,0
	Anual	7,0	0,9	5,2	8,3	6,8	1,3	3,7	8,1
2022	Invierno	7,9	0,1	7,8	8,0	7,9	0,1	7,8	8,1
	Primavera	7,9	0,8	6,7	8,7	7,9	0,8	6,7	8,6
	Verano	6,3	0,6	5,6	6,8	6,3	0,7	5,5	6,9
	Otoño	8,6	1,0	7,5	10,0	8,9	0,9	7,6	10,0
	Anual	7,8	1,1	5,6	10,0	7,9	1,1	5,5	10,0
2023	Invierno	10,2	0,4	9,7	10,7	10,2	0,5	9,6	10,8
	Primavera	7,4	0,9	6,6	8,9	7,3	0,9	6,6	8,7
	Verano	6,2	0,4	5,7	6,6	6,1	0,5	5,2	6,8
	Otoño	8,0	1,3	6,1	9,2	8,0	1,4	6,1	9,3
	Anual	7,8	1,7	5,7	10,7	7,8	1,7	5,2	10,8
2024	Invierno	9,4	0,2	9,2	9,7	9,3	0,4	8,8	9,8
	Primavera	7,2	0,4	6,6	8,0	7,2	0,5	6,6	8,1
	Verano	6,4	0,2	6,1	6,7	6,5	0,3	6,0	6,8
	Otoño	7,4	0,8	6,5	8,5	7,4	0,9	6,3	8,5
	Anual	7,4	1,0	6,1	9,4	7,4	1,0	6,0	9,4
2025	Invierno*	8,6	0,1	8,5	8,8	8,7	0,1	8,6	8,9
	Anual*	8,6	0,1	8,5	8,8	8,7	0,1	8,6	8,9

*Hasta 27/02/25

Gracias al sistema de monitoreo continuo se pueden observar las variaciones diarias en la concentración de oxígeno, con valores máximos durante la noche y mínimos al medio día; lo que coincide con el patrón observado en la clorofila (ver Apartado 4.3.1). Además, tal y como también se observa en la clorofila, los niveles más altos de oxígeno registrados durante este primer mes de monitoreo con el sistema se han observado en la boya de la estación B (Figura 24).

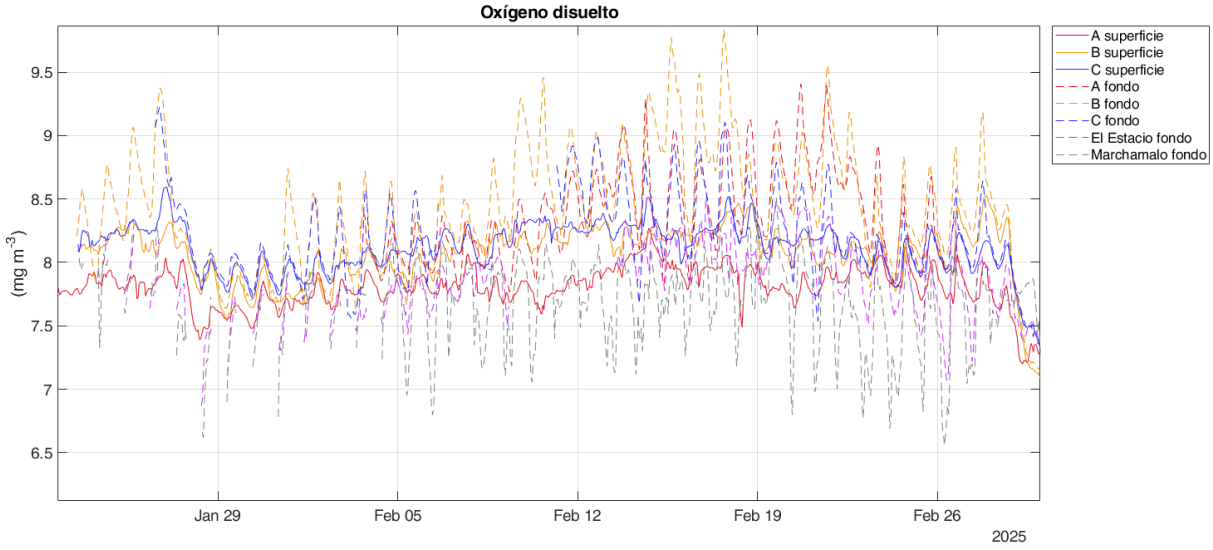


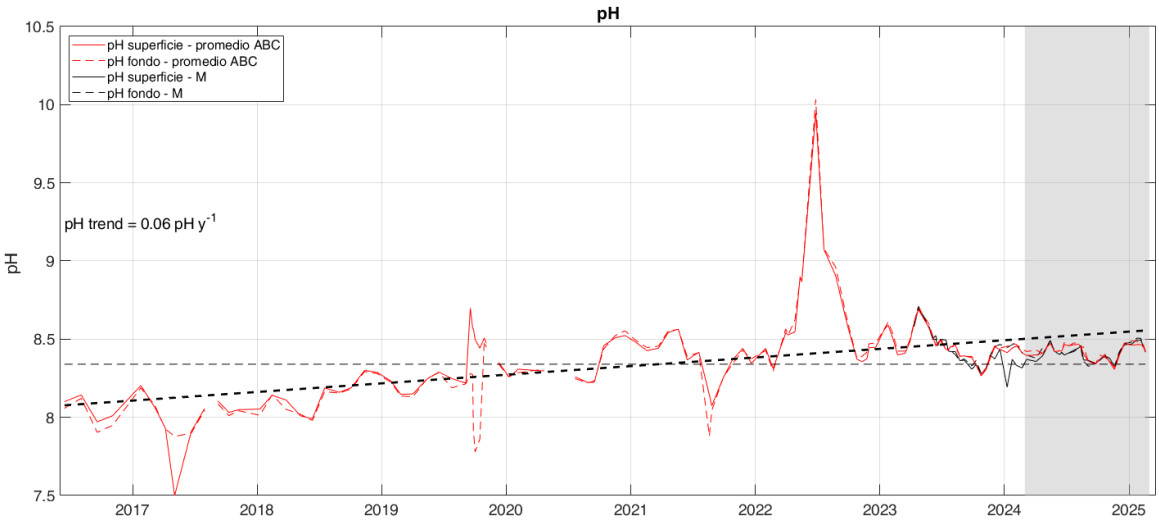
Figura 24. Datos de oxígeno disuelto registrados por las estaciones de monitoreo continuo de las boyas y landers. Se muestran las series temporales correspondientes a las estaciones A, B, C, Estacio y Marchamalo, representadas en color rojo, amarillo, azul, rosa y negro, respectivamente. En las estaciones A, B y C, se distingue superficie (línea continua) y fondo (línea discontinua).

4.6. pH

Los valores promedio del pH del Mar Menor se muestran en la Figura 25 y en la Tabla 7. Se observa una tendencia general positiva de aumento del pH de +0,06 unidades por año, experimentando un incremento neto para todo el periodo de estudio desde 8 a 8,6 (+0,6). Dentro de esta tendencia general se observan fluctuaciones episódicas que podrían responder a diferentes fenómenos o perturbaciones. Por ejemplo, la última parte del episodio de "sopa verde" en 2017 y en 2021 mostraron sendos eventos puntuales de acidificación, con una disminución de los valores de pH del orden de -0,5 unidades. Por el contrario, en marzo 2022, los valores de pH cambiaron y

mostraron un aumento considerablemente anómalo hasta alcanzar en junio de 2022 valores de pH de 10. Posteriormente, los valores comenzaron a disminuir rápidamente de nuevo hasta alcanzar en septiembre de 2022 valores próximos a 8,5 unidades. Se desconoce la causa de este máximo eventual y excepcional.

La estación M experimentó una disminución de pH en superficie a principios de enero de 2024, presentando valores de hasta 8,2 (0,2 puntos inferior al resto de la laguna) que se mantuvieron hasta principios de marzo (Figura 25, Tabla 7). Tras este periodo, el pH de superficie en la estación M volvió a aumentar hasta alcanzar los mismos valores que en el resto de la laguna. A mediados de agosto de 2024, se observó una leve disminución en toda la laguna, que se ha mantenido hasta finales de año. No obstante, desde finales de 2024 parece que hay una tendencia de estabilización de esta variable, que suaviza su tendencia general de aumento observada desde el principio del periodo de estudio considerado.



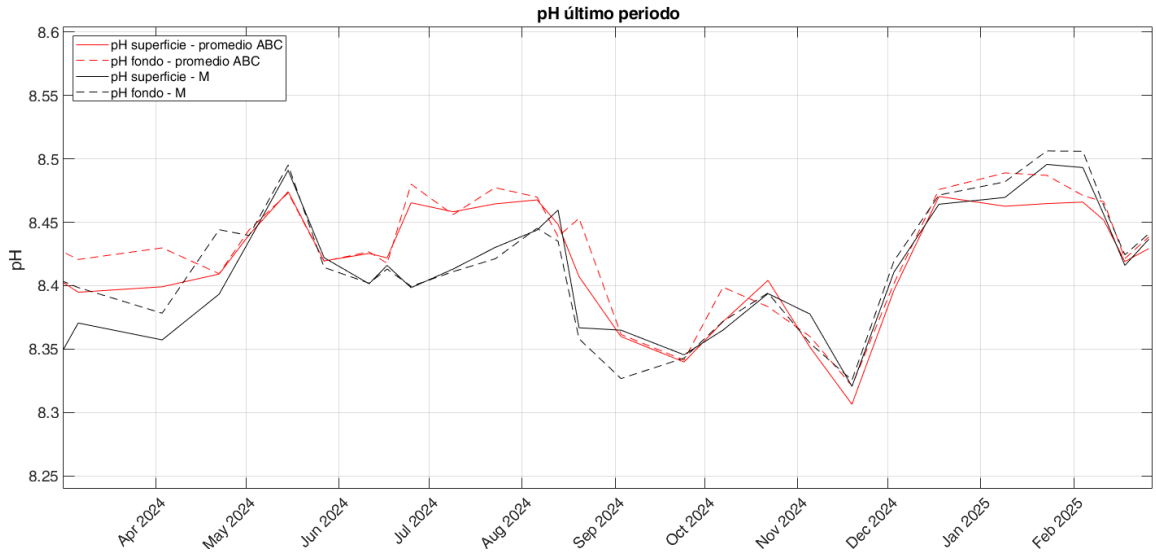


Figura 25: Valores de pH superficial (0,5 m; línea continua) y pH del fondo (entre 4 y 6m dependiendo de la estación, Figura 1; línea discontinua) de los muestreos del proyecto DMMEM y BELICH en las estaciones de muestreo A, B, C y M de la laguna del Mar Menor durante el último año natural.

Tabla 7: Valores medios, mínimos (Min) y máximos (Max) de pH por año medidos en superficie (0,5 m) y fondo (4-6m dependiendo de la estación. Figura 1), durante los muestreos. Std: desviación estándar.

pH		Superficie				Fondo			
Año	**Estación**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**	**Media**	**Std**	**Min**	**Max**
2016	Invierno	---	---	---	---	---	---	---	---
	Primavera	---	---	---	---	---	---	---	---
	Verano	8,06	0,12	7,97	8,14	8,01	0,15	7,90	8,12
	Otoño	8,01	0,00	8,01	8,01	7,95	0,00	7,95	7,95
	Anual	8,06	0,08	7,97	8,14	8,01	0,10	7,90	8,12
2017	Invierno	8,13	0,10	8,06	8,20	8,13	0,08	8,08	8,19
	Primavera	7,78	0,24	7,50	7,93	7,90	0,02	7,88	7,93
	Verano	8,08	0,03	8,06	8,10	8,07	0,03	8,05	8,09
	Otoño	8,04	0,01	8,03	8,05	8,03	0,02	8,01	8,04
	Anual	7,98	0,20	7,50	8,20	8,02	0,10	7,88	8,19

2018	Invierno	8,10	0,04	8,05	8,14	8,07	0,07	8,01	8,14
	Primavera	8,00	0,01	7,99	8,01	8,00	0,03	7,98	8,02
	Verano	8,17	0,02	8,16	8,19	8,16	0,01	8,15	8,16
	Otoño	8,26	0,06	8,19	8,30	8,25	0,06	8,18	8,29
	Anual	8,14	0,11	7,99	8,30	8,13	0,11	7,98	8,29
2019	Invierno	8,19	0,06	8,15	8,23	8,18	0,06	8,14	8,22
	Primavera	8,23	0,07	8,15	8,29	8,22	0,08	8,13	8,29
	Verano	8,46	0,21	8,22	8,70	8,18	0,15	7,92	8,28
	Otoño	8,45	0,06	8,35	8,51	8,18	0,34	7,78	8,49
	Anual	8,38	0,17	8,15	8,70	8,19	0,20	7,78	8,49
2020	Invierno	8,29	0,02	8,26	8,31	8,28	0,01	8,26	8,28
	Primavera	8,30	0,00	8,30	8,30	8,31	0,00	8,31	8,31
	Verano	8,24	0,02	8,22	8,26	8,23	0,01	8,22	8,25
	Otoño	8,50	0,03	8,46	8,52	8,50	0,06	8,44	8,55
	Anual	8,34	0,12	8,22	8,52	8,33	0,12	8,22	8,55
2021	Invierno	8,45	0,03	8,43	8,48	8,47	0,03	8,45	8,49
	Primavera	8,49	0,11	8,37	8,56	8,50	0,10	8,39	8,56
	Verano	8,22	0,15	8,07	8,42	8,15	0,23	7,88	8,41
	Otoño	8,38	0,05	8,35	8,44	8,38	0,05	8,34	8,43
	Anual	8,37	0,14	8,07	8,56	8,36	0,20	7,88	8,56
2022	Invierno	8,43	0,11	8,31	8,54	8,43	0,14	8,30	8,57
	Primavera	8,96	0,58	8,53	9,95	8,99	0,60	8,53	10,03
	Verano	8,85	0,25	8,58	9,07	8,88	0,25	8,61	9,08
	Otoño	8,40	0,04	8,36	8,45	8,43	0,04	8,38	8,48
	Anual	8,66	0,41	8,31	9,95	8,69	0,43	8,30	10,03
2023	Invierno	8,49	0,08	8,40	8,59	8,51	0,08	8,41	8,62
	Primavera	8,54	0,08	8,47	8,69	8,55	0,09	8,47	8,71
	Verano	8,42	0,04	8,36	8,45	8,42	0,04	8,37	8,45
	Otoño	8,36	0,07	8,27	8,44	8,37	0,07	8,28	8,46
	Anual	8,45	0,10	8,27	8,69	8,46	0,10	8,28	8,71
2024	Invierno	8,39	0,03	8,36	8,43	8,44	0,03	8,40	8,47
	Primavera	8,43	0,03	8,39	8,48	8,43	0,02	8,42	8,48
	Verano	8,42	0,05	8,34	8,46	8,42	0,05	8,34	8,48
	Otoño	8,38	0,05	8,31	8,47	8,39	0,05	8,33	8,48

	Anual	8,41	0,04	8,31	8,48	8,42	0,04	8,33	8,48
2025	Invierno*	8,45	0,02	8,42	8,47	8,46	0,03	8,42	8,49
	Anual*	8,45	0,02	8,42	8,47	8,46	0,03	8,42	8,49

*Hasta 27/02/25

4.7. Potencial redox

Tal y como se puede observar en la Figura 26 y la Tabla 8, el potencial redox del Mar Menor se ha comportado de forma muy estable a lo largo del período analizado (junio 2022-diciembre 2024), manteniéndose en torno a los 100 mV. Estos datos reflejan la ausencia de eventos extremos desde noviembre de 2022 e indican un estado de la columna de agua predominantemente oxidante.

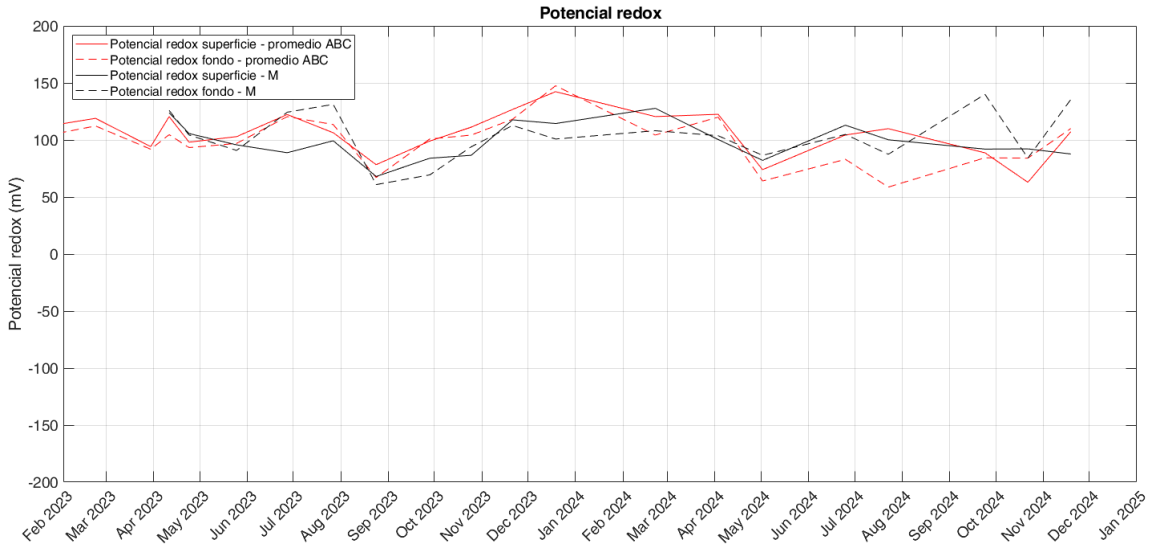


Figura 26: Valores de redox superficial (0,5m) y fondo (4-6m dependiendo de la estación, Figura 1; línea discontinua) de los muestreos in situ del proyecto DMMEM y BELICH en las estaciones de muestreo A, B, C y M de la laguna del Mar Menor.

Tabla 8: Valores medios, mínimos (Min) y máximos (Max) de potencial redox por año, medidos en superficie (0,5 m) y fondo (4-6 m dependiendo de la estación. Figura 1), durante los muestreos in situ. Std: desviación estándar.

Potencial redox (mV)	Superficie	Fondo

Año	Estación	Media	Std	Min	Max	Media	Std	Min	Max
2022	Otoño	100,6	12,9	88,8	121,0	100,4	16,0	84,5	125,7
	Anual	95,1	12,1	79,6	121,0	90,8	15,9	67,7	125,7
2023	Invierno	108,6	12,9	94,2	119,0	103,0	10,3	91,9	112,3
	Primavera	109,1	10,3	99,9	121,3	105,7	12,4	95,4	121,4
	Verano	91,9	14,7	75,8	104,6	92,2	26,3	65,5	118,0
	Otoño	121,6	15,4	105,1	135,4	118,1	17,1	101,7	135,8
	Anual	107,9	15,5	75,8	135,4	104,8	17,5	65,5	135,8
2024	Invierno	122,3	0,0	122,3	122,3	105,2	0,0	105,2	105,2
	Primavera	99,8	21,3	76,0	117,0	91,4	23,3	69,7	115,9
	Verano	99,8	21,3	76,0	117,0	91,4	23,3	69,7	115,9
	Otoño	86,3	22,8	70,2	102,4	101,3	24,3	84,1	118,5
	Anual	98,9	18,7	70,2	122,3	93,3	19,8	65,9	118,5

5. Bibliografía

Belando, M. D., Bernardeau-Esteller, J., Paradinas, I., Ramos-Segura, A., García-Muñoz, R., García-Moreno, P., Marín-Guirao, L., & Ruiz, J. M. (2021). Long-term coexistence between the macroalga *Caulerpa prolifera* and the seagrass *Cymodocea nodosa* in a Mediterranean lagoon. Aquatic Botany, 173, 103415.

Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A., & Kleypas, J. A. (2009). Ocean acidification: the other CO2 problem. Annual Review of Marine Science, 1, 169-192.

Fernández-Alías A, Pérez-Ruzafa Á (2023) Estado de las poblaciones de medusas en el Mar Menor (Actualización 06 Julio 2023). https://canalmarmenor.carm.es/wp-content/uploads/Estado-poblaciones-de-Medusas_06-Julio-2023.pdf. Accessed 18 Jan 2025

Fernández-Alías A, Pérez-Ruzafa Á (2024) Actualización del estado de las poblaciones de escifozoos en el Mar Menor (22 de agosto de 2024). https://canalmarmenor.carm.es/wp-content/uploads/Estado-de-las-%09poblaciones-de-medusas_22-ag-2024_Mar-Menor.pdf. Accessed 18 Jan 2025

Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C. J., Benthuysen, J. A., Burrows, M. T., Donat, M. G., Feng, M., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Scannell, H. A., Sen

Gupta, A., & Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. Progress in Oceanography, 141, 227-238.

Kirk, J. T. (1985). Effects of suspensoids (turbidity) on penetration of solar radiation in aquatic ecosystems. Hydrobiologia, 125, 195-208.

Kirk, J. T. (1994). Light and photosynthesis in aquatic ecosystems. Cambridge University Press

Long, J. S., Hu, C., Robbins, L. L., Byrne, R. H., Paul, J. H., & Wolny, J. L. (2007). Optical and biochemical properties of a southwest Florida whiting event. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 196, 258-268.

Marin-Guirao, L., Bernardeau-Esteller, J., Belando, M. D., García Muñoz, R., Ramos Segura, A., Alcoverro, T., Minguito Frutos, M., & Ruiz, J. M. (2022). Photo-acclimatory thresholds anticipate sudden shifts in seagrass ecosystem state under reduced light conditions. Marine Environmental Research, 177, 105636.

Mercado, J. M., Yebra, L., Gómez-Jakobsen, F., García-Gómez, C., Salles, S., Ouaissa, S., & Ferrera, I. (2023). Biodiversity of protists in coastal areas of the Mediterranean Sea affected by nutrient pollution. ASLO meeting, Palma de Mallorca, June 2023.

Nardelli, B. B., Tronconi, C., Pisano, A., & Santoleri, R. (2013). High and ultra-high resolution processing of satellite Sea Surface Temperature data over Southern European Seas in the framework of MyOcean project. Remote Sensing of Environment, 129, 1-16.

Oliver, E. C., Benthuysen, J. A., Darmaraki, S., Donat, M. G., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Schlegel, R. W., & Sen Gupta, A. (2021). Marine heatwaves. Annual Review of Marine Science, 13, 313-342.

Ouaissa, S., Gómez-Jakobsen, F., Yebra, L., Ferrera, I., Moreno-Ostos, E., Belando, M. D., Ruiz, J. M., & Mercado, J. M. (2023). Phytoplankton dynamics in the Mar Menor, a Mediterranean coastal lagoon strongly impacted by eutrophication. Marine Pollution Bulletin, 192, 1150741.

Pérez-Ruzafa A, Gilabert J, Gutiérrez JM, Fernández AI, Marcos C, Sabah S (2002) Evidence of a planktonic food web response to changes in nutrient input dynamics in the Mar Menor coastal lagoon, Spain. Hydrobiologia 475–476:359–369. doi: 10.1023/A:1020343510060

Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Boletín Oficial del Estado, nº 229, de 24 de septiembre de 2015, pp. 85040-85097.

UNESCO. (1985). The international system of units (SI) in oceanography. UNESCO Technical Papers No. 45, IAPSO Pub. Sci. No. 32, Paris, France.

Yebra L, Espejo E, Putzeys S, Giráldez A, Gómez-Jakobsen F, León P, Salles S, Torres P, Mercado JM (2020) Zooplankton Biomass Depletion Event Reveals the Importance of Small Pelagic Fish Top-Down Control in the Western Mediterranean Coastal Waters. Front Mar Sci 7:1–15. doi: 10.3389/fmars.2020.608690

Yebra, L., Mercado, J. M., Ferrera, I., Ouaissa, S., García Muñoz, R., & Ruiz, J. M. (2023). Impacto de la eutrofización en la biomasa de mesozooplancton del Mar Menor. En: Pérez-Rubín Feigl, J., Fernández, B., Onrubia, M., & Díaz-Acha, Y. (Eds.), Libro de resúmenes de la XXV Bienal de la RSEHN - Málaga 2023, pp. 155-156. ISBN: 978-84-09-53007-6.

6. Listado de abreviaturas

ADN: Ácido Desoxirribonucleico.

ARNr: Ácido Ribonucleico ribosómico.

BELA: Algoritmo de teledetección de la clorofila específico para el Mar Menor.

BELICH: Seguimiento, Estudio y Modelización del ecosistema marino del Mar Menor.

CTD: Conductividad, Temperatura, Profundidad (Conductivity, Temperature, Depth).

DANA: Depresión Aislada en Niveles Altos.

DMMEM: Mar Menor Eutrophication Monitoring programme

IEO-CSIC: Instituto Español de Oceanografía. Centro Superior de Investigaciones Científicas.

IMIDA: Instituto Murciano de Investigación de Desarrollo Agrario.

Kd: Coeficiente de extinción de la luz.

MAPMM: Marco de Actuaciones Prioritarias para la recuperación del Mar Menor.

MITECO: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

NID: Nitrógeno Inorgánico Disuelto.

NT: Nitrógeno total.

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez (Nephelometric Turbidity Unit).

P90: Percentil climatológico 90.

PAR: Radiación Fotosintéticamente Activa (Photosynthetically Active Radiaton).

PCR: Reacción en cadena de la polimerasa

pH: Potencial de Hidrógeno.

PT: Fósforo total.

SMLG: Boya piloto SMARTLAGOON.

SST: Temperatura Superficial del Mar (Sea Surface Temperature).

Std: Desviación Estándar (Standard Deviation).

7. Anexos

7.1. Anexo I: Estaciones de monitorización BELICH

La Figura 30 muestra el esquema de los sensores instalados en las estaciones de monitorización BELICH (Figura 1). Las estaciones de El Estacio y Marchamalo (5 y 6) están equipadas con landers (fondeos), debido a la presencia de tráfico marítimo en estos canales, mientras que las estaciones A, B y C tienen sendas boyas oceanográficas en la superficie.

Las estaciones han sido diseñadas para obtener datos de alta resolución temporal, tanto de aguas superficiales como profundas, con el objetivo de identificar episodios de estratificación en la columna de agua. La boya incorpora una unidad central de procesamiento (*data logger*) *CR100x* de *Campbell Scientific*, que se encarga de registrar y transmitir datos de los diferentes tipos de sensores en tiempo real.

Tanto la boya como el *lander* están equipados con un sensor *Seabird HydroCAT-EP*, capaz de medir oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, concentración de clorofila, ph y turbidez. Además, la boya cuenta con una estación meteorológica (*Gill MaxiMet Weather Station*), que proporciona información sobre la dirección y velocidad del viento, temperatura del aire, humedad e irradiancia solar. Por su parte, el *lander* incorpora también un sensor *AquaDopp*, que mide la velocidad y dirección de la corriente a diferentes profundidades.

Finalmente, la boya de la Estación B incluye además dos sensores *Seabird ECO-PAR* (en superficie y fondo) y 3 *Trios* (dos tipos ARC y uno tipo ACC). Los sensores PAR permiten medir la radiación fotosintéticamente activa (PAR) tanto sub-superficial como en el fondo, mientras que los sensores *Trios* proporcionan mediciones de radiancia e irradiancia solar.

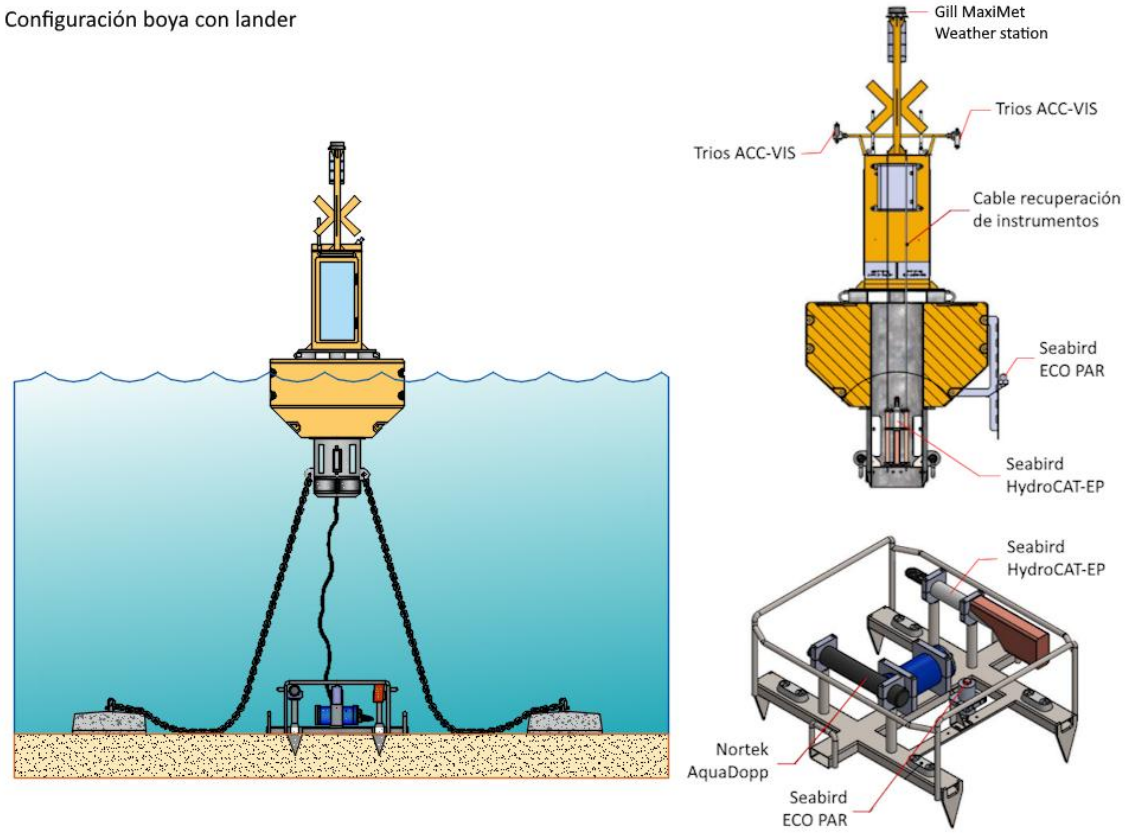


Figura 30: Esquema boya y lander (fondeo) de las estaciones de monitorización A, B, y C. Las estaciones de Estacion y Marchamalo (5 y 6) solo tienen la parte profunda (lander).

La Figura 31 muestra el esquema de los sensores instalados en la estación de monitorización 4, en la base aérea de San Javier. La estación mide con alta resolución el nivel del mar con un mareógrafo, y también la radiación y factores meteorológicos como el viento, la temperatura y las precipitaciones.

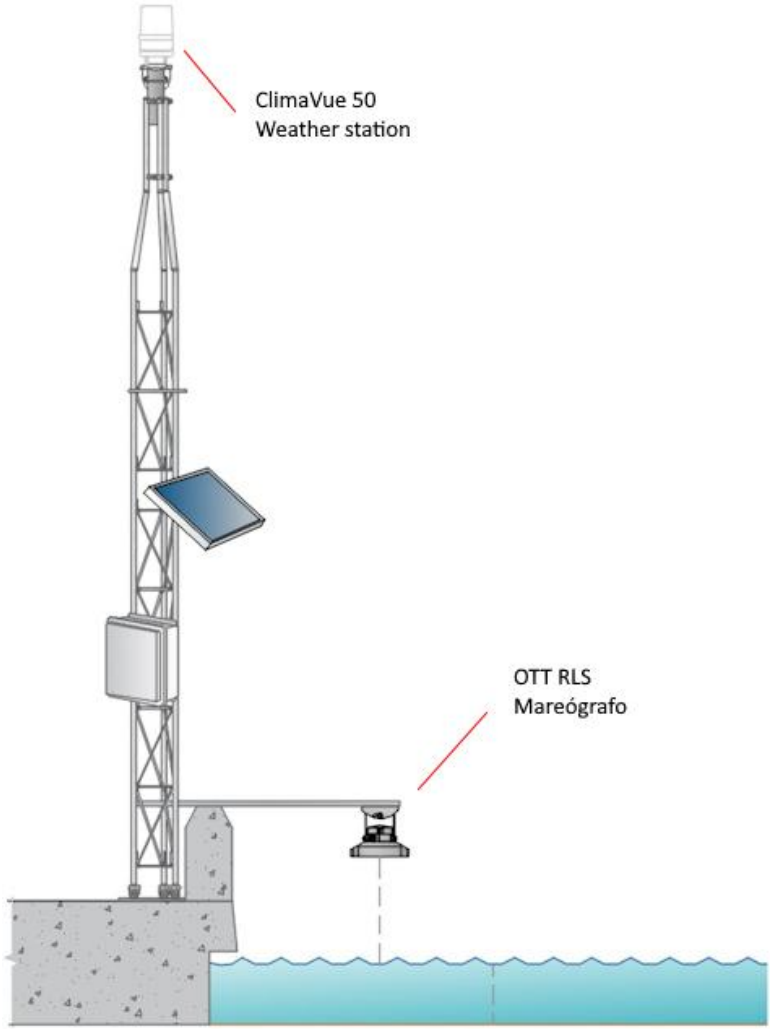


Figura 31: Esquema de los sensores instalados en la estación 4 en el puerto de San Pedro del Pinatar.

7.2. Anexo I: Metodología

7.1.1. Temperatura

La obtención de la temperatura se ha llevado a cabo con diferentes y complementarias fuentes de datos, lo que ha posibilitado la adquisición de una resolución espacio-temporal considerable para la variable en cuestión. Las fuentes de datos empleadas se detallan a continuación:

- 2012 – actualidad: Sensor HOBO Water Temp Pro v2 sumergido a una profundidad de 1,5 metros. Hasta junio de 2023 se ubicó en el Puerto de Lo Pagán y, a partir de ese momento, se trasladó a la boya piloto SMLG.
- 2016 – actualidad: Muestreos con sondas multiparamétricas a través del proyecto DMMEM. Desde octubre de 2022 se realiza un perfil vertical con el CTD modelo JFE AAQ176, como parte del proyecto BELICH. Estos muestreos se realizan aproximadamente cada dos semanas (según las condiciones meteorológicas).
- 1982 – actualidad: Datos del satélite Copernicus Mediterranean Sea – High Resolution L4 Sea Surface Temperature Reprocessed 0,05 deg resolution (Nardelli et al., 2013).

Todas estas fuentes de datos son de suma importancia para llevar a cabo un análisis espacial y temporal de la temperatura del agua de la laguna. La presencia del sensor HOBO ha permitido mantener una serie continua de Temperatura Superficial del Mar (SST) desde el año 2012, así como datos a diferentes profundidades, permitiendo obtener series del perfil vertical de la columna de agua. Los muestreos con sondas multiparamétricas nos han permitido, a su vez, realizar un análisis espacial de la SST en las cuatro estaciones de muestreo. Por último, los datos satelitales del satélite Copernicus Mediterranean Sea – High Resolution L4 Sea Surface Temperature Reprocessed, con una resolución de 0,05 grados (disponible en https://doi.org/10.48670/moi-00173), han ampliado la disponibilidad de datos SST en el Mar Menor más allá del año 2012. Estos datos han sido sometidos a un proceso de inter-calibración con el sensor HOBO.

7.1.2. Clorofila-a

La medida de clorofila-*a* se lleva a cabo mediante dos métodos distintos: espectrofotométricos y fluorescencia. La espectrofotometría es una técnica analítica que permite la cuantificación de compuestos en solución, basándose en la relación directa que existe entre la absorción de luz y la concentración del compuesto en cuestión. Para realizar esta medición, se emplea una muestra del medio acuático que se filtra por un filtro Whatman GF/F de 47 mm de diámetro, seguido de la extracción de la clorofila-a con acetona al 90%. La concentración de clorofila-a se determina luego en el espectrofotómetro.

Por otro lado, el método basado en fluorescencia se centra en la medición de la energía emitida por organismos fotosintéticos, en forma de fluorescencia de la clorofila-*a*. Esta medición se realiza *in situ* y proporciona datos instantáneos.

Desde mayo de 2016 a la actualidad los datos de clorofila-*a* se recopilan a partir de muestreos *in situ* en todas las estaciones de muestreo (Figura 1). Estos se realizan de forma quincenal según las condiciones meteorológicas. La clorofila-*a* se determina a partir de espectrofotometría.

Además, desde octubre de 2022, se realizan perfiles verticales de CTD que obtienen datos de clorofila-a (por fluorescencia).

Obtener medidas a partir de diferentes fuentes es esencial para mantener una serie temporal precisa y de calidad. Los muestreos *in situ* permiten calibrar los sensores de monitoreo continuo y obtener mediciones altamente precisas de la clorofila-a mediante espectrofotometría.

7.1.3. Turbidez

La turbidez se evalúa de dos formas: mediante irradiancia PAR, y como proporción de luz dispersada (backscatter). La irradiancia PAR mide la cantidad de radiación integrada en el rango de longitudes de onda que son capaces de producir actividad fotosintética activa (400-700 nm). A partir de esta medición, se estima la transparencia como coeficiente de extinción de la luz (Kd, m-1). La turbidez también se puede calcular midiendo la proporción de luz dispersada cuando un rayo de luz atraviesa la muestra de agua, expresándose en valores de NTU (unidad nefelométrica de turbidez). Por último, a partir del coeficiente de extinción de la luz, se ha determinado la proporción de luz que queda disponible para los organismos fotosintéticos del fondo (%Io) (Kirk, 1994).

Los datos de turbidez se obtienen desde mayo 2016 a partir de muestreos *in situ* en las estaciones de muestreo (Figura 1). Estos se realizan de forma quincenal según las condiciones meteorológicas. La turbidez se evalúa a partir de irradiancia PAR utilizando un sensor LiCor plano (2π). Además, desde octubre de 2022, se realizan perfiles verticales de CTD que obtienen datos de turbidez (tanto NTU como por irradiancia PAR).

Estas múltiples mediciones son esenciales para mantener una serie temporal precisa y de calidad. Los sensores PAR proporcionan una serie continua de datos de la laguna a diversas profundidades, mientras que los muestreos *in situ* permiten calibrar los sensores de monitoreo continuo y obtener mediciones altamente precisas de la turbidez.

7..4. Oxígeno disuelto

La medición del oxígeno disuelto se basa en el fenómeno de la extinción dinámica de la luminiscencia. Este principio se sustenta en la disminución de la energía del luminóforo provocada por la presencia del oxígeno en la muestra. De esta forma, el sensor logra determinar la concentración de oxígeno en función de la pérdida de emisión de luz del luminóforo. Este método ostenta diversas ventajas, entre las que destacan su sensibilidad y su inmediata respuesta, lo que permite realizar mediciones con una alta precisión en tiempo real.

Los datos de oxígeno disuelto se obtienen a partir de muestreos *in situ* en todas las estaciones de muestreo (Figura 1). Estos se realizan con frecuencia mensual, y en ocasiones semanal, dependiendo de las circunstancias de la laguna en cada momento. Desde octubre de 2022, estos muestreos se están realizando a través de perfiles verticales con el CTD modelo JFE AAQ176 (este dispositivo tiene incorporado un sensor de oxígeno disuelto).

La obtención de datos a partir de muestreos *in situ* nos permite obtener una serie temporal de calidad desde 2016 del oxígeno disuelto en la laguna.

7.1.5. pH

El pH se obtiene a partir de un electrodo de vidrio (glass electrode), este sensor aprovecha la propiedad de un vidrio sensible al pH, que responde a los cambios de concentración de iones de hidrógeno (H+) en la muestra. Estas medidas se obtienen en escala NBS. Este tipo de sensores nos permiten tomar mediciones de pH precisas y en tiempo real.

