



MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

www.azti.es

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE JAULA SUMERGIBLE PARA INSTALACIÓN DE ACUICULTURA DE ATÚN ROJO DE ITSAS BALFEGÓ S.L. (2024-2025)

Informe Final

para:

ITSAS BALFEGÓ S.L.

Pasaia, 9 de diciembre de 2025

IM-24-PVABALFEGO

Tipo documento	Informe Final
Título documento	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE JAULA SUMERGIBLE PARA INSTALACIÓN DE ACUICULTURA DE ATÚN ROJO DE ITSAS BALFEGÓ S.L. (2024-2025)
Fecha	9 de diciembre de 2025
Proyecto	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE JAULA SUMERGIBLE PARA INSTALACIÓN DE ACUICULTURA DE ATÚN ROJO DE ITSAS BALFEGÓ S.L. (2024-2025)
Código	IM-24-PVABALFEGO
Cliente	ITSAS BALFEGÓ S.L.
Equipo de proyecto	José Germán Rodríguez. Dr. en Ciencias del Mar. Investigador senior del área de Gestión Ambiental de Mares y Costas de AZTI Iñigo Muxika, Doctor e Investigador senior del área de Gestión Ambiental de Mares y Costas de AZTI. Joxe Mikel Garmendia, Dr. en Biología. Investigador senior del área de Gestión Ambiental de Mares y Costas de AZTI Manuel González Pérez, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Investigador Principal de la Unidad de Investigación Marina de AZTI
Responsable proyecto	Manuel González (E-Mail: mgonzalez@azti.es)
Revisado por	Juan Bald Coordinador del Área de Gestión Ambiental de Mares y Costas
Fecha	9 de diciembre de 2025

Si procede, este documento deberá ser citado del siguiente modo:

JG Rodríguez, I Muxika, JM Garmendia, M González, J Bald, 2025. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE JAULA SUMERGIBLE PARA INSTALACIÓN DE ACUICULTURA DE ATÚN ROJO DE ITSAS BALFEGÓ S.L. (2024-2025), ITSAS BALFEGÓ S.L. 37 pp + Anexos.

BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXO I: PERFILES HIDROGRÁFICOS OBTENIDOS MEDIANTE CTD EL 16 DE ENERO DE 2025.....	38
ANEXO II: PERFILES HIDROGRÁFICOS OBTENIDOS MEDIANTE CTD EL 25 DE MARZO DE 2025.....	42
ANEXO III: PERFILES HIDROGRÁFICOS OBTENIDOS MEDIANTE CTD EL 3 DE OCTUBRE DE 2025	46
ANEXO IV: PERFILES HIDROGRÁFICOS OBTENIDOS MEDIANTE CTD EL 27 DE NOVIEMBRE DE 2025	50
ANEXO V: SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN AGUA MEDIDA IN SITU CON PERFILADOR CTD	54

ACRÓNIMOS

- COT: Carbono Orgánico Total.
- Eh: potencial redox expresado en relación con el electrodo estándar de hidrógeno.
- PERMANOVA: Permutational Multivariate Analysis of Variance (en castellano, análisis multivariante de varianza por permutación)
- PVA: Plan de Vigilancia Ambiental.
- ROV: Remotely Operated Vehicle (en castellano, vehículo operado remotamente).
- SIMPER: Similarity Percentage.
- TFS: Total Free Sulphides (en castellano, sulfuros libres totales).
- ZEP: Zona de Efectos Permitidos.

1. INTRODUCCIÓN

En octubre de 2024 se llevó a cabo la instalación frente a Getaria de dos jaulas de cultivo de atún rojo, acorde al “PROYECTO DE JAULA SUMERGIBLE PARA INSTALACIÓN DE ACUICULTURA DE ATÚN ROJO DE ITSAS BOLFEGÓ S.L. (2024-2025)”.

Dicho proyecto requiere de la ejecución de un Plan de Vigilancia Ambiental (en adelante, PVA), el cual fue propuesto acorde a la *Propuesta metodológica para la realización de los planes de vigilancia ambiental de los cultivos marinos en jaulas flotantes* publicada en 2012 por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (MAGRAMA, 2012).

El PVA fue redactado en 2023 (Rodríguez, 2023). En 2024 se inició el seguimiento recogido en el PVA y en este informe se recogen los resultados de dicha vigilancia.

Las jaulas de cultivo de atunes (Figura 1, Figura 2) se mantuvieron en el agua desde octubre de 2024 sin las redes para minimizar el riesgo de avería por los temporales propios del invierno. En mayo y junio de 2025 se instalaron las redes en la jaula del vivero y la jaula de remolque, y se preparó el remolque de la jaula de transporte, dejando todo listo para ejecutar la campaña de pesca en julio de 2025.

La campaña de pesca se inició el 1 de julio, con un pesquero como barco de pesca, junto a una embarcación auxiliar y un remolcador especializado. El día 9 de julio, habiendo realizado varios lances sin éxito y algunos otros con éxito de pesca, pero con ejemplares de tamaño demasiado pequeño para cumplir con los objetivos del proyecto, se realizó una captura de ejemplares de tamaño mediano-grande.

El mismo día 9 de julio se realizó la transferencia del pescado vivo a la jaula de transporte, siendo observadas todas estas actividades por el Observador Regional de ICCAT embarcado en el pesquero, así como por el observador nacional embarcado en el remolcador.

Tras la verificación de las cantidades enjauladas por parte de los inspectores (verificando un peso medio de unos 80 kg), se procedió a realizar una liberación de los ejemplares excedentes (en relación con la cuota disponible) en alta mar, el día 16 de julio de 2025, finalizando la fase de la campaña de pesca con éxito. En total se introdujeron 90 ejemplares en total en la instalación, incluyendo entre estos a 15 ejemplares de cuota científica gestionados por AZTI.

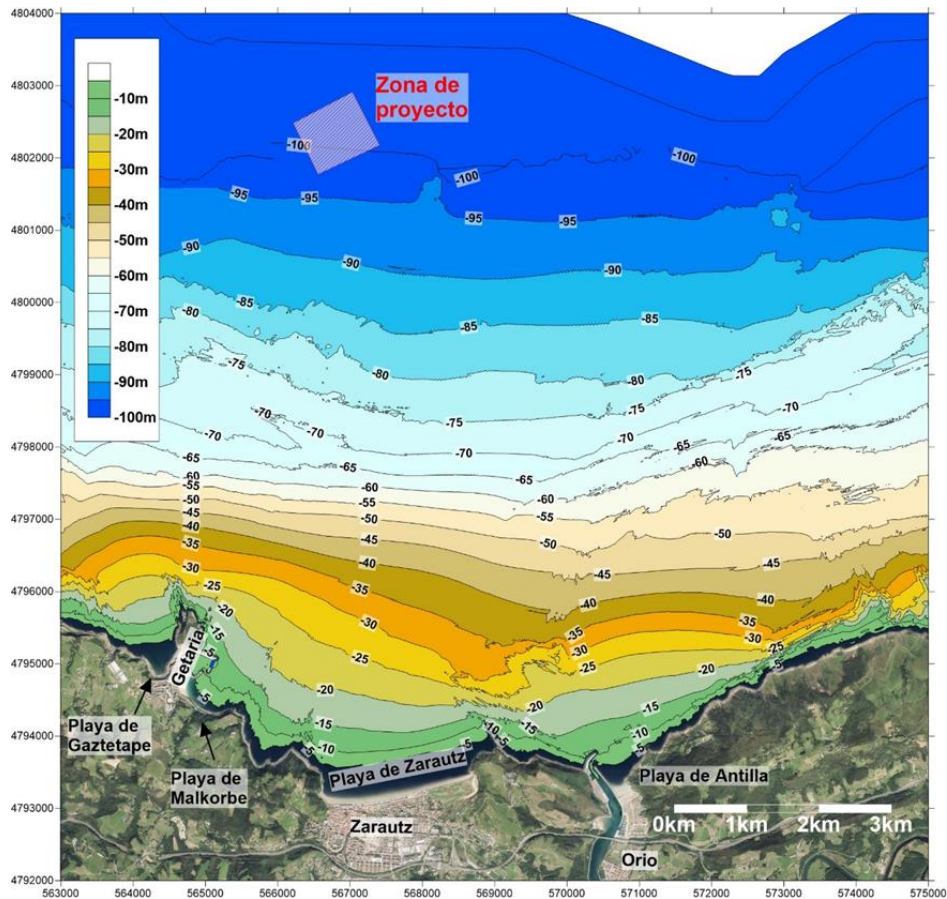


Figura 1. Zona en la que está ubicada la instalación de jaulas para engorde de atún rojo situada a 7,3 km al norte de Getaria.



Figura 2. Detalle de una de las dos jaulas instaladas (16 de enero 2025).

2.OBJETIVO

El principal objetivo del presente trabajo consiste en evaluar la presencia de impactos ambientales en el medio marino relacionados con la ejecución del proyecto “PROYECTO DE JAULA SUMERGIBLE PARA INSTALACIÓN DE ACUICULTURA DE ATÚN ROJO DE ITSAS BALFEGÓ S.L. (2024-2025)” en el marco del PVA asociado al mencionado proyecto.

3. METODOLOGÍA

3.1 Muestreos

Los muestreos realizados se exponen en la Tabla 1 y la localización de los puntos de muestreo en la Tabla 2 y en la Figura 3.

Se establecen tres tipos de zonas de muestreo (MAGRAMA, 2012):

Zona A (puntos A1, A2 y A3): corresponden al interior de la concesión administrativa, siendo la parte de la Zona de Efectos Permitidos (ZEP), que, *a priori*, podrá experimentar alteraciones más significativas de manera directa.

Zona B (puntos B1, B2 y B3): se corresponden con el área circundante de la concesión administrativa. Tiene 50 m de anchura, desde los límites de la concesión (ZEP) hacia el exterior de ella.

Zonas C: corresponden con las zonas de referencia o 'control'. No deben recibir ningún tipo de influencia debida a los cultivos marinos ni a ninguna otra fuente de impacto. Deben situarse a no menos de 500 m de las instalaciones y con fondos de naturaleza representativa del área en que se desarrolla el cultivo (en este caso, a fondos de sustrato limo-arenoso). Esta zona debe estar fuera de la influencia de la zona A y de otros impactos potenciales que afecten a la evaluación de los efectos potenciales en un contraste de hipótesis. El seguimiento de esta zona debe permitir distinguir los cambios en el medio debidos a la influencia de los cultivos de los cambios producidos por la variabilidad natural. Se establecen dos zonas C, a barlovento (zona C1: puntos de muestreo C1, C2 y C3) y a sotavento (zona C2: puntos de muestreo C4, C5 y C6) de las instalaciones, siguiendo el eje de la corriente predominante

Tabla 1. Fechas de muestreos realizados.

Fecha	Parámetros
5, 11 y 12 de diciembre de 2024	Macrofauna y ROV
14 de enero de 2025	Sedimento
16 de enero de 2025	Aguas
26 de marzo de 2025	Aguas
25 y 26 de septiembre de 2025	Macrofauna y ROV
3 de octubre de 2025	Aguas
7 y 8 de octubre de 2025	Sedimento
27 de noviembre de 2025	Aguas

Tabla 2. Localización de los puntos de muestreo (ETRS89).

Punto	Latitud N (°)	Longitud W (°)
A1	43,37187399	2,17684034
A2	43,36948976	2,17523791
A3	43,37022621	2,17298971
B1	43,37332125	2,18037910
B2	43,36840454	2,17048072
B3	43,37118625	2,16883004
C1	43,37457932	2,18435870
C2	43,37179761	2,18454211
C3	43,36941329	2,18457268
C4	43,37191988	2,16479503
C5	43,36901590	2,16503958
C6	43,36687613	2,16519242

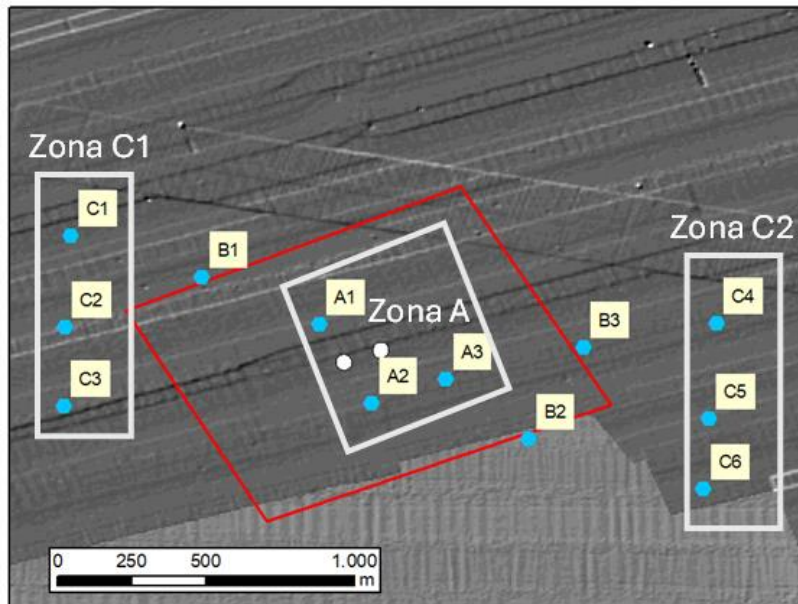


Figura 3. Localización de los puntos de muestreo (en azul), jaulas (en blanco) y zona de concesión (en rojo). La zona B es un perímetro de 50 m de anchura desde los límites de la concesión hacia el exterior de la misma (no representada).

3.2 Metodología

3.2.1 ROV: Inspección visual de Zonas A y B del estado de los fondos y aguas superficiales

Para la inspección de los fondos marinos se empleó un ROV Sibiu Pro (Nido Robotics, S.L., Figura 4), accionado por baterías, equipado con cámara varifocal 4K con *zoom* óptico y sistema de iluminación LED. El vehículo se controló desde superficie mediante un cable umbilical que permite transmisión de vídeo en tiempo real. El equipo incluye un sistema de posicionamiento Cerulean (ROVLe Bundle Mark III) que facilita la navegación y el registro de coordenadas durante los recorridos.



Figura 4. ROV Sibiu Pro. Septiembre de 2025.

Las operaciones se realizaron desde una embarcación situada en la zona de estudio, asegurando la estabilidad necesaria para el manejo del ROV. Antes de cada inmersión se verificó el correcto funcionamiento de los sistemas de propulsión, cámara y luces, así como la integridad del cable umbilical.

Se efectuaron tres transectos definidos en función de la corriente predominante y la ubicación de las instalaciones:

- ROV_Ab: aproximadamente 100 m de longitud, orientado en la dirección de la corriente predominante, iniciado en el extremo occidental de las instalaciones y pasando por debajo de ellas.

- ROV_As: aproximadamente 100 m de longitud, también en la dirección de la corriente predominante, iniciando en el extremo oriental de las instalaciones y pasando por debajo.
- ROV_B: aproximadamente 200 m de longitud, perpendicular a la corriente principal y situado a sotavento de las instalaciones, aproximadamente en el límite de la concesión.

Los parámetros evaluados utilizados son los establecidos en Apartado 6.2 de MAGRAMA (2012):

- Acumulaciones visibles de gránulos de pienso en los fondos como consecuencia de deficiencias en la gestión de la alimentación.
- Presencia de peces cultivados muertos o restos óseos en el fondo.
- Presencia en el fondo de restos de *fouling* derivados de la limpieza de instalaciones o elementos.
- Presencia en los fondos de tapices bacterianos de *Beggiatoa* sp. o de mantos de diatomeas.
- Presencia de burbujeo de gases tóxicos (metano, sulfuros) en los fondos.
- Presencia en el fondo de materiales plásticos, cabos, elementos metálicos, envases o cualquier elemento o herramienta de uso para el mantenimiento de las instalaciones.
- Presencia de películas de aceites o combustibles en la capa superficial de agua.
- Aguas superficiales con olor manifiesto a pienso o descomposición orgánica.
- Presencia de animales escapados.

La puntuación de los anteriores parámetros se realiza individualmente según la siguientes escala:

- En > 15% del recorrido: Valor 0.
- Entre el 10 – 15% del recorrido: Valor 4.
- Entre el 5 – 10% del recorrido: Valor 6.
- Entre el 1 – 5% del recorrido: Valor 8.
- En < 1% del recorrido: Valor 10.

Para el caso de la constatación del escape de animales, se cuantifica del siguiente modo:

- Presencia: 0
- Ausencia (< 10 individuos): 10

El resultado de la inspección visual se calcula según los siguientes criterios:

- Todos los indicadores tienen valor 10, la vigilancia visual es: 10 (EXCELENTE)
- Todos los indicadores tienen valor ≥ 8 : la vigilancia es 8 (MUY BUENA).
- Entre 1-3 indicadores tienen un valor igual a 6, la vigilancia es 6 (BUENA).
- Entre 1-3 indicadores tienen un valor igual a 4, la vigilancia es 4 (MALA).
- Dos o más indicadores con valor 0, la vigilancia es 0 (PÉSIMA).

3.2.2 Sedimentos

En cada punto de muestreo se tomaron tres muestras con draga oceanográfica Shipek. *In situ* se determinó el potencial redox (Figura 5) y el pH del sedimento superficial.

El pH se midió con un pHmetro Metrohm 913 con electrodo Metrohm Primatrode (referencia 6.0228.010).

El potencial redox se midió con un medidor Milwaukee ORP MW500 con electrodo Metrohm combinado con anillo de platino (referencia 6.0451.100). Los valores de potencial redox fueron convertidos a Eh (Langmuir, 1971).

Los valores de pH determinados el 8 de octubre de 2025 fueron corregidos a posteriori acorde a desviación mostrada sobre patrón de pH en laboratorio.

Adicionalmente, se tomaron muestras para granulometría (ca. 10 cm superficiales), sulfuros libres totales (ca. 2 cm), contenido en carbono orgánico total (ca. 10 cm) y determinación de señal isotópica de ^{15}N (ca. 1 cm).



Figura 5. Medición de potencial redox en sedimento. 7 de octubre de 2025.

El análisis granulométrico efectuó en los laboratorios de AZTI. Se llevaron a cabo dos procedimientos distintos en las muestras de enero y de octubre de 2025. En las muestras de enero se realizó un primer secado durante 24 horas a 105 °C para facilitar la eliminación de la fracción inferior a 63 µm mediante tamizado en húmedo. Una vez completado un segundo proceso de secado, se procedió al tamizado en seco utilizando una tamizadora electromecánica RETSCH AS 200 digit, operada durante 15 minutos con una amplitud de 50. Para ello, se empleó una batería de tamices de malla metálica de acero inoxidable RETSCH (DIN-ISO 3310/1). Este procedimiento puede llevar a una infraestimación del contenido en la fracción fina, por ello, se aplicó una corrección de +17% (únicamente en las muestras de enero). En las muestras de octubre de 2025 se utilizó un método similar, pero utilizando dispersante hexametáfosfato al 4% para facilitar el tamizado de la fracción fina.

La determinación de sulfuros libres totales en el agua intersticial se realizó en los laboratorios de AZTI al día siguiente de cada muestreo. La metodología utilizada está descrita en Cranford (2024). Se utilizó como patrón el material de referencia CRM (Sulphide WP). La extracción del agua intersticial se realizó con extractores MacroRhizon (referencia 19.21.32). En aquellos casos en los que durante la extracción se observó burbujeo en el líquido intersticial que pudiese afectar al contenido de sulfuro,

se realizó una nueva extracción en sedimento no correspondiente a los 2 cm superficiales; en estos casos, evidentemente, los valores no deben de considerarse representativos de los 2 cm superficiales.

La determinación de carbono orgánico total se realizó en laboratorios de IPROMA.

La relación isotópica de nitrógeno se determinó en los Servicios Centrales de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Málaga. La técnica instrumental utilizada fue Espectrometría de Masas de relaciones isotópicas con análisis elemental.

3.2.3 Macrofauna (poliquetos)

En cada punto de muestreo se tomaron tres muestras con draga oceanográfica Shipek (superficie de muestreo 0,040 m²). En el propio barco los sedimentos fueron tamizados en tamiz de 1 mm de luz de malla, fijándose posteriormente la fauna. Los poliquetos fueron contabilizados e identificados a nivel de familia en los laboratorios de AZTI.

De cara a conocer la evolución futura de la presencia de familias tolerantes y sensibles al enriquecimiento orgánico, se ha utilizado la siguiente clasificación en base a la información de MAGRAMA (2012):

- Familias sensibles al enriquecimiento orgánico: Magelonidae, Maldanidae, Onuphidae, Paraonidae y Sabellidae.
- Familias tolerantes al enriquecimiento orgánico: Capitellidae, Dorvilleidae, Glyceridae, Nereididae, Oweniidae y Spionidae.
- Familias sin asignar: Ampharetidae, Aphroditidae, Cirratulidae, Chloraemidae, Cossuridae, Goniadidae, Hesionidae, Lumbrineridae, Nephtyidae, Oeonidae, Opheliidae, Orbiniidae, Phyllodocidae, Pilargidae, Poecilochaetidae, Scalibregmatidae, Sternaspidae, Syllidae, Terebellidae y Trochochaetidae.

3.2.4 Aguas

En los muestreos de aguas se evaluó la penetración luminosa en el agua con disco Secchi (Figura 6). Adicionalmente se midieron *in situ* distintas variables hidrográficas (temperatura, salinidad, densidad (o σ_t igual a la densidad menos 1000), transmisión de luz, radiación fotosintéticamente activa, clorofila "a", oxígeno disuelto y saturación de oxígeno) a lo largo de toda la columna de agua utilizando perfiladores verticales continuos de alta resolución de la marca Sea-Bird (Figura 7).



Figura 6. Utilización del disco de Secchi. 16 de enero de 2025.

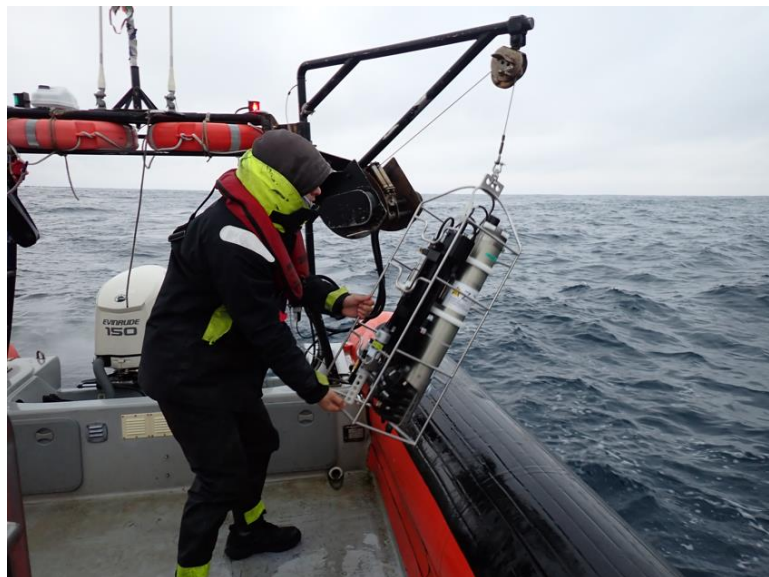


Figura 7. Muestreo con perfilador CTD. 16 de enero de 2025.

3.2.5 Análisis estadístico

En lo que refiere a los parámetros determinados en el sedimento, se siguió la metodología estadística descrita en la sección 8.4 de MAGRAMA (2012). Esta aproximación se basa en el análisis de la varianza y tiene como objeto poder explorar la

hipótesis de “si las variaciones a lo largo del tiempo en las distintas zonas son iguales”, tanto en variables individuales (por ejemplo, contenido en carbono orgánico total del sedimento) como en multivariante (densidades de familias de poliquetos).

El análisis de la varianza para variables individuales se realizó con el software Statgraphics ($\alpha=0,05$). Permite evaluar si hay interacción significativa “muestreo \times zona” y si hay diferencias en el valor promedio entre zonas.

Los análisis multivariantes de las densidades de poliquetos se hicieron agrupando la información de cada estación, esto es, calculando el promedio de densidad de las tres réplicas muestreadas en cada estación. Las densidades promedio se transformaron logarítmicamente ($\log_{10} + 1$).

El análisis PERMANOVA es un análisis multivariante de la varianza mediante permutaciones, puede considerarse “equivalente” al ANOVA univariante ($\alpha=0,05$). Permite evaluar si hay diferencias significativas entre zonas, entre distintos muestreos y si hay interacción “muestreo \times zona”. Se utilizó el software PAST ver 4.0, usando para ello la distancia de Bray-Curtis.

