

Serie de tiempo ecológica EPEA II-2022

Valeria Segura; Lucrecia Allega; Lucia Epherra; Ricardo I. Silva; Do Souto Marina; Christian J. Tolaba, Eduardo Aguilar, Jorge Fernández Acuña

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP





Serie de tiempo ecológica EPEA II-2022

¹ Valeria Segura; ^{1,2} Lucrecia Allega; ¹ Lucia Epherra^{1,2}; ¹ Ricardo I. Silva; ^{1,2} Do Souto Marina; ¹, ³ Christian J. Tolaba, ¹ Eduardo Aguilar, ¹ Jorge Fernández Acuña,

- ¹. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- ². Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET – CCT Mar del Plata)
- ³. Servicio de Hidrografía Naval

Buque de Investigación Pesquero Oceanográfico (BIPO) “MAR ARGENTINO”
Código de campaña: MA-2022/05

Resumen

Se llevó a cabo la campaña de investigación EPEA-número 2 del año 2022, y número 154 del Programa Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático (DiPlaMCC)- a bordo del buque de investigación BIPO MAR ARGENTINO el día 5 de mayo de 2022. Los objetivos de la misma fueron analizar las condiciones ambientales y de los diferentes componentes del plancton en la serie de tiempo ecológica EPEA. Se realizaron perfiles en la columna de agua de temperatura, salinidad, fluorescencia *in vivo*, de oxígeno disuelto, de penetración luminosa-irradiancia de Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) e hiper-espectral. Con la información en tiempo real de la estructura termohalina, de la fluorescencia *in vivo* del perfil, así como de las características lumínicas en la columna de agua (porcentajes de irradiancia PAR), se definieron las profundidades donde se colectaron las muestras de agua utilizando las botellas Niskin para el análisis de oxígeno disuelto, sistema de los carbonatos (pH y alcalinidad total), nutrientes, salinidad, clorofila *a*, diversidad de pigmentos fotosintéticos, absorción del material particulado, estudio de la abundancia y biodiversidad del bacterioplancton, y análisis cuali-cuantitativo de fitoplancton. A su vez se colectaron, con distintas redes, muestras de fitoplancton, zooplancton e ictioplancton.

Palabras Clave

Cambio Climático, series de tiempo ecológicas, variables ambientales; plancton, bio-óptica, acidificación oceánica.

Objetivos principales

Analizar la variación temporal de los diferentes componentes del plancton y las condiciones ambientales en la estación EPEA.

**Desarrollo de la campaña**

Zarpada: Mar del Plata, 5, 8.15 hs

Arribo: Mar del Plata, 5, 18.00 hs

Duración en días: 1 día

Condiciones hidro-meteorológicas durante la campaña.

Durante la misma se presentó buen tiempo.

Personal científico-técnico participante (Figura 1).

Nombre	Institución	Función
1_ Eduardo E. Aguilar	INIDEP	Técnico Operaciones
2_ Christian J. Tolaba	SHN	Técnico O. Física
3_ Lucrecia Allega	INIDEP	Investigadora Radiometría (Rad) & bio-óptica (BO)
4_ Lucia Epherra	CONICET/INIDEP	Investigadora Sist. Carbonatos (SC) & oxígeno disuelto (OD)
5_ Jorge Fernández Acuña	INIDEP	Técnico bio-óptica (BO)
6_ Do Souto, Marina	CONICET/INIDEP	Investigadora Ictio- y Zooplancton (IZP)
7_ Segura, Valeria	INIDEP	Investigadora bio-óptica (BO) Jefa Científica
8_ Silva, Ricardo	INIDEP	Investigador fitoplancton



Figura 1. Personal científico-técnico participante de la campaña de investigación MA-2022/05.

Diseño de la campaña

Área de Investigación y actividades desarrolladas.

El área de investigación comprendió la Estación Permanente de Estudios Ambientales, EPEA ubicada en la latitud 38,2793 °S y la longitud 57,4105 °O.

Actividades realizadas a bordo

Las principales propiedades evaluadas fueron:

- **Oceanografía física (O.F.):** Se realizaron dos perfiles de **CTD** con una mini rosetta de 6 botellas, a fin de coleccionar las muestras de agua necesarias y de observar la estructura física de la columna de agua (temperatura y salinidad). También se colocaron sensores de fluorescencia in vivo y de oxígeno disuelto. Asimismo, se registraron datos meteorológicos de temperatura del aire, humedad y presión atmosférica.
- **Oceanografía química (O.Q.):** A fin de caracterizar la estructura química de la columna de agua, se tomaron muestras de agua a profundidades discretas para la



determinación de la concentración, oxígeno disuelto (**OD**) y sistema de los carbonatos (**SC**): **pH** y alcalinidad total (**AT**) y nutrientes (**Nut**).