Desde mayo de 2016 los valores de pH se obtienen a partir de muestreos *in situ* en todas las estaciones de muestreo (Figura 1). Estos se realizan con frecuencia mensual, y en ocasiones semanal, dependiendo de las circunstancias de la laguna en cada momento. Desde octubre de 2022, estos muestreos se están realizando a través de perfiles verticales con el CTD modelo JFE AAQ176, este dispositivo tiene incorporado un sensor de pH.

La obtención de datos a partir de estos muestreos nos permite obtener una serie temporal de calidad desde 2016 de pH.

7.1.6. Nutrientes

Desde 2019 se viene analizando la concentración de nitrógeno y fósforo total (NT y PT) en las muestras recogidas mensualmente, con el fin de caracterizar el pool completo de ambos nutrientes. Estos análisis se realizan a partir de muestras prefiltradas por filtros de 0,7 µm, por tanto, incluyen sólo la fracción disuelta, tanto orgánica como inorgánica. Las concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos en este periodo (que serán presentadas en el siguiente informe) son aproximadamente un orden de magnitud menor que las concentraciones promediadas de NT y PT, por lo que estas corresponden principalmente a formas orgánicas que pueden tener su origen en la actividad de las comunidades de la laguna (excreción, depredación o lisis celular) o proceder de fuentes externas (aportes a través de los cursos de agua). Estas formas de N y P pueden corresponder a materia orgánica lábil o recalcitrante, según sea más o menos fácilmente metabolizable por las comunidades microbianas. Es decir, el N y P soluble constituyen un almacén de nutrientes que, dependiendo de su naturaleza y de la actividad de las comunidades bacterianas, podría ser más o menos movilizado.

7.1.7. Potencial Redox

La medición del potencial redox se realiza mediante electrodos metálicos combinados, uno de medición y otro de referencia. La tendencia de los agentes químicos de aceptar o donar electrones determina el potencial del metal, lo que determina el voltaje potencial de oxidación-reducción de soluciones acuosas.

Los datos de potencial redox se obtienen desde abril de 2022 a partir de muestreos *in situ* en todas las estaciones de muestreo (Figura 1). Estos se realizan con frecuencia mensual, dependiendo de las circunstancias de la laguna en cada momento. Estas mediciones se realizan con la sonda de medición redox SenTix® ORP-T 900.

La obtención de datos a partir de estos muestreos *in situ* nos permite obtener una serie temporal de calidad desde abril de 2022.

7.1.8. Comunidades microbianas y de fitoplancton

Para enumerar la abundancia de distintos grupos de pico-, nano- y microplancton se realizan muestreos con botella Niskin en las distintas estaciones. Para el análisis del picoplancton, las muestras se fijan con glutaraldehído (1% concentración final) y se congelan a -80 C hasta su procesado. La abundancia de picoplancton se analiza mediante citometría de flujo, mediante la que se puede identificar la abundancia de la cianobacteria *Synechococcus*, de picoplancton eucariota y de bacterias heterótrofas. El análisis de la abundancia y composición de nano- y microplancton se realiza mediante microscopía. Para ello, se fijan muestras en botellas de vidrio oscuro con solución de Lugol (2% concentración final).

Además, la biomasa de pico-, nano- y microplancton se recoge en filtros de policarbonato para el análisis exhaustivo de su diversidad, tanto procariota como eucariota, mediante herramientas genéticas. El ADN se extrae de los filtros y se usa para amplificar mediante PCR los marcadores genéticos 16S y 18S ARNr, para procariotas y eucariotas, respectivamente.

7.1.9. Comunidades de zooplancton

Desde 2016 se realizan muestreos mensuales para evaluar el estado de las comunidades de zooplancton del Mar Menor. Los muestreos consisten en pescas de arrastre con una red de plancton (50 cm diámetro) equipada con una malla de 200 micras (0,2 mm) de paso de luz. Inicialmente, estos muestreos se realizaban en tres estaciones (A, B y C, Figura 1), no obstante, una vez analizados los datos del periodo inicial se optimizó el muestreo, reduciéndolo a la estación B desde 2019, al considerarse esta estación representativa del resto de la laguna.

Las muestras obtenidas se dividen en dos alícuotas mediante un subdivisor Folsom. Una alícuota se preserva en etanol para análisis taxonómico y otra alícuota se fracciona por tamaño en tres fracciones (<200, 200-500 y >1000 micras) y se ultracongela en nitrógeno líquido para análisis de biomasa y metabolismo. Las muestras congeladas se mantienen a -80ºC hasta su análisis en el Centro Oceanográfico de Málaga (IEO-CSIC).

7.1.10. Comunidades de macrófitos bentónicos

El grupo de Ecología de Angiospermas Marinas del C.O. de Murcia (IEO-CSIC) realiza un seguimiento de la vegetación bentónica del Mar Menor desde 2014. La metodología puede ser consultada en Belando et al., (2021).

7.3. Anexo III: Perfiles CTD

7.3.1. Temperatura

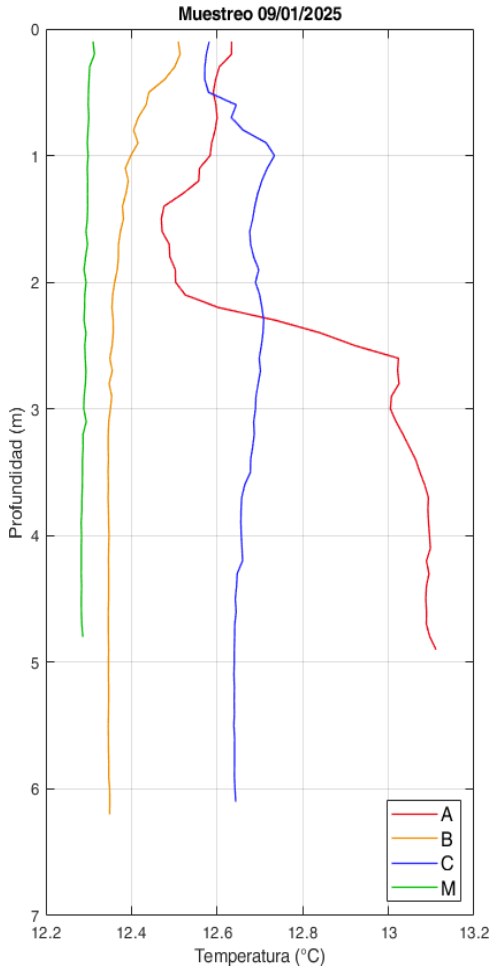


Figura 32. Perfiles de Temperatura obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 9. Datos de Temperatura de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	12,47 ºC	13,02 ºC	12,65 ºC	0,18 ºC
A	3-7 m	13,00 ºC	13,11 ºC	13,08 ºC	0,03 ºC
B	0-3 m	12,35 ºC	12,51 ºC	12,40 ºC	0,05 ºC
B	3-7 m	12,35 ºC	12,35 ºC	12,35 ºC	0,00 ºC
C	0-3 m	12,57 ºC	12,73 ºC	12,67 ºC	0,05 ºC
C	3-7 m	12,64 ºC	12,69 ºC	12,65 ºC	0,02 ºC
M	0-3 m	12,29 ºC	12,31 ºC	12,30 ºC	0,01 ºC
M	3-7 m	12,28 ºC	12,29 ºC	12,29 ºC	0,00 ºC

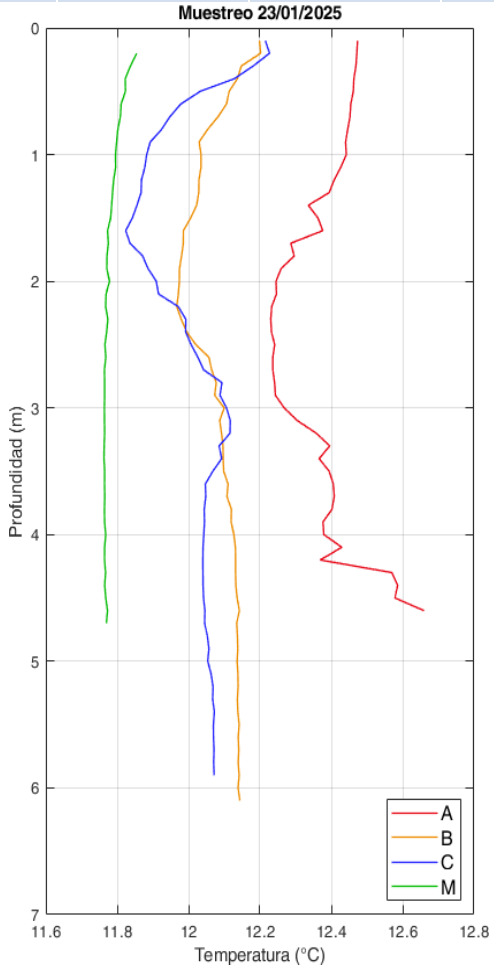


Figura 32. Perfiles de Temperatura obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 10. Datos de Temperatura de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	12,23 ºC	12,47 ºC	12,35 ºC	0,10 ºC
A	3-7 m	12,27 ºC	12,66 ºC	12,43 ºC	0,11 ºC
B	0-3 m	11,97 ºC	12,20 ºC	12,05 ºC	0,07 ºC
B	3-7 m	12,09 ºC	12,14 ºC	12,13 ºC	0,02 ºC
C	0-3 m	11,82 ºC	12,23 ºC	11,97 ºC	0,12 ºC
C	3-7 m	12,04 ºC	12,12 ºC	12,06 ºC	0,02 ºC
M	0-3 m	11,76 ºC	11,85 ºC	11,79 ºC	0,02 ºC
M	3-7 m	11,76 ºC	11,77 ºC	11,77 ºC	0,00 ºC

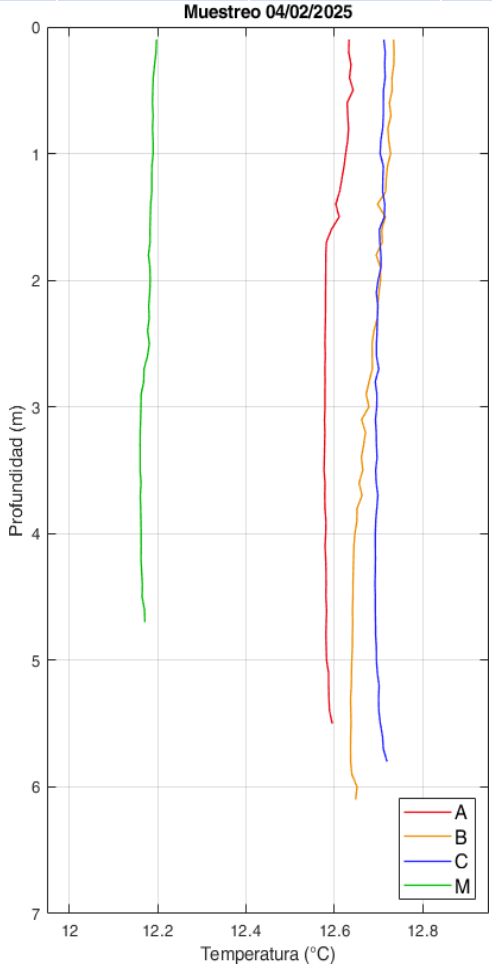


Figura 33. Perfiles de Temperatura obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 11. Datos de Temperatura de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	12,58 ºC	12,64 ºC	12,60 ºC	0,02 ºC
A	3-7 m	12,58 ºC	12,60 ºC	12,58 ºC	0,00 ºC
B	0-3 m	12,67 ºC	12,74 ºC	12,71 ºC	0,02 ºC
B	3-7 m	12,64 ºC	12,68 ºC	12,65 ºC	0,01 ºC
C	0-3 m	12,69 ºC	12,72 ºC	12,71 ºC	0,01 ºC
C	3-7 m	12,69 ºC	12,72 ºC	12,70 ºC	0,01 ºC
M	0-3 m	12,16 ºC	12,20 ºC	12,18 ºC	0,01 ºC
M	3-7 m	12,16 ºC	12,17 ºC	12,16 ºC	0,00 ºC

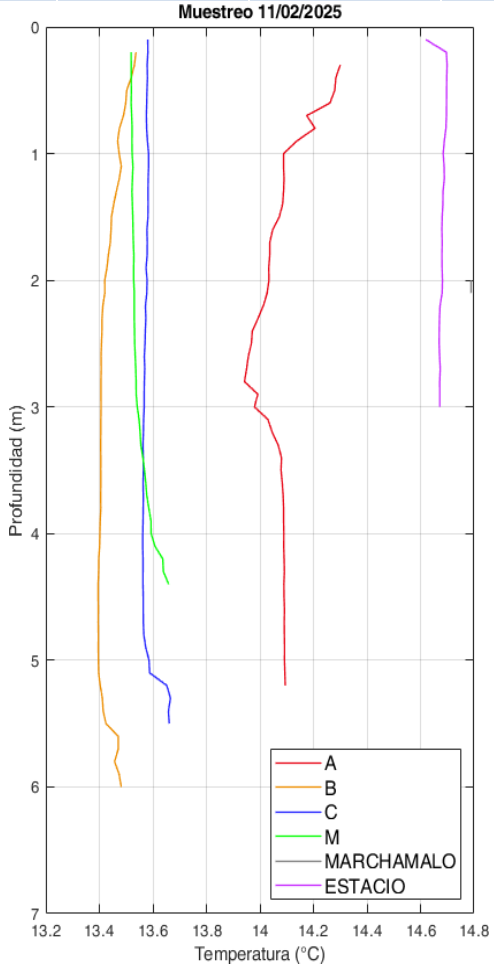


Figura 34. Perfiles de Temperatura obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 12. Datos de Temperatura de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	13,94 ºC	14,30 ºC	14,08 ºC	0,11 ºC
A	3-7 m	13,98 ºC	14,09 ºC	14,08 ºC	0,03 ºC
B	0-3 m	13,41 ºC	13,54 ºC	13,45 ºC	0,04 ºC
B	3-7 m	13,40 ºC	13,48 ºC	13,41 ºC	0,03 ºC
C	0-3 m	13,57 ºC	13,58 ºC	13,58 ºC	0,00 ºC
C	3-7 m	13,56 ºC	13,67 ºC	13,58 ºC	0,03 ºC
M	0-3 m	13,52 ºC	13,54 ºC	13,53 ºC	0,01 ºC
M	3-7 m	13,54 ºC	13,66 ºC	13,59 ºC	0,04 ºC

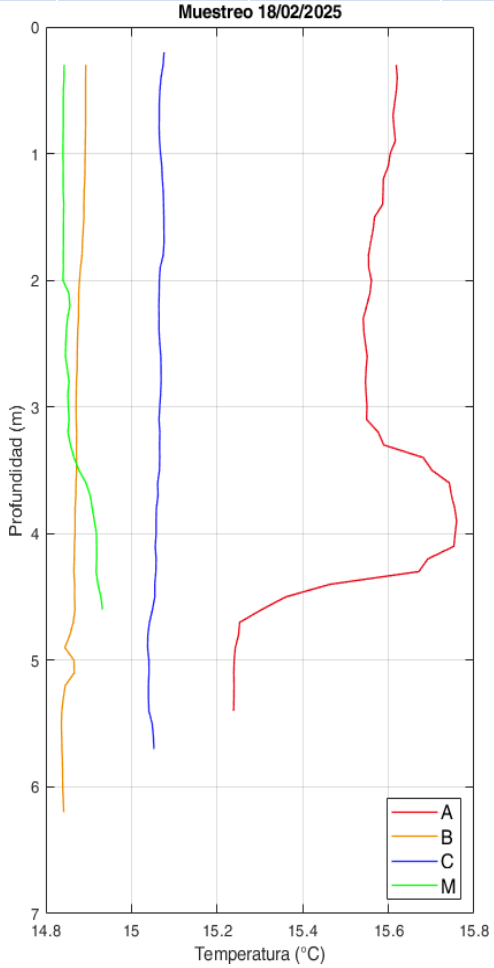


Figura 35. Perfiles de Temperatura obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 13. Datos de Temperatura de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	15,54 ºC	15,62 ºC	15,58 ºC	0,03 ºC
A	3-7 m	15,24 ºC	15,76 ºC	15,50 ºC	0,22 ºC
B	0-3 m	14,87 ºC	14,89 ºC	14,88 ºC	0,01 ºC
B	3-7 m	14,84 ºC	14,87 ºC	14,86 ºC	0,01 ºC
C	0-3 m	15,06 ºC	15,08 ºC	15,07 ºC	0,00 ºC
C	3-7 m	15,04 ºC	15,07 ºC	15,05 ºC	0,01 ºC
M	0-3 m	14,84 ºC	14,86 ºC	14,84 ºC	0,01 ºC
M	3-7 m	14,85 ºC	14,93 ºC	14,90 ºC	0,03 ºC

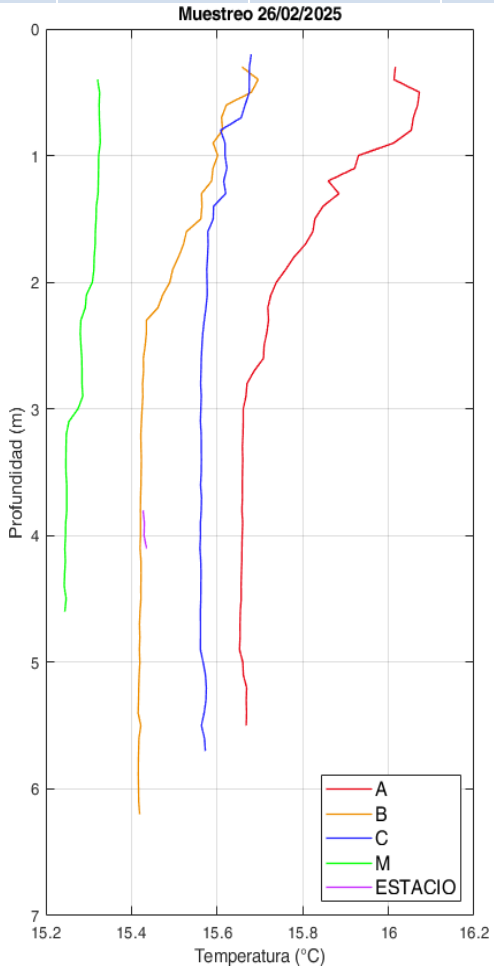


Figura 36. Perfiles de Temperatura obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 14. Datos de Temperatura de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	15,67 ºC	16,07 ºC	15,84 ºC	0,14 ºC
A	3-7 m	15,65 ºC	15,67 ºC	15,66 ºC	0,00 ºC
B	0-3 m	15,43 ºC	15,70 ºC	15,53 ºC	0,08 ºC
B	3-7 m	15,42 ºC	15,42 ºC	15,42 ºC	0,00 ºC
C	0-3 m	15,56 ºC	15,68 ºC	15,60 ºC	0,04 ºC
C	3-7 m	15,56 ºC	15,57 ºC	15,56 ºC	0,00 ºC
M	0-3 m	15,28 ºC	15,33 ºC	15,31 ºC	0,02 ºC
M	3-7 m	15,24 ºC	15,28 ºC	15,25 ºC	0,01 ºC