La disimilitud promedio entre las zonas se determinó mediante el análisis SIMPER (*Similarity Percentage*) implementado en el software PRIMER-E (v.6.1.12). Este índice cuantifica la diferencia en la composición faunística entre grupos de estaciones (*i.e.*, zonas A, B, C1 y C2), expresada en una escala de 0 a 100: un valor de 0 indica idéntica composición y abundancia de las familias de poliquetos, mientras que un valor de 100 refleja que dos zonas no tienen ninguna familia en común. Valores intermedios representan grados proporcionales de disimilitud.

4. RESULTADOS

Los resultados del plan de vigilancia ambiental en las distintas matrices se presentan a continuación.

4.1 ROV: Inspección visual de Zonas A y B del estado de los fondos y aguas superficiales

Teniendo en cuenta los criterios establecidos en MAGRAMA (2012) todos los parámetros evaluados en ambas fechas de inspección tienen puntuación de 10, a excepción del parámetro “Presencia en el fondo de materiales plásticos, cabos, elementos metálicos, envases o cualquier elemento o herramienta de uso para el mantenimiento de las instalaciones”. Los resultados se exponen en la Tabla 3.

En ambas campañas se observó que el fondo es predominantemente limoso.

4.2 Sedimentos

En la Tabla 4 y Tabla 5 se presentan los resultados de las analíticas descritas en el apartado 3.2.2. Los valores promedio se exponen en la Figura 8.

4.2.1 Análisis estadístico

No se detectaron diferencias significativas entre zonas para las variables pH, potencial redox, fracción fina, carbono orgánico total y relación isotópica de nitrógeno. Asimismo, la interacción “muestreo × zona” tampoco resultó significativa en ninguna de estas variables.

En cuanto a la concentración de sulfuros en el sedimento, no se realizó análisis estadístico debido a que la mayoría de los valores se encontraban por debajo del límite de detección.

Tabla 3. Resultados de la inspección visual de los fondos, acorde a los criterios y metodología de MAGRAMA (2012). MB=Muy bueno. Exc=excelente.

Parámetro	diciembre de 2024			septiembre de 2025		
	ROV_A barlovento	ROV_A sotavento	ROV_B	ROV_A barlovento	ROV_A sotavento	ROV_B
Acumulaciones visibles de gránulos de pienso en los fondos como consecuencia de deficiencias en la gestión de la alimentación	10	10	10	10	10	10
Presencia de peces cultivados muertos o restos óseos en el fondo	10	10	10	10	10	10
Presencia en el fondo de restos de fouling derivados de la limpieza de instalaciones o elementos	10	10	10	10	10	10
Presencia en los fondos de tapices bacterianos de <i>Beggiatoa</i> sp. o mantos de diatomeas	10	10	10	10	10	10
Presencia de burbujeo de gases tóxicos (metano, sulfuros) en los fondos	10	10	10	10	10	10
Presencia en el fondo de materiales plásticos, cabos, elementos metálicos, envases o cualquier elemento o herramienta de uso para el mantenimiento de las instalaciones	8*	10	10	10	8**	10
Presencia de películas de aceites o combustibles en la capa superficial del agua	10	10	10	10	10	10
Aguas superficiales con olor manifiesto a pienso o descomposición orgánica	10	10	10	10	10	10
Presencia de animales escapados	10	10	10	10	10	10
RESULTADO DE LA INSPECCIÓN	MB	Exc	Exc	Exc	MB	Exc

* En el transecto realizado a barlovento, en la campaña preoperacional, se detectó un cabo o cordel de naturaleza desconocida. ** En el transecto realizado a sotavento, en la campaña de septiembre de 2025, se detectó un neumático y dos objetos que no pudieron identificarse con claridad, que asemejaban fragmentos de tubo o de manguera. Uno de ellos se encontraba sobre el neumático, mientras que el otro estaba en otro punto distinto del transecto, sin ningún otro elemento artificial en su entorno próximo.

Tabla 4. Resultados de las analíticas en sedimento superficial (14 de enero de 2025). Eh: potencial redox, FF: contenido en fracción fina del sedimento (<63µm); COT: carbono orgánico total, δ¹⁵N: relación isotópica de nitrógeno. En las cuatro filas inferiores se indica el promedio por cada una de las cuatro zonas.

Muestra	pH	Eh (mV)	FF (%)	COT (%)	Sulfuros (µ mol/l)	δ ¹⁵ N (‰)
A1A	7,54	-40	75,5	1,1	<LC	4,7
A1B	7,45	-24	79,4	1,3	<LC	4,58
A1C	7,47	4	86,6	1,3	<LC	4,62
A2A	7,34	-14	54,3	1	<LC	4,58
A2B	7,44	29	75,6	1	<LC	4,52
A2C	7,56	25	55	1	<LC	4,57
A3A	6,85	-44	67,5	1,3	<LC	4,5
A3B	7,37	-4	55,1	1,1	<LC	4,59
A3C	7,58	46	76,9	1,1	<LC	4,59
B1A	7,32	-4	71,5	1,4	<LC	4,49
B1B	7,69	30	79,9	1,2	<LC	4,59
B1C	7,75	30	73,7	1,3	<LC	4,57
B2A	7,73	96	68,2	0,9	<LC	4,72
B2B	7,67	75	68,6	1,2	<LC	4,71
B2C	6,74	3	52,1	0,7	<LC	4,56
B3A	7,62	92	54,6	1	<LC	4,61
B3B	7,6	16	71,8	1,2	<LC	4,47
B3C	7,53	68	53,9	1,1	<LC	4,49
C1A	7,32	-44	73,9	1,2	<LC	4,57
C1B	7,58	-29	89,9	1,3	<LC	4,54
C1C	7,57	-36	82,6	1,3	<LC	4,59
C2A	7,57	-32	77,9	1,1	<LC	4,62
C2B	7,49	15	62	1,3	<LC	4,51
C2C	7,4	2	64,2	1,1	<LC	4,55
C3A	7,67	-4	56,4	1	<LC	4,55
C3B	7,63	28	57,7	0,7	<LC	4,54
C3C	7,61	86	64,7	1,2	<LC	4,53
C4A	7,67	55	64	1,3	<LC	4,45
C4B	7,6	4	61,3	1,6	<LC	4,41
C4C	7,55	60	63,6	1,1	99	4,41
C5A	7,56	16	60,7	1,2	298	4,35
C5B	7,48	157	72,7	0,9	<LC	4,5
C5C	7,39	141	65,7	1,2	<LC	4,52
C6A	7,22	14	62,8	1,2	<LC	4,31
C6B	6,95	59	64,7	1,3	125	4,38
C6C	6,75	178	69,6	1	97	4,36
Zona A	7,40	-2	70	1,1	-	4,58
Zona B	7,52	45	66	1,1	-	4,58
Zona C1	7,54	-2	70	1,1	-	4,56
Zona C2	7,35	76	65	1,2	-	4,41

Tabla 5. Resultados de las analíticas en sedimento superficial (octubre de 2025). Con asterisco se muestran resultados de sulfuro en agua intersticial de sedimento en los que no se pudo determinar en los 2 cm superficiales. Eh: potencial redox, FF: contenido en fracción fina del sedimento (<63µm); COT: carbono orgánico total, δ¹⁵N: relación isotópica de nitrógeno. En las cuatro filas inferiores se indica el promedio por cada una de las cuatro zonas.

Muestra	pH	Eh (mV)	FF (%)	COT (%)	Sulfuros (µ mol/l)	δ ¹⁵ N (‰)
A1A	7,01	33	73,7	1,5	<LC	4,47
A1B	6,79	39	73,5	1,3	<LC	4,35
A1C	6,87	28	77,2	1,4	19	4,14
A2A	7,33	93	65,2	0,9	19*	4,15
A2B	7,55	71	67,1	1,3	36*	4,18
A2C	7,1	163	67	1,1	3*	4,05
A3A	6,99	115	69,3	1,5	<LC	4,24
A3B	6,89	65	68,7	1,4	<LC	4,16
A3C	7,24	106	68,4	1,3	<LC	4,13
B1A	7,01	89	79,2	1,4	5	4,13
B1B	6,79	26	80,1	1,7	<LC	4,25
B1C	6,87	59	78,3	1,7	<LC	4,16
B2A	7,61	146	64,5	1,4	<LC	4,22
B2B	7,47	91	64,7	1,3	<LC	4,14
B2C	7,72	100	65,5	1,2	<LC	4,07
B3A	7,76	53	69,1	1,1	<LC	4,18
B3B	7,71	127	69,5	1,2	<LC	4,06
B3C	7,69	61	68,8	1,4	<LC	4,02
C1A	7,75	38	80,4	1,5	<LC	4,23
C1B	7,76	62	79,7	1,5	<LC	4,11
C1C	6,96	136	79,8	1,6	<LC	4,21
C2A	6,61	72	77,9	1,5	<LC	4,15
C2B	6,51	78	77,1	1,2	<LC	4,08
C2C	6,69	24	72,4	1,5	<LC	4,19
C3A	6,72	90	68,2	1,1	<LC	4,32
C3B	6,68	94	65,5	1,2	<LC	4,2
C3C	6,67	65	73,7	1,5	78	4,23
C4A	6,61	-44	69,4	1,1	<LC	4,24
C4B	6,97	104	64,9	1,1	<LC	3,92
C4C	6,8	96	70,1	1,2	<LC	4,02
C5A	7,11	95	60,6	1,2	<LC	4,07
C5B	7,03	167	70	1,2	<LC	4,31
C5C	7,01	122	56,8	1,1	<LC	3,9
C6A	7,23	86	63,3	1,1	<LC	3,96
C6B	7,12	113	60	1,1	<LC	3,95
C6C	7,41	46	66,1	1,2	<LC	3,93
Zona A	7,09	79	70,0	1,3	-	4,21
Zona B	7,40	84	71,1	1,4	-	4,14
Zona C1	6,93	73	75,0	1,4	-	4,19
Zona C2	7,03	87	64,6	1,1	-	4,03

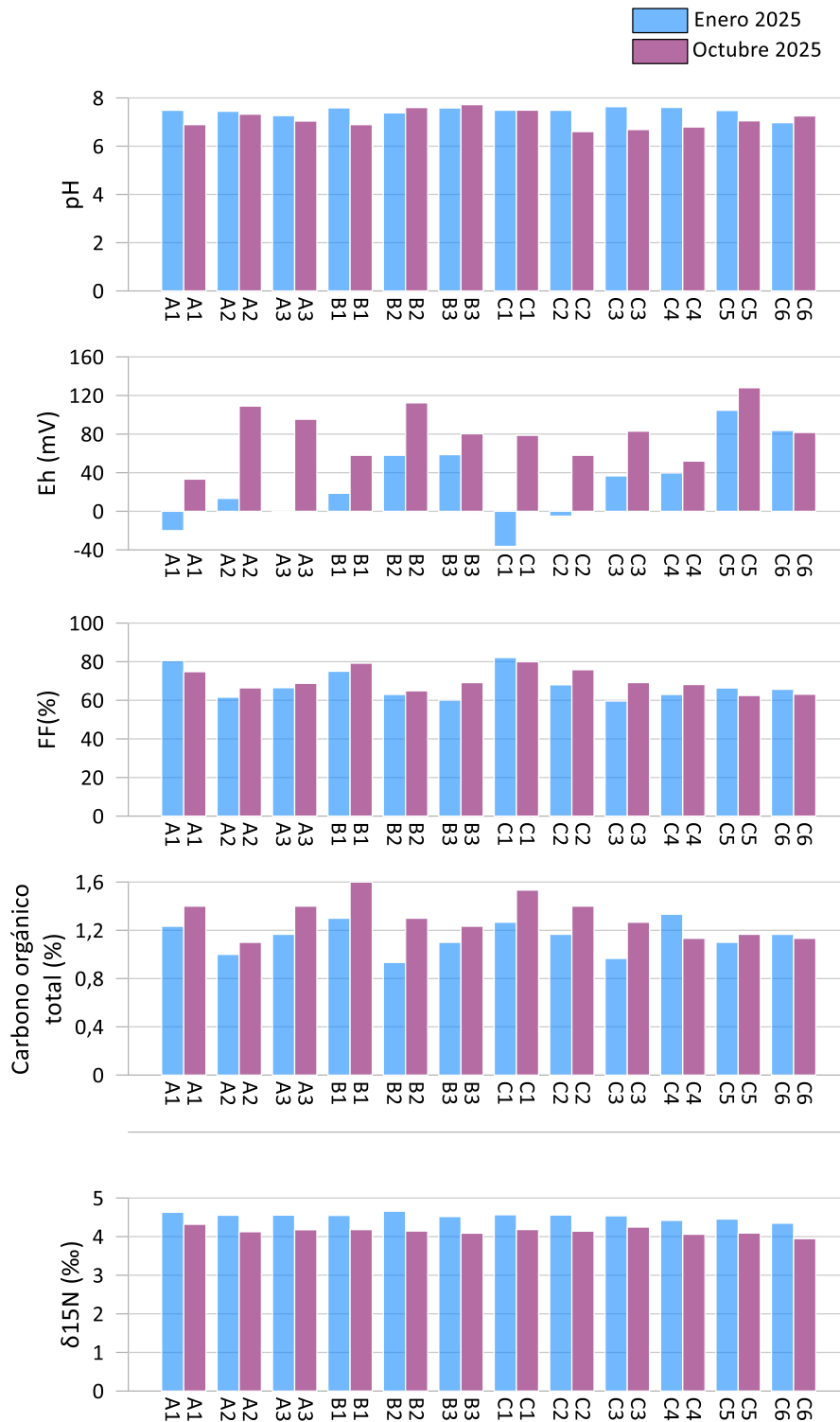


Figura 8. Valores promedio de las características del sedimento en enero y octubre de 2025. Eh: potencial redox, FF: contenido en fracción fina del sedimento (<63 μm), COT: carbono orgánico total, $\delta^{15}\text{N}$: relación isotópica de nitrógeno.

4.2.2 Valoración del cumplimiento de normas de calidad ambiental

4.2.2.1 Fracción fina del sedimento

En MAGRAMA (2012) se establecen normas de calidad ambiental referentes a granulometría en su apartado 9.2.1.a. Concretamente, en zona A se establecen dos criterios:

- Criterio 1: No se debe producir un incremento del enfangamiento ostensible de los sedimentos perceptible mediante inspección visual.
- Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo*Zona” en la comparación de la evolución en el tiempo del % en la fracción fina del sedimento entre las zonas A y C1-C2 mediante ANOVA.

En zona B se establecen dos criterios:

- Criterio 1: No se debe producir un incremento del enfangamiento ostensible de los sedimentos perceptible mediante inspección visual.
- Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo x Zona” en la comparación de la evolución en el tiempo del % en la fracción fina del sedimento entre las zonas A y B, y ambas frente a C1-C2 mediante ANOVA.

Tanto en la zona A, como en la zona B se han cumplido los criterios: no se observó enfangamiento en las inspecciones visuales y no se encontraron diferencias significativas para la interacción “Muestreo x Zona”.

4.2.2.2 Sulfuros libres totales (TFS)

En MAGRAMA (2012) se establecen normas de calidad ambiental en su apartado 9.2.1.b. Concretamente, en zona A se establecen los siguientes estándares:

Criterio 1:

- Valores promedio de TFS normales admitidos deben ser inferiores a 3000 μM (promedio de todas las réplicas; no se admiten más de 3 muestras > 5000 μM).

- Valores promedio de TFS de 3000 – 5000 μM implican un incremento en la frecuencia de seguimiento de TFS y del poblamiento infaunal de poliquetos.
- Valores promedio de TFS > 5000 μM (valores intolerables en zona A) implica actuaciones administrativas y de gestión como la reubicación de las instalaciones y/o disminución de la producción.

Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo*Zona” en la comparación de la evolución en TFS entre las zonas A y C1-C2 mediante ANOVA.

En zona B se establecen dos criterios:

Criterio 1:

- Valores de TFS admitidos dependientes de valores en zonas C: como máximo un 50% superior a los valores en controles.
- Valores promedio de TFS un 50% superior a los de los controles implican un incremento en la frecuencia de seguimiento del poblamiento infaunal de poliquetos. La superación de esta NCA puede llegar a suponer la aplicación de medidas administrativas, como el replanteamiento de las dimensiones de la concesión.
- Valores promedio de TFS > 3000 μM (valores intolerables en zona B) Implicaría actuaciones administrativas y de gestión como la reubicación de las instalaciones y/o disminución de la producción.

Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo*Zona” en la comparación de la evolución en TFS en el tiempo entre las zonas A y B, y ambas frente a C1-C2 mediante ANOVA.

Tanto en la zona A, como en la zona B se ha cumplido el Criterio 1, ya que las concentraciones observadas son muy inferiores a los umbrales indicados. El Criterio 2 no puede ser evaluado con la aproximación estadística de MAGRAMA (2012) debido a que la mayoría de las concentraciones son inferiores al límite de detección.

4.2.2.3 *pH y potencial redox (Eh)*

En MAGRAMA (2012) se establecen normas de calidad ambiental en su apartado 9.2.1.2a. Concretamente, en zona A se establecen los siguientes criterios:

- Valores promedio admitidos de pH dentro del intervalo 7 – 9, y de Eh no inferiores (más electronegativos) a -200 mV, medidos a 2 cm del interior de sedimento.

En zona B se establecen los siguientes criterios:

- Valores promedio admitidos de pH dentro del intervalo 7,5 – 8,5, y de Eh dentro del intervalo -50 a -100 mV.

En la zona A se cumplen con los criterios de pH y Eh (Tabla 4 y Tabla 5). En la zona B los valores de Eh son muy superiores al intervalo -50 a -100 mV (Tabla 4 y Tabla 5), por lo que no se detecta impacto en esta variable (cuanto más impactado está el sedimento, son esperables valores más bajos).

En la zona B el promedio de pH es 7,54 en enero de 2025 (Tabla 4) y 7,40 en octubre de 2025 (Tabla 5). Aunque valor el promedio de octubre de 2025 (7,40) es ligeramente inferior al intervalo 7,5 – 8,5, no se observa impacto en esta variable, ya que son valores superiores a los observados en las zonas control en la misma fecha (6,93 – 7,03). Si hubiese impacto, los valores en la zona B serían inferiores a las zonas control. El hecho de que en ambas zonas control los valores promedios de pH sean inferiores a los de referencia en MAGRAMA (2012) en octubre de 2025 (Tabla 5) y en una de ellas en enero de 2025 (Tabla 4) sugiere que el intervalo 7,5 – 8,5 propuesto en MAGRAMA (2012) para zona B puede no ser adecuado para este tipo de hábitats, y por lo tanto, debe considerarse como una referencia orientativa y no absoluta. Cabe concluir que no se han encontrado impactos en el Eh ni en el pH del sedimento.

4.2.2.4 Enriquecimiento orgánico expresado como contenido en materia orgánica

En MAGRAMA (2012) se establecen normas de calidad ambiental en su apartado 9.2.1.2a. Concretamente, en zona A se establecen los siguientes criterios:

- Criterio 1: Valores promedio admitidos de materia orgánica hasta un 50% superior que el promedio de las zonas control.
- Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo*Zona” en la comparación de la evolución en el tiempo entre las zonas A y C1-C2 mediante ANOVA.

En zona B se establecen dos criterios:

- Criterio 1: Valores promedio admitidos de materia orgánica menores o iguales a los valores promedio de las zonas control.
- Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo*Zona” en la comparación de la evolución en el tiempo entre las zonas A y B y ambas frente C1-C2 mediante ANOVA.

Los valores promedios de carbono orgánico total son muy similares en las tres zonas (Tabla 4 y Tabla 5) y no existen diferencias significativas. Por lo tanto, se cumplen ambos criterios en ambas zonas.

4.2.2.5 Señal isotópica de ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$)

En MAGRAMA (2012) se establecen normas de calidad ambiental en su apartado 9.2.1.2c. Concretamente, en zona A se establecen los siguientes criterios:

- Valores promedio de $\delta^{15}\text{N}$ admitidos hasta un 6‰ o que no superen en más de 4 unidades (‰) la señal del control.

En zona B se establece el siguiente criterio:

- Valores promedio de $\delta^{15}\text{N}$ admitidos equivalentes a los valores promedio de las zonas control.

Todos los valores de $\delta^{15}\text{N}$ determinados son inferiores al 6‰ y los promedios son muy similares entre zonas (Tabla 4 y Tabla 5), por lo que no se han encontrado impactos en este parámetro en el sedimento.

4.3 Macrofauna (poliquetos)

En la Tabla 6 se presentan los resultados de identificación y recuento de poliquetos en el muestreo de diciembre de 2024. Se identificaron un total de 26 familias, destacando Onuphidae como la más abundante y la única presente en todas las muestras analizadas. En cuanto a la distribución por zonas, se detectaron 18 familias en la zona A, número que coincide con las zonas B y C1. Por otro lado, en la zona C2 se identificaron 16 familias.

Tabla 6. Abundancia de poliquetos por familias, superficie de muestreo: 0,04 m² (diciembre de 2024).

Muestra	Ampharetidae	Aphroditidae	Capitellidae	Cirratulidae	Chloraemidae	Cosuridae	Glyceridae	Goniadidae	Hesionidae	Lumbrineridae	Magelonidae	Maldanidae	Nephtyidae	Oeonidae	Onuphidae	Orbinidae	Oweniidae	Paraonidae	Phyllodoctidae	Pilargidae	Poecilochaetidae	Scalibregmatidae	Sponidae	Sternaspidae	Terebellidae	Trochochaetidae
A1A			5	7						4		1			34								4			
A1B	1	5	9			1				4		3			35		2						11		2	
A1C	1		3	14						1	1	4	1		51	1							5			1
A2A	2		4	13						3		3			39								3			1
A2B	4		1	9			1			1	2	2			44	1							6			
A2C	7	1	3	12			1			2		3	1		39								13			
A3A	4		3	9			1			3	1	3	1		49								4			
A3B	3	1	4	11			1			1	2	7	1		63								6		2	
A3C	3	1	1	13		1				1	1	2	3		50		1		1			1	9			
B1A	1		1	5						2					21								6		1	
B1B	2		4	13			1			2		2			33				1				4		1	
B1C		1	2	18	1					3		4			27				2				5	1		
B2A	6		1	5						7		3			40								5	2	1	
B2B	4		1	10			2			2	1	2			53								4		1	
B2C	2		2	10			1			8		3			37		1				2		6		1	
B3A	3		5	17						5		3			35		2	1					19			
B3B	4		1	13						3		3	1		61		2						3			
B3C	1		2	10			2			2		2	1		19			1					1		1	
C1A	2			5			1			3		2		1	52								5		1	
C1B				1						1		1			21				1				3			
C1C	1		1	5			1			1		2			21								4			
C2A	3		1	8						2		3	3		42								4		1	
C2B		1	1	6								2			23								2		1	
C2C	3		2	11	1		1			2		3	1		53		1				1		5			
C3A			1				1			1		6	1		37		1						2	1		
C3B	6		4	11			2			2		2	1		10								8			
C3C	2		2	14			1			4	1	2			37		1						6		2	
C4A	1			2			1	1		2		1			10								1		1	
C4B			1	1						1		1			23								1		1	
C4C	2			7			1			1		4			30										5	
C5A				2			1			4		2	1		11						2					
C5B				3			1			1		3			12								2		1	
C5C				1						1		4			5											
C6A	2		1	4				1		1	1	2			19								1			
C6B	2		1	4			1		1	5		5			17								3		2	
C6C	2		1	3			2	1	1	2					16		1	1					1		1	

Los resultados de diciembre de 2024 muestran que el número de familias por estación varía entre 4 y 13 (Tabla 7), siendo las muestras A3C (13 familias), C2C y C6C (12 familias) las más ricas, mientras que C5C presenta la menor riqueza con solo 4 familias. La abundancia oscila entre 11 y 102 individuos por muestra, alcanzando su máximo en A3B (102 individuos) y el mínimo en C5C (11 individuos). El índice de equitatividad (J') se sitúa entre 0,45 (muestra C4B) y 0,89 (muestra C3B). El índice de diversidad de Shannon (H') fluctúa entre 1,27 ind. bit⁻¹ y 2,81 ind. bit⁻¹, con el valor más alto en C3B y el más bajo en C4B.

Tabla 7. Número de familias de poliquetos por estación, abundancia de poliquetos, índice de equitatividad de Pielou (J', basado en familias de poliquetos), diversidad de Shannon (H' basado en familias de poliquetos), superficie de muestreo: 0,04 m² (diciembre de 2024).