7.3.2. Salinidad

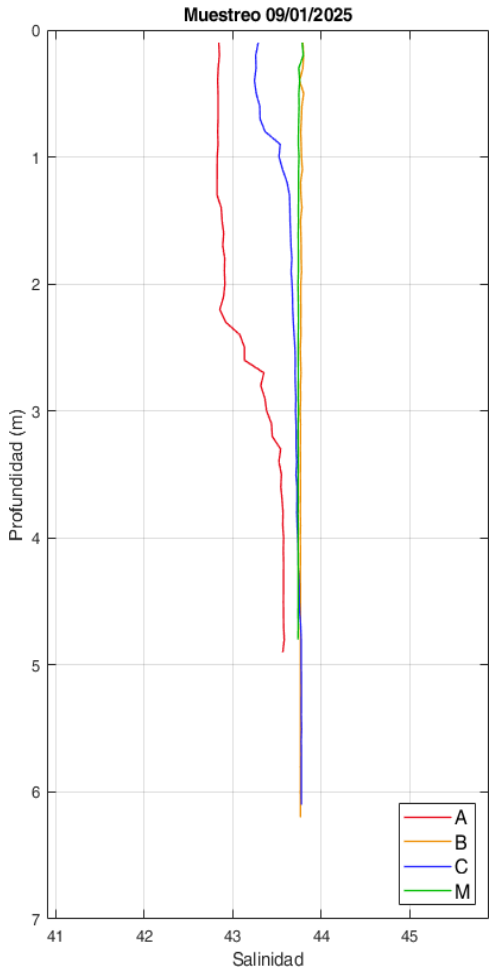


Figura 37. Perfiles de Salinidad obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 15. Datos de Salinidad de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	42,82	43,36	42,94	0,17
A	3-7 m	43,38	43,58	43,54	0,06
B	0-3 m	43,76	43,80	43,78	0,01
B	3-7 m	43,76	43,77	43,77	0,00
C	0-3 m	43,25	43,72	43,56	0,17
C	3-7 m	43,71	43,78	43,75	0,02
M	0-3 m	43,74	43,80	43,75	0,01
M	3-7 m	43,74	43,74	43,74	0,00

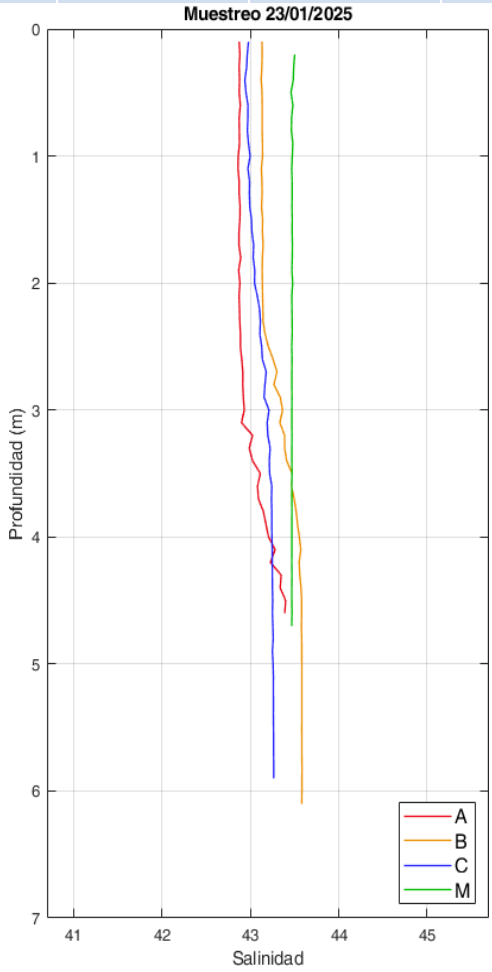


Figura 38. Perfiles de Salinidad obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 16. Datos de Salinidad de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	42,86	42,92	42,88	0,01
A	3-7 m	42,90	43,40	43,16	0,16
B	0-3 m	43,12	43,34	43,16	0,06
B	3-7 m	43,33	43,58	43,53	0,08
C	0-3 m	42,94	43,18	43,03	0,07
C	3-7 m	43,19	43,26	43,24	0,02
M	0-3 m	43,46	43,50	43,47	0,01
M	3-7 m	43,47	43,47	43,47	0,00

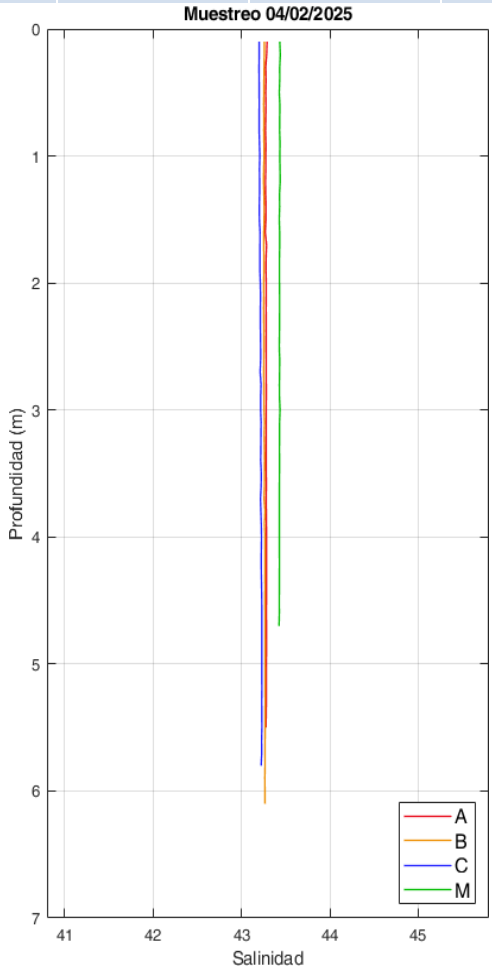


Figura 39. Perfiles de Salinidad obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 17. Datos de Salinidad de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	43,27	43,29	43,28	0,00
A	3-7 m	43,28	43,28	43,28	0,00
B	0-3 m	43,25	43,26	43,25	0,00
B	3-7 m	43,26	43,27	43,26	0,00
C	0-3 m	43,20	43,22	43,21	0,01
C	3-7 m	43,22	43,23	43,23	0,00
M	0-3 m	43,43	43,44	43,43	0,00
M	3-7 m	43,43	43,44	43,43	0,00

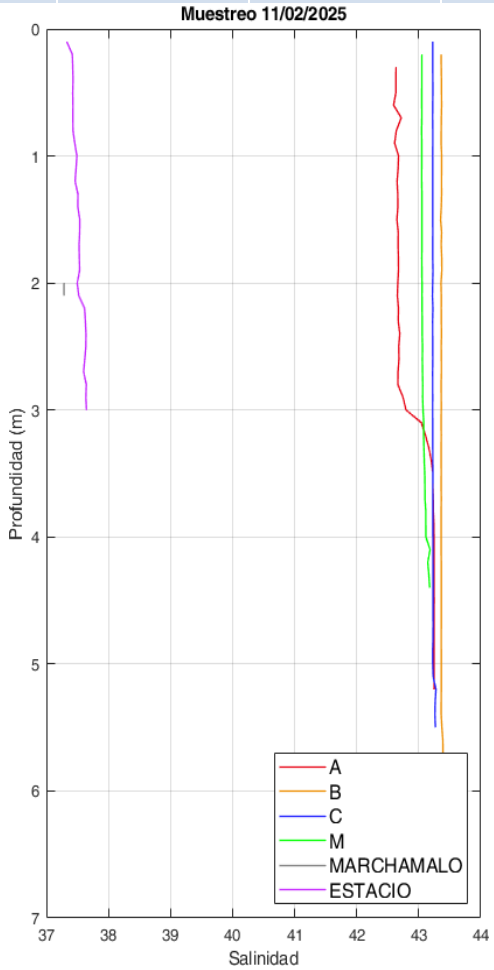


Figura 40. Perfiles de Salinidad obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 18. Datos de Salinidad de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	42,59	42,75	42,66	0,03
A	3-7 m	42,80	43,25	43,20	0,10
B	0-3 m	43,35	43,37	43,36	0,00
B	3-7 m	43,36	43,40	43,37	0,01
C	0-3 m	43,22	43,23	43,23	0,00
C	3-7 m	43,22	43,28	43,23	0,02
M	0-3 m	43,05	43,06	43,05	0,00
M	3-7 m	43,07	43,18	43,11	0,04

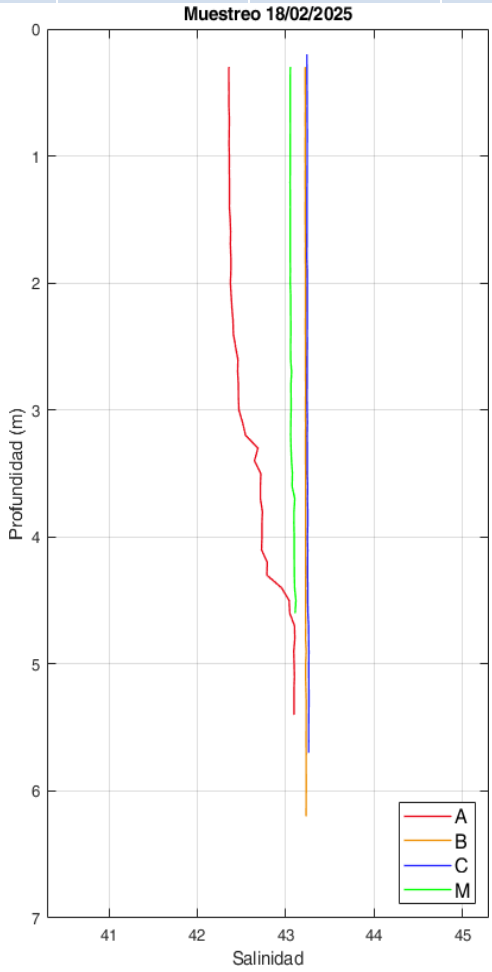


Figura 41. Perfiles de Salinidad obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 19. Datos de Salinidad de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	42,36	42,47	42,39	0,04
A	3-7 m	42,47	43,10	42,85	0,21
B	0-3 m	43,22	43,23	43,22	0,00
B	3-7 m	43,22	43,23	43,23	0,00
C	0-3 m	43,24	43,24	43,24	0,00
C	3-7 m	43,24	43,26	43,25	0,01
M	0-3 m	43,05	43,07	43,05	0,00
M	3-7 m	43,06	43,12	43,09	0,02

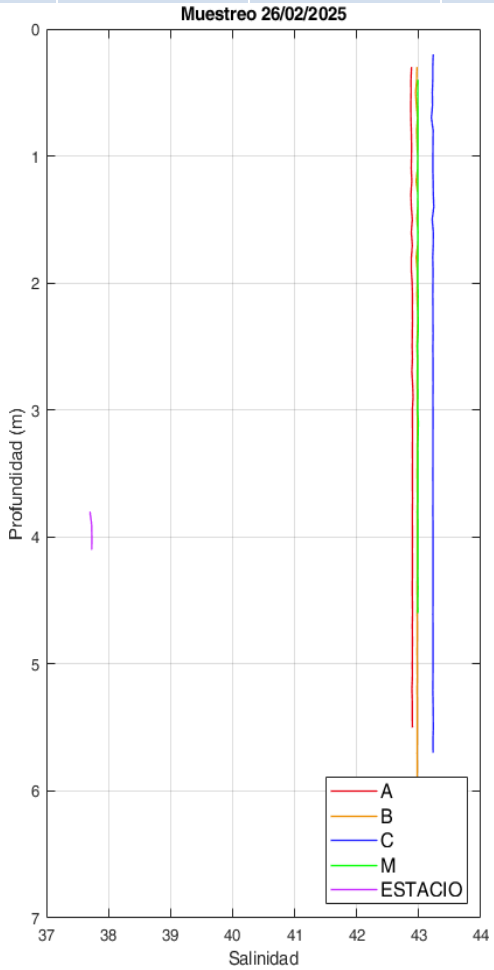


Figura 42. Perfiles de Salinidad obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 20. Datos de Salinidad de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	42,87	42,91	42,89	0,01
A	3-7 m	42,89	42,90	42,90	0,00
B	0-3 m	42,95	42,99	42,97	0,01
B	3-7 m	42,97	42,98	42,98	0,00
C	0-3 m	43,20	43,24	43,23	0,01
C	3-7 m	43,23	43,23	43,23	0,00
M	0-3 m	42,98	42,99	42,98	0,00
M	3-7 m	42,98	42,99	42,99	0,00

7.3.3. Saturación de O2

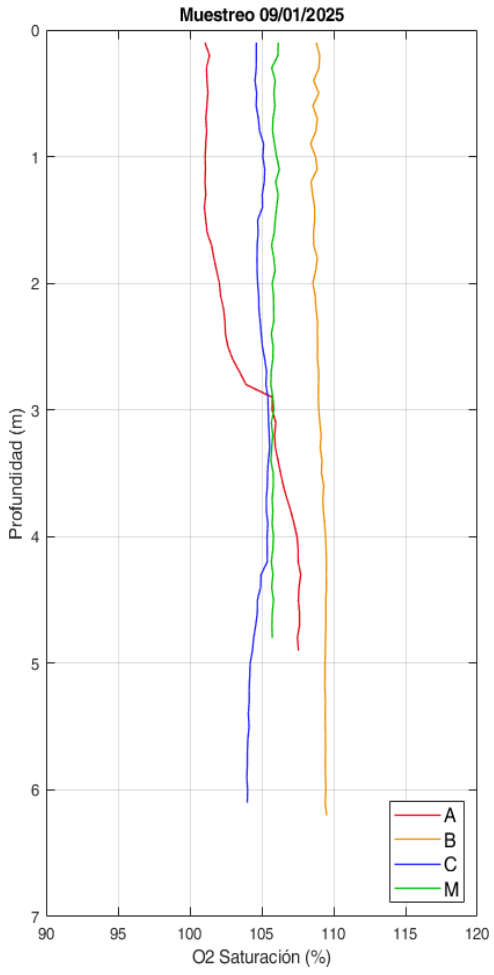


Figura 43. Perfiles de Saturación de O2 obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 21. Datos de Saturación de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	101,01 %	105,74 %	101,84 %	1,09 %
A	3-7 m	105,72 %	107,72 %	106,96 %	0,72 %
B	0-3 m	108,40 %	109,02 %	108,76 %	0,17 %
B	3-7 m	108,97 %	109,52 %	109,36 %	0,14 %
C	0-3 m	104,53 %	105,43 %	104,89 %	0,26 %
C	3-7 m	103,96 %	105,55 %	104,75 %	0,62 %
M	0-3 m	105,64 %	106,22 %	105,87 %	0,16 %
M	3-7 m	105,64 %	105,85 %	105,75 %	0,06 %

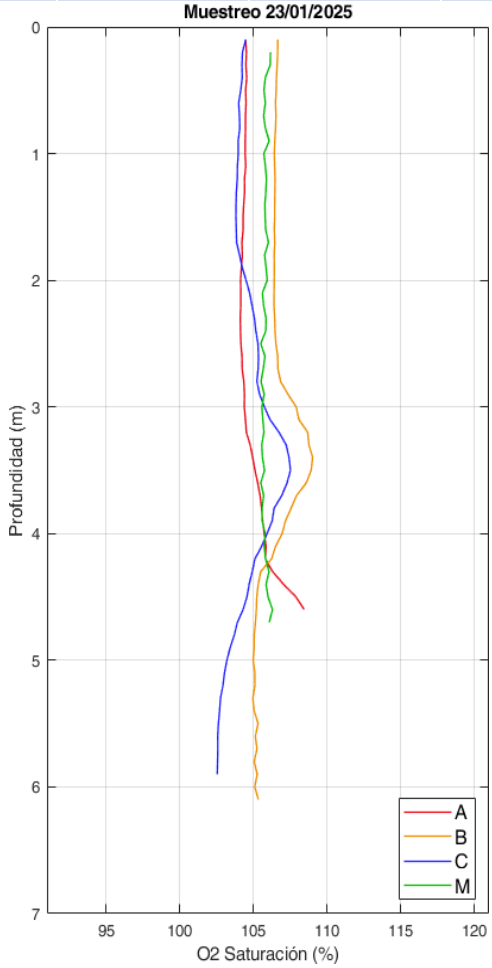


Figura 44. Perfiles de Saturación de O2 obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 22. Datos de Saturación de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	104,12 %	104,55 %	104,34 %	0,14 %
A	3-7 m	104,39 %	108,46 %	105,73 %	1,15 %
B	0-3 m	106,41 %	107,36 %	106,55 %	0,19 %
B	3-7 m	104,97 %	109,03 %	106,27 %	1,47 %
C	0-3 m	103,82 %	105,43 %	104,41 %	0,56 %
C	3-7 m	102,56 %	107,53 %	104,72 %	1,76 %
M	0-3 m	105,51 %	106,17 %	105,82 %	0,16 %
M	3-7 m	105,51 %	106,31 %	105,78 %	0,21 %

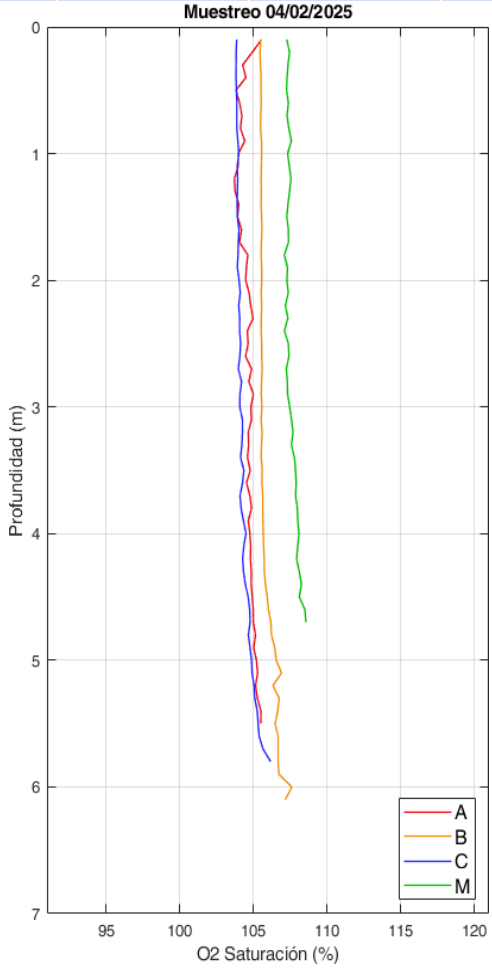


Figura 45. Perfiles de Saturación de O2 obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 23. Datos de Saturación de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	103,72 %	105,56 %	104,42 %	0,44 %
A	3-7 m	104,54 %	105,52 %	104,94 %	0,26 %
B	0-3 m	105,46 %	105,60 %	105,54 %	0,03 %
B	3-7 m	105,54 %	107,62 %	106,15 %	0,57 %
C	0-3 m	103,83 %	104,21 %	103,97 %	0,10 %
C	3-7 m	104,09 %	106,18 %	104,68 %	0,52 %
M	0-3 m	107,11 %	107,59 %	107,34 %	0,11 %
M	3-7 m	107,48 %	108,58 %	107,97 %	0,29 %

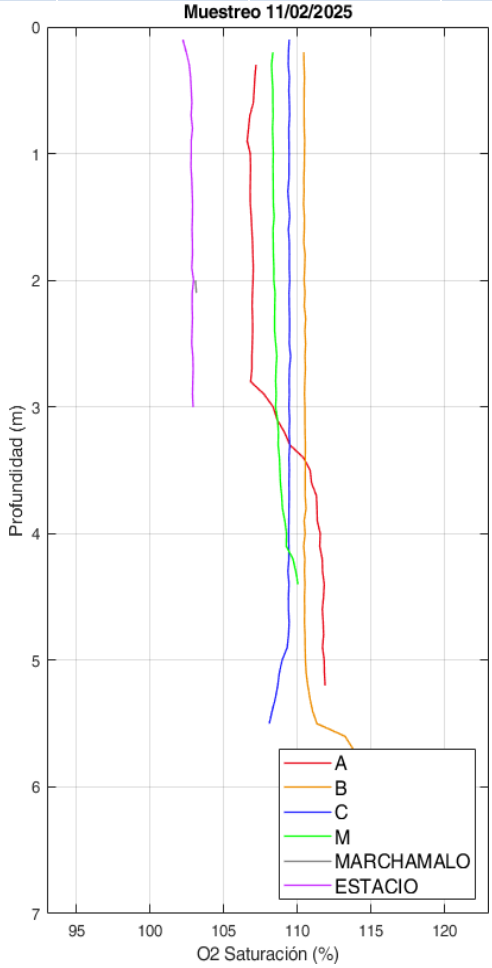


Figura 46. Perfiles de Saturación de O2 obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 24. Datos de Saturación de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	106,59 %	107,73 %	106,93 %	0,20 %
A	3-7 m	108,35 %	111,88 %	111,05 %	1,09 %
B	0-3 m	110,41 %	110,56 %	110,48 %	0,04 %
B	3-7 m	110,42 %	113,77 %	111,02 %	1,04 %
C	0-3 m	109,35 %	109,53 %	109,44 %	0,04 %
C	3-7 m	108,09 %	109,48 %	109,21 %	0,40 %
M	0-3 m	108,24 %	108,60 %	108,40 %	0,09 %
M	3-7 m	108,52 %	110,03 %	109,08 %	0,47 %