Muestra	Número de familias	Abundancia (ind.)	J'	H' (ind. bit ⁻¹)
A1A	6	55	0,69	1,78
A1B	10	73	0,73	2,43
A1C	11	83	0,56	1,95
A2A	8	68	0,66	1,99
A2B	10	71	0,60	1,98
A2C	10	82	0,71	2,35
A3A	10	78	0,60	2,00
A3B	12	102	0,59	2,10
A3C	13	87	0,59	2,19
B1A	7	37	0,69	1,93
B1B	10	63	0,67	2,22
B1C	10	64	0,72	2,38
B2A	9	70	0,68	2,16
B2B	10	80	0,55	1,84
B2C	11	73	0,70	2,41
B3A	9	90	0,77	2,44
B3B	9	91	0,55	1,74
B3C	11	42	0,72	2,49
C1A	9	72	0,51	1,61
C1B	6	28	0,52	1,34
C1C	8	36	0,67	2,01
C2A	9	67	0,62	1,97
C2B	7	36	0,62	1,74
C2C	12	84	0,57	2,03
C3A	9	51	0,49	1,55
C3B	9	46	0,89	2,81
C3C	11	72	0,67	2,32
C4A	9	20	0,78	2,46
C4B	7	29	0,45	1,27
C4C	7	50	0,67	1,87
C5A	7	23	0,81	2,26
C5B	7	23	0,77	2,15
C5C	4	11	0,84	1,68
C6A	9	32	0,66	2,10
C6B	10	41	0,81	2,69
C6C	12	32	0,74	2,66
Min.	4	11	0,45	1,27
Max.	13	102	0,89	2,81

Los resultados de septiembre de 2025 muestran que el número de familias por estación varía entre 4 y 13 (Tabla 8), siendo las muestras C2B (13 familias), C4C y C5B (12 familias) las más ricas, mientras que A1B, A2B, C1B y C1C presentan la menor riqueza con solo 7 familias. La abundancia oscila entre 19 y 99 individuos por muestra,

alcanzando su máximo en C4C (99 individuos) y el mínimo en C1C (19 individuos). El índice de equitatividad (J') se sitúa entre 0,56 (muestra A1A) y 0,82 (B1C). El índice de diversidad de Shannon (H') fluctúa entre 1,60 ind. bit⁻¹ (muestra A2B) y 2,75 ind. bit⁻¹ (muestra C6A).

Tabla 8. Abundancia de poliquetos por familias, superficie de muestreo: 0,04 m² (septiembre de 2025).

Muestra	Ampharetidae	Aphroditidae	Capitellidae	Cirratulidae	Chloeraemidae	Cossuridae	Glyceridae	Goniadidae	Hesionidae	Lumbrineridae	Mageloniidae	Maldanidae	Nephtyidae	Nereididae	Onuphidae	Ophelidae	Orbinidae	Owenidae	Paraonidae	Phyllodoctidae	Poecilochaetidae	Sabellidae	Spionidae	Sternaspidae	Syllidae	Terebellidae
A1A				4	1					3		1	1		27				1				1			
A1B				7						1	2	3			13	1							1			
A1C	4		3	2			1			3					14		1								1	
A2A	1	1	1	2						4	1	2	1		27											
A2B	1		2				2			3		7			38				2							
A2C			1	13						3	2	1		1	25								4			
A3A	2		1	6	1					1	1	2			22			2				4			3	
A3B			9	1		1	1			1	1	1			31	1						4			3	
A3C			2	4			1			1	1	1			17								2		2	
B1A	2		2	9			2			1		4			38								2			
B1B	1		3	9			1			4		2			32								1		3	
B1C	2			9			2			2		1	2		11	2			1						1	
B2A	2		2	11						3	1				17								5	1	4	
B2B	2		5	12	1				1	2		3			28								8			
B2C	1		1	6						3	1	5	1		15		2	1								
B3A	7		2	13			1			1	1	2			27			1					7		1	
B3B	2		2	13			1			3		1			33			2	1				6			
B3C	1		2	6						1	1	2	1		18											
C1A	2		2	4			1			1		2			16		1						1			
C1B	4			13			1			3		2			36								2			
C1C		1		4					1	2		1			9				1							
C2A	5		3	15			1			3	1	4			26				1				5			
C2B	5	1	2	9		1	1			4	1	1			27			1	1				2			
C2C			3	10						8		1	1		29					1			3		1	
C3A			1	9			1			3	1	1	1		22					1		1	3			
C3B	3		1	5			1			4	1	1	2		25										1	
C3C	1		3	11						2	1				10								1		1	
C4A		1	1	9								5	1		32								1		1	
C4B	3		2	12			2			1		3			27		1	1					2		2	
C4C	4		3	18	1				1	3	1	5			57		1	2					3			
C5A	5		1	10	1					2		4	2		34			1					4		1	
C5B	5		6	9			1			6	4	1			45	1		1					2		1	
C5C	2		4	17			2			3		4			39	1		1			1		3			
C6A	3		2	6			1			3	1	1			16				1				8		1	
C6B	2		1	8						3		2			23				1	1			4		2	
C6C	2			2			1			5		2			24			1					8		1	

Tabla 9. Número de familias de poliquetos por estación, abundancia de poliquetos, índice de equitatividad de Pielou (J', basado en familias de poliquetos), diversidad de Shannon (H' basado en familias de poliquetos), superficie de muestreo: 0,04 m² (septiembre de 2025).

Muestra	Número de familias	Abundancia (ind.)	J'	H' (ind. bit ⁻¹)
A1A	8	39	0,56	1,67
A1B	7	28	0,76	2,15
A1C	8	29	0,78	2,35
A2A	9	40	0,57	1,81
A2B	7	55	0,57	1,60
A2C	8	50	0,69	2,06
A3A	11	45	0,74	2,55
A3B	9	49	0,57	1,80
A3C	9	31	0,71	2,26
B1A	8	60	0,61	1,84
B1B	9	56	0,66	2,09
B1C	10	33	0,82	2,72
B2A	9	46	0,81	2,57
B2B	10	63	0,74	2,45
B2C	10	36	0,78	2,60
B3A	11	63	0,72	2,49
B3B	10	64	0,67	2,24
B3C	8	32	0,68	2,04
C1A	9	30	0,73	2,31
C1B	7	61	0,65	1,82
C1C	7	19	0,79	2,22
C2A	10	64	0,76	2,54
C2B	13	56	0,70	2,58
C2C	9	57	0,69	2,19
C3A	11	44	0,68	2,37
C3B	10	44	0,67	2,22
C3C	8	30	0,77	2,31
C4A	8	51	0,58	1,75
C4B	11	56	0,70	2,43
C4C	12	99	0,60	2,15
C5A	11	65	0,68	2,36
C5B	12	82	0,66	2,35
C5C	11	77	0,67	2,30
C6A	11	43	0,80	2,75
C6B	10	47	0,73	2,43
C6C	9	46	0,70	2,23
Min.	7	19	0,56	1,60
Max.	13	99	0,82	2,75

El número total de familias de poliquetos en cada zona fue muy similar en diciembre de 2024 y en septiembre de 2025 (Tabla 10), excepto en la zona C2, en el que se incrementó el número de familias de 16 a 20. En lo que refiere al número de familias tolerantes y sensibles al enriquecimiento orgánico se encuentran cifras similares entre

zonas (Tabla 10). Destaca el incremento en el número de familias tolerantes en la zona C2 desde 2024 a 2025.

Tabla 10. Número de familias de poliquetos por zona. Se indica el número de familias tolerantes a al enriquecimiento orgánico y las sensibles al enriquecimiento orgánico (véase sección 3.2.3).

	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Zona	total	total	tolerantes	tolerantes	sensibles	sensibles	sin asignar	sin asignar
A	18	19	11	10	3	4	4	5
B	18	18	10	10	4	4	4	4
C1	18	19	11	10	3	5	4	4
C2	16	20	8	12	4	4	4	4

4.3.1 Análisis estadístico

El escalado multidimensional (MDS) muestra que dos estaciones de la zona Control 2 en 2024 (estaciones C4 y C5) tienen una composición diferenciada del resto de estaciones (Figura 9).

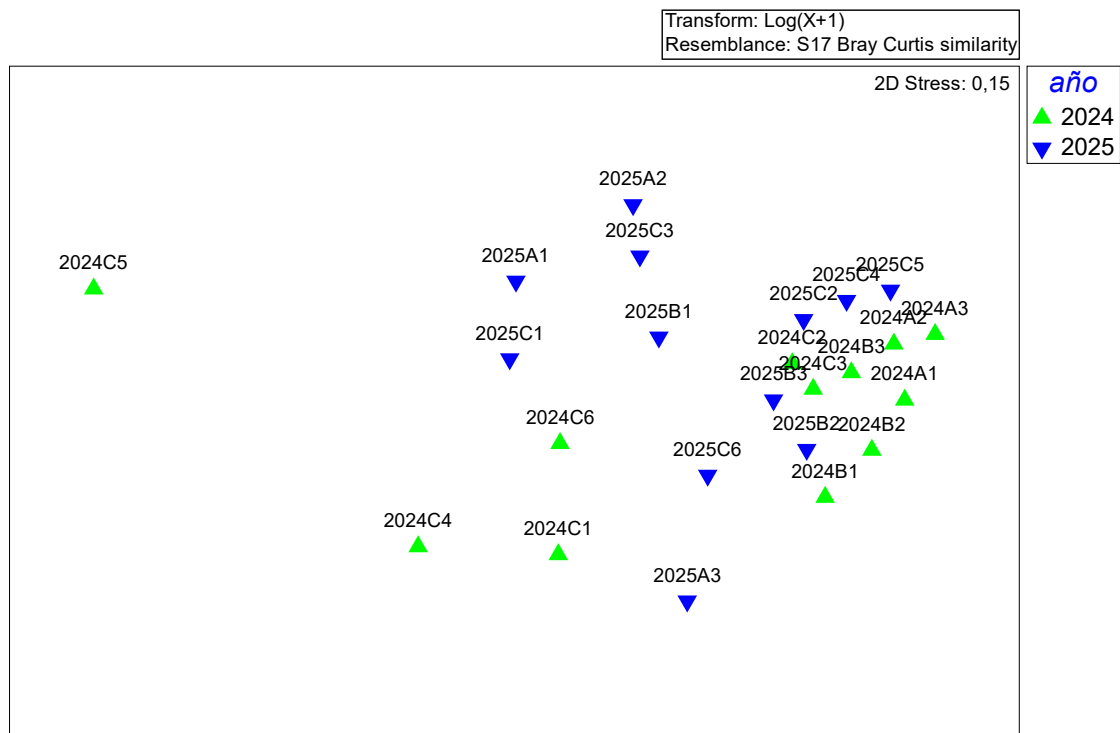


Figura 9. Escalado multidimensional (MDS). En cada punto se señala el año y la estación de muestreo.

Debido a que la zona Control 2 en 2024 presentó en dos estaciones una fauna diferenciada, no se incluyó en el análisis multivariante de la varianza mediante permutaciones (PERMANOVA). Este análisis mostró ausencia de interacción significativa “zona*muestreo” (Figura 10).

Two-way PERMANOVA					
Permutation <i>M</i> : 9999					
Source	Sum of sqrs	df	Mean square	<i>F</i>	<i>p</i>
año	0,072067	1	0,072067	4,0005	0,0009
Zona	0,044995	2	0,022498	1,2489	0,228
Interaction	0,048601	2	0,0243	1,3489	0,1622
Residual	0,21617	12	0,018014		
Total	0,38184	17			

Figura 10. Resultado del análisis PERMANOVA. Densidades transformadas logarítmicamente. Distancia: Bray-Curtis.

En lo que refiere a la disimilitud promedio entre zonas, en el muestreo de diciembre de 2024, la disimilitud promedio entre la zona A y las zonas control fue de 19-35% y la disimilitud promedio entre la zona B y las zonas control fue de 18-31% (Tabla 11). La zona C2 es la que presenta mayor disimilitud media con las otras, dato coherente con el resultado del escalamiento multidimensional descrito anteriormente.

En septiembre de 2025 la disimilitud promedio entre la zona A y las zonas control fue de 22-23% y la disimilitud promedio entre la zona B y las zonas control fue de 17-20% (Tabla 11).

Tabla 11. Semimatriz de disimilitud promedio entre zonas calculada con SIMPER (diciembre de 2024).

ZONA	A	B	C1
B	17		
C1	19	18	
C2	35	31	27

Tabla 12. Semimatriz de disimilitud promedio entre zonas calculada con SIMPER (septiembre de 2025).

ZONA	A	B	C1
B	21		
C1	22	20	
C2	23	17	21

4.3.2 Valoración del cumplimiento de normas de calidad ambiental

4.3.2.1 Macrofauna (poliquetos)

En MAGRAMA (2012) se establecen normas de calidad ambiental en su apartado 9.2.1.c. Concretamente, en zona A se establecen los siguientes criterios:

- Criterio 1: Número de familias de poliquetos admitido 75% inferior que en zonas C.
- Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo*Zona” en la comparación de la evolución en el tiempo entre las zonas A y C1-C2 mediante PERMANOVA. Disimilitud promedio entre zonas A y C1-C2 < 75%.

En zona B se establecen dos criterios:

- Criterio 1: Número de familias nunca 50% inferior que en zonas C.
- Criterio 2: No existen diferencias significativas para la interacción “Muestreo*Zona” en la comparación de la evolución en el tiempo entre las zonas A y B y ambas frente C1-C2 mediante PERMANOVA. Disimilitud promedio entre zonas B y C1-C2 < 50%.

El criterio 1 se cumple debido a que el número de familias es muy similar entre las cuatro zonas (Tabla 10). La interacción “Muestreo x Zona” descrita en el criterio 2 únicamente pudo ser verificado con la zona C1, ya que la zona C2 presentó una composición de poliquetos distinta en la primera campaña. No se encontró interacción interactiva con el análisis PERMANOVA para la interacción “Muestreo x Zona”.

Los criterios de disimilitud con respecto a las zonas control también se cumplen en ambas zonas (Tabla 11y Tabla 12).

4.4 Aguas

En la Tabla 13 se presentan las profundidades de visibilidad obtenidas mediante el disco de Secchi, utilizadas como indicador de la transparencia de la columna de agua. En los Anexos se muestran los perfiles verticales registrados con el sistema CTD. En todas las campañas de muestreo se observa una baja variabilidad espacial de este parámetro entre estaciones.

Tabla 13. Profundidad de visión del disco de Secchi (m).

Punto	16/01/2025	26/03/2025	03/10/2025	27/11/2025
A1	12	13	14	3
A2	12	13	17	4
A3	12	13	15	4
B1	12	12	16	4
B2	12	13	15	4
B3	12	13	14	4
C1	13	13	18	5
C2	13	12	15	5
C3	13	13	16	4
C4	12	12	16	5
C5	12	11	15	5
C6	13	13	16	5

En lo que refiere al porcentaje de saturación de oxígeno (Anexo V), los valores medidos se mantienen por encima del 80% en todas las observaciones.

4.4.1 Valoración del cumplimiento de normas de calidad ambiental

4.4.1.1 Sistema pelágico: columna de agua

En MAGRAMA (2012) se recomienda el control rutinario de oxígeno, temperatura salinidad en granjas con producción inferior a 500 toneladas anuales. De esas variables únicamente se plantean normas de calidad ambiental para oxígeno disuelto (apartado 9.3.2 de MAGRAMA, 2012):

Zona A: Valores de oxígeno disuelto siempre superior al 70% de saturación.

Zona B: Valores hasta un 25% distinto de los de zonas control.

Todos los valores de saturación de oxígeno observados son superiores al 70%. Adicionalmente, en cada una de las fechas muestreadas no hay diferencias entre los distintos puntos de muestreo. No se observan impactos en el oxígeno disuelto.

5. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

A la vista de los datos expuestos se observa que no hay impacto en el sedimento (contenido en fracción fina, sulfuros libres totales, pH, Eh y $\delta^{15}\text{N}$), en las poblaciones de poliquetos ni en la columna de agua (saturación de oxígeno).

Los únicos impactos identificados en el medio corresponden a la inspección visual efectuada mediante ROV, en la que se constató la presencia de restos antropogénicos sobre el fondo marino. El origen de dichos elementos no ha podido ser determinado.

La ausencia de impactos en la calidad del sedimento y del agua es coherente con la baja biomasa introducida en las jaulas (90 ejemplares).

De acuerdo con las directrices establecidas por MAGRAMA (2012), se permite reducir el número de parámetros a evaluar en el medio. Sin embargo, para ello es necesario que las instalaciones alcancen su máxima capacidad de producción y no se observe impacto. Por lo tanto, por ahora, no es posible simplificar el seguimiento reduciendo los parámetros.

Por otro lado, la actividad de cultivo se restringe principalmente a los meses estivales (entre mayo y octubre) y no a todo el año. Si permanece este planteamiento de cultivo, no es necesario realizar muestreos adicionales al muestreo operacional.

Se plantea, por lo tanto, que el PVA continúe con un único muestreo anual, el cual se realizará, preferentemente, al final de cada período de cultivo.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos:

- No se han identificado impactos significativos sobre el sedimento, la fauna bentónica ni la calidad del agua. Únicamente se ha constatado la presencia de elementos inertes de origen antropogénico en el fondo marino.
- Se recomienda mantener el diseño actual del plan de vigilancia, pero realizando una única campaña de muestreo anual al término del período de cultivo (octubre tentativamente).

BIBLIOGRAFÍA

Cranford, P. J. (2024). A simple and rapid method for measuring total free sulfides in marine sediments. *Limnology and Oceanography: Methods, Association for the Sciences of Limnology and Oceanography*, Vol. 22(8).
<https://doi.org/10.1002/lom3.10619>

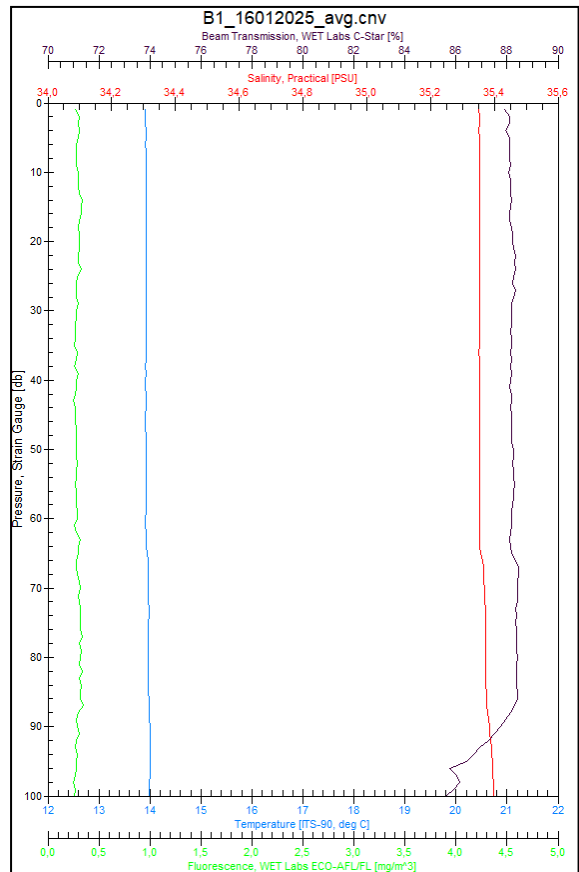
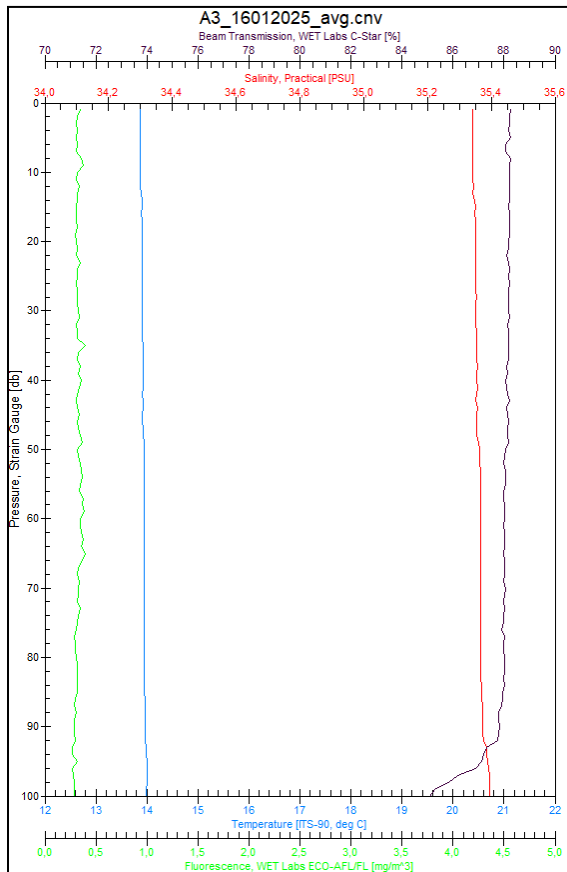
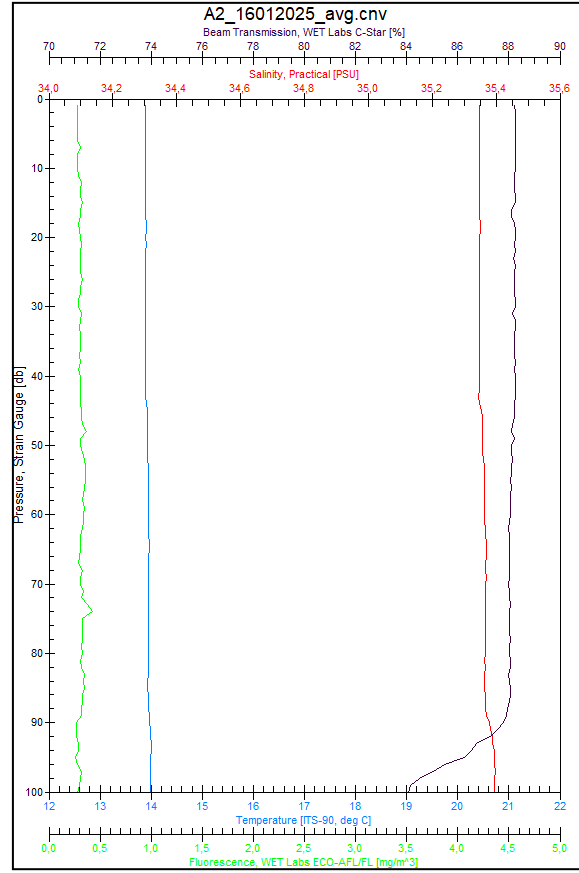
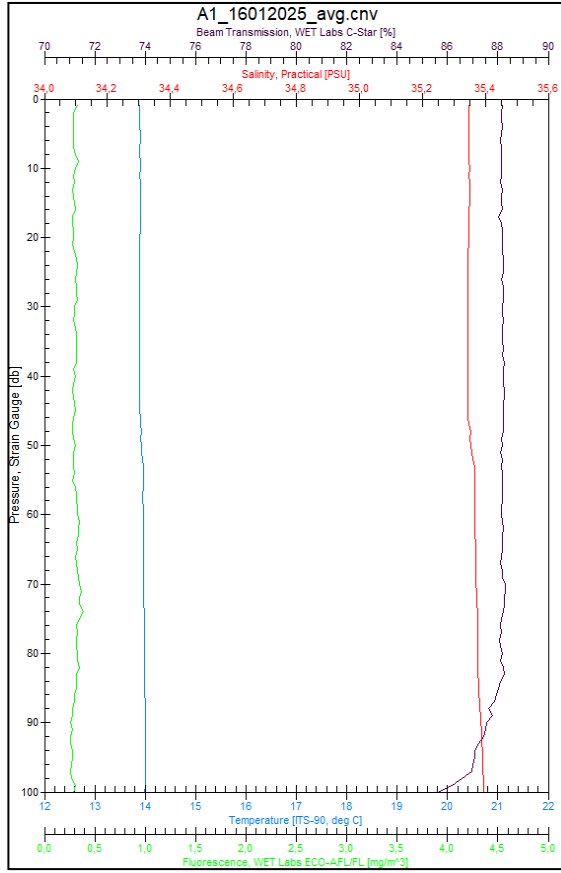
Langmuir, D. (1971): Eh-pH determination, pp. 597–634. En R. E. Carver (Ed.): *Sedimentary petrology*, John Wiley & Sons, New York.

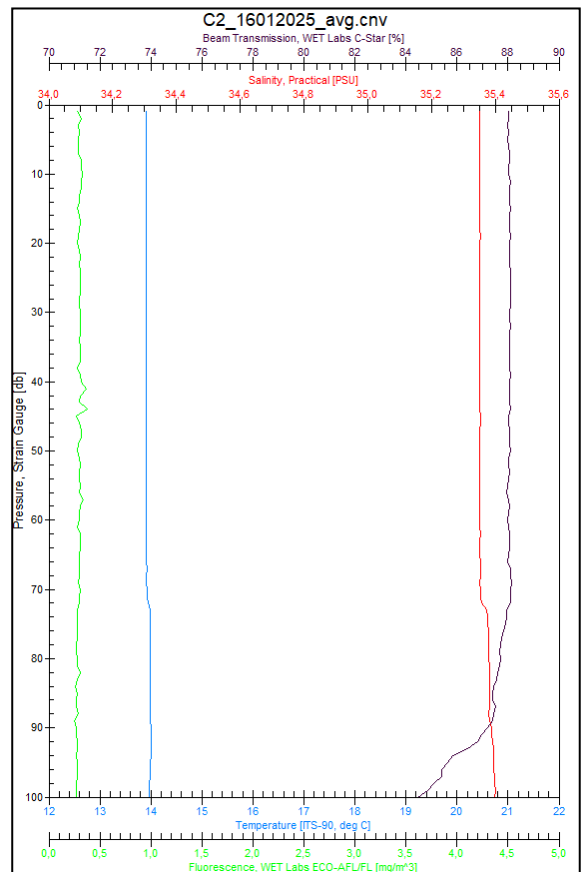
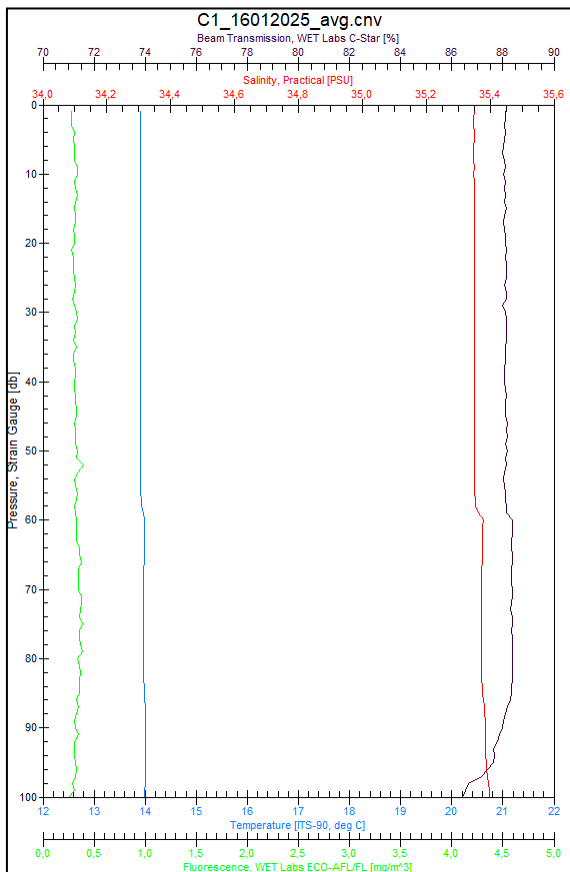
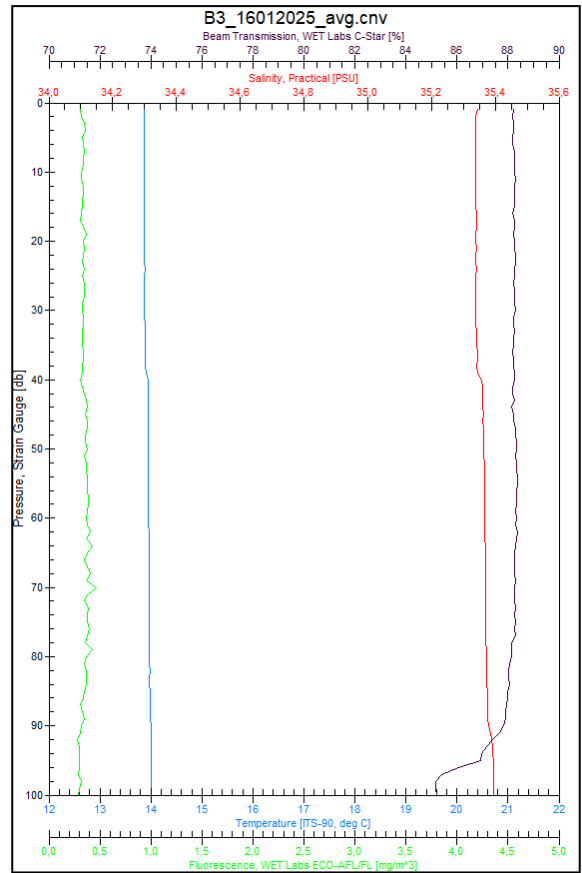
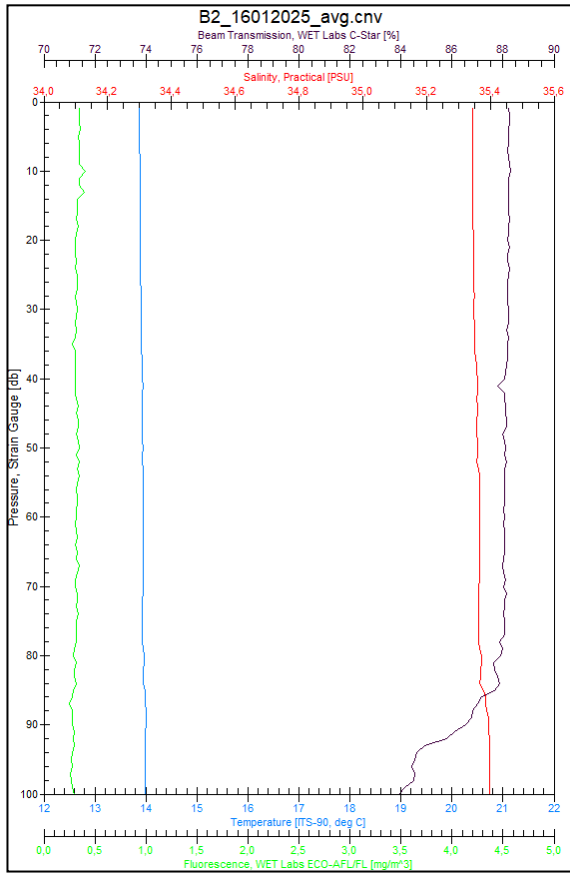
MAGRAMA. (2012). Aguado, F.; Carballeira, A.; Collado, C.; González, N., Sánchez, P. Propuesta metodológica para la realización de los planes de vigilancia ambiental de los cultivos marinos en jaulas flotantes. Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR). 87 pp (+anexos).

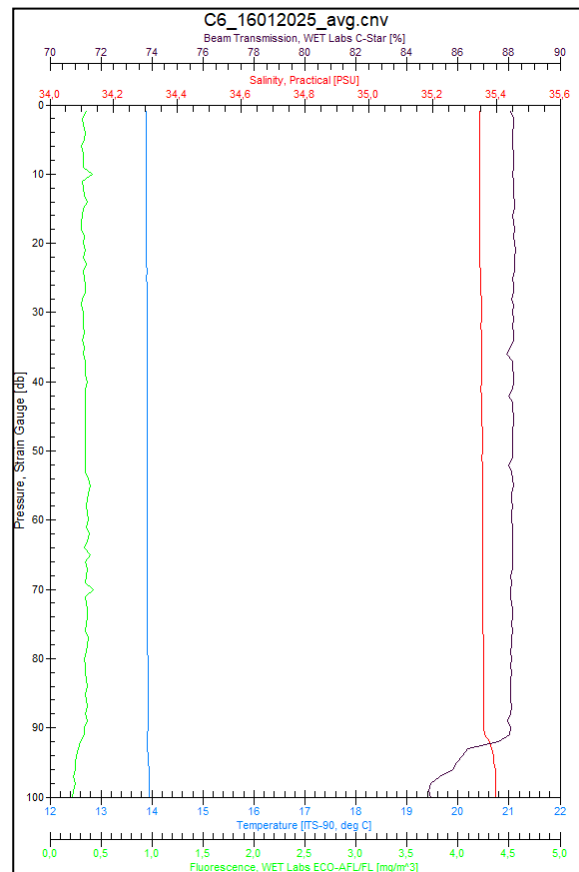
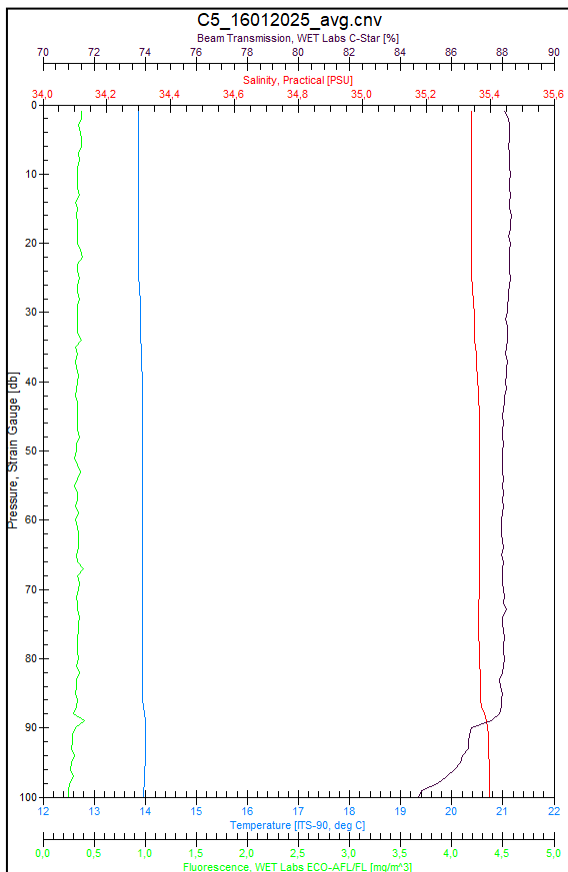
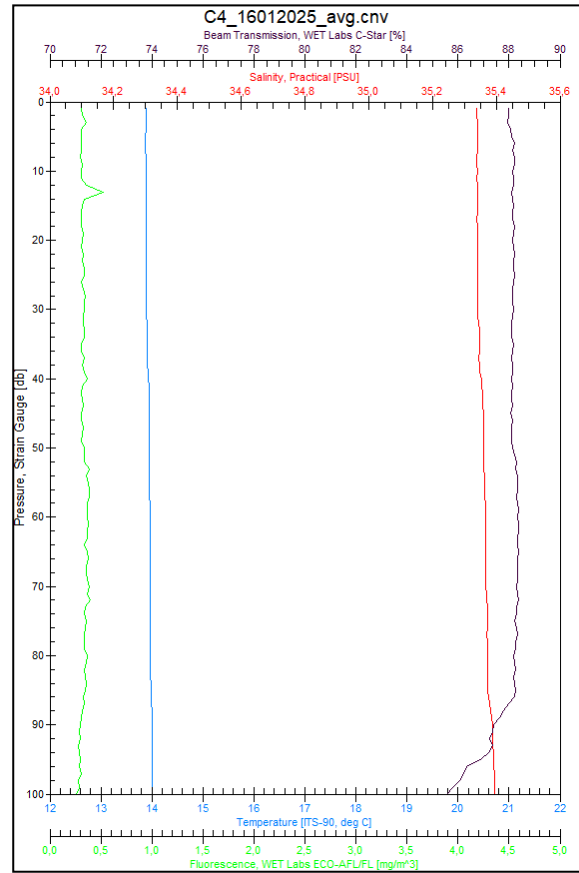
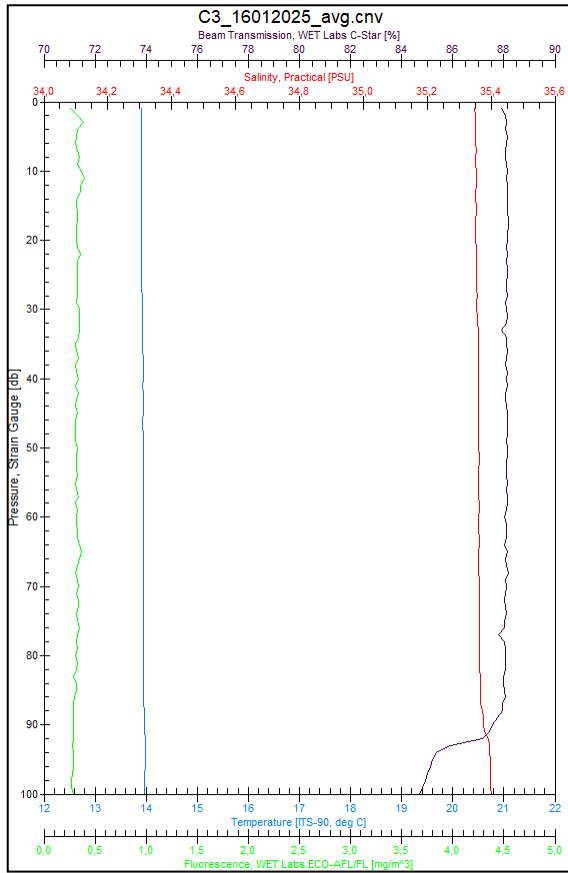
Rodríguez, J.G. (2023). Proyecto de jaula sumergible para instalación de acuicultura de atún rojo. ITSAS BALFEGÓ S.L. Plan de vigilancia ambiental. 12 pp.

ANEXO I: Perfiles hidrográficos obtenidos mediante CTD el 16 de enero de 2025

En verde se muestra la concentración de clorofila medida por fluorescencia ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), en azul la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), en rojo la salinidad (PSU) y en granate la transmisión de luz (%). En la cabecera de cada figura se indica el nombre del punto de muestreo.

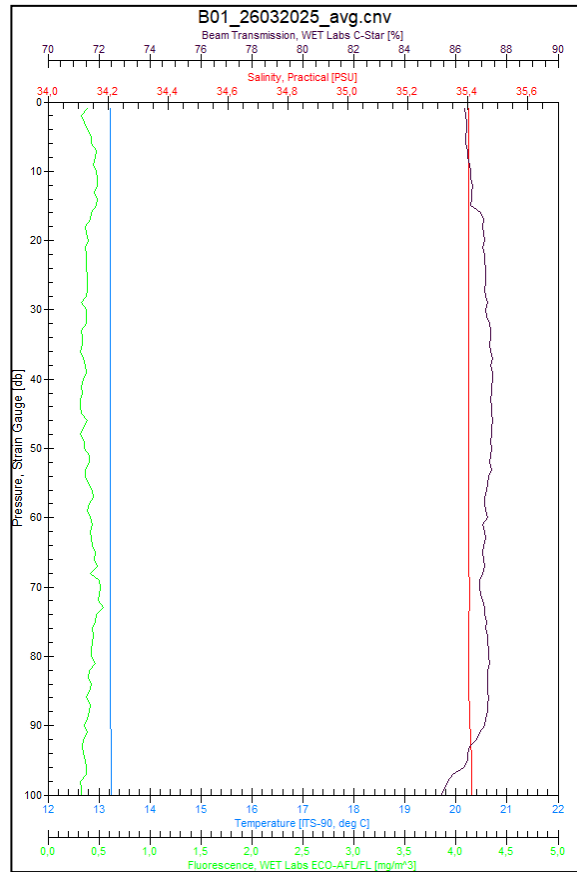
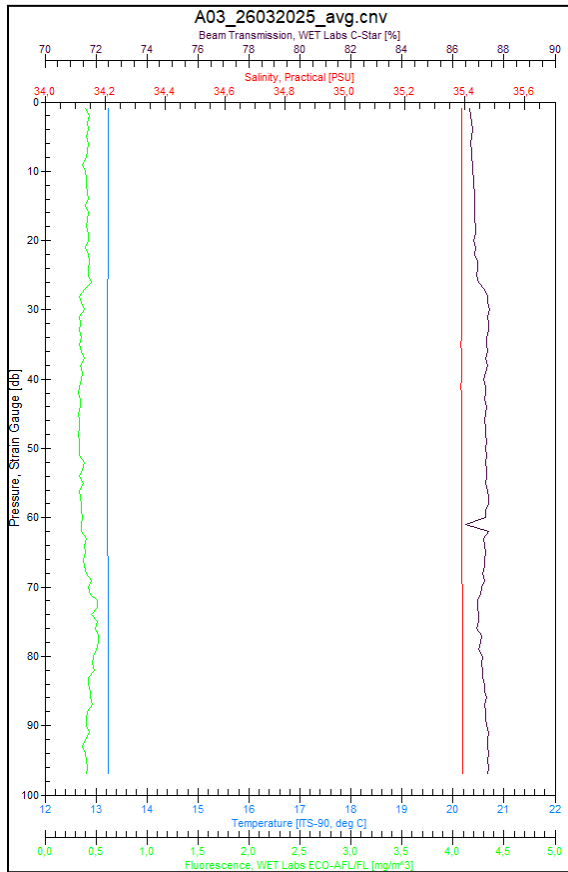
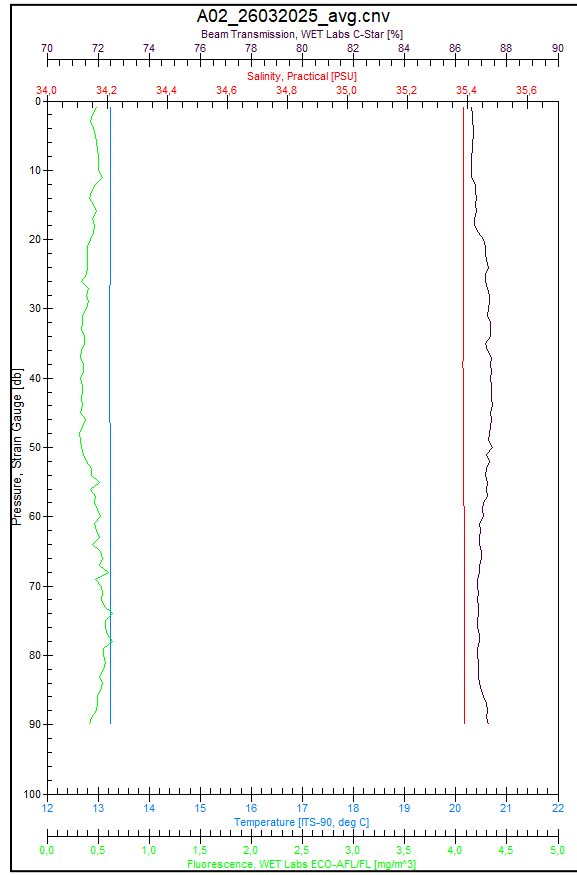
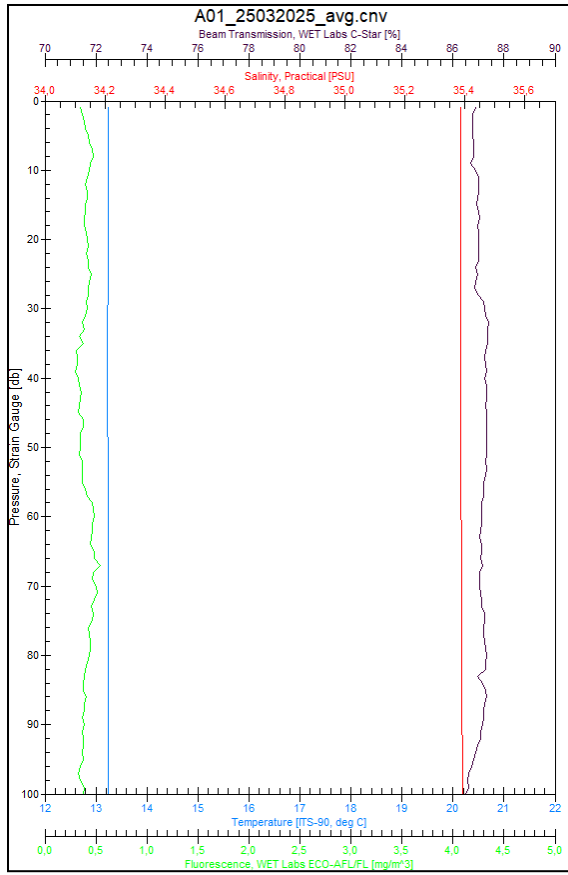


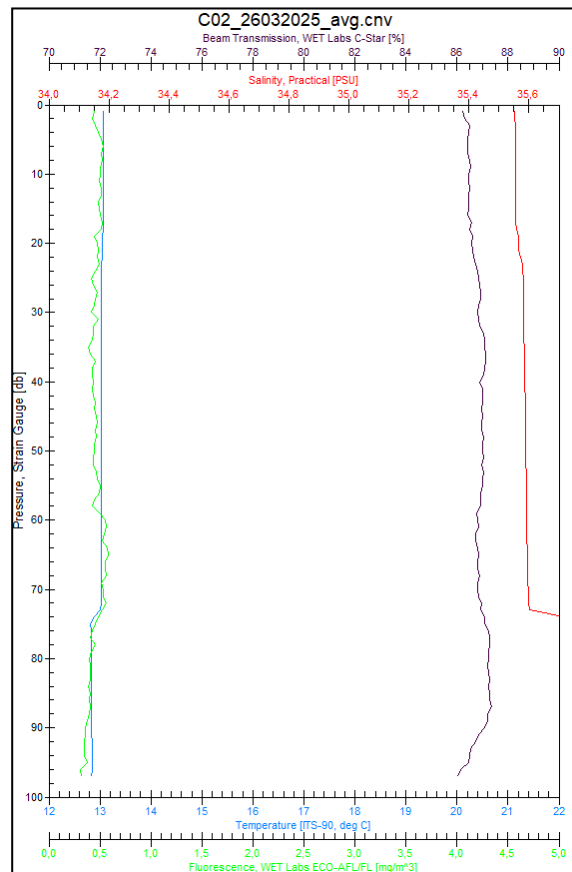
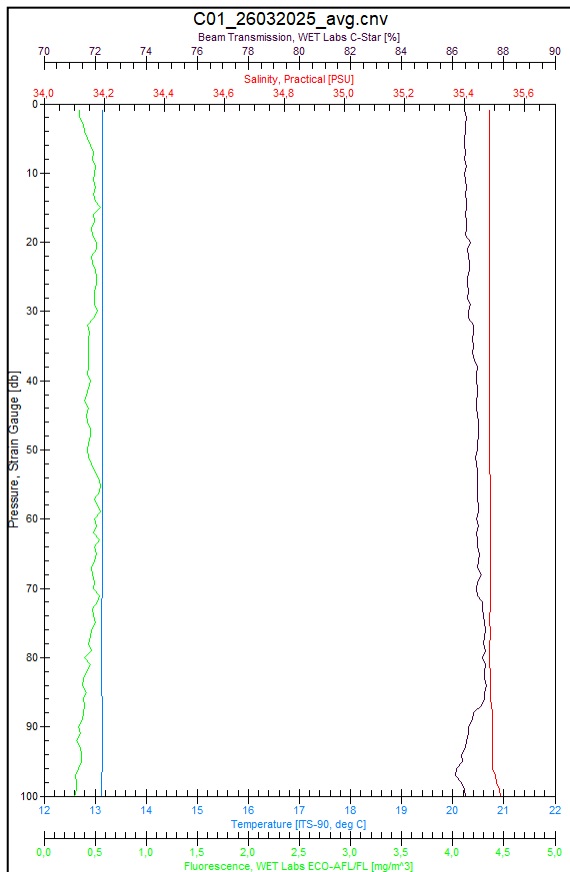
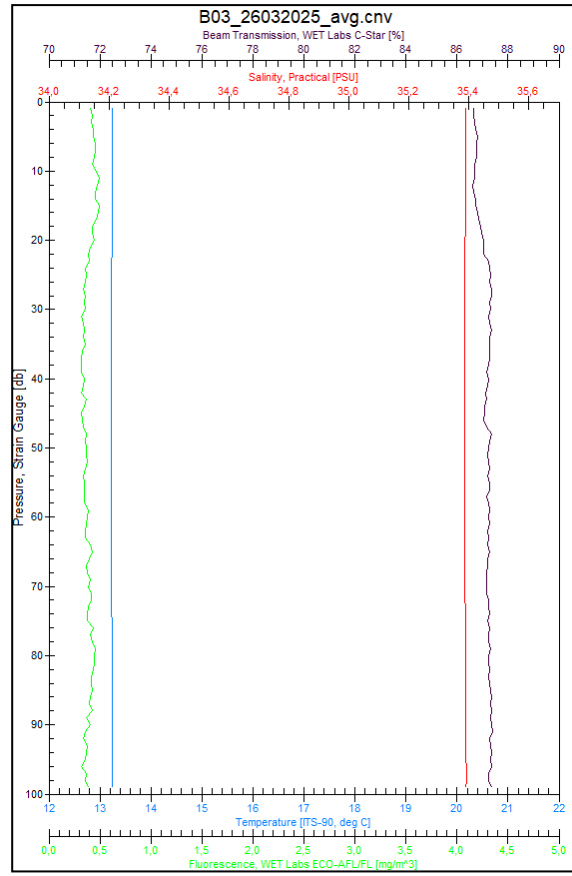
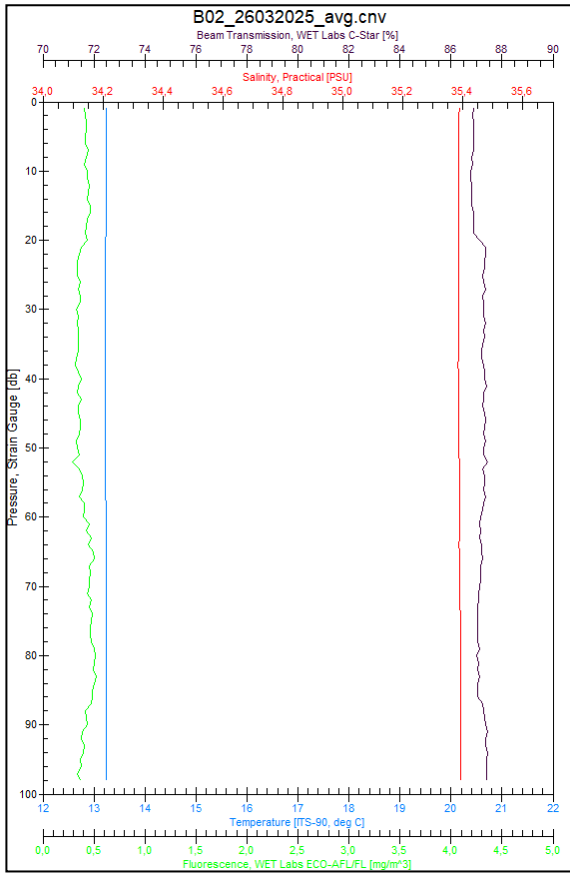