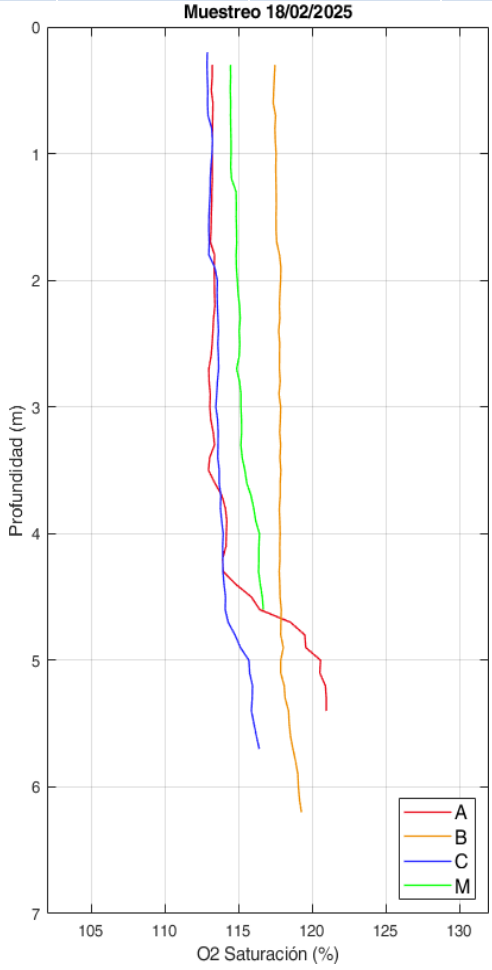


Figura 47. Perfiles de Saturación de O2 obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 25. Datos de Saturación de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	112,98 %	113,40 %	113,21 %	0,11 %
A	3-7 m	112,96 %	120,96 %	115,97 %	3,10 %
B	0-3 m	117,35 %	117,88 %	117,63 %	0,16 %
B	3-7 m	117,76 %	119,27 %	118,13 %	0,47 %
C	0-3 m	112,86 %	113,65 %	113,23 %	0,29 %
C	3-7 m	113,46 %	116,41 %	114,53 %	1,01 %
M	0-3 m	114,44 %	115,16 %	114,78 %	0,26 %
M	3-7 m	115,16 %	116,68 %	115,90 %	0,58 %

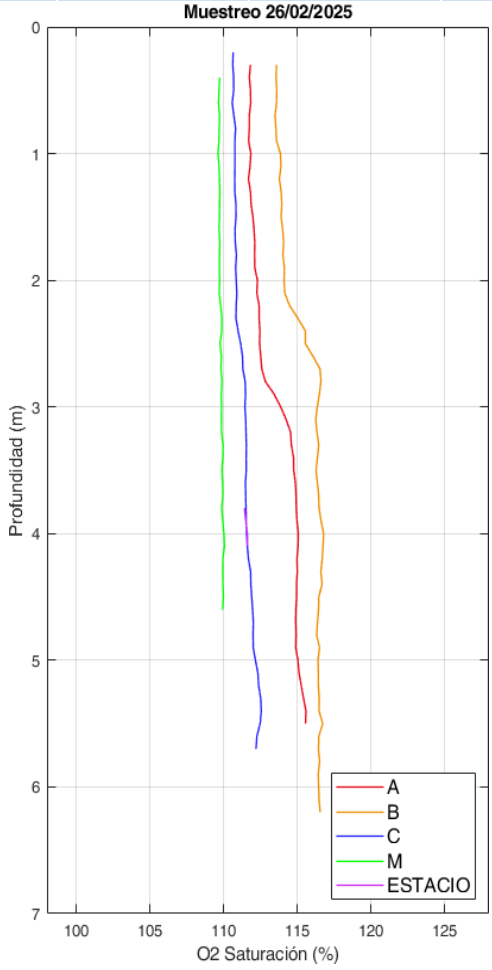


Figura 48. Perfiles de Saturación de O2 obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 26. Datos de Saturación de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	111,67 %	113,42 %	112,12 %	0,41 %
A	3-7 m	113,86 %	115,58 %	114,91 %	0,36 %
B	0-3 m	113,48 %	116,60 %	114,40 %	1,02 %
B	3-7 m	116,24 %	116,78 %	116,47 %	0,13 %
C	0-3 m	110,57 %	111,47 %	110,86 %	0,24 %
C	3-7 m	111,43 %	112,54 %	111,86 %	0,37 %
M	0-3 m	109,61 %	109,88 %	109,74 %	0,07 %
M	3-7 m	109,84 %	110,05 %	109,92 %	0,06 %

7.3.4. Concentración de O2

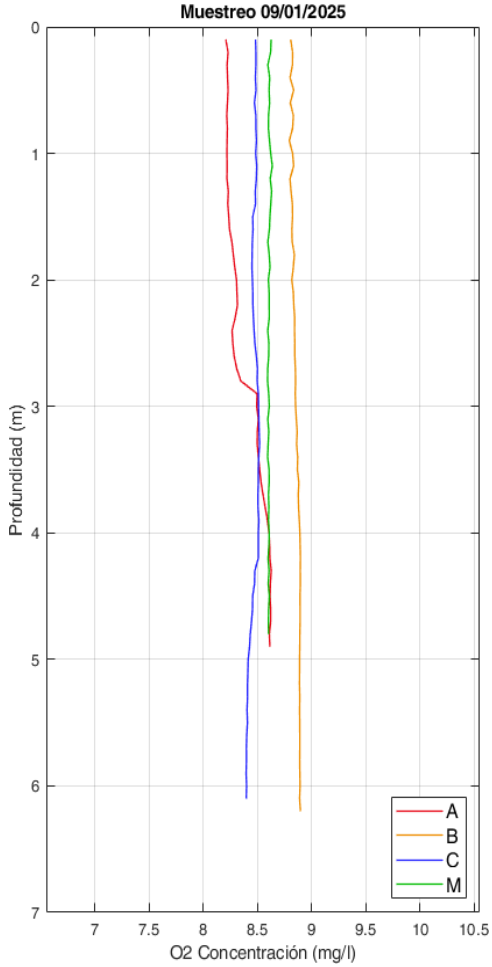


Figura 49. Perfiles de Concentración de O2 obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 27. Datos de Concentración de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	8,21 mg/l	8,50 mg/l	8,26 mg/l	0,06 mg/l
A	3-7 m	8,49 mg/l	8,63 mg/l	8,57 mg/l	0,05 mg/l
B	0-3 m	8,79 mg/l	8,85 mg/l	8,83 mg/l	0,02 mg/l
B	3-7 m	8,85 mg/l	8,90 mg/l	8,88 mg/l	0,01 mg/l
C	0-3 m	8,45 mg/l	8,51 mg/l	8,48 mg/l	0,02 mg/l
C	3-7 m	8,39 mg/l	8,52 mg/l	8,46 mg/l	0,05 mg/l

M	0-3 m	8,59 mg/l	8,64 mg/l	8,61 mg/l	0,01 mg/l
M	3-7 m	8,59 mg/l	8,61 mg/l	8,60 mg/l	0,00 mg/l

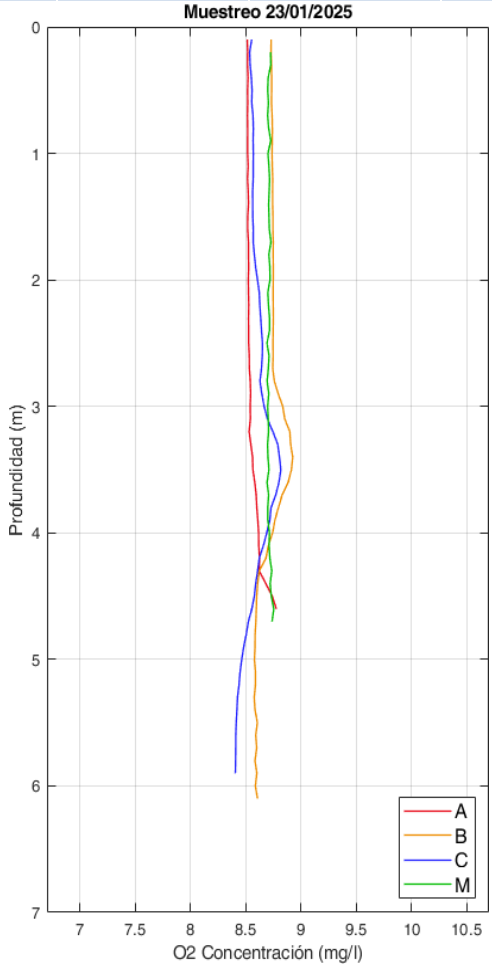


Figura 50. Perfiles de Concentración de O2 obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 28. Datos de Concentración de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	8,51 mg/l	8,54 mg/l	8,52 mg/l	0,01 mg/l
A	3-7 m	8,53 mg/l	8,78 mg/l	8,61 mg/l	0,07 mg/l
B	0-3 m	8,73 mg/l	8,79 mg/l	8,74 mg/l	0,01 mg/l
B	3-7 m	8,58 mg/l	8,92 mg/l	8,69 mg/l	0,13 mg/l
C	0-3 m	8,53 mg/l	8,65 mg/l	8,59 mg/l	0,04 mg/l
C	3-7 m	8,41 mg/l	8,82 mg/l	8,59 mg/l	0,15 mg/l

M	0-3 m	8,69 mg/l	8,73 mg/l	8,71 mg/l	0,01 mg/l
M	3-7 m	8,69 mg/l	8,75 mg/l	8,71 mg/l	0,02 mg/l

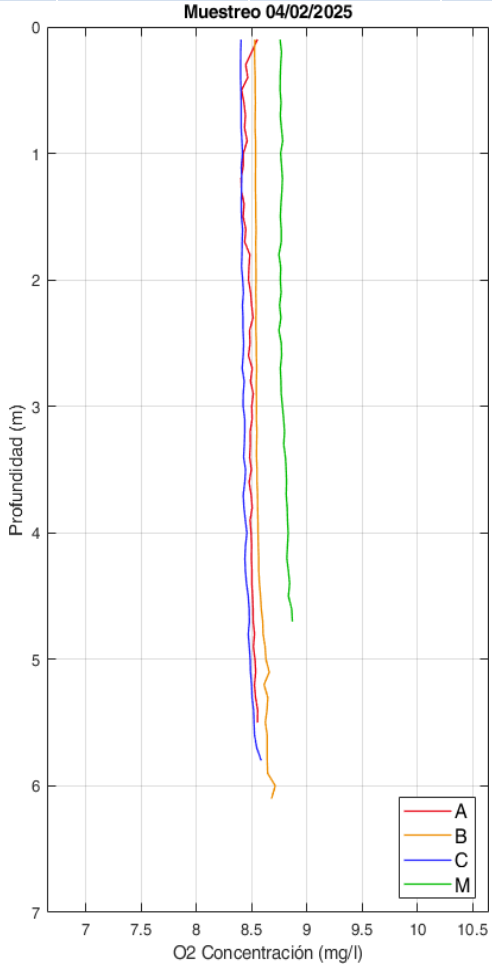


Figura 51. Perfiles de Concentración de O2 obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 29. Datos de Concentración de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	8,41 mg/l	8,55 mg/l	8,46 mg/l	0,04 mg/l
A	3-7 m	8,48 mg/l	8,56 mg/l	8,51 mg/l	0,02 mg/l
B	0-3 m	8,53 mg/l	8,55 mg/l	8,54 mg/l	0,00 mg/l
B	3-7 m	8,54 mg/l	8,72 mg/l	8,60 mg/l	0,05 mg/l
C	0-3 m	8,40 mg/l	8,43 mg/l	8,41 mg/l	0,01 mg/l
C	3-7 m	8,42 mg/l	8,59 mg/l	8,47 mg/l	0,04 mg/l

M	0-3 m	8,75 mg/l	8,78 mg/l	8,77 mg/l	0,01 mg/l
M	3-7 m	8,78 mg/l	8,87 mg/l	8,82 mg/l	0,02 mg/l

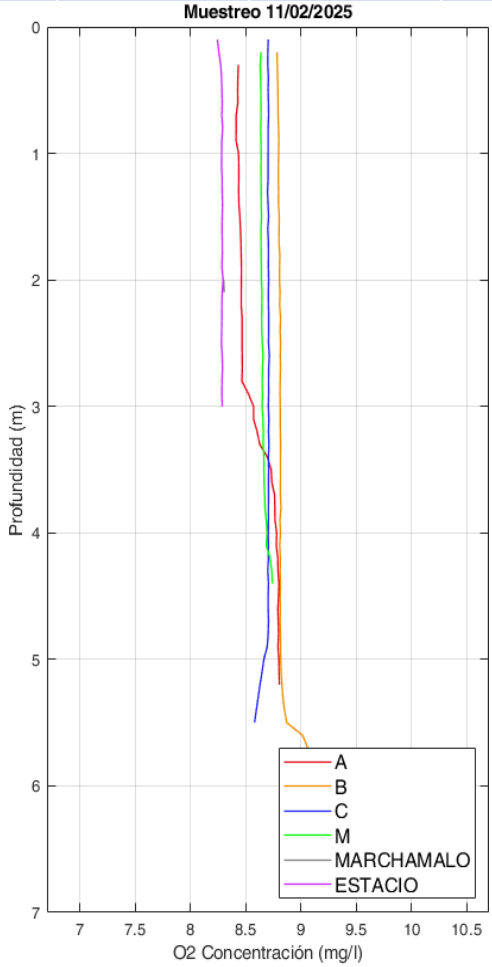


Figura 52. Perfiles de Concentración de O2 obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 30. Datos de Concentración de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	8,41 mg/l	8,52 mg/l	8,45 mg/l	0,02 mg/l
A	3-7 m	8,57 mg/l	8,80 mg/l	8,74 mg/l	0,08 mg/l
B	0-3 m	8,78 mg/l	8,81 mg/l	8,80 mg/l	0,01 mg/l
B	3-7 m	8,81 mg/l	9,06 mg/l	8,85 mg/l	0,08 mg/l
C	0-3 m	8,70 mg/l	8,71 mg/l	8,70 mg/l	0,00 mg/l
C	3-7 m	8,58 mg/l	8,71 mg/l	8,68 mg/l	0,04 mg/l

M	0-3 m	8,63 mg/l	8,65 mg/l	8,64 mg/l	0,01 mg/l
M	3-7 m	8,65 mg/l	8,74 mg/l	8,68 mg/l	0,03 mg/l

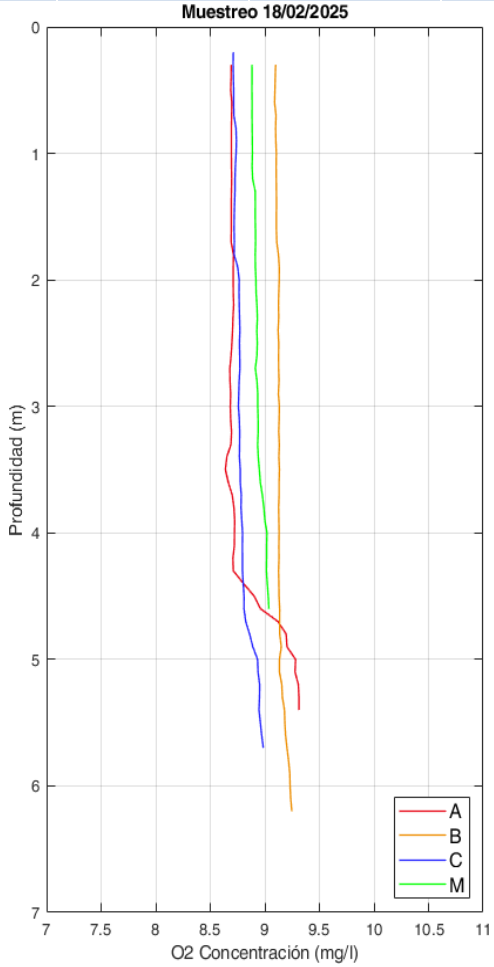


Figura 53. Perfiles de Concentración de O2 obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 31. Datos de Concentración de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	8,68 mg/l	8,71 mg/l	8,70 mg/l	0,01 mg/l
A	3-7 m	8,64 mg/l	9,31 mg/l	8,90 mg/l	0,26 mg/l
B	0-3 m	9,09 mg/l	9,13 mg/l	9,11 mg/l	0,01 mg/l
B	3-7 m	9,13 mg/l	9,25 mg/l	9,16 mg/l	0,04 mg/l
C	0-3 m	8,71 mg/l	8,77 mg/l	8,74 mg/l	0,02 mg/l
C	3-7 m	8,76 mg/l	8,99 mg/l	8,84 mg/l	0,08 mg/l

M	0-3 m	8,88 mg/l	8,93 mg/l	8,91 mg/l	0,02 mg/l
M	3-7 m	8,93 mg/l	9,04 mg/l	8,98 mg/l	0,04 mg/l

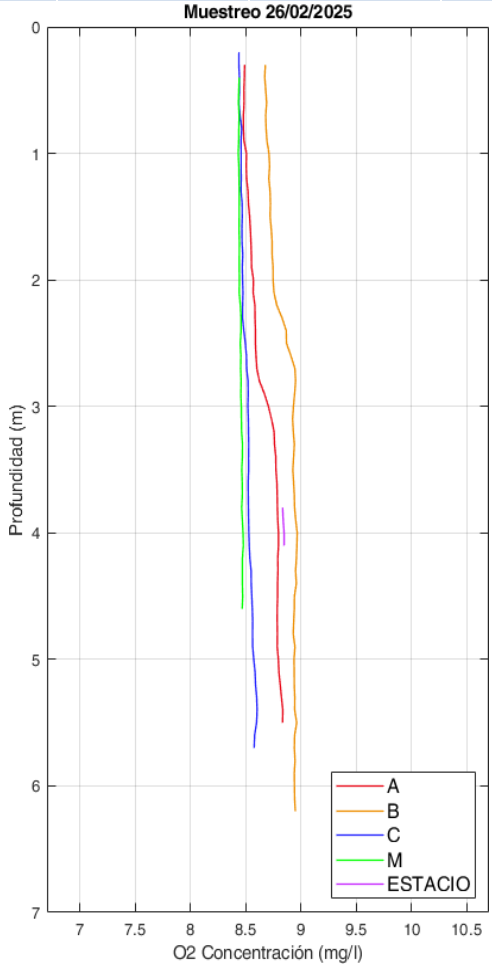


Figura 54. Perfiles de Concentración de O2 obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 32. Datos de Concentración de O2 de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	8,48 mg/l	8,67 mg/l	8,54 mg/l	0,05 mg/l
A	3-7 m	8,70 mg/l	8,83 mg/l	8,78 mg/l	0,03 mg/l
B	0-3 m	8,67 mg/l	8,95 mg/l	8,76 mg/l	0,09 mg/l
B	3-7 m	8,92 mg/l	8,96 mg/l	8,94 mg/l	0,01 mg/l
C	0-3 m	8,44 mg/l	8,52 mg/l	8,47 mg/l	0,02 mg/l
C	3-7 m	8,52 mg/l	8,60 mg/l	8,55 mg/l	0,03 mg/l