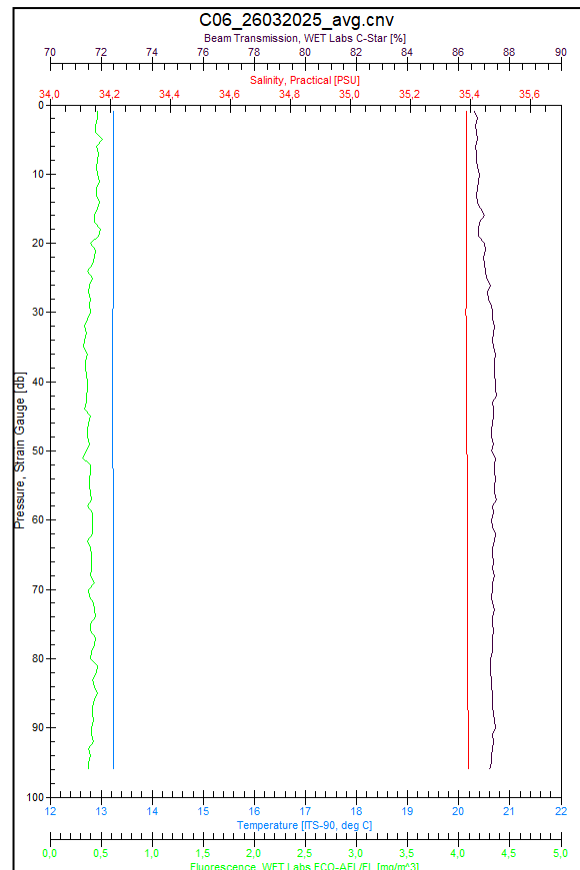
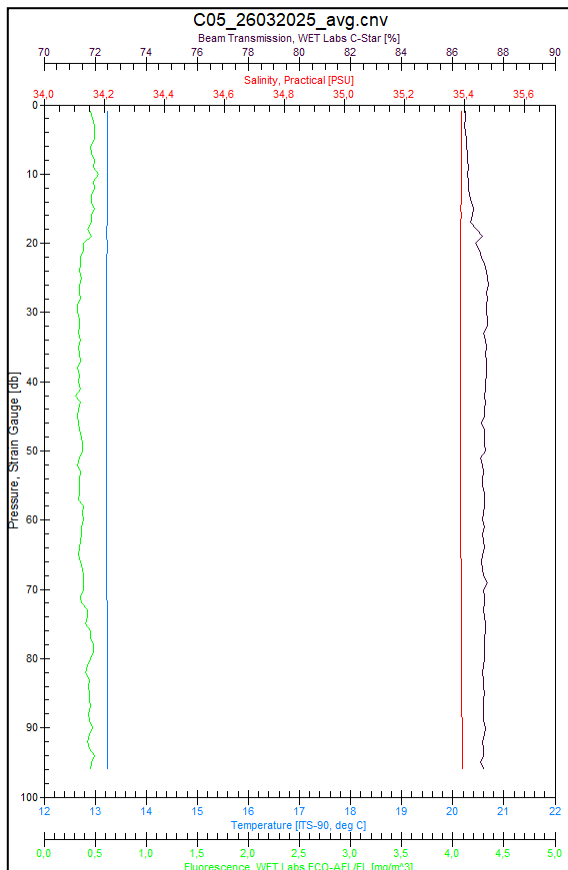
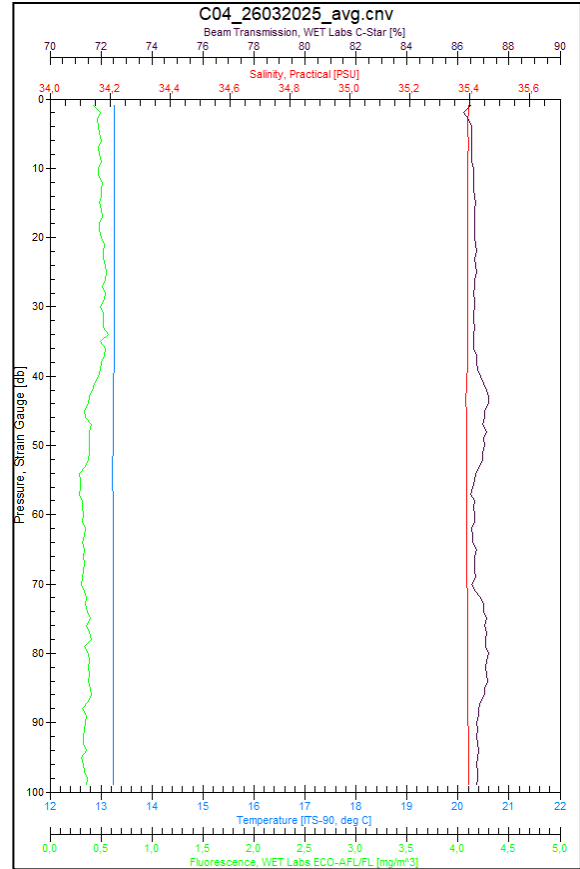
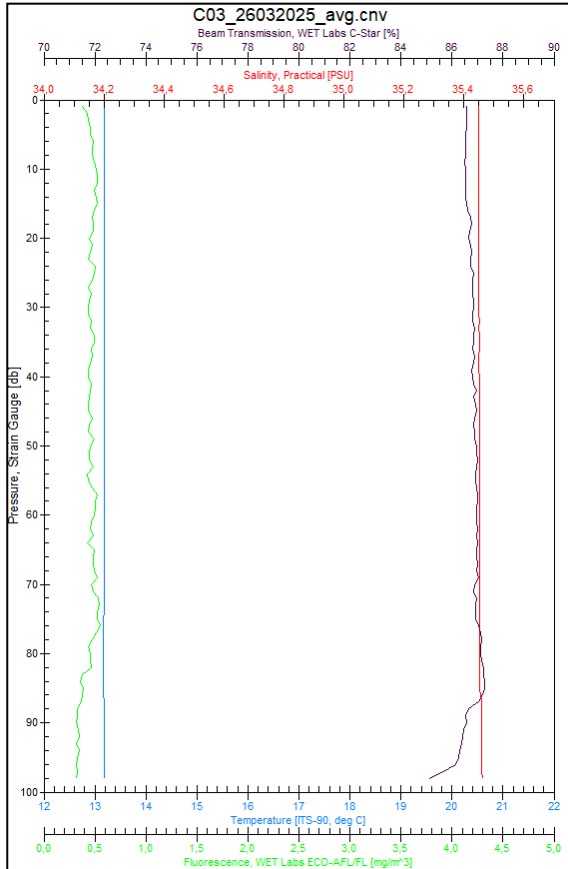


ANEXO II: Perfiles hidrográficos obtenidos mediante CTD el 25 de marzo de 2025

En verde se muestra la concentración de clorofila medida por fluorescencia ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), en azul la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), en rojo la salinidad (PSU) y en granate la transmisión de luz (%). En la cabecera de cada figura se indica el nombre del punto de muestreo.

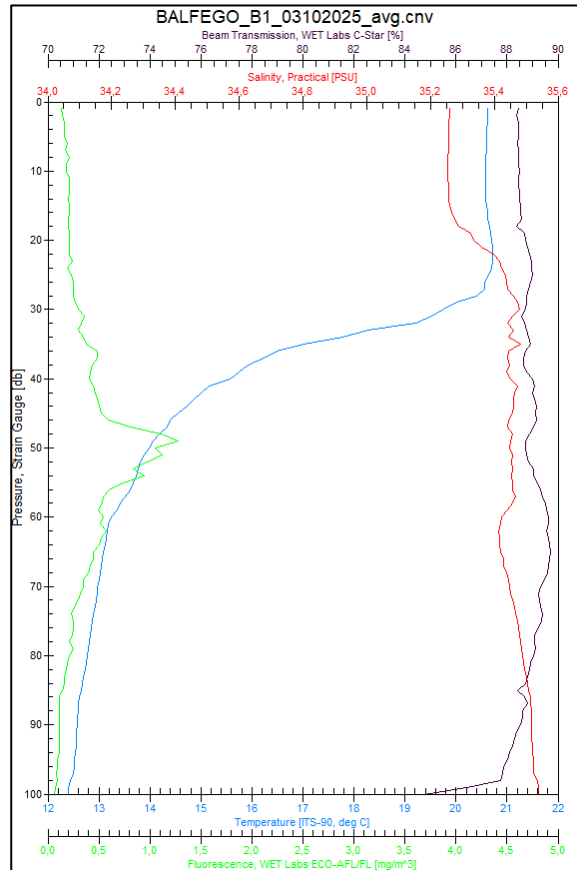
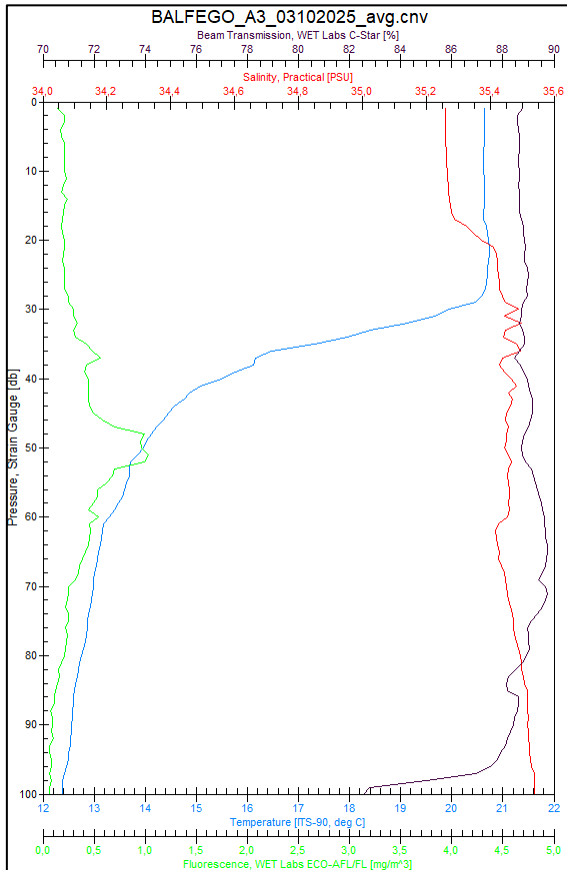
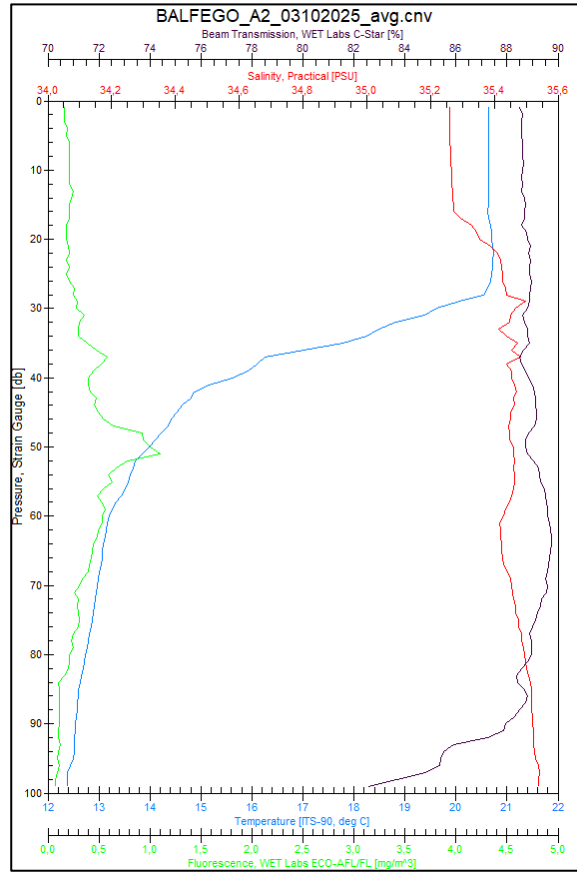
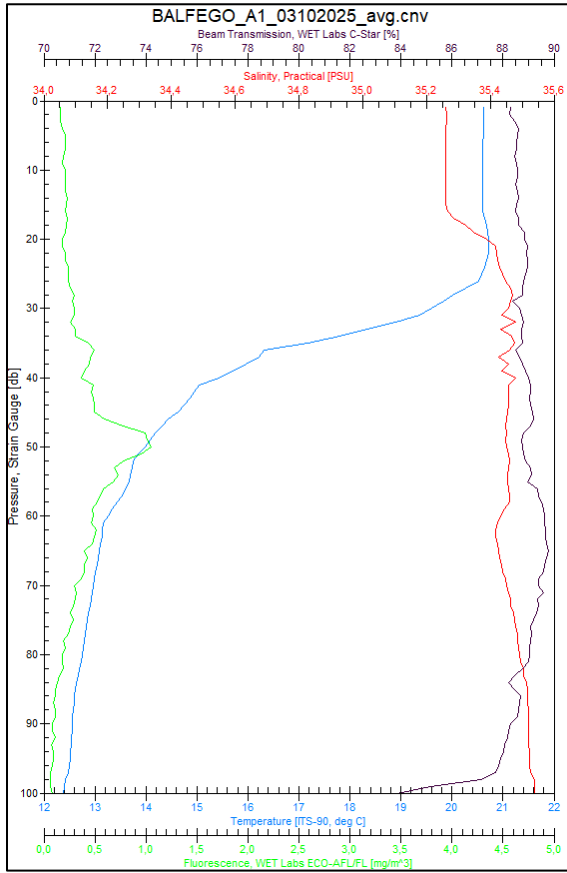


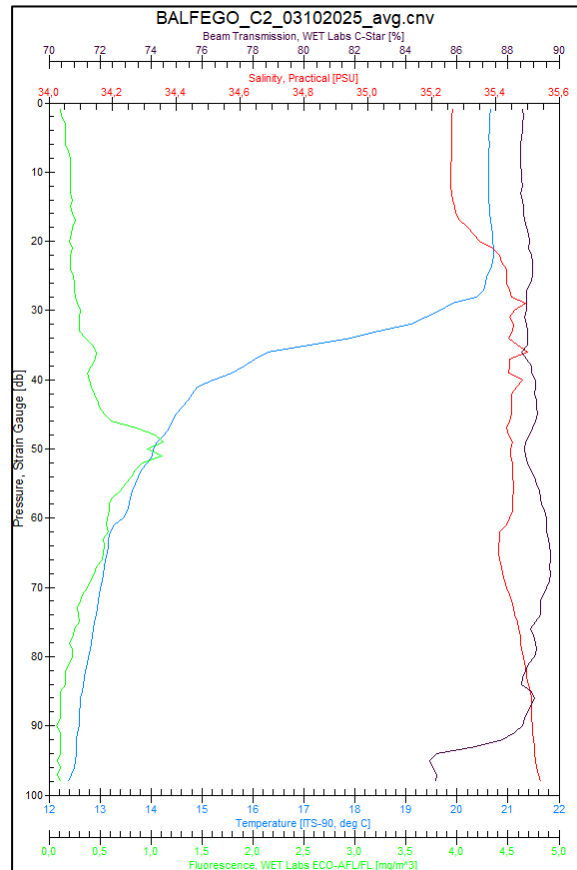
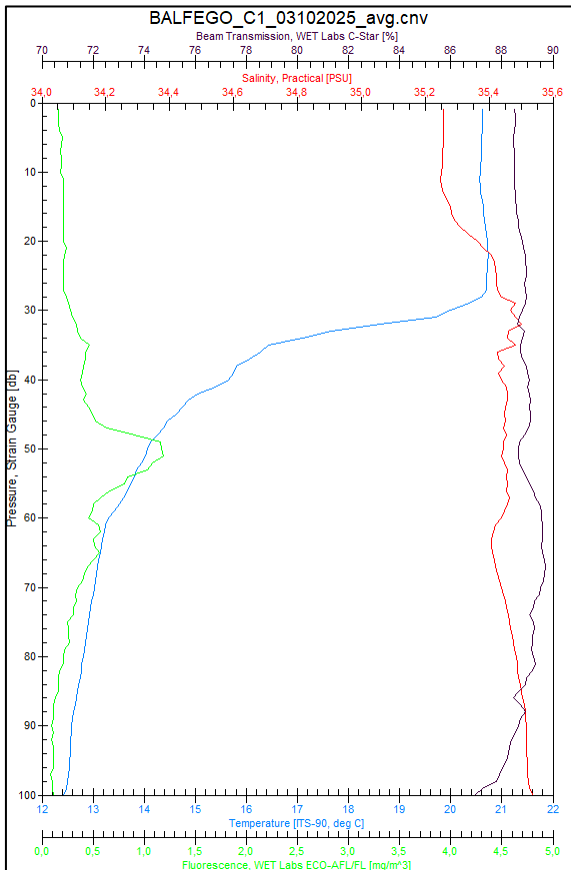
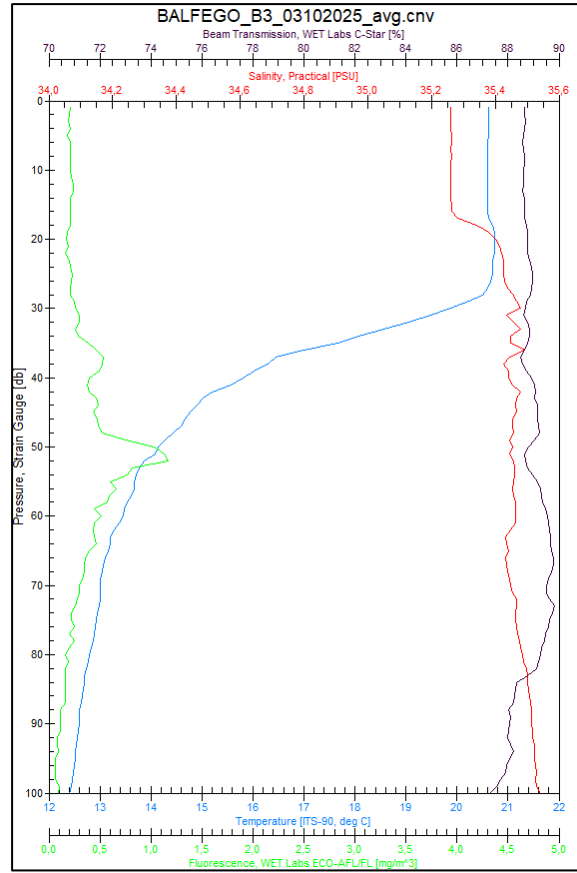
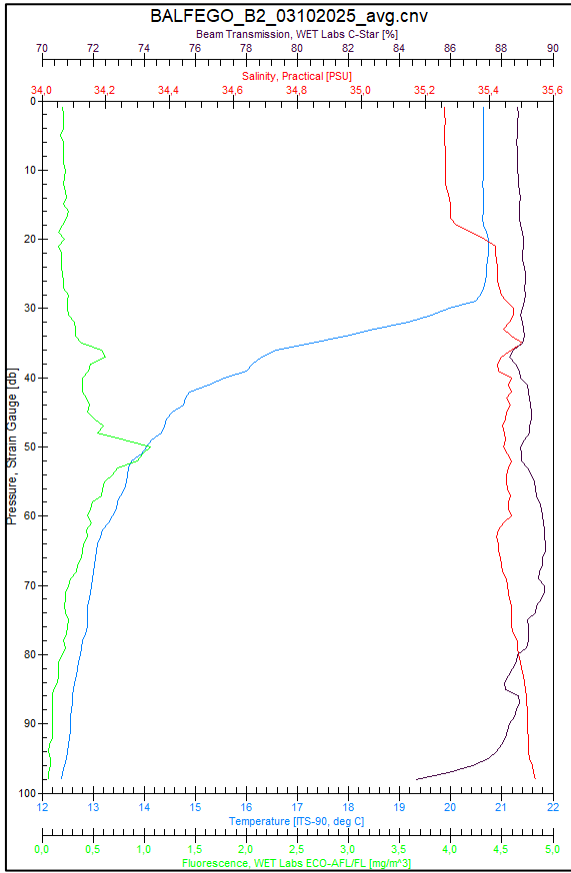


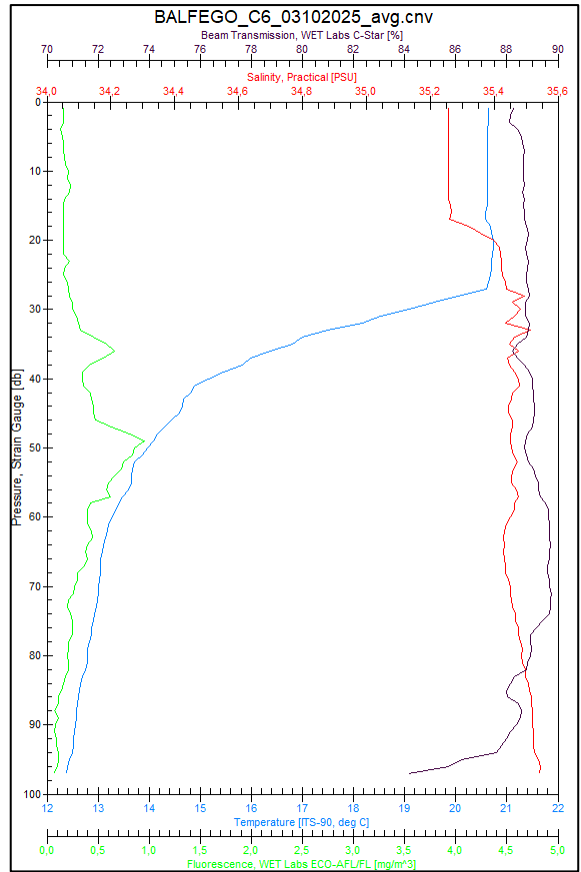
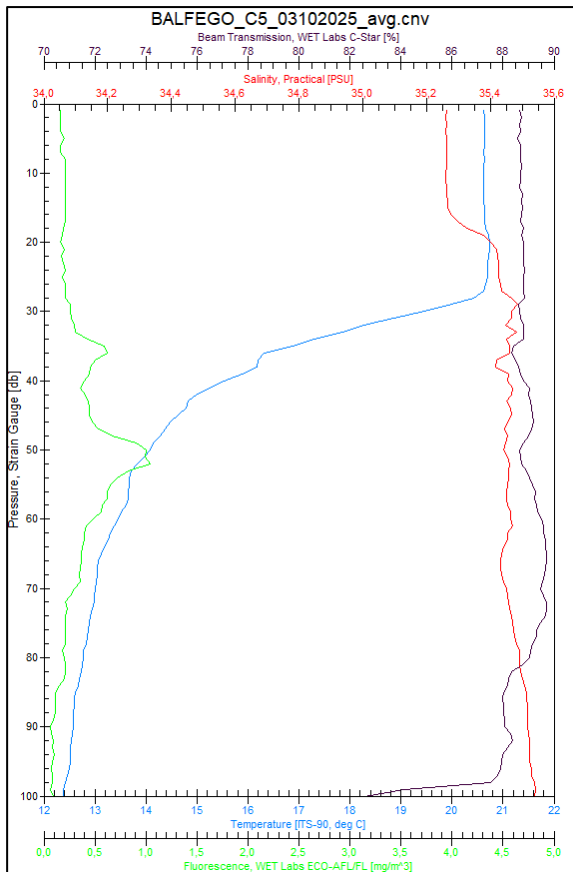
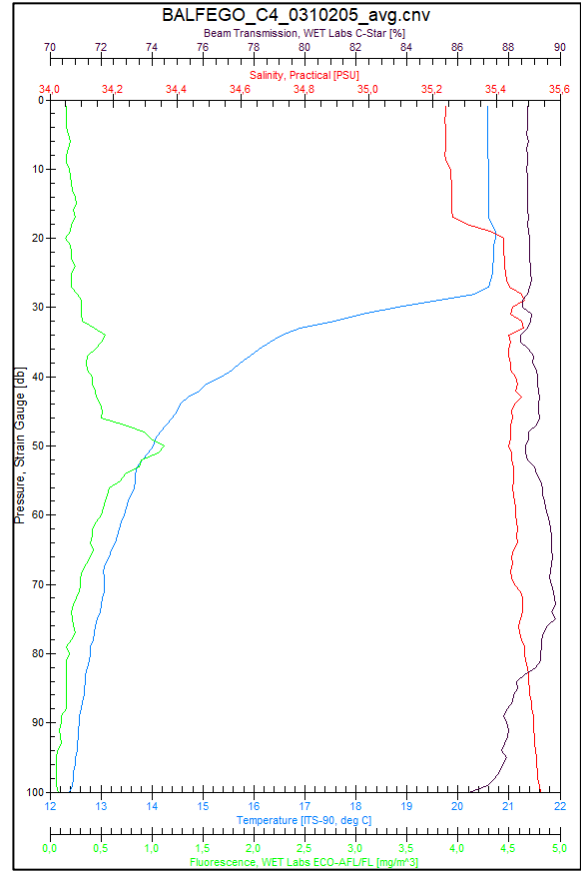
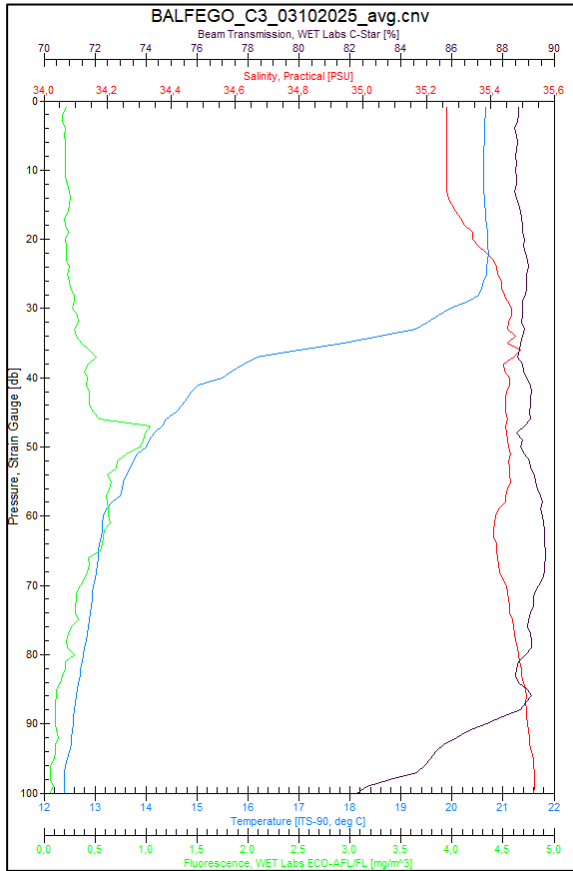


ANEXO III: Perfiles hidrográficos obtenidos mediante CTD el 3 de octubre de 2025

En verde se muestra la concentración de clorofila medida por fluorescencia ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), en azul la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), en rojo la salinidad (PSU) y en granate la transmisión de luz (%). En la cabecera de cada figura se indica el nombre del punto de muestreo.

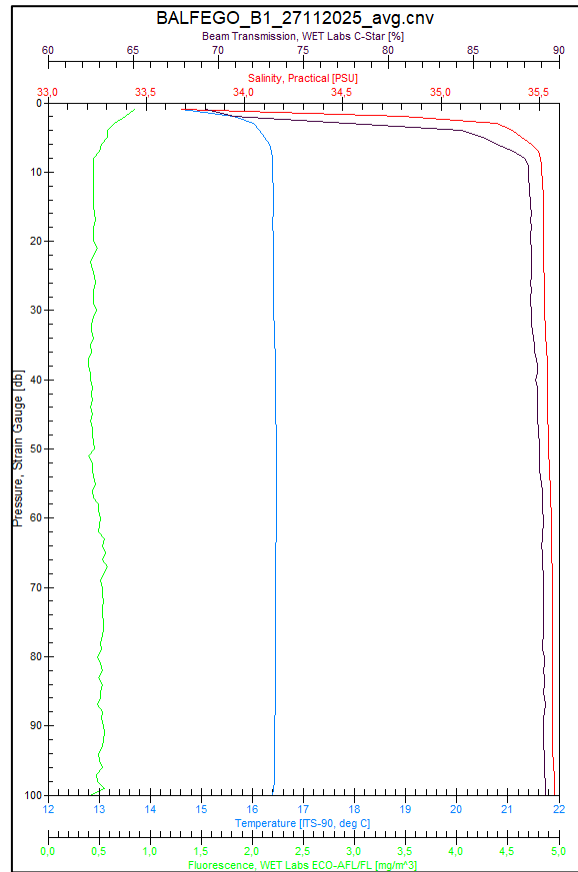
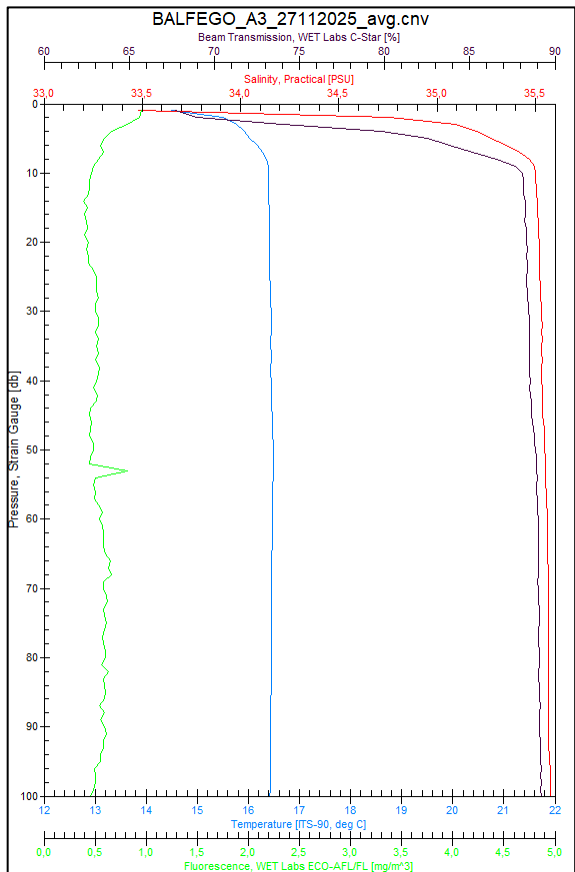
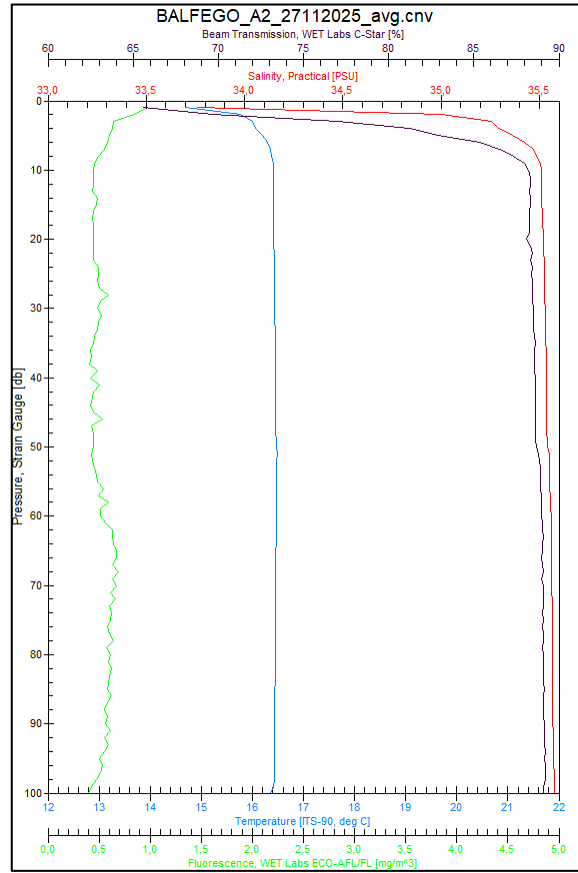
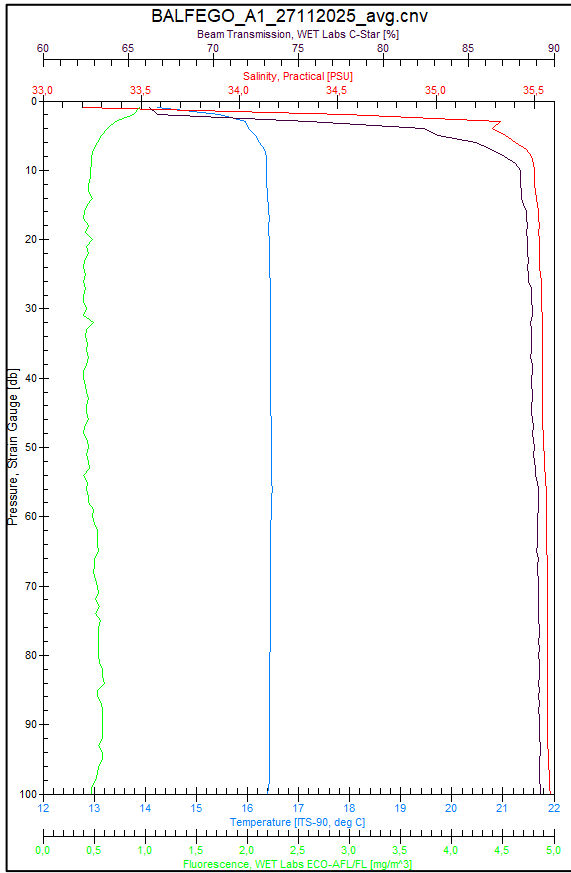


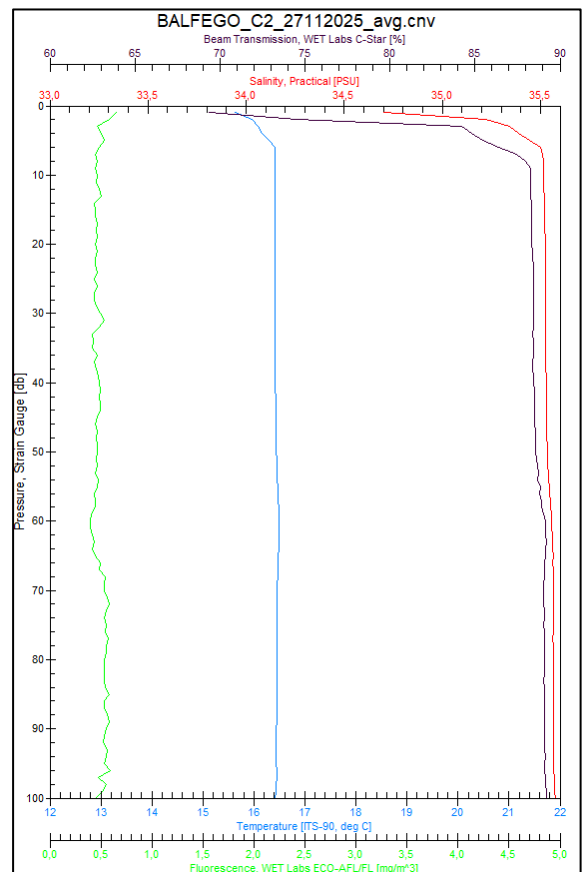
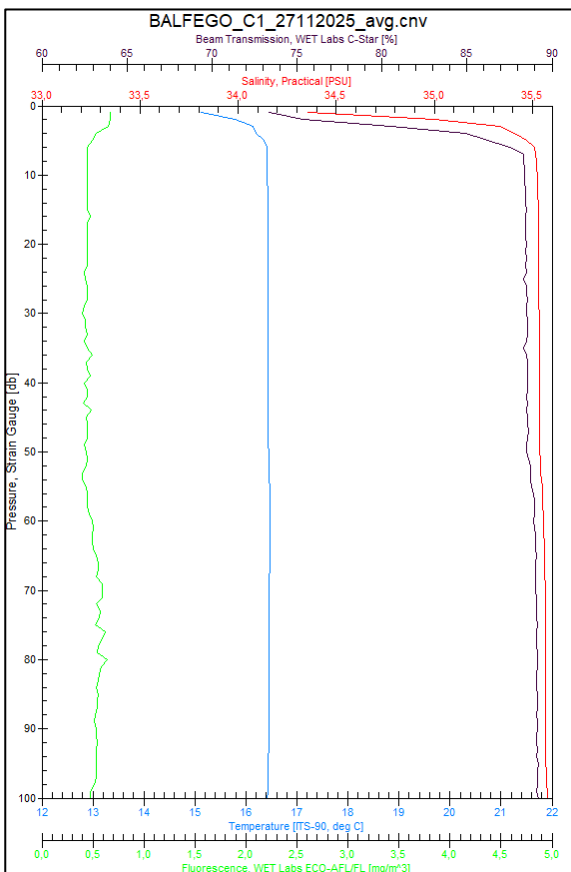
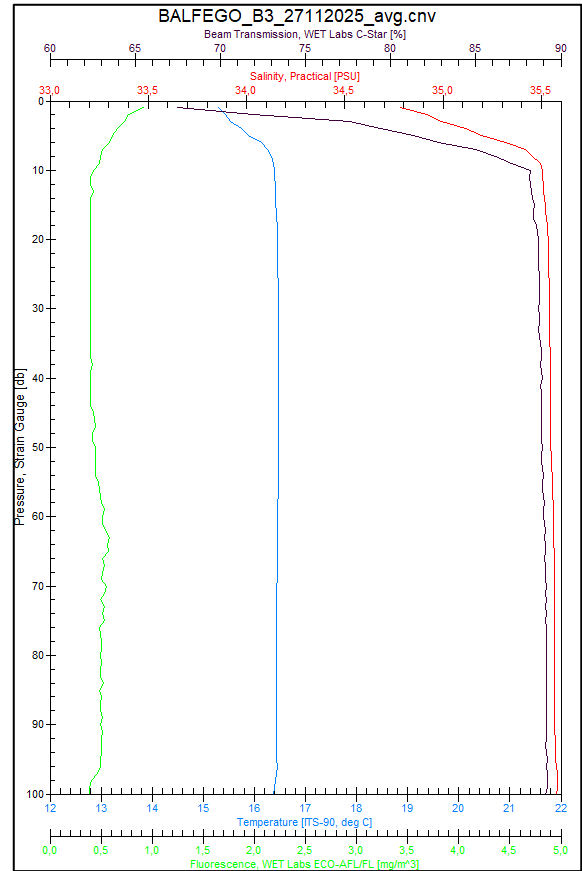
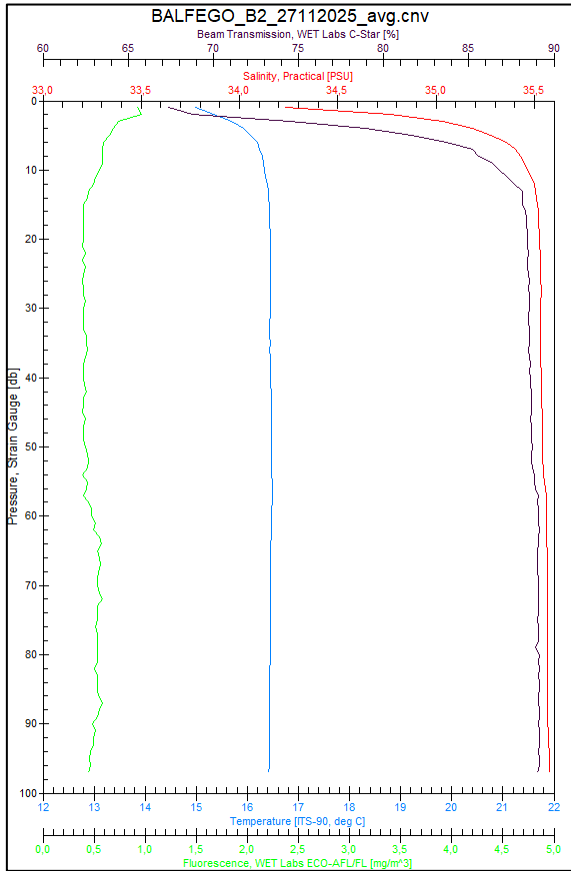


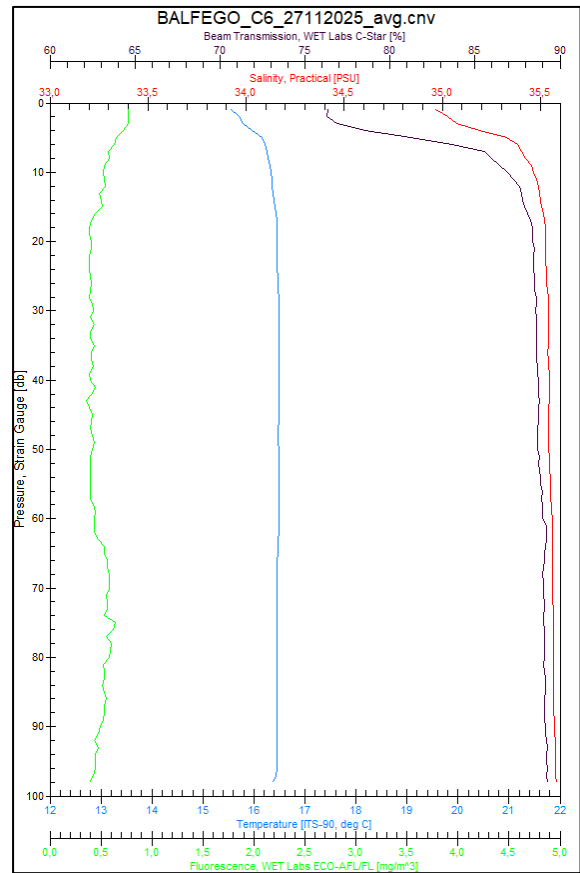
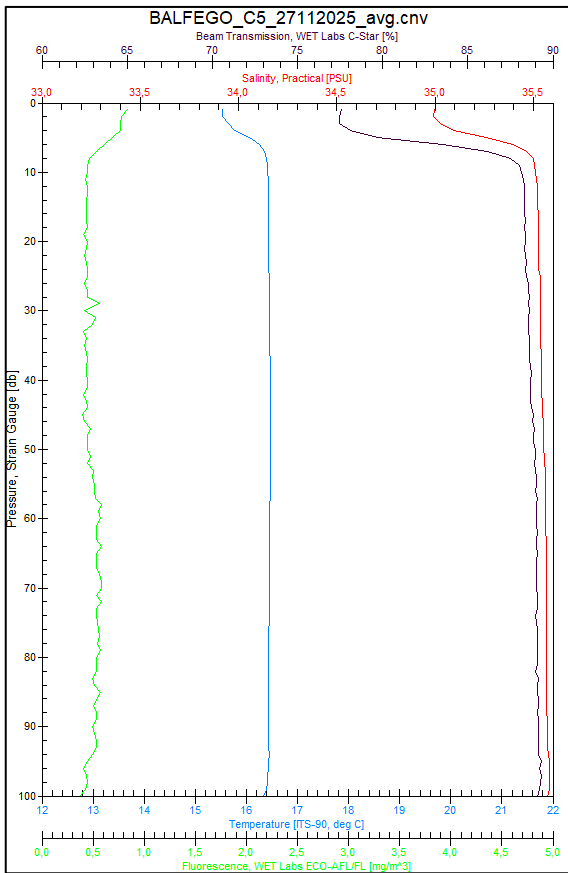
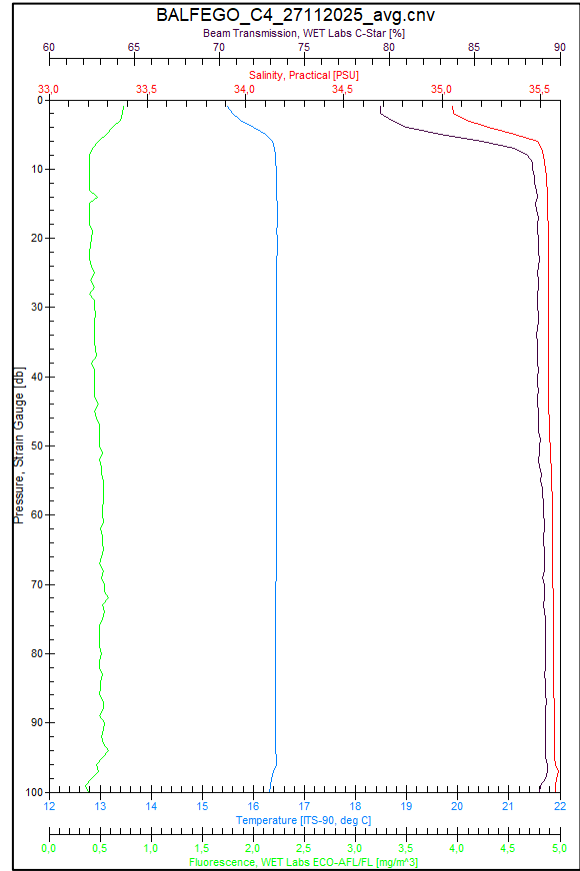
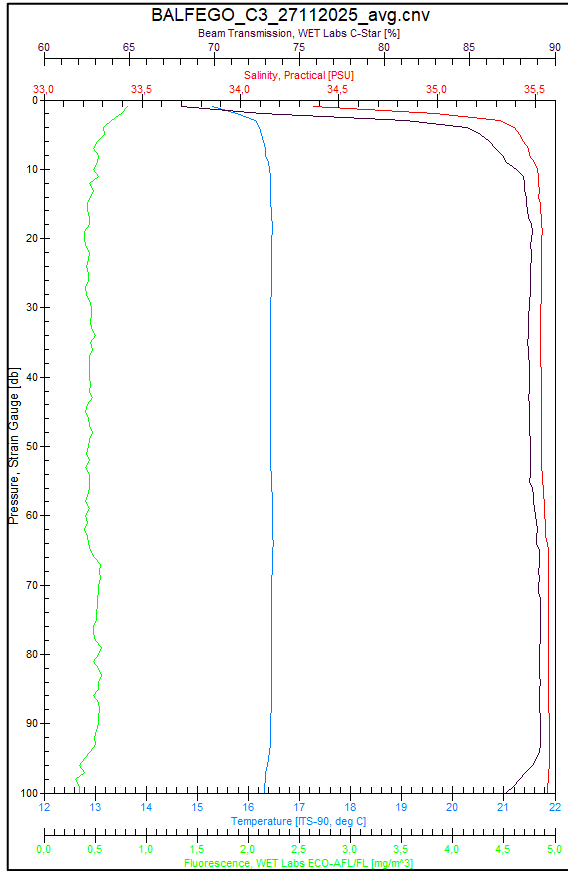


ANEXO IV: Perfiles hidrográficos obtenidos mediante CTD el 27 de noviembre de 2025

En verde se muestra la concentración de clorofila medida por fluorescencia ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), en azul la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), en rojo la salinidad (PSU) y en granate la transmisión de luz (%). En la cabecera de cada figura se indica el nombre del punto de muestreo.