M	0-3 m	8,43 mg/l	8,46 mg/l	8,44 mg/l	0,01 mg/l
M	3-7 m	8,46 mg/l	8,48 mg/l	8,47 mg/l	0,01 mg/l

7.3.5. Turbidez

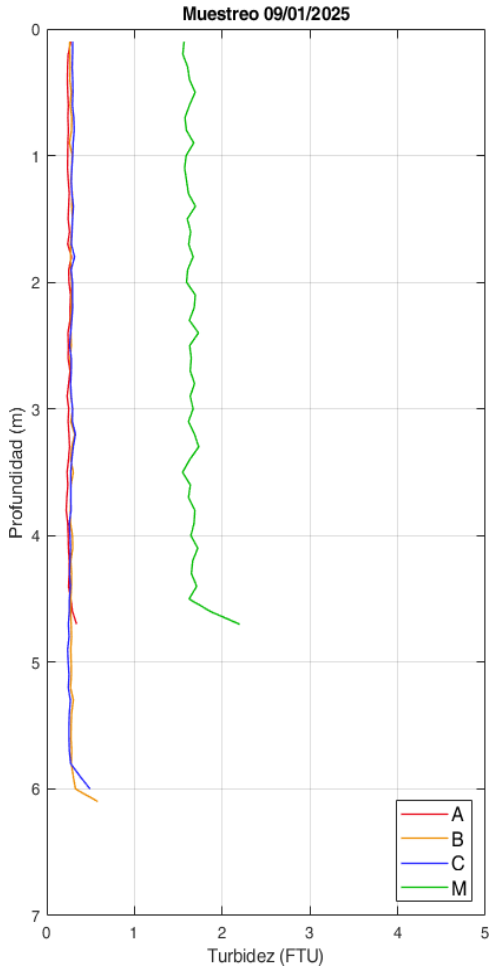


Figura 55. Perfiles de Turbidez obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 33. Datos de Turbidez de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,23 FTU	0,28 FTU	0,25 FTU	0,01 FTU
A	3-7 m	0,22 FTU	0,34 FTU	0,25 FTU	0,03 FTU
B	0-3 m	0,26 FTU	0,29 FTU	0,28 FTU	0,01 FTU

B	3-7 m	0,27 FTU	0,58 FTU	0,29 FTU	0,05 FTU
C	0-3 m	0,26 FTU	0,32 FTU	0,29 FTU	0,01 FTU
C	3-7 m	0,24 FTU	0,49 FTU	0,28 FTU	0,05 FTU
M	0-3 m	1,55 FTU	1,73 FTU	1,63 FTU	0,04 FTU
M	3-7 m	1,55 FTU	2,20 FTU	1,70 FTU	0,14 FTU

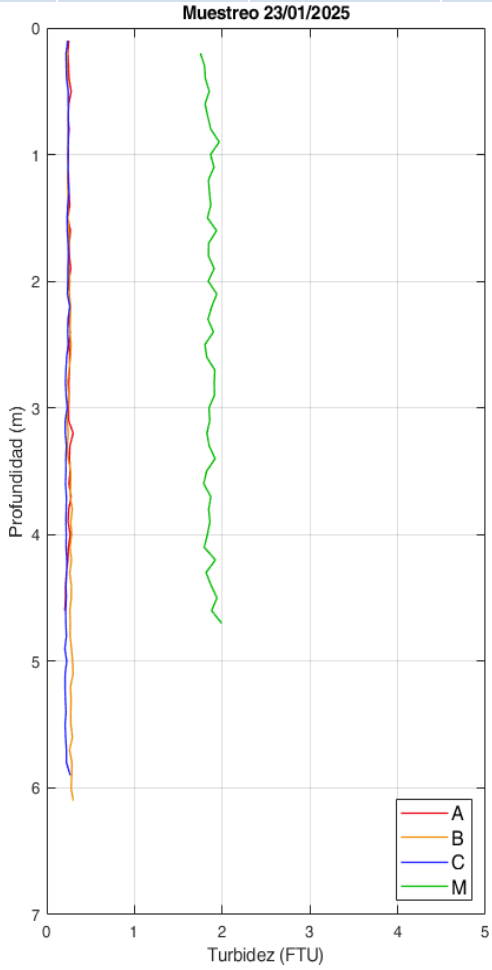


Figura 56. Perfiles de Turbidez obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 34. Datos de Turbidez de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,24 FTU	0,28 FTU	0,26 FTU	0,01 FTU
A	3-7 m	0,21 FTU	0,30 FTU	0,25 FTU	0,02 FTU
B	0-3 m	0,23 FTU	0,28 FTU	0,25 FTU	0,01 FTU

B	3-7 m	0,23 FTU	0,30 FTU	0,27 FTU	0,02 FTU
C	0-3 m	0,21 FTU	0,26 FTU	0,24 FTU	0,01 FTU
C	3-7 m	0,21 FTU	0,27 FTU	0,22 FTU	0,01 FTU
M	0-3 m	1,75 FTU	1,97 FTU	1,86 FTU	0,05 FTU
M	3-7 m	1,79 FTU	1,99 FTU	1,86 FTU	0,05 FTU

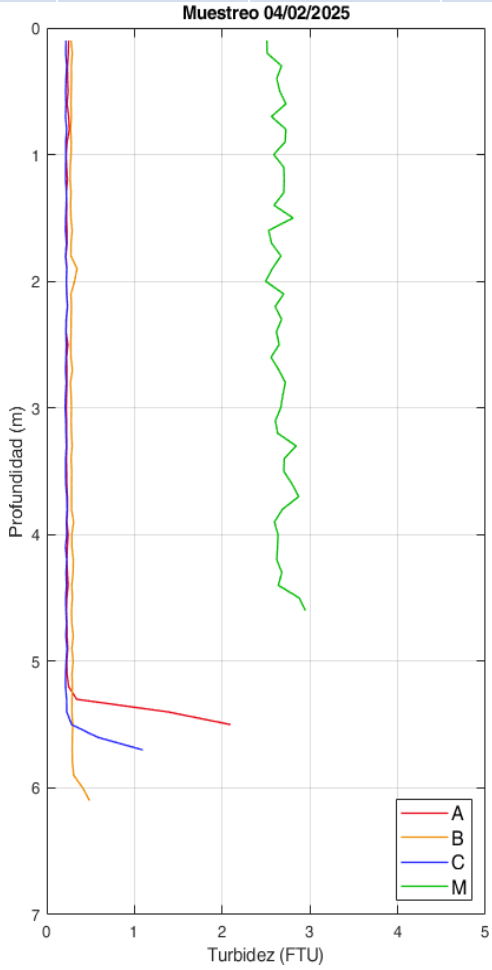


Figura 57. Perfiles de Turbidez obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 35. Datos de Turbidez de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,22 FTU	0,26 FTU	0,23 FTU	0,01 FTU
A	3-7 m	0,22 FTU	2,10 FTU	0,35 FTU	0,42 FTU
B	0-3 m	0,27 FTU	0,35 FTU	0,28 FTU	0,02 FTU

B	3-7 m	0,28 FTU	0,49 FTU	0,30 FTU	0,04 FTU
C	0-3 m	0,21 FTU	0,24 FTU	0,22 FTU	0,01 FTU
C	3-7 m	0,21 FTU	1,09 FTU	0,27 FTU	0,18 FTU
M	0-3 m	2,49 FTU	2,81 FTU	2,64 FTU	0,08 FTU
M	3-7 m	2,60 FTU	2,95 FTU	2,71 FTU	0,11 FTU

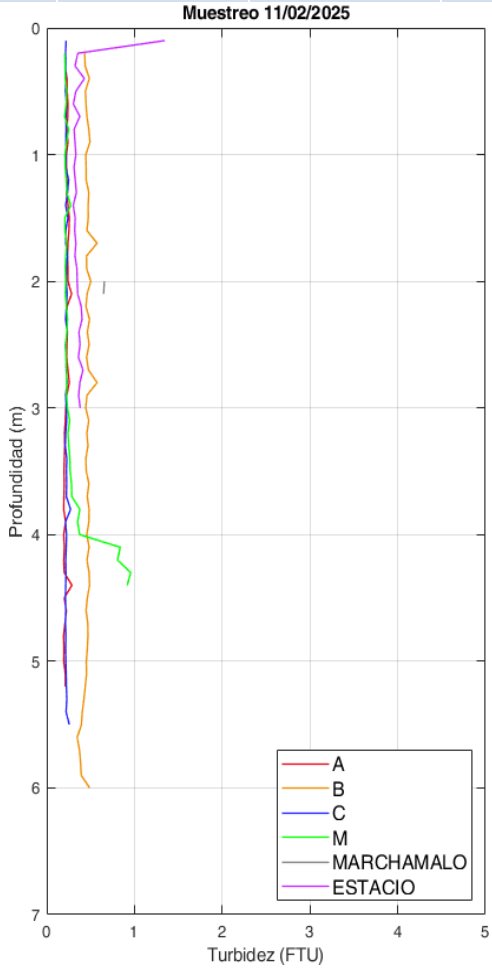


Figura 58. Perfiles de Turbidez obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 36. Datos de Turbidez de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,21 FTU	0,28 FTU	0,24 FTU	0,01 FTU
A	3-7 m	0,19 FTU	0,29 FTU	0,21 FTU	0,02 FTU
B	0-3 m	0,43 FTU	0,57 FTU	0,47 FTU	0,03 FTU

B	3-7 m	0,35 FTU	0,49 FTU	0,45 FTU	0,04 FTU
C	0-3 m	0,21 FTU	0,25 FTU	0,22 FTU	0,01 FTU
C	3-7 m	0,21 FTU	0,27 FTU	0,22 FTU	0,01 FTU
M	0-3 m	0,20 FTU	0,28 FTU	0,22 FTU	0,01 FTU
M	3-7 m	0,24 FTU	0,96 FTU	0,45 FTU	0,28 FTU

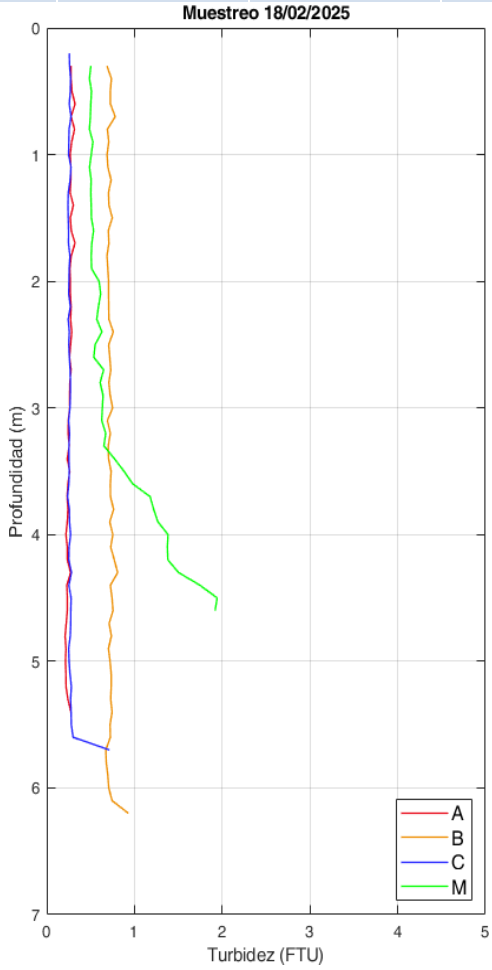


Figura 59. Perfiles de Turbidez obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 37. Datos de Turbidez de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,26 FTU	0,32 FTU	0,28 FTU	0,02 FTU
A	3-7 m	0,21 FTU	0,28 FTU	0,24 FTU	0,02 FTU
B	0-3 m	0,69 FTU	0,78 FTU	0,71 FTU	0,02 FTU

B	3-7 m	0,67 FTU	0,93 FTU	0,73 FTU	0,04 FTU
C	0-3 m	0,24 FTU	0,28 FTU	0,26 FTU	0,01 FTU
C	3-7 m	0,24 FTU	0,72 FTU	0,28 FTU	0,09 FTU
M	0-3 m	0,49 FTU	0,65 FTU	0,54 FTU	0,05 FTU
M	3-7 m	0,63 FTU	1,94 FTU	1,18 FTU	0,44 FTU

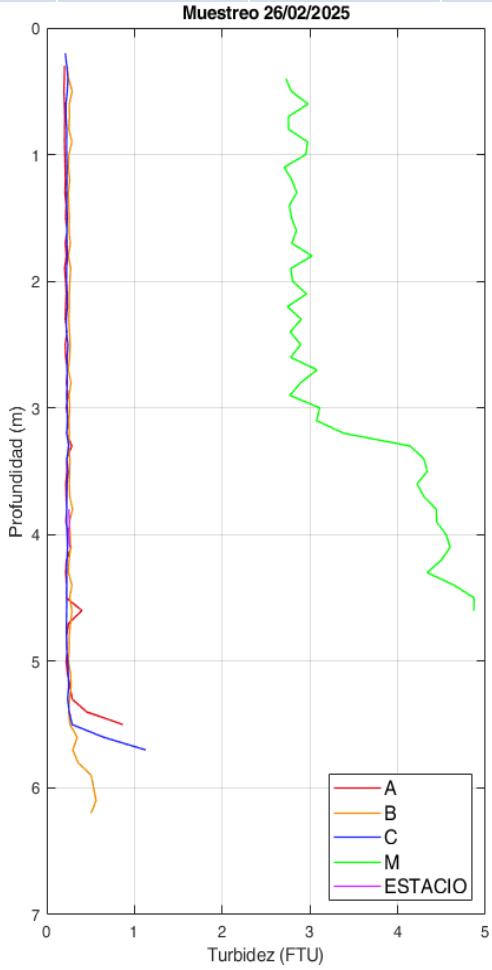


Figura 60. Perfiles de Turbidez obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 38. Datos de Turbidez de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,20 FTU	0,24 FTU	0,21 FTU	0,01 FTU
A	3-7 m	0,22 FTU	0,87 FTU	0,28 FTU	0,13 FTU
B	0-3 m	0,23 FTU	0,29 FTU	0,26 FTU	0,01 FTU

B	3-7 m	0,25 FTU	0,56 FTU	0,30 FTU	0,09 FTU
C	0-3 m	0,21 FTU	0,24 FTU	0,23 FTU	0,01 FTU
C	3-7 m	0,22 FTU	1,13 FTU	0,28 FTU	0,18 FTU
M	0-3 m	2,71 FTU	3,08 FTU	2,84 FTU	0,10 FTU
M	3-7 m	3,07 FTU	4,87 FTU	4,24 FTU	0,54 FTU

7.3.6. pH

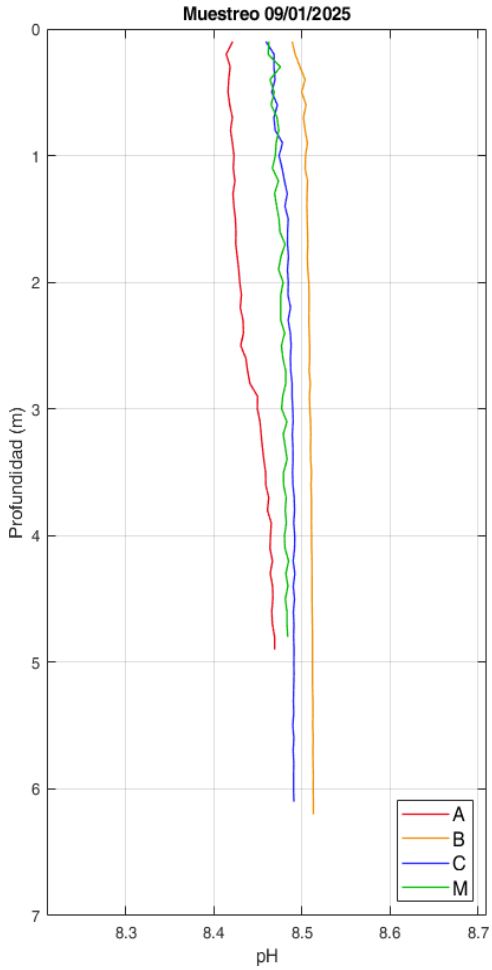


Figura 61. Perfiles de pH obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 39. Datos de pH de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD

A	0-3 m	8,41	8,45	8,43	0,01
A	3-7 m	8,45	8,47	8,46	0,01
B	0-3 m	8,49	8,51	8,50	0,00
B	3-7 m	8,51	8,51	8,51	0,00
C	0-3 m	8,46	8,49	8,48	0,01
C	3-7 m	8,49	8,49	8,49	0,00
M	0-3 m	8,46	8,48	8,47	0,01
M	3-7 m	8,48	8,48	8,48	0,00

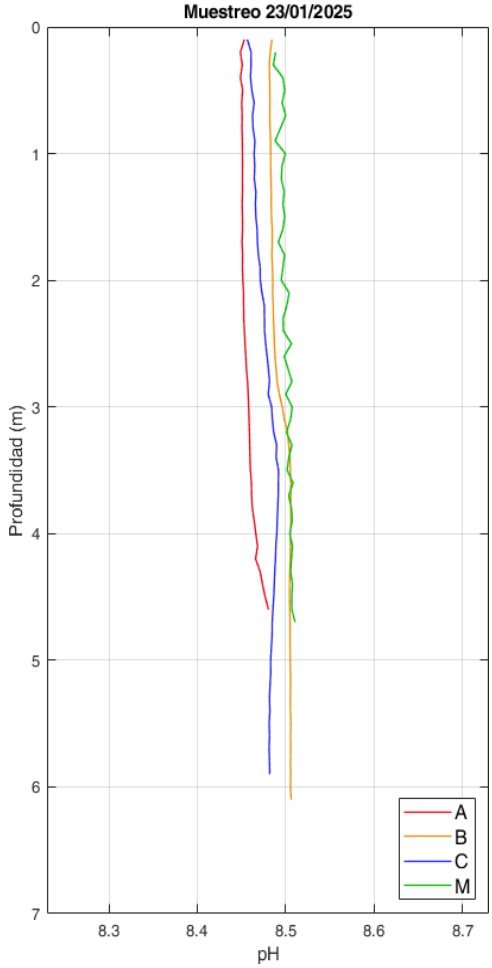


Figura 62. Perfiles de pH obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 40. Datos de pH de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD

A	0-3 m	8,45	8,46	8,45	0,00
A	3-7 m	8,46	8,48	8,47	0,01
B	0-3 m	8,48	8,49	8,48	0,00
B	3-7 m	8,50	8,51	8,50	0,00
C	0-3 m	8,46	8,48	8,47	0,01
C	3-7 m	8,48	8,49	8,49	0,00
M	0-3 m	8,49	8,51	8,50	0,00
M	3-7 m	8,50	8,51	8,51	0,00

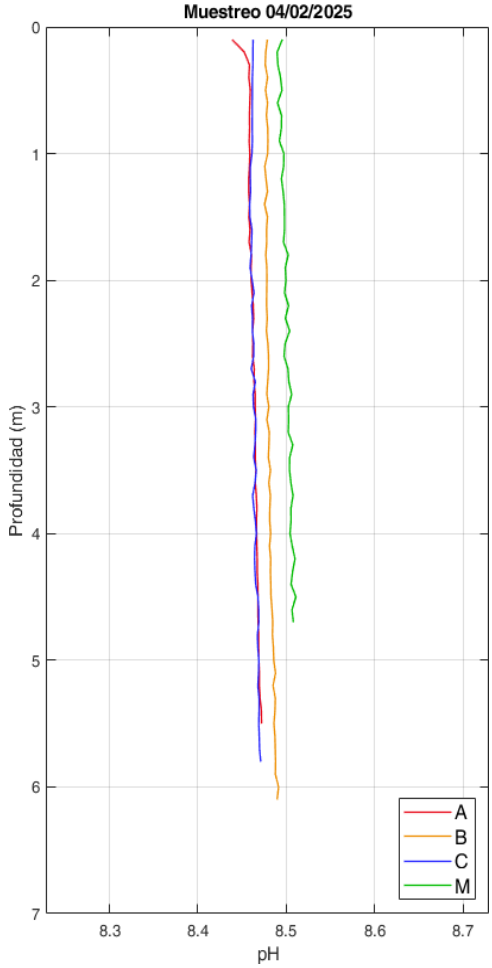


Figura 63. Perfiles de pH obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 41. Datos de pH de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD

A	0-3 m	8,44	8,46	8,46	0,00
A	3-7 m	8,46	8,47	8,47	0,00
B	0-3 m	8,48	8,48	8,48	0,00
B	3-7 m	8,48	8,49	8,48	0,00
C	0-3 m	8,46	8,47	8,46	0,00
C	3-7 m	8,46	8,47	8,47	0,00
M	0-3 m	8,49	8,51	8,50	0,00
M	3-7 m	8,50	8,51	8,51	0,00

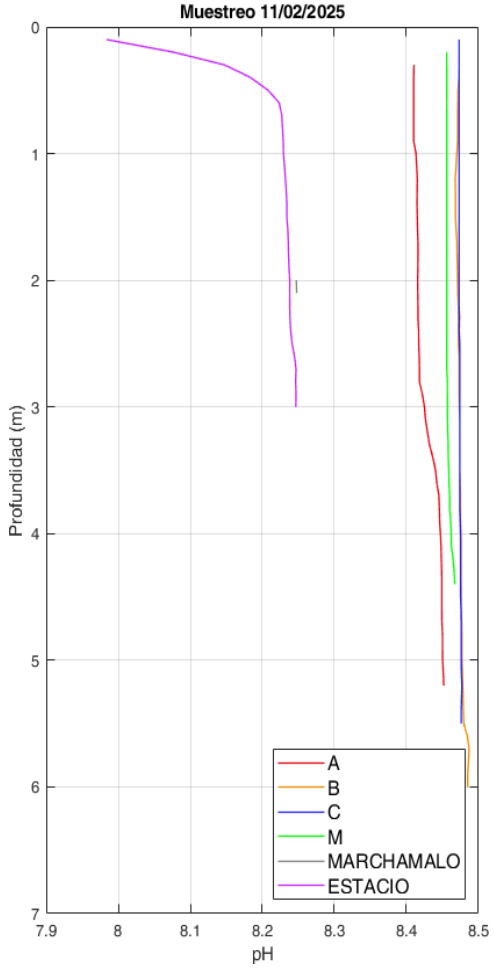


Figura 64. Perfiles de pH obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 42. Datos de pH de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD

A	0-3 m	8,41	8,42	8,41	0,00
A	3-7 m	8,42	8,45	8,44	0,01
B	0-3 m	8,47	8,47	8,47	0,00
B	3-7 m	8,47	8,49	8,48	0,00
C	0-3 m	8,47	8,47	8,47	0,00
C	3-7 m	8,47	8,48	8,48	0,00
M	0-3 m	8,46	8,46	8,46	0,00
M	3-7 m	8,46	8,47	8,46	0,00

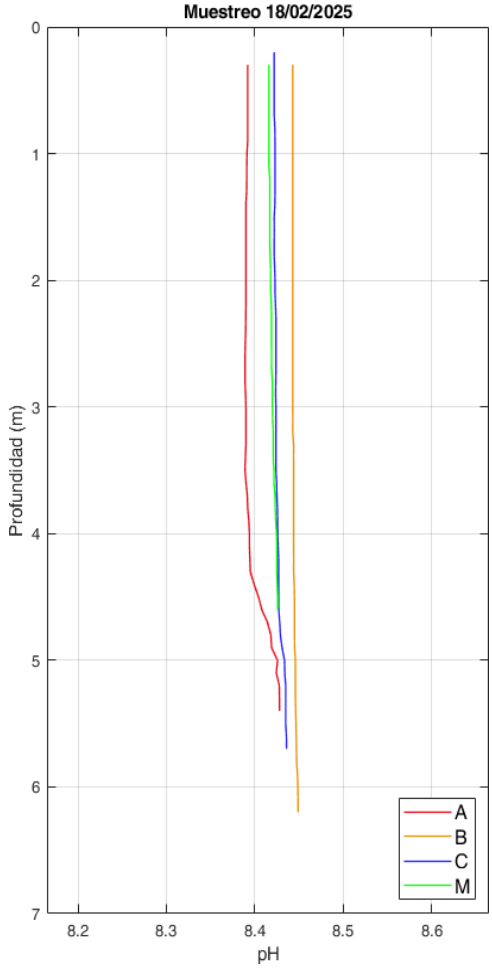


Figura 65. Perfiles de pH obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 43. Datos de pH de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD

A	0-3 m	8,39	8,39	8,39	0,00
A	3-7 m	8,39	8,43	8,40	0,01
B	0-3 m	8,44	8,44	8,44	0,00
B	3-7 m	8,44	8,45	8,45	0,00
C	0-3 m	8,42	8,42	8,42	0,00
C	3-7 m	8,42	8,44	8,43	0,00
M	0-3 m	8,42	8,42	8,42	0,00
M	3-7 m	8,42	8,43	8,42	0,00

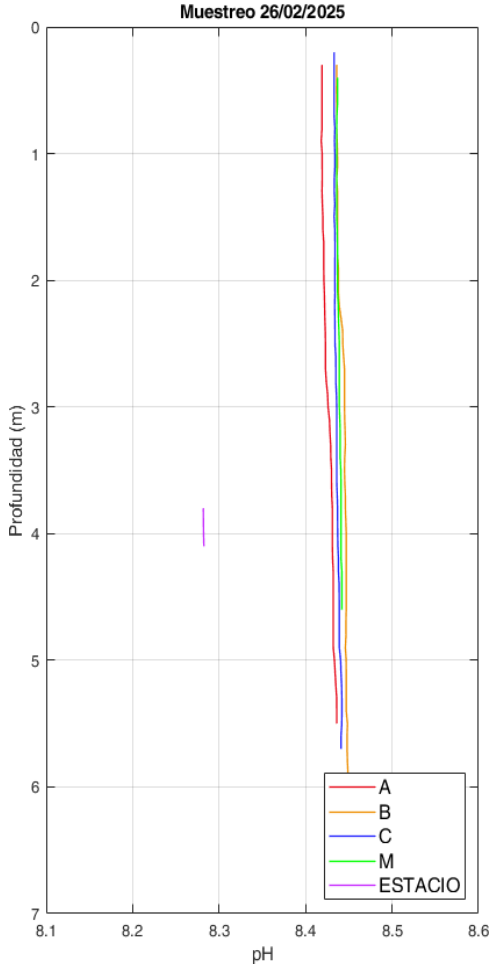


Figura 66. Perfiles de pH obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 44. Datos de pH de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD

A	0-3 m	8,42	8,43	8,42	0,00
A	3-7 m	8,43	8,44	8,43	0,00
B	0-3 m	8,44	8,45	8,44	0,00
B	3-7 m	8,45	8,45	8,45	0,00
C	0-3 m	8,43	8,44	8,43	0,00
C	3-7 m	8,44	8,44	8,44	0,00
M	0-3 m	8,44	8,44	8,44	0,00
M	3-7 m	8,44	8,44	8,44	0,00

7.3.7. Luz PAR

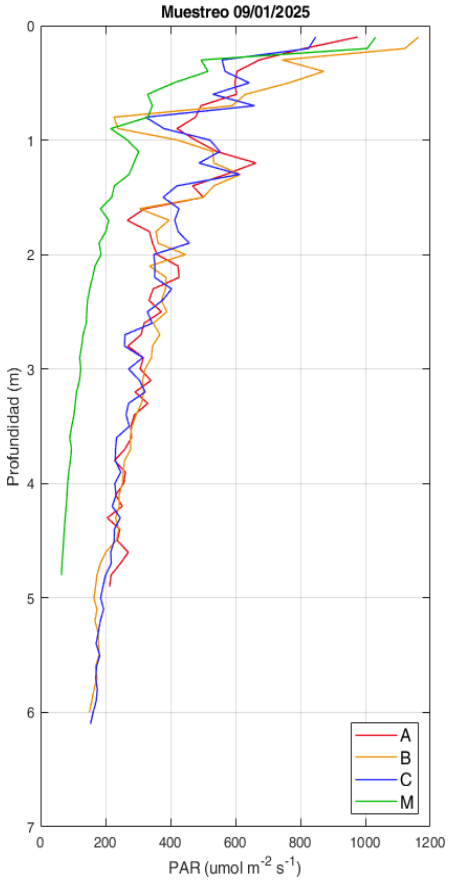


Figura 67. Perfiles de Luz PAR obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 45. Datos de Luz PAR de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	267,13 µmol/m²*s¹	975,97 µmol/m²*s¹	469,66 µmol/m²*s¹	168,25 µmol/m²*s¹

A	3-7 m	205,49 µmol/m²*s¹	340,23 µmol/m²*s¹	261,74 µmol/m²*s¹	37,09 µmol/m²*s¹
B	0-3 m	226,01 µmol/m²*s¹	1163,58 µmol/m²*s¹	504,06 µmol/m²*s¹	235,20 µmol/m²*s¹
B	3-7 m	150,04 µmol/m²*s¹	321,77 µmol/m²*s¹	223,71 µmol/m²*s¹	55,94 µmol/m²*s¹
C	0-3 m	258,71 µmol/m²*s¹	846,93 µmol/m²*s¹	460,83 µmol/m²*s¹	150,51 µmol/m²*s¹
C	3-7 m	153,88 µmol/m²*s¹	322,02 µmol/m²*s¹	217,36 µmol/m²*s¹	42,64 µmol/m²*s¹
M	0-3 m	120,60 µmol/m²*s¹	1031,90 µmol/m²*s¹	293,10 µmol/m²*s¹	226,46 µmol/m²*s¹
M	3-7 m	64,70 µmol/m²*s¹	124,03 µmol/m²*s¹	88,85 µmol/m²*s¹	17,88 µmol/m²*s¹

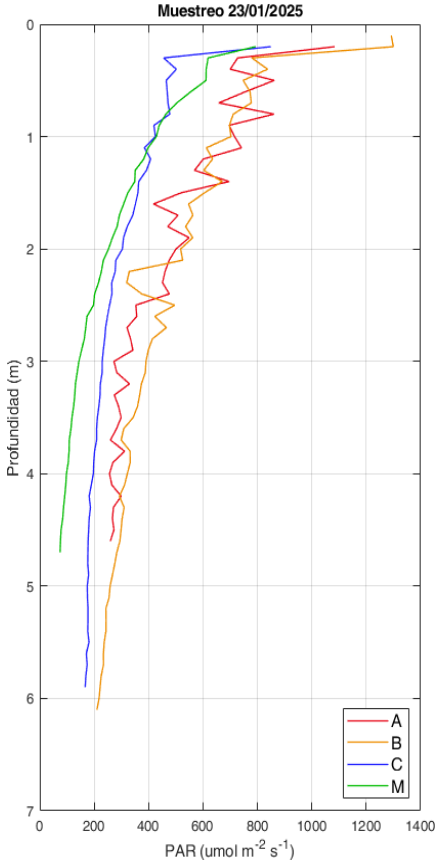


Figura 68. Perfiles de Luz PAR obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 46. Datos de Luz PAR de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	320,55 µmol/m²*s¹	1083,81 µmol/m²*s¹	578,69 µmol/m²*s¹	187,63 µmol/m²*s¹

A	3-7 m	256,37 µmol/m²*s¹	329,55 µmol/m²*s¹	280,10 µmol/m²*s¹	20,06 µmol/m²*s¹
B	0-3 m	319,56 µmol/m²*s¹	1299,39 µmol/m²*s¹	628,14 µmol/m²*s¹	232,63 µmol/m²*s¹
B	3-7 m	210,26 µmol/m²*s¹	390,48 µmol/m²*s¹	289,92 µmol/m²*s¹	52,47 µmol/m²*s¹
C	0-3 m	233,70 µmol/m²*s¹	849,31 µmol/m²*s¹	370,57 µmol/m²*s¹	126,64 µmol/m²*s¹
C	3-7 m	166,95 µmol/m²*s¹	229,67 µmol/m²*s¹	190,65 µmol/m²*s¹	19,38 µmol/m²*s¹
M	0-3 m	153,50 µmol/m²*s¹	793,22 µmol/m²*s¹	356,04 µmol/m²*s¹	167,33 µmol/m²*s¹
M	3-7 m	74,76 µmol/m²*s¹	143,81 µmol/m²*s¹	105,92 µmol/m²*s¹	21,64 µmol/m²*s¹

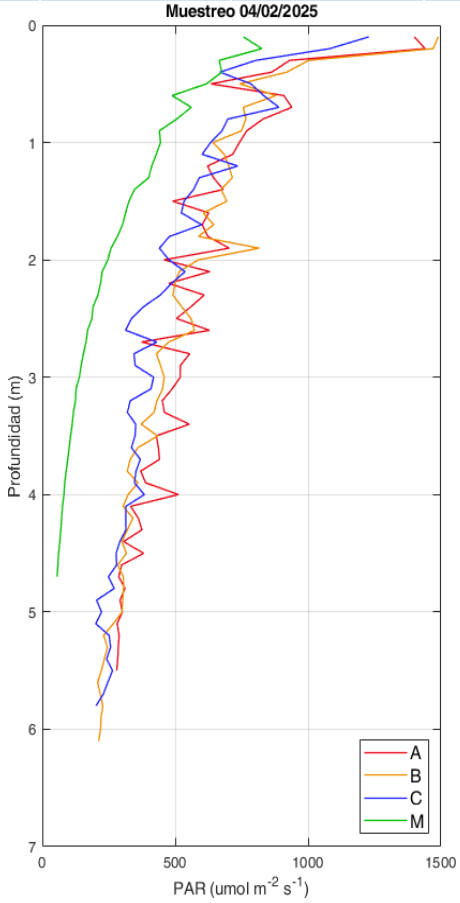


Figura 69. Perfiles de Luz PAR obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 47. Datos de Luz PAR de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	374,23 µmol/m²*s¹	1440,47 µmol/m²*s¹	706,23 µmol/m²*s¹	243,87 µmol/m²*s¹
A	3-7 m	280,05 µmol/m²*s¹	552,84 µmol/m²*s¹	373,69 µmol/m²*s¹	86,31 µmol/m²*s¹
B	0-3 m	429,35 µmol/m²*s¹	1489,51 µmol/m²*s¹	711,64 µmol/m²*s¹	255,28 µmol/m²*s¹
B	3-7 m	207,99 µmol/m²*s¹	458,72 µmol/m²*s¹	307,65 µmol/m²*s¹	74,80 µmol/m²*s¹
C	0-3 m	313,20 µmol/m²*s¹	1228,19 µmol/m²*s¹	602,35 µmol/m²*s¹	219,13 µmol/m²*s¹
C	3-7 m	201,18 µmol/m²*s¹	418,76 µmol/m²*s¹	296,55 µmol/m²*s¹	61,57 µmol/m²*s¹
M	0-3 m	146,09 µmol/m²*s¹	825,87 µmol/m²*s¹	378,14 µmol/m²*s¹	192,92 µmol/m²*s¹
M	3-7 m	55,78 µmol/m²*s¹	139,45 µmol/m²*s¹	91,12 µmol/m²*s¹	25,71 µmol/m²*s¹

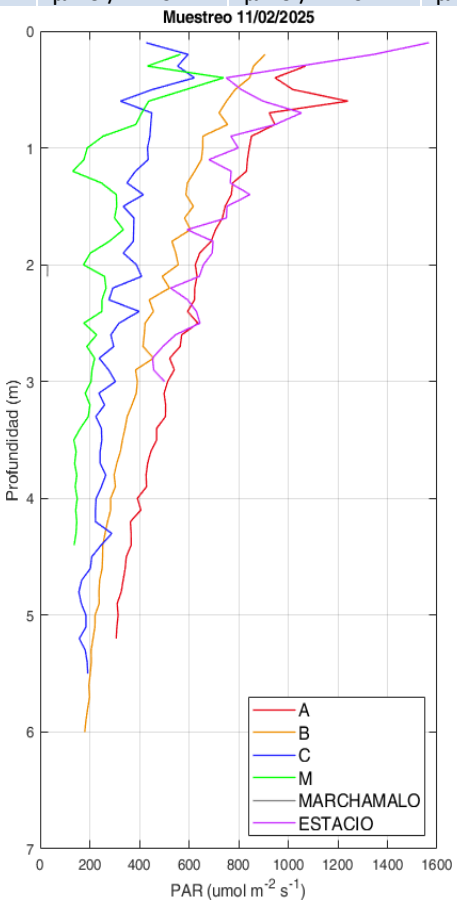


Figura 70. Perfiles de Luz PAR obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 48. Datos de Luz PAR de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	522,20 µmol/m²*s¹	1240,42 µmol/m²*s¹	759,46 µmol/m²*s¹	178,90 µmol/m²*s¹
A	3-7 m	306,63 µmol/m²*s¹	513,87 µmol/m²*s¹	399,45 µmol/m²*s¹	71,08 µmol/m²*s¹
B	0-3 m	384,68 µmol/m²*s¹	906,88 µmol/m²*s¹	601,46 µmol/m²*s¹	144,85 µmol/m²*s¹
B	3-7 m	179,78 µmol/m²*s¹	391,98 µmol/m²*s¹	264,56 µmol/m²*s¹	62,45 µmol/m²*s¹
C	0-3 m	238,11 µmol/m²*s¹	621,91 µmol/m²*s¹	390,16 µmol/m²*s¹	92,38 µmol/m²*s¹
C	3-7 m	156,10 µmol/m²*s¹	303,61 µmol/m²*s¹	219,74 µmol/m²*s¹	39,63 µmol/m²*s¹
M	0-3 m	131,53 µmol/m²*s¹	739,53 µmol/m²*s¹	303,85 µmol/m²*s¹	142,12 µmol/m²*s¹
M	3-7 m	135,81 µmol/m²*s¹	205,36 µmol/m²*s¹	158,39 µmol/m²*s¹	24,42 µmol/m²*s¹

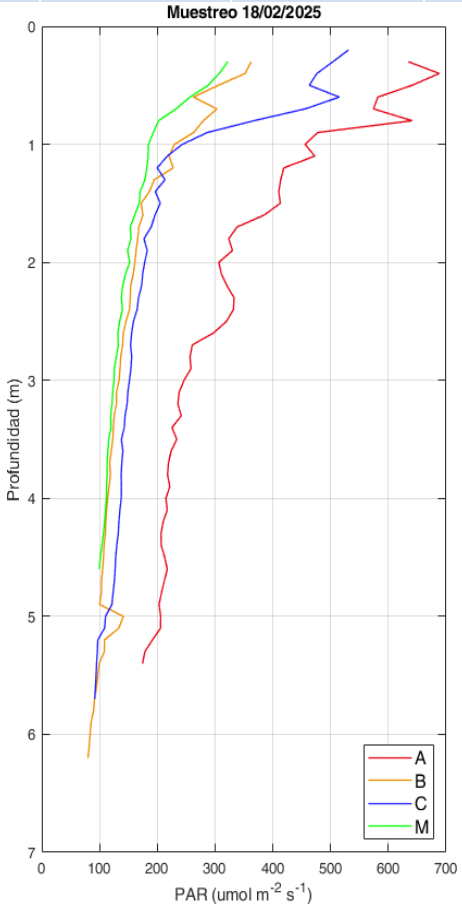


Figura 71. Perfiles de Luz PAR obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 49. Datos de Luz PAR de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	256,60 µmol/m²*s¹	688,12 µmol/m²*s¹	414,65 µmol/m²*s¹	131,76 µmol/m²*s¹
A	3-7 m	174,52 µmol/m²*s¹	246,32 µmol/m²*s¹	214,66 µmol/m²*s¹	17,46 µmol/m²*s¹
B	0-3 m	135,52 µmol/m²*s¹	362,51 µmol/m²*s¹	204,04 µmol/m²*s¹	68,02 µmol/m²*s¹
B	3-7 m	79,93 µmol/m²*s¹	141,39 µmol/m²*s¹	109,30 µmol/m²*s¹	16,03 µmol/m²*s¹
C	0-3 m	153,72 µmol/m²*s¹	531,10 µmol/m²*s¹	259,14 µmol/m²*s¹	131,57 µmol/m²*s¹
C	3-7 m	91,74 µmol/m²*s¹	151,81 µmol/m²*s¹	125,27 µmol/m²*s¹	19,19 µmol/m²*s¹
M	0-3 m	125,43 µmol/m²*s¹	321,95 µmol/m²*s¹	179,81 µmol/m²*s¹	55,29 µmol/m²*s¹
M	3-7 m	99,56 µmol/m²*s¹	125,10 µmol/m²*s¹	112,97 µmol/m²*s¹	7,41 µmol/m²*s¹