ANEXO V: Saturación de oxígeno disuelto en agua medida in situ con perfilador CTD

Tabla V1. Porcentaje de saturación de oxígeno en agua (16 de enero de 2025).

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	97,3	97,0	96,4	97,3	96,7	96,5	97,0	97,0	96,6	97,5	96,8	96,8
2	97,2	96,8	96,8	96,6	96,9	97,2	96,6	97,0	96,6	97,0	96,8	96,7
3	97,2	97,3	96,9	96,7	97,4	97,3	96,9	96,8	96,9	96,9	97,3	97,2
4	96,9	96,6	97,3	97,0	97,1	97,2	97,1	96,9	97,0	97,1	97,3	97,5
5	97,3	96,9	97,1	97,0	97,2	97,0	97,1	96,6	97,0	97,2	97,1	97,0
6	96,8	97,3	97,5	97,0	97,3	97,4	97,0	96,9	97,0	96,8	96,6	96,9
7	96,8	97,1	97,4	96,8	96,9	97,1	97,1	97,0	97,0	97,0	97,2	97,2
8	96,8	97,1	96,8	96,8	97,0	97,4	97,0	96,9	96,9	97,2	97,3	97,1
9	97,2	97,1	97,0	97,2	97,2	97,1	96,9	97,0	97,2	97,1	97,4	97,1
10	97,2	97,4	97,1	97,3	97,0	97,2	97,1	96,9	97,2	97,1	97,0	97,3
11	97,0	97,2	96,9	96,7	97,0	97,2	97,1	96,7	96,9	96,7	97,0	97,2
12	96,9	97,1	96,6	97,0	97,1	97,3	97,0	97,1	97,2	97,2	97,3	97,2
13	97,2	96,8	97,2	96,9	97,3	96,7	97,2	97,1	97,3	97,2	97,1	97,1
14	97,1	97,2	97,2	96,7	97,2	96,9	97,0	97,2	97,3	97,1	97,4	97,2
15	96,9	96,7	97,1	97,0	96,7	97,0	96,9	97,3	97,1	97,0	97,2	97,1
16	96,9	97,2	97,1	97,1	96,9	97,2	97,1	97,1	97,1	96,8	97,0	96,8
17	97,1	97,1	97,0	97,2	96,8	97,2	96,8	96,9	97,2	97,1	97,1	97,3
18	97,0	97,1	97,1	97,1	97,2	97,3	97,2	97,0	97,1	96,7	97,3	97,1
19	97,2	97,1	96,9	96,5	97,2	96,8	97,2	96,9	97,1	96,8	97,3	97,1
20	97,1	97,0	97,0	96,9	97,0	97,0	97,0	96,9	96,9	96,5	97,1	97,2
21	96,8	97,2	96,6	97,1	97,1	97,1	96,7	97,1	97,1	97,2	97,1	97,0
22	97,0	96,8	97,1	97,2	96,9	97,3	96,9	97,0	97,2	96,8	97,0	97,2
23	97,1	97,2	96,9	96,9	97,3	97,1	97,2	97,0	97,1	97,0	97,3	96,9
24	97,3	97,3	97,2	97,1	96,6	97,2	97,2	96,7	97,1	97,2	97,3	97,1
25	97,1	97,1	97,2	97,2	97,1	97,0	97,3	97,2	97,1	97,0	97,1	97,3
26	97,1	97,2	96,9	96,8	96,9	97,2	97,1	96,7	97,1	97,2	97,2	96,9
27	96,8	97,0	97,1	96,6	96,9	97,3	96,7	96,9	96,8	97,3	97,4	97,0
28	97,0	97,2	96,8	97,0	97,2	97,1	97,0	97,2	97,0	97,0	97,0	97,0
29	97,1	97,1	96,9	97,2	97,3	97,1	97,2	96,9	96,9	96,9	96,9	97,2
30	97,1	97,3	96,9	97,1	97,0	97,1	97,4	97,0	97,1	96,7	96,6	97,1
31	97,2	97,1	97,2	97,0	97,1	97,1	96,9	97,1	97,0	97,2	97,1	96,5
32	97,1	97,3	97,0	96,9	97,1	97,2	96,8	96,9	97,0	97,2	97,5	96,9
33	96,8	97,4	97,1	96,9	97,3	97,0	96,8	97,1	97,1	97,2	96,8	97,0

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
34	97,4	97,2	96,7	96,7	97,1	97,4	97,2	96,8	97,1	97,1	97,0	97,2
35	97,3	96,8	97,1	97,2	96,9	97,1	97,1	97,2	97,1	97,3	97,1	97,0
36	97,0	97,0	97,1	97,1	97,2	97,3	96,9	96,9	97,0	97,1	97,2	97,1
37	97,0	97,2	96,9	97,2	97,1	97,0	97,0	97,2	97,3	97,2	97,4	97,0
38	97,0	97,3	97,1	96,9	96,9	97,1	96,9	97,1	96,8	96,9	97,1	97,3
39	97,2	97,4	97,2	97,0	97,0	97,2	97,1	97,1	97,2	97,1	96,8	97,3
40	97,3	97,0	97,1	96,9	96,8	97,1	97,1	97,2	96,9	97,1	97,1	96,8
41	97,4	97,0	97,3	96,9	97,2	97,0	97,2	96,7	96,8	97,1	97,1	97,3
42	97,4	97,1	97,3	96,9	96,7	97,4	97,2	96,9	96,8	97,0	96,7	97,1
43	97,3	97,3	96,9	97,2	96,9	97,3	97,1	97,2	97,1	97,1	97,0	96,9
44	97,3	97,2	97,0	97,1	97,1	97,1	97,2	97,2	96,9	97,1	96,9	97,0
45	96,9	97,3	96,5	96,9	96,9	97,1	97,3	96,9	96,8	97,1	97,1	97,2
46	97,0	97,1	97,0	97,0	96,9	97,4	97,1	97,0	97,0	97,1	97,5	97,3
47	97,1	96,9	97,2	97,0	96,8	97,3	96,7	97,0	97,0	96,9	97,4	97,0
48	97,2	97,1	97,0	97,0	97,2	97,3	97,2	97,1	97,0	96,8	96,8	97,1
49	97,4	97,0	97,1	97,2	97,2	97,3	97,2	97,1	97,1	97,1	97,0	97,3
50	97,1	97,1	97,2	96,9	97,4	97,2	97,0	96,7	96,7	96,8	96,9	97,3
51	97,3	97,1	97,1	97,1	97,1	97,5	97,2	97,0	96,8	96,6	96,5	97,2
52	97,0	97,3	96,7	96,8	96,5	97,1	97,1	97,1	96,9	96,9	97,0	96,6
53	97,0	97,1	96,8	97,0	97,2	97,0	97,1	96,9	97,3	97,0	97,2	97,0
54	96,9	97,0	96,8	96,8	97,4	97,3	97,1	97,0	97,0	97,0	96,9	97,3
55	97,1	97,2	96,8	97,0	97,0	97,2	96,9	96,6	97,1	97,4	96,9	97,1
56	96,9	96,8	97,3	97,2	96,9	97,2	97,0	97,0	97,1	97,6	96,7	96,9
57	96,9	97,1	97,0	96,9	96,9	97,4	96,9	97,2	97,2	97,1	96,9	97,2
58	97,0	97,1	96,6	96,8	96,9	97,2	97,2	97,2	97,3	97,1	96,9	97,2
59	97,1	97,0	96,7	97,0	97,0	97,3	97,1	97,2	96,9	97,5	97,0	97,2
60	96,7	97,3	97,4	97,2	96,9	97,4	96,8	97,1	97,1	97,5	97,2	97,1
61	97,0	97,2	97,3	97,0	97,0	97,4	96,8	97,0	97,1	97,3	97,1	97,3
62	96,6	97,3	97,2	96,8	96,9	97,2	96,6	97,1	97,0	97,1	96,9	97,0
63	97,0	97,0	97,0	97,1	97,1	97,5	97,2	96,7	97,0	97,4	97,0	96,9
64	97,2	96,9	96,9	97,2	97,1	97,1	97,2	97,1	97,0	97,1	97,0	96,9
65	96,9	97,1	96,8	97,1	96,8	96,7	96,9	96,8	97,2	97,1	96,9	97,1
66	96,8	96,9	96,9	97,1	97,2	97,0	97,0	97,1	97,1	97,0	97,0	97,2
67	97,1	96,9	96,7	97,2	97,1	97,3	97,0	96,9	97,1	97,1	96,9	97,1
68	97,0	97,0	97,0	96,8	97,0	97,2	97,3	96,9	97,1	97,2	97,0	96,9
69	97,0	96,9	96,9	96,9	97,0	97,2	97,4	97,1	96,9	97,4	96,5	96,9
70	97,1	96,9	97,0	96,9	97,1	97,0	97,4	97,1	96,7	97,0	96,7	97,3
71	97,2	96,9	97,1	97,3	96,9	97,0	97,3	97,2	97,1	97,1	96,7	97,2

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
72	97,1	97,3	96,8	97,2	96,8	97,3	97,0	96,9	97,0	96,9	97,0	97,1
73	97,0	97,0	96,9	97,0	96,8	97,2	97,3	97,1	96,7	97,2	96,7	97,1
74	96,8	96,9	96,7	97,0	96,8	97,1	97,3	96,8	96,9	97,2	96,9	97,1
75	97,1	97,0	96,9	97,2	97,0	97,3	97,2	96,6	97,1	97,1	97,2	97,1
76	97,1	97,0	97,0	97,0	97,0	97,1	97,0	96,7	96,8	96,9	97,0	97,1
77	97,0	97,1	96,9	97,2	96,5	97,0	97,1	96,7	96,8	97,3	96,7	97,0
78	97,0	96,8	96,9	97,1	96,5	97,0	97,0	96,2	96,3	97,3	97,0	97,1
79	97,0	97,0	97,0	96,9	96,8	97,0	96,9	96,6	96,9	97,2	96,9	96,9
80	96,8	97,0	96,9	97,0	96,8	97,2	97,2	96,6	97,1	97,0	96,9	97,4
81	96,7	96,8	96,7	97,2	96,6	97,1	97,1	96,5	97,0	96,8	97,1	97,1
82	96,8	96,9	96,9	97,2	96,6	96,7	96,9	96,2	97,0	96,9	96,7	96,7
83	97,3	97,1	96,8	96,9	96,5	97,0	96,8	96,6	97,1	97,2	96,8	96,8
84	96,9	97,0	96,5	97,3	96,7	96,8	97,1	96,5	96,8	97,3	97,1	96,9
85	96,7	96,8	96,9	96,7	96,7	97,0	96,9	96,5	96,6	97,0	96,8	97,2
86	97,0	96,8	96,8	97,1	96,0	97,1	97,1	96,4	96,9	96,8	96,8	96,7
87	96,9	96,5	96,7	97,1	96,1	97,1	96,9	96,4	96,9	96,9	96,7	97,0
88	96,6	97,0	96,5	96,9	96,2	97,0	96,5	96,3	96,7	96,4	96,8	97,2
89	96,4	96,8	96,9	97,1	96,3	96,8	96,5	96,4	97,0	96,7	96,4	96,9
90	96,5	97,0	96,2	96,7	96,3	97,0	96,6	96,7	96,4	96,6	96,2	96,8
91	96,5	96,4	96,6	96,7	96,2	96,6	96,8	96,3	96,3	96,3	95,8	96,6
92	96,6	96,3	96,7	96,6	95,8	96,5	96,5	96,3	96,3	96,4	95,9	96,7
93	96,2	96,1	96,7	96,7	95,3	96,4	96,5	96,2	96,5	96,5	96,0	95,8
94	96,4	96,0	96,6	96,2	95,6	96,4	96,8	96,2	95,8	96,5	96,2	95,7
95	96,0	96,2	96,4	96,1	95,6	96,3	96,7	96,2	96,0	96,4	96,1	95,5
96	96,3	96,2	96,5	96,0	95,8	96,2	96,6	95,7	95,9	96,1	95,9	95,2
97	96,3	95,9	96,2	96,4	95,6	96,3	96,5	95,4	95,6	96,2	96,1	95,3
98	96,5	95,8	96,2	96,2	95,5	95,9	96,5	95,7	95,7	96,3	95,7	95,1
99	96,4	95,5	95,7	95,9	95,8	96,1	96,3	95,5	95,5	96,3	95,5	94,8
100	96,3	95,8	95,6	95,6	95,3	96,3	96,4	95,7	95,3	96,1	95,5	94,9

Tabla V2. Porcentaje de saturación de oxígeno en agua (16 de marzo de 2025).

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	98,4	98,8	98,3	98,7	97,5	98,4	98,2	98,5	98,5	98,7	98,5	98,3
2	98,1	98,6	98,5	98,5	98,3	98,1	98,3	98,4	98,4	98,7	98,1	98,0
3	98,7	98,3	98,5	98,0	98,5	98,3	98,5	98,9	98,3	98,8	98,6	98,2
4	98,6	98,7	98,4	98,4	98,5	98,2	98,7	98,6	99,0	99,0	98,8	98,2
5	98,5	98,7	98,1	98,3	98,3	98,4	98,6	98,6	98,9	98,5	98,8	98,9
6	98,4	98,3	98,3	98,4	98,3	98,5	98,6	98,6	98,6	98,6	98,7	98,7
7	98,4	98,6	98,7	98,7	98,1	98,4	98,5	98,7	98,5	99,1	98,2	98,8
8	98,8	99,0	98,3	98,8	98,4	98,3	98,5	98,5	98,3	99,0	98,5	98,5
9	98,9	98,7	98,6	98,4	98,3	98,5	98,4	98,6	98,4	98,8	98,8	98,5
10	98,7	98,5	98,6	98,6	98,7	98,6	98,7	98,7	98,5	98,3	98,4	98,8
11	98,2	98,8	98,2	98,4	98,6	98,6	98,0	98,6	98,3	98,5	98,3	98,3
12	98,4	98,8	98,4	98,3	98,6	98,5	98,1	99,1	98,7	98,4	98,6	98,5
13	98,2	98,5	98,4	98,7	98,5	98,4	98,4	99,0	98,7	98,6	98,4	98,4
14	98,0	98,3	98,5	98,6	98,6	98,3	98,9	98,9	98,9	98,5	98,7	98,5
15	98,7	98,4	98,6	98,5	98,4	98,7	99,0	98,7	98,8	98,8	98,5	98,6
16	98,7	98,0	98,6	98,3	98,1	98,5	98,7	98,8	98,4	98,8	98,4	98,1
17	98,3	98,6	98,5	98,2	98,5	98,3	98,7	98,9	98,3	98,8	98,1	98,2
18	98,1	98,8	98,3	98,0	98,5	98,3	98,6	99,1	98,4	98,7	98,2	98,5
19	98,3	98,8	98,3	98,2	98,6	98,3	98,6	98,8	98,6	99,0	98,2	98,8
20	98,4	98,4	98,4	98,1	98,5	98,4	98,4	98,6	98,5	98,7	98,0	98,2
21	98,2	98,2	98,5	98,3	98,2	98,4	98,4	98,6	98,1	98,6	98,2	98,2
22	98,2	98,3	98,4	98,2	98,0	98,5	98,4	98,8	98,7	98,6	98,3	98,1
23	98,5	98,3	98,4	98,0	98,2	98,1	98,6	98,8	98,1	98,4	98,1	98,5
24	98,3	98,4	98,5	97,8	98,3	98,0	98,4	98,3	97,9	98,6	98,4	98,1
25	98,1	98,2	98,6	98,4	98,2	98,3	98,4	98,1	98,4	98,6	98,2	97,9
26	98,3	98,1	98,6	98,4	98,1	98,3	98,6	98,3	98,6	98,8	98,0	98,0
27	98,6	98,1	98,4	98,4	98,2	98,1	98,5	98,3	98,4	98,8	97,9	98,1
28	98,3	97,8	98,0	98,3	98,0	98,2	98,8	98,4	98,2	98,7	97,9	98,3
29	98,3	98,1	98,0	98,3	97,9	98,2	98,6	98,3	98,4	98,9	98,0	98,3
30	98,3	98,1	98,3	98,3	97,5	98,1	98,4	98,3	98,7	98,7	98,3	98,3
31	98,1	97,9	98,2	98,2	98,3	98,0	98,5	98,3	98,3	98,5	98,1	98,2
32	98,0	98,0	98,0	98,0	98,3	98,1	98,5	98,8	98,2	98,7	98,0	98,1
33	97,9	98,0	97,9	97,9	98,2	98,3	98,5	98,3	98,5	98,5	97,8	97,8
34	98,0	98,0	98,2	97,6	97,7	97,9	98,6	97,6	98,1	98,6	97,6	97,9
35	98,0	98,4	98,1	97,3	98,0	97,9	98,4	98,1	98,4	98,8	97,9	97,8
36	98,1	98,1	97,9	98,3	98,0	97,9	98,1	98,0	98,4	98,6	98,2	98,0
37	98,5	98,0	98,1	98,1	98,1	98,2	98,4	98,5	98,6	98,8	98,2	98,0

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
38	98,1	98,1	98,0	98,1	98,3	97,7	98,2	98,3	98,6	98,5	98,1	98,1
39	98,0	97,9	97,9	98,1	98,2	98,1	98,1	98,3	97,9	98,4	97,9	98,2
40	98,2	97,9	98,0	97,8	98,1	98,0	98,4	98,3	98,3	98,4	98,0	98,1
41	98,1	97,8	98,3	98,1	97,8	97,9	98,3	98,3	98,4	98,4	98,2	98,2
42	98,0	97,8	97,9	98,2	97,8	97,6	98,3	98,3	98,2	97,9	98,0	97,8
43	98,0	97,9	98,0	97,8	98,1	97,7	98,4	98,2	98,5	97,8	97,4	97,9
44	98,0	98,0	98,0	97,9	98,1	97,8	98,5	98,2	98,2	97,6	97,9	98,2
45	98,2	98,1	98,1	98,1	97,5	97,8	98,3	97,9	98,2	98,0	97,9	98,0
46	98,0	98,0	98,2	98,1	97,9	97,6	98,1	98,2	98,3	98,0	97,9	98,1
47	97,8	98,1	98,1	98,2	98,3	97,7	98,1	98,5	98,4	97,8	97,7	98,0
48	98,1	97,9	97,8	98,1	98,2	98,0	98,1	98,1	98,2	98,0	97,9	98,2
49	97,8	97,8	97,8	98,1	98,2	98,1	98,2	98,1	98,5	97,9	97,9	98,2
50	98,0	97,7	98,2	98,0	97,9	98,0	97,8	97,6	98,3	97,7	97,8	98,0
51	98,0	98,0	97,9	98,0	98,0	98,0	98,3	98,0	98,2	97,8	98,2	98,0
52	98,0	98,0	98,1	98,0	97,7	98,1	98,1	98,5	98,4	97,9	98,1	98,1
53	98,1	98,0	97,7	98,1	97,9	97,8	98,1	98,0	98,0	97,4	97,7	97,9
54	97,9	98,1	97,9	98,1	97,6	98,0	98,2	97,9	98,4	97,6	97,9	98,0
55	98,1	97,7	97,9	98,1	98,0	98,0	98,2	98,0	98,4	97,6	97,9	97,7
56	97,7	97,9	98,1	98,1	97,9	98,1	98,3	98,2	98,0	97,7	98,0	97,9
57	97,8	97,8	97,8	97,9	97,9	98,0	98,4	98,0	98,2	97,5	98,0	97,7
58	98,3	98,2	97,8	97,6	97,6	97,8	98,4	97,9	98,3	97,4	98,0	98,2
59	98,0	98,2	97,8	98,0	98,0	97,9	98,1	98,5	98,2	97,5	98,0	98,1
60	97,9	98,2	97,2	98,0	97,7	98,1	98,2	98,5	98,3	97,5	98,1	98,1
61	98,1	97,9	97,8	98,0	97,7	98,2	98,0	98,3	98,2	97,6	97,7	98,1
62	98,3	98,3	98,1	98,0	97,8	98,2	98,0	98,4	98,1	97,7	98,1	97,9
63	98,3	98,2	98,0	98,3	98,3	97,9	98,2	98,3	98,4	97,5	97,8	97,7
64	97,9	98,2	97,9	98,2	97,9	97,7	98,1	98,3	98,3	97,6	98,1	97,9
65	98,2	98,2	97,9	97,8	98,0	98,2	98,2	98,5	98,2	97,4	97,9	97,9
66	98,5	98,0	97,8	98,0	98,0	98,3	98,1	98,4	98,3	97,7	98,0	97,6
67	97,7	97,9	97,9	98,0	98,2	98,1	98,1	98,1	98,4	97,7	98,4	97,6
68	98,0	98,1	98,1	98,3	98,1	98,3	97,8	98,3	98,2	97,8	98,0	97,7
69	98,5	98,3	98,0	98,4	97,8	98,2	97,9	98,1	98,0	97,5	98,1	98,1
70	98,4	98,1	97,8	98,2	98,1	98,2	98,0	98,1	98,1	97,5	98,2	98,0
71	98,1	98,2	98,1	98,4	97,7	98,0	98,5	98,1	98,3	97,7	98,1	98,0
72	97,9	97,9	98,0	98,2	98,0	98,0	98,5	97,9	98,3	97,9	97,5	97,8
73	98,3	98,3	98,1	98,3	98,3	97,9	98,4	98,2	98,3	97,5	97,9	97,8
74	98,4	97,9	98,3	98,3	98,2	97,9	98,0	98,8	98,4	97,5	98,2	98,0
75	98,2	98,3	98,2	98,0	98,1	97,9	97,7	98,1	97,9	97,8	97,8	97,9

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
76	98,0	98,3	98,3	98,1	98,2	98,1	98,0	98,4	98,1	97,8	97,6	98,0
77	98,1	98,3	98,0	97,8	98,2	98,2	98,4	97,9	98,4	97,5	98,0	97,8
78	97,9	98,1	98,1	98,1	98,2	98,1	98,1	97,9	98,0	97,8	98,0	98,1
79	98,1	98,5	98,2	98,2	98,1	97,8	97,9	98,1	98,1	97,6	97,9	98,0
80	98,0	98,2	98,0	98,3	98,0	98,0	98,3	97,8	98,1	97,5	98,1	98,0
81	98,2	98,4	98,2	97,7	97,6	98,1	97,9	98,3	98,5	97,9	97,7	97,8
82	97,8	98,3	98,3	97,9	98,3	98,1	98,0	97,9	98,0	97,8	98,1	98,2
83	97,9	98,3	98,0	97,9	98,2	97,7	98,0	98,0	98,2	97,8	97,9	98,0
84	98,0	98,2	98,0	98,1	97,9	98,2	98,2	98,1	98,0	97,7	97,9	98,0
85	98,0	98,2	97,9	98,0	98,2	98,1	98,1	98,1	97,9	97,7	98,1	97,8
86	97,7	98,1	98,2	97,6	98,1	97,7	97,8	98,0	97,7	97,8	97,6	98,0
87	97,9	98,0	97,9	97,9	98,2	98,0	97,8	97,9	98,0	97,5	98,2	97,9
88	97,9	98,0	97,9	98,3	98,0	97,6	97,9	97,9	97,8	97,2	98,1	97,7
89	97,9	97,8	97,9	98,0	98,1	98,0	97,7	98,1	97,5	97,1	98,1	97,8
90	97,9	97,8	97,9	97,7	97,8	98,1	97,4	97,8	97,3	97,4	98,1	98,0
91	97,7		98,0	97,7	97,3	97,9	97,6	97,8	97,6	97,5	98,2	98,0
92	97,8		97,8	97,7	97,8	97,4	97,3	97,5	97,3	97,7	97,9	98,0
93	97,7		97,7	97,6	97,9	97,4	97,4	97,5	97,3	97,5	98,0	97,7
94	97,7		97,5	97,3	97,8	97,6	97,7	97,7	97,6	97,0	98,0	97,7
95	97,5		97,8	97,2	98,1	97,9	97,5	97,1	97,5	97,3	98,0	97,9
96	97,7		97,8	97,6	97,9	97,9	97,3	97,6	96,9	97,6	97,8	97,6
97	97,5		98,1	97,2	97,8	97,6	97,5	97,3	97,2	97,3		
98	97,5			97,1	97,7	97,7	97,1		96,9	97,1		
99	97,4			97,2		97,6	97,2			97,5		
100	97,3			96,9			97,0					

Tabla V3. Porcentaje de saturación de oxígeno en agua (3 de octubre de 2025).

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	107,2	106,9	106,1	106,6	107,0	106,4	106,9	106,2	106,5	106,7	106,7	105,3
2	106,4	106,7	106,3	106,8	106,5	106,1	106,7	107,2	106,5	106,0	106,6	106,4
3	106,6	106,6	106,2	106,7	106,2	107,0	106,6	107,0	106,7	106,7	106,3	106,8
4	106,9	106,4	106,4	106,8	106,1	106,3	106,7	106,9	106,8	106,6	106,1	106,1
5	106,6	106,4	106,6	106,7	106,7	106,5	106,6	106,7	106,4	106,8	106,5	106,0
6	106,7	106,6	106,4	107,0	106,5	106,5	106,7	106,9	106,7	106,5	105,9	106,8
7	106,4	106,7	106,5	106,5	106,8	106,5	106,9	106,7	106,5	106,6	106,5	106,9
8	106,4	107,0	106,2	106,5	106,5	106,8	106,8	106,5	106,5	106,5	106,9	105,9
9	106,6	106,7	106,8	106,8	106,6	105,8	106,6	106,5	106,9	106,9	106,4	106,3
10	106,6	106,3	106,7	107,0	106,7	106,7	106,8	106,5	106,5	106,5	106,8	106,4
11	106,6	106,7	106,6	106,9	106,2	106,8	106,7	106,7	106,6	106,6	106,4	106,6
12	107,1	107,0	106,2	106,9	106,2	106,3	106,5	106,7	106,5	106,9	106,2	106,0
13	106,7	106,7	106,3	106,7	106,1	106,9	106,5	106,9	106,9	106,6	106,5	106,9
14	106,3	106,4	106,5	106,6	105,9	106,6	106,2	106,8	106,5	106,5	106,5	106,8
15	106,7	106,9	106,7	106,7	107,1	106,5	106,5	106,6	106,4	106,6	106,9	106,3
16	106,6	107,0	106,7	106,4	106,2	106,6	106,3	106,2	106,3	106,6	106,6	106,7
17	106,6	106,5	106,9	106,8	106,6	106,3	106,4	106,6	106,6	106,7	106,3	106,8
18	106,9	106,7	106,9	106,9	106,6	106,6	106,6	106,6	107,0	106,4	106,6	106,7
19	106,5	107,2	107,0	106,6	106,6	107,0	106,8	106,6	107,1	106,6	106,6	107,2
20	107,0	107,3	106,3	106,3	107,3	107,1	106,6	106,5	106,6	106,6	107,2	107,1
21	106,9	107,3	106,6	106,6	106,9	107,1	106,6	106,9	106,6	106,7	107,3	106,6
22	106,6	106,6	106,8	107,0	106,7	106,9	106,6	106,0	106,6	106,8	107,0	107,1
23	107,0	106,9	107,1	106,4	107,0	106,7	106,5	106,6	106,8	106,6	106,2	106,8
24	106,7	107,0	107,1	106,4	107,0	106,9	106,9	106,4	106,9	107,0	106,3	107,3
25	107,0	106,8	106,8	106,4	107,0	106,8	106,7	106,7	107,1	107,0	106,8	106,8
26	106,3	106,9	106,9	107,0	107,1	106,9	106,0	106,7	106,5	106,7	106,6	106,7
27	107,0	106,1	107,0	106,7	106,5	106,4	106,5	106,3	106,3	106,7	106,6	106,7
28	106,6	106,9	106,6	106,6	106,8	106,4	106,8	107,1	106,6	106,8	107,0	106,6
29	106,7	106,9	106,7	106,8	106,9	106,7	106,3	106,2	106,9	106,5	106,4	106,2
30	107,5	106,4	106,6	105,7	106,7	106,9	106,4	106,6	106,5	106,3	106,5	107,7
31	107,6	107,2	106,5	106,9	105,8	106,9	106,3	107,3	106,4	108,5	107,1	108,5
32	108,4	108,6	107,9	107,2	107,0	108,9	107,0	107,8	108,0	110,7	108,3	108,2
33	108,5	108,5	107,8	109,0	108,2	109,2	107,7	108,4	107,8	109,5	108,9	109,4
34	108,5	109,4	108,7	108,3	109,1	108,4	109,5	108,1	108,1	108,6	109,4	109,6
35	108,9	108,9	108,7	109,0	108,8	108,6	109,6	108,5	107,7	110,5	108,0	107,7
36	108,1	108,1	108,6	108,7	108,1	108,8	110,1	108,5	108,3	113,2	108,5	108,4
37	110,2	108,1	107,5	109,9	108,0	108,6	112,5	109,5	107,6	112,2	109,7	110,8

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
38	113,5	109,7	111,8	113,2	111,4	110,0	111,6	112,6	110,5	111,9	112,2	111,9
39	111,7	111,8	112,1	112,0	112,3	112,4	111,9	111,3	112,1	111,1	112,7	112,0
40	111,2	112,1	110,8	111,2	112,1	112,3	110,9	110,9	111,3	110,5	111,4	111,4
41	110,4	110,8	110,9	111,0	111,0	111,5	110,9	110,1	110,1	109,9	110,4	110,7
42	109,6	109,8	109,2	109,2	109,4	111,0	110,1	108,5	108,6	109,4	110,2	108,8
43	108,9	109,0	108,6	109,5	109,1	110,2	109,2	108,0	108,1	108,9	109,1	108,3
44	108,9	108,2	108,2	108,6	108,5	109,3	108,8	108,1	108,0	108,5	108,6	107,7
45	108,1	107,9	107,0	107,7	108,4	109,6	107,6	107,6	107,8	106,7	108,0	107,4
46	107,4	106,6	106,5	107,1	107,3	108,4	107,1	106,9	106,6	106,4	107,7	107,4
47	106,6	106,1	105,7	106,2	106,3	107,7	106,8	105,4	106,2	105,9	107,2	107,0
48	105,4	105,5	105,3	105,1	105,5	107,8	106,0	105,6	105,4	105,2	106,1	106,0
49	103,8	104,2	103,6	104,5	105,3	106,5	104,7	105,2	104,2	104,4	104,8	104,9
50	103,3	104,0	102,1	103,1	103,6	105,0	103,0	104,8	102,6	102,9	104,0	103,6
51	101,8	102,7	101,9	102,0	102,7	104,0	103,0	102,9	102,6	102,2	103,3	102,5
52	100,7	101,0	101,4	101,5	102,4	103,3	102,6	102,1	100,7	102,0	102,1	101,3
53	99,7	99,0	100,2	100,3	100,4	101,9	101,6	101,8	99,2	100,3	101,0	100,1
54	99,0	99,0	98,5	99,6	98,7	100,4	100,6	101,1	99,2	99,7	99,6	98,6
55	98,9	98,5	98,8	99,3	98,4	98,9	100,4	99,6	98,4	98,8	98,6	98,4
56	98,8	98,0	98,6	98,6	98,7	98,8	99,2	98,7	97,4	98,4	98,4	98,2
57	98,0	96,4	98,1	98,0	98,2	98,8	98,6	98,2	95,8	98,1	98,4	98,6
58	97,3	95,6	97,4	97,3	97,6	98,1	97,6	98,2	94,6	98,0	98,2	97,3
59	96,2	93,8	96,5	95,7	96,4	97,3	96,7	97,5	94,3	97,1	98,2	96,0
60	92,3	91,2	95,6	91,3	95,9	96,9	94,8	96,9	92,5	96,9	97,3	94,6
61	89,4	88,5	91,6	89,7	96,3	96,2	92,2	95,1	86,3	96,3	96,7	92,7
62	88,4	86,2	89,4	88,7	94,0	95,1	89,5	92,0	85,6	96,2	95,8	91,2
63	86,5	86,4	86,8	87,5	90,1	93,1	86,7	88,3	85,4	95,5	94,5	88,8
64	86,0	86,3	86,2	85,9	85,7	91,4	87,0	86,4	85,6	94,8	91,2	87,3
65	85,9	85,7	86,4	85,7	85,6	88,9	86,3	86,0	85,5	94,0	90,3	87,0
66	85,4	84,6	85,7	85,6	85,5	89,0	85,6	85,5	84,3	91,8	88,0	85,4
67	84,7	84,8	84,6	84,9	84,3	87,1	85,5	85,4	84,4	90,0	86,3	84,5
68	83,8	84,4	84,5	83,7	83,6	85,9	84,8	84,7	84,0	88,4	84,5	84,3
69	83,0	83,5	83,6	82,9	82,7	85,2	84,3	84,5	83,4	85,5	84,2	84,8
70	82,1	83,8	82,9	82,9	83,4	84,1	83,4	83,7	82,5	84,5	84,4	85,1
71	83,9	84,4	85,4	82,1	85,4	84,1	83,6	82,6	82,0	88,2	83,8	85,3
72	83,4	84,1	85,2	82,4	85,1	85,1	83,0	81,6	82,3	90,0	85,1	85,6
73	83,4	83,1	84,8	82,6	83,8	89,1	81,4	82,1	82,3	92,0	85,9	85,4
74	83,7	83,0	84,3	83,6	83,6	88,4	81,6	82,7	82,5	91,9	85,6	85,4
75	83,8	83,0	83,5	83,5	83,0	85,9	82,5	83,0	82,5	91,0	85,1	84,8

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
76	83,3	82,9	82,9	83,4	82,6	85,5	83,5	82,0	82,3	89,0	83,8	83,5
77	83,3	83,2	82,9	83,7	83,0	84,9	83,2	82,5	83,6	84,4	83,9	83,1
78	83,6	83,4	83,4	83,6	83,3	84,3	83,5	83,5	83,5	83,2	84,0	82,5
79	83,2	83,3	83,6	83,6	83,4	83,5	83,6	84,1	83,9	83,6	83,2	82,9
80	83,2	83,1	83,6	83,9	82,9	84,5	83,9	83,6	83,3	84,0	83,5	83,4
81	83,3	83,3	82,9	82,9	82,6	84,6	84,3	83,2	82,4	84,2	83,7	83,3
82	82,8	82,4	82,5	83,4	82,5	83,8	84,1	82,5	82,5	83,8	82,9	83,3
83	82,7	82,5	82,5	83,3	82,5	83,5	83,2	82,4	82,5	83,5	82,2	83,0
84	82,8	82,6	82,7	82,9	82,1	82,5	83,1	82,9	82,9	82,3	82,5	82,4
85	82,9	83,4	82,3	82,7	82,1	82,6	83,1	82,9	83,3	82,5	82,6	82,3
86	83,4	83,9	82,6	83,3	83,3	82,8	82,9	83,7	83,7	82,4	82,4	82,6
87	84,3	84,1	84,4	83,5	84,0	82,8	83,1	83,9	84,3	82,7	83,2	83,3
88	84,0	83,8	84,1	83,2	83,9	82,4	83,6	83,9	83,7	82,1	83,2	83,8
89	83,8	83,0	83,5	83,7	83,7	83,2	83,3	83,8	82,8	82,3	82,9	84,3
90	83,3	82,9	83,6	83,8	83,4	83,3	83,6	83,4	82,0	82,8	82,7	84,1
91	82,8	82,4	82,8	82,8	83,0	83,4	83,5	83,1	81,1	83,3	83,2	83,3
92	82,7	82,7	83,0	83,1	82,9	83,1	83,6	81,8	80,8	83,3	83,6	82,8
93	83,2	81,6	82,8	82,9	82,9	83,0	83,1	81,8	80,7	83,0	83,6	83,3
94	83,1	80,7	83,0	82,9	82,7	83,1	82,7	80,9	80,9	82,4	83,0	83,2
95	83,0	81,1	82,9	82,8	83,0	83,2	82,8	81,0	81,3	82,6	83,1	82,8
96	83,1	81,3	82,8	82,9	82,4	83,2	82,8	80,8	82,3	83,1	83,3	81,8
97	82,9	81,7	82,7	82,9	82,3	83,0	82,9	81,1	82,7	83,0	83,4	83,0
98	83,1	82,7	82,9	82,7	83,1	83,3	82,9	81,7	82,9	83,1	83,4	
99	83,0	84,2	82,8	82,7		83,4	82,9		82,9	83,7	83,3	
100	83,3		83,3	83,0		83,5	82,5		82,8	83,8	83,4	
101	83,4		83,6	83,4		83,4	82,5			83,7		
102				83,2		83,3	83,5					
103				83,1			83,4					

Tabla V4. Porcentaje de saturación de oxígeno en agua (27 de noviembre de 2025).

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	103,3	103,8	102,4	102,8	101,9	102,1	103,0	102,1	103,5	101,9	102,6	102,9
2	103,2	102,9	102,9	103,0	102,8	102,5	103,1	103,1	103,9	102,5	102,7	102,8
3	104,3	104,0	103,8	104,0	103,4	103,0	103,8	103,9	103,7	102,2	102,6	103,3
4	103,0	102,9	103,4	103,2	102,9	102,8	102,7	101,6	102,4	102,7	102,7	102,8
5	101,4	102,3	102,0	101,7	102,4	103,0	102,5	102,2	101,6	102,5	103,0	102,5
6	102,4	102,3	102,2	102,0	102,8	102,7	102,1	101,9	102,4	102,6	103,0	102,6
7	102,6	102,4	102,1	101,7	102,2	102,4	102,1	101,9	102,8	102,5	102,2	102,2
8	102,1	102,7	102,3	102,0	101,6	102,3	102,0	102,0	102,1	101,8	102,2	102,3
9	102,2	102,4	102,0	102,3	102,3	102,2	102,0	102,4	102,3	102,3	102,3	102,2
10	102,3	102,4	102,6	102,0	102,0	102,5	102,3	102,4	102,7	102,2	102,1	102,1
11	102,2	102,2	102,2	101,9	102,4	102,5	102,4	102,0	101,9	102,4	102,2	102,0
12	102,3	102,4	102,1	102,4	102,7	102,0	102,5	101,8	101,3	102,0	102,3	102,2
13	102,2	102,1	102,1	102,2	102,3	102,2	102,0	102,1	102,2	102,2	102,4	102,1
14	102,4	102,2	102,3	101,8	102,2	102,2	101,9	102,3	102,3	101,9	102,3	102,5
15	102,3	102,3	102,3	102,1	102,4	102,4	102,5	102,1	102,5	102,2	102,2	101,9
16	102,3	102,1	102,0	102,4	102,1	102,1	102,1	102,2	102,2	102,0	102,2	102,1
17	101,4	102,1	102,3	101,9	102,1	102,3	101,9	101,8	102,0	102,3	102,0	102,4
18	101,6	102,3	101,8	102,3	102,2	101,9	102,1	101,6	102,2	102,5	102,2	102,4
19	102,3	101,9	102,2	102,5	102,1	102,3	102,4	101,8	102,3	102,3	102,3	101,9
20	102,1	102,4	102,3	102,3	102,1	102,3	102,3	102,4	102,3	102,2	102,3	102,0
21	101,6	102,2	101,8	101,9	101,8	102,0	102,0	102,5	102,1	102,6	102,2	101,9
22	102,4	102,0	102,2	102,3	102,0	102,4	102,0	102,1	102,0	102,4	102,4	102,2
23	102,1	102,1	102,3	102,5	102,0	102,2	102,3	102,3	102,3	102,1	102,2	102,4
24	101,9	102,2	102,2	102,4	101,8	102,1	101,8	102,4	102,0	102,4	102,1	101,9
25	101,8	102,2	102,2	102,1	102,0	102,1	101,9	102,1	102,2	102,3	102,2	101,6
26	101,7	102,0	101,8	102,0	102,2	102,2	102,0	102,1	102,1	102,0	102,4	102,0
27	102,1	102,0	102,1	101,9	102,1	102,5	102,4	102,1	102,3	102,2	102,4	102,2
28	101,8	102,0	102,1	102,3	101,9	102,1	102,0	102,1	102,2	102,3	102,4	102,2
29	102,3	102,2	102,1	102,4	102,0	101,7	102,0	102,2	102,3	102,4	102,3	101,7
30	101,8	102,0	101,9	101,8	102,0	102,1	102,1	101,8	101,9	102,5	102,4	102,1
31	101,6	102,2	102,6	102,3	102,2	102,2	102,3	101,9	101,9	102,4	102,5	102,0
32	102,3	102,0	102,7	102,2	102,0	101,9	102,1	102,4	102,1	102,2	101,9	102,1
33	102,2	101,8	102,2	102,5	101,9	101,9	102,1	102,2	102,3	102,0	101,9	101,9
34	102,2	102,3	101,9	102,2	102,3	102,2	101,6	102,2	102,2	102,4	102,2	102,1
35	102,1	102,1	102,4	102,0	102,2	102,0	102,6	102,3	102,1	102,2	102,1	102,1
36	102,2	102,2	101,8	102,2	101,9	101,9	102,3	102,1	102,3	102,2	102,3	102,2
37	102,3	101,7	102,1	101,8	102,0	102,3	101,8	102,2	102,2	102,2	102,3	102,0

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
38	101,6	101,8	102,0	102,2	101,9	102,1	102,0	102,2	102,2	102,2	102,1	102,2
39	102,3	101,9	101,8	101,6	102,0	102,0	102,0	102,1	102,4	102,5	101,9	102,0
40	102,2	102,1	102,0	102,2	102,1	102,2	102,1	102,0	102,2	102,0	101,9	101,8
41	101,8	102,0	102,3	102,4	102,1	102,1	102,0	101,9	101,6	102,0	102,2	102,3
42	102,3	102,0	102,0	102,1	102,1	102,2	101,9	102,0	101,9	102,5	102,2	101,8
43	101,8	102,0	101,9	102,1	101,9	102,2	102,3	102,3	102,3	102,5	102,5	102,0
44	102,1	102,2	101,9	102,1	102,1	102,0	102,2	101,9	102,1	102,2	102,1	102,2
45	102,3	102,1	102,0	102,0	101,8	101,9	102,1	101,9	102,0	102,2	102,2	101,9
46	102,1	102,0	102,3	102,1	102,3	102,2	102,3	102,1	102,2	102,6	102,1	102,2
47	101,5	101,8	102,1	102,0	101,8	102,1	101,8	102,0	102,0	102,4	102,5	102,1
48	101,6	102,3	102,1	101,7	101,9	102,1	101,9	101,8	102,2	102,1	102,7	102,1
49	101,8	101,9	102,1	102,0	101,9	102,1	101,7	102,1	101,9	102,3	102,3	102,2
50	101,7	102,0	102,2	102,1	101,0	102,2	102,2	102,1	101,9	102,0	102,3	102,0
51	102,3	102,2	101,9	102,1	102,4	102,4	102,0	101,8	102,3	102,6	102,4	101,9
52	102,2	102,1	101,9	101,9	101,9	102,0	101,7	102,0	102,2	102,5	102,2	102,2
53	102,1	101,6	102,2	102,1	102,0	102,2	101,8	101,8	102,3	102,2	102,3	102,0
54	102,0	102,0	102,2	101,9	102,1	102,6	102,1	102,3	101,8	102,3	102,3	101,9
55	102,1	102,2	101,9	101,9	102,3	102,1	102,1	101,9	102,5	102,3	102,1	102,1
56	102,2	101,9	101,9	102,2	101,9	102,1	102,0	101,9	102,1	102,3	102,4	101,9
57	102,1	101,9	101,8	102,0	102,0	101,8	102,0	102,0	102,0	102,3	102,5	102,3
58	102,0	101,5	101,8	102,2	102,2	102,6	102,0	101,8	102,0	102,4	102,5	102,1
59	102,0	102,1	102,4	102,2	101,8	102,4	101,7	102,0	102,0	102,3	102,5	102,2
60	102,2	102,1	102,1	102,1	102,4	102,1	102,1	102,2	102,0	102,4	102,3	102,0
61	102,1	102,0	102,0	101,8	102,0	102,2	102,3	102,2	102,1	102,5	102,1	102,1
62	102,1	102,0	102,0	102,2	102,1	101,8	102,3	102,1	101,8	102,3	101,9	102,4
63	101,8	101,9	102,5	102,2	102,3	102,4	102,0	101,6	102,0	102,5	102,5	102,5
64	101,7	102,1	102,3	102,3	102,4	102,8	101,7	102,0	102,0	102,4	102,2	102,3
65	102,2	102,2	102,3	101,8	102,6	102,1	101,7	102,0	101,9	102,2	102,2	102,4
66	102,1	102,3	101,9	101,7	102,5	102,5	102,0	102,0	101,9	102,0	102,3	102,4
67	102,1	102,3	102,3	102,7	102,0	102,2	102,2	102,4	102,0	102,3	102,3	102,5
68	102,3	102,3	102,2	101,9	102,1	102,1	102,2	101,9	102,1	102,4	102,6	102,3
69	102,3	102,6	102,1	102,3	102,2	102,1	102,4	102,1	102,0	102,1	102,4	102,2
70	102,4	102,2	102,4	102,3	102,2	102,4	102,3	102,5	102,2	102,3	102,2	102,2
71	101,9	102,2	102,5	102,2	102,3	101,9	101,7	102,1	102,1	102,1	102,1	102,5
72	102,1	102,0	101,9	102,2	102,3	102,5	102,4	102,1	102,1	102,2	102,4	102,3
73	102,1	101,7	102,3	101,9	102,4	102,4	102,4	102,1	102,1	102,4	102,2	101,9
74	101,9	102,3	102,0	102,0	102,2	102,2	102,0	102,1	102,1	102,2	102,3	102,5
75	102,0	102,1	102,0	102,0	102,0	102,6	102,2	102,0	102,1	102,3	102,4	102,0

Profundidad (m)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6
76	102,4	102,3	102,3	102,5	102,2	102,2	102,4	102,3	102,0	102,2	102,2	102,1
77	102,0	102,7	102,2	102,4	102,3	102,4	101,7	102,4	102,2	102,4	102,2	102,1
78	101,5	102,2	102,1	102,3	101,7	102,2	102,1	102,1	102,2	102,5	102,2	102,3
79	102,3	101,8	102,4	102,0	102,3	102,0	102,1	101,8	101,8	102,3	102,6	102,8
80	102,1	102,0	102,5	102,1	102,5	102,2	101,9	102,0	102,2	102,3	102,3	102,7
81	102,0	102,3	101,9	102,1	102,3	102,4	101,6	102,1	102,1	102,3	102,3	102,1
82	102,1	101,8	102,2	102,0	101,9	102,3	102,0	102,1	101,7	102,2	102,4	102,4
83	102,2	102,3	101,8	102,2	101,9	102,3	101,8	101,8	102,0	102,5	102,5	102,4
84	102,0	102,4	101,9	102,0	102,0	102,3	102,0	101,6	101,7	102,5	102,3	102,4
85	102,4	102,2	102,4	102,2	102,1	102,0	102,0	102,3	102,0	102,1	102,3	102,4
86	102,1	102,3	102,4	102,3	102,2	102,2	102,1	102,2	101,4	102,1	102,4	102,2
87	102,1	102,1	102,1	102,0	102,3	102,4	102,2	102,2	102,2	102,7	102,2	102,3
88	101,9	102,2	101,9	101,7	102,3	102,2	102,2	101,8	102,2	102,5	102,1	102,6
89	102,3	102,1	102,2	102,1	102,3	102,3	102,1	102,1	102,1	102,1	102,0	102,4
90	102,0	102,2	102,2	102,1	102,4	102,5	101,9	102,0	102,4	101,8	102,3	102,0
91	102,3	102,5	102,0	102,1	101,9	102,3	101,9	101,9	102,0	102,5	102,5	102,3
92	102,4	102,5	102,3	102,0	102,3	101,7	101,9	101,7	101,9	102,4	102,6	102,5
93	102,3	102,0	102,0	101,5	102,2	102,4	102,4	101,9	102,4	102,4	102,4	102,3
94	102,0	101,9	101,9	102,3	102,4	102,1	101,8	102,2	102,1	102,7	102,4	102,2
95	102,1	102,1	102,0	102,3	102,3	102,3	102,0	102,0	102,0	102,3	102,3	102,4
96	102,2	101,9	102,4	102,3	102,2	102,4	101,9	102,2	101,4	102,5	102,5	102,1
97	102,0	101,2	102,5	102,2	102,3	102,2	102,2	102,3	100,9	102,4	102,5	102,5
98	102,4	102,2	102,1	101,7		102,4	101,9	102,3	100,9	102,3	102,2	102,4
99	102,0	102,0	101,9	102,1		102,0	102,4	102,2	100,4	101,8	102,3	
100	101,8	101,7	102,0	101,7		101,7	102,0	102,5	100,1	101,1	102,0	
101	102,6	101,8	102,1	101,7			102,2	101,4	100,2	100,6	102,0	
102							102,0	101,6	99,6			