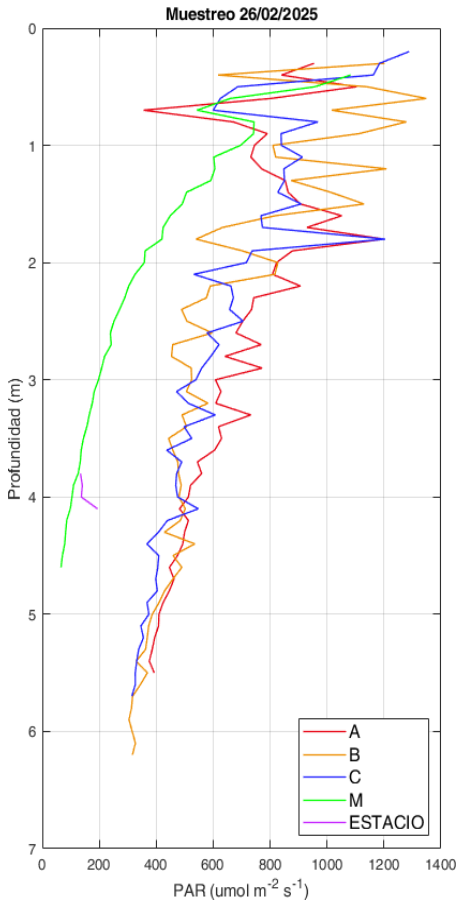


Figura 72. Perfiles de Luz PAR obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 50. Datos de Luz PAR de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	355,73 µmol/m²*s¹	1199,57 µmol/m²*s¹	815,80 µmol/m²*s¹	160,26 µmol/m²*s¹
A	3-7 m	375,68 µmol/m²*s¹	732,18 µmol/m²*s¹	506,81 µmol/m²*s¹	94,28 µmol/m²*s¹
B	0-3 m	453,79 µmol/m²*s¹	1348,50 µmol/m²*s¹	818,57 µmol/m²*s¹	280,05 µmol/m²*s¹
B	3-7 m	304,41 µmol/m²*s¹	581,70 µmol/m²*s¹	426,04 µmol/m²*s¹	78,30 µmol/m²*s¹
C	0-3 m	532,29 µmol/m²*s¹	1287,98 µmol/m²*s¹	797,04 µmol/m²*s¹	206,95 µmol/m²*s¹
C	3-7 m	314,70 µmol/m²*s¹	607,19 µmol/m²*s¹	426,98 µmol/m²*s¹	78,79 µmol/m²*s¹
M	0-3 m	208,56 µmol/m²*s¹	1082,41 µmol/m²*s¹	484,08 µmol/m²*s¹	231,15 µmol/m²*s¹

M	3-7 m	65,71 µmol/m²*s¹	197,37 µmol/m²*s¹	124,24 µmol/m²*s¹	41,55 µmol/m²*s¹

7.3.8. Clorofila

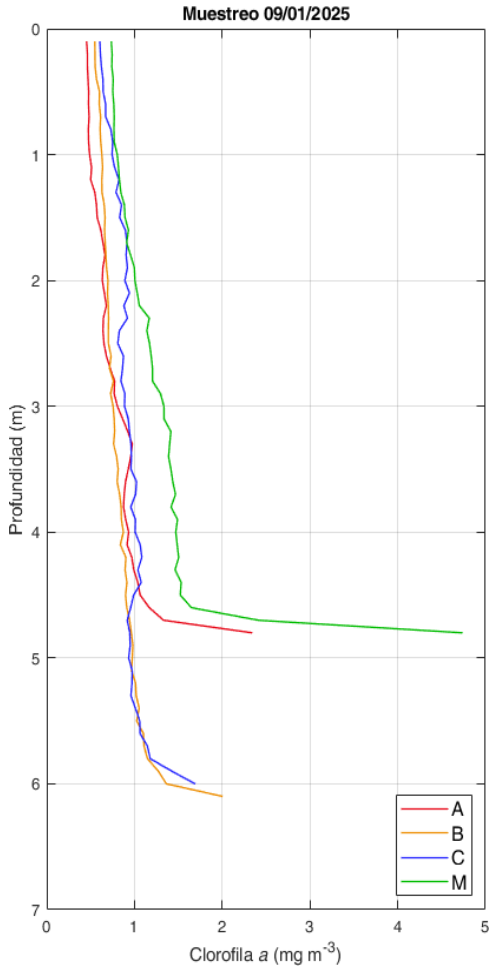


Figura 73. Perfiles de Clorofila obtenidos el día 09/01/25 con el CTD.

Tabla 51. Datos de Clorofila de los perfiles de CTD obtenidos el día 09/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,45 mg/m³	0,77 mg/m³	0,58 mg/m³	0,10 mg/m³
A	3-7 m	0,81 mg/m³	2,34 mg/m³	1,04 mg/m³	0,34 mg/m³
B	0-3 m	0,55 mg/m³	0,76 mg/m³	0,65 mg/m³	0,06 mg/m³
B	3-7 m	0,76 mg/m³	2,01 mg/m³	0,97 mg/m³	0,24 mg/m³

C	0-3 m	0,61 mg/m³	0,94 mg/m³	0,80 mg/m³	0,11 mg/m³
C	3-7 m	0,89 mg/m³	1,69 mg/m³	1,04 mg/m³	0,16 mg/m³
M	0-3 m	0,74 mg/m³	1,30 mg/m³	0,94 mg/m³	0,18 mg/m³
M	3-7 m	1,34 mg/m³	4,74 mg/m³	1,68 mg/m³	0,78 mg/m³

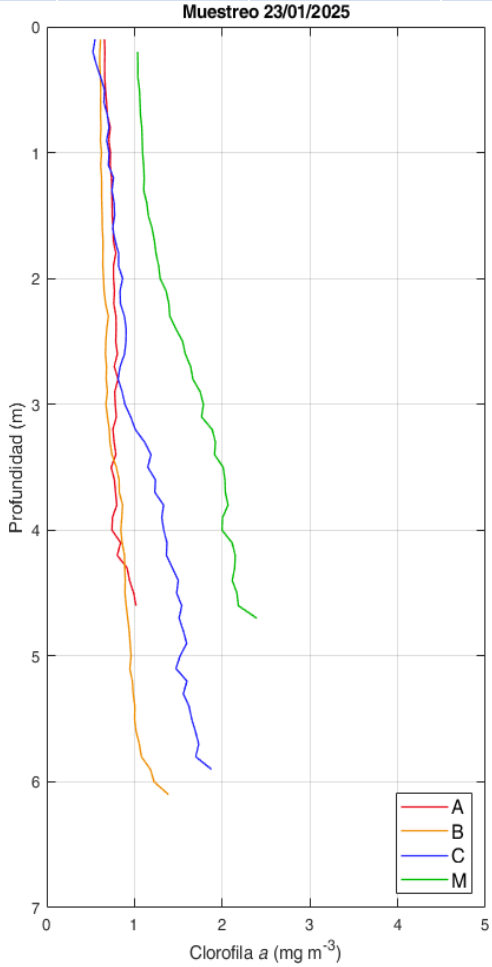


Figura 74. Perfiles de Clorofila obtenidos el día 23/01/25 con el CTD.

Tabla 52. Datos de Clorofila de los perfiles de CTD obtenidos el día 23/01/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,66 mg/m³	0,81 mg/m³	0,74 mg/m³	0,05 mg/m³
A	3-7 m	0,73 mg/m³	1,02 mg/m³	0,82 mg/m³	0,09 mg/m³
B	0-3 m	0,60 mg/m³	0,70 mg/m³	0,64 mg/m³	0,03 mg/m³
B	3-7 m	0,67 mg/m³	1,39 mg/m³	0,92 mg/m³	0,15 mg/m³

C	0-3 m	0,53 mg/m³	0,91 mg/m³	0,76 mg/m³	0,11 mg/m³
C	3-7 m	0,89 mg/m³	1,88 mg/m³	1,42 mg/m³	0,24 mg/m³
M	0-3 m	1,04 mg/m³	1,75 mg/m³	1,26 mg/m³	0,22 mg/m³
M	3-7 m	1,76 mg/m³	2,39 mg/m³	2,04 mg/m³	0,15 mg/m³

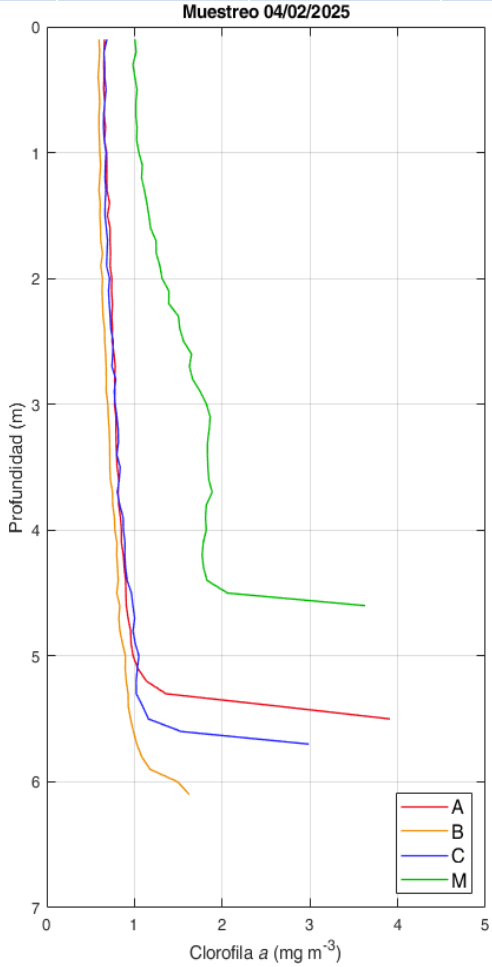


Figura 75. Perfiles de Clorofila obtenidos el día 04/02/25 con el CTD.

Tabla 53. Datos de Clorofila de los perfiles de CTD obtenidos el día 04/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,65 mg/m³	0,78 mg/m³	0,71 mg/m³	0,04 mg/m³
A	3-7 m	0,77 mg/m³	3,91 mg/m³	1,08 mg/m³	0,68 mg/m³
B	0-3 m	0,59 mg/m³	0,68 mg/m³	0,62 mg/m³	0,03 mg/m³
B	3-7 m	0,70 mg/m³	1,62 mg/m³	0,88 mg/m³	0,21 mg/m³

C	0-3 m	0,65 mg/m³	0,79 mg/m³	0,69 mg/m³	0,04 mg/m³
C	3-7 m	0,78 mg/m³	2,99 mg/m³	1,02 mg/m³	0,42 mg/m³
M	0-3 m	0,98 mg/m³	1,75 mg/m³	1,24 mg/m³	0,24 mg/m³
M	3-7 m	1,77 mg/m³	3,63 mg/m³	1,95 mg/m³	0,44 mg/m³

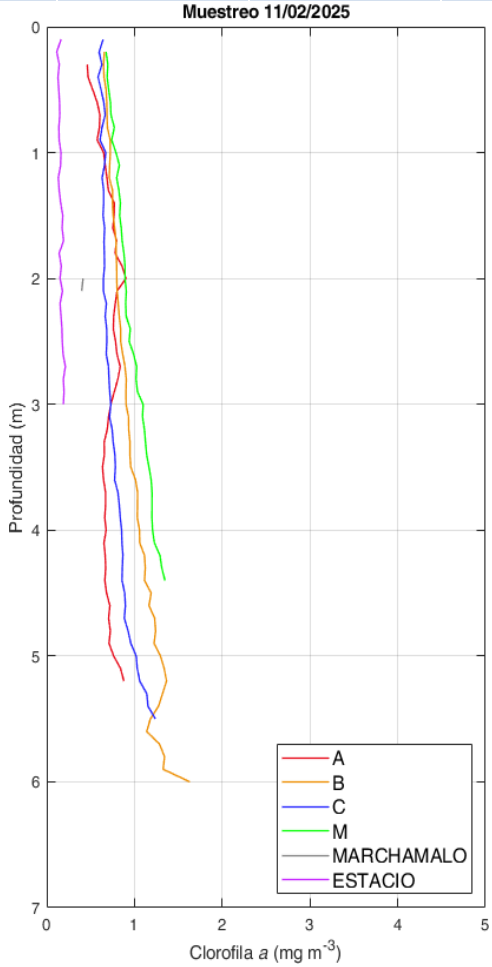


Figura 76. Perfiles de Clorofila obtenidos el día 11/02/25 con el CTD.

Tabla 54. Datos de Clorofila de los perfiles de CTD obtenidos el día 11/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,46 mg/m³	0,90 mg/m³	0,71 mg/m³	0,12 mg/m³
A	3-7 m	0,64 mg/m³	0,88 mg/m³	0,70 mg/m³	0,06 mg/m³
B	0-3 m	0,65 mg/m³	0,91 mg/m³	0,77 mg/m³	0,08 mg/m³
B	3-7 m	0,90 mg/m³	1,63 mg/m³	1,15 mg/m³	0,17 mg/m³

C	0-3 m	0,58 mg/m³	0,72 mg/m³	0,65 mg/m³	0,03 mg/m³
C	3-7 m	0,72 mg/m³	1,24 mg/m³	0,89 mg/m³	0,14 mg/m³
M	0-3 m	0,68 mg/m³	1,03 mg/m³	0,85 mg/m³	0,11 mg/m³
M	3-7 m	1,09 mg/m³	1,35 mg/m³	1,19 mg/m³	0,08 mg/m³

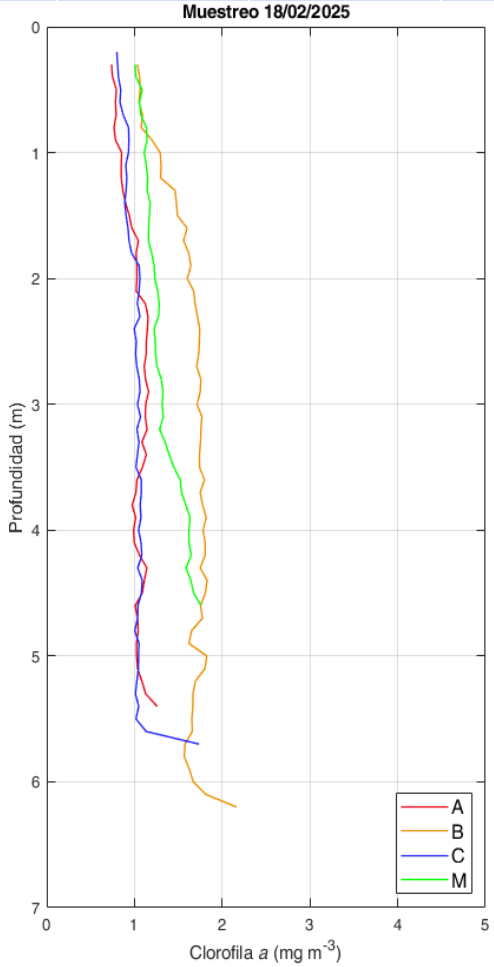


Figura 77. Perfiles de Clorofila obtenidos el día 19/02/25 con el CTD.

Tabla 55. Datos de Clorofila de los perfiles de CTD obtenidos el día 19/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,74 mg/m³	1,16 mg/m³	0,96 mg/m³	0,15 mg/m³
A	3-7 m	0,97 mg/m³	1,26 mg/m³	1,07 mg/m³	0,07 mg/m³
B	0-3 m	1,03 mg/m³	1,76 mg/m³	1,46 mg/m³	0,27 mg/m³
B	3-7 m	1,57 mg/m³	2,16 mg/m³	1,74 mg/m³	0,11 mg/m³

C	0-3 m	0,80 mg/m³	1,06 mg/m³	0,95 mg/m³	0,09 mg/m³
C	3-7 m	1,00 mg/m³	1,74 mg/m³	1,08 mg/m³	0,13 mg/m³
M	0-3 m	1,01 mg/m³	1,32 mg/m³	1,18 mg/m³	0,09 mg/m³
M	3-7 m	1,29 mg/m³	1,76 mg/m³	1,53 mg/m³	0,15 mg/m³

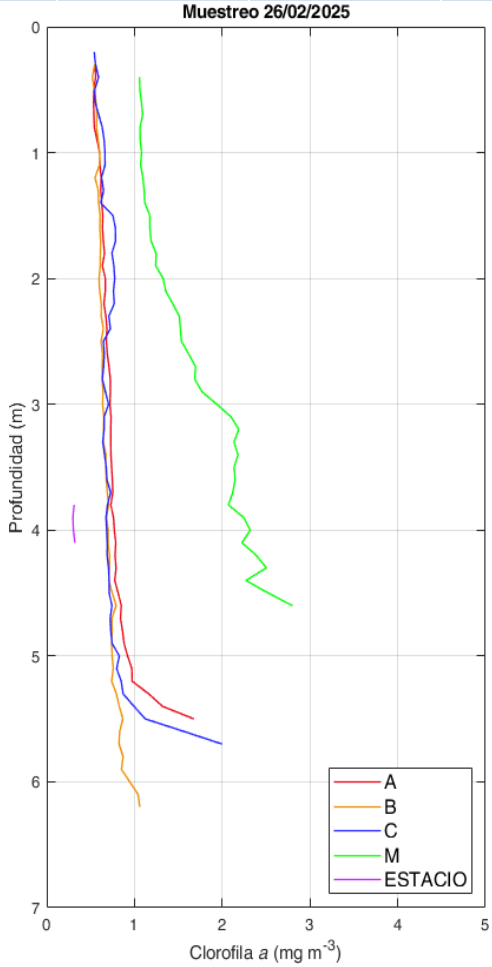


Figura 78. Perfiles de Clorofila obtenidos el día 27/02/25 con el CTD.

Tabla 56. Datos de Clorofila de los perfiles de CTD obtenidos el día 27/02/25.

Punto	Capa	Mínimo	Máximo	Media	STD
A	0-3 m	0,53 mg/m³	0,73 mg/m³	0,63 mg/m³	0,06 mg/m³
A	3-7 m	0,72 mg/m³	1,68 mg/m³	0,87 mg/m³	0,22 mg/m³
B	0-3 m	0,52 mg/m³	0,65 mg/m³	0,60 mg/m³	0,03 mg/m³
B	3-7 m	0,64 mg/m³	1,06 mg/m³	0,76 mg/m³	0,11 mg/m³

C	0-3 m	0,54 mg/m³	0,78 mg/m³	0,67 mg/m³	0,08 mg/m³
C	3-7 m	0,64 mg/m³	2,00 mg/m³	0,82 mg/m³	0,30 mg/m³
M	0-3 m	1,06 mg/m³	1,77 mg/m³	1,28 mg/m³	0,23 mg/m³
M	3-7 m	1,94 mg/m³	2,80 mg/m³	2,25 mg/m³	0,21 mg/m³