○ **Distribución y abundancia de microplásticos (MPLAS):** Se colectaron muestras de 5 m y fondo.

○ **Radiación fotosintéticamente activa (PAR) en continuo en superficie, y PAR e hiper_espectral en perfiles:** Se montó un sensor de coseno PAR (LICOR) en la cubierta sobre el puente para registro continuo de la luz incidente en el mar durante toda la campaña. Se realizó un perfil con un radiómetro hiperespectral Satlantic HyperPro II para medir la irradiancia incidente y en la columna de agua (Rad). La maniobra se realizó por segunda vez en el buque MA en la cubierta de proa. El equipo se sumergió hasta los 40 m de profundidad.

○ **Bio-óptica (BO):** También se tomaron muestras de agua a profundidades discretas para determinar la absorción por los componentes ópticamente activos (Particulado: ABSO); así como muestras para la determinación de la concentración de clorofila-a total (CLAT) y en la fracción de fitoplancton < 5 µm (CLA5). También se obtuvieron lecturas de fluorometría *in vivo* con un sensor asociado al CTD.

○ **Composición pigmentaria del fitoplancton:** Se tomaron muestras de agua a 5 m de profundidad para la identificación y cuantificación de pigmentos por cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

○ **Se estudiaron los diferentes componentes del plancton:**

- Bacterioplancton (BBIO) para estimación de abundancia y biodiversidad.
- Fitoplancton de red (FP) y muestra de agua para cuali-cuantitativo por microscopía, citometría de flujo y FlowCAM (FITO y FLOW).
- Zooplancton e Ictioplancton con redes Bongo (300 µm) y Mini-bongo (200 y 67 µm) para la determinación de composición y abundancia del zooplancton, y para el análisis de condición nutricional, crecimiento e isótopos estables de las larvas de *Engraulis anchoita*.

Las actividades desarrolladas y la cantidad de muestras que se colectaron en la EPEA de las diferentes variables analizadas se presentan en la tabla 1.



Tabla 1. Cantidad de muestras colectadas en la Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA) de las diferentes variables analizadas.

Estación	EG693 EPEA (201_N°153)	
	Lat_decimal	Lon_decimal
	(°S)	(°O)
	38,2793	57,4105

Actividad	Muestreo con perfilador
<i>CTD</i>	2
<i>Radiómetro</i>	2

Variable	Muestreo con botellas Niskin
<i>OXIG</i>	3
<i>pH</i>	8
<i>AT</i>	3
<i>NUTR</i>	4
<i>ABSO</i>	5
<i>CLAT</i>	6
<i>CLA5</i>	4
<i>HPLC</i>	1
<i>FITO</i>	9
<i>BBIO</i>	4
<i>BDIV</i>	1
<i>MPLAS</i>	2
<i>ISÓTOPOS</i>	1

Tipo de red	Muestreo con redes de plancton
<i>Fitoplancton</i>	1
<i>Mini-Bongo</i>	3
<i>Bongo</i>	1

Instrumental utilizado

Equipos propios del buque:

- CTD con un perfilador marca SeaBird, modelo SBE25 Plus S/N 25-1219 en modo “real time data”, configurado con sensores principales de temperatura S/N 03-6604



y conductividad S/N 04-5065 con su respectiva bomba para obtener flujo de circulación constante de agua.

- Sensor de fluorescencia in vivo marca SeaPoint Sensor, modelo Seapoint Chlorophyll Fluorometer S/N 2122, configurado con una ganancia de 10X (15µg/l). La frecuencia del muestreo fue de 8 datos por segundo.
- Estación meteorológica automática, integrada por un data logger, anemómetro y sensores de presión, temperatura, humedad relativa y piranómetro.
- Heladera con frezeer
- Computadora portátil
- Computadora de escritorio

Instrumental embarcado:

- Miniroseta marca Sea-Bird modelo SBE 55 N° de serie 5551964-0064 con capacidad para disparar de forma remota hasta seis (6) botellas Niskin de 4 litros cada una, y el CTD SBE 25 marca Sea-Bird, modelo SBE 25 N° de serie 2542135-0412 dispuesto en forma vertical en la parte lateral de la roseta.
- Sensor de presión modelo Strain Gauge, N° de serie 0586 hasta 6800m.
- Sensor de temperatura marca Sea-Bird, modelo SBE 3 N° de serie 03p4727.
- Sensor de conductividad marca Sea-Bird, modelo SBE 4, N° de serie 043330.
- Oxímetro marca Sea-Bird, modelo SBE 43, N° de serie 43-3441.
- Fluorómetro marca Seapoint, modelo SeapointChlorophyllFluorometer N° de serie 3235 configurado con una ganancia de 3X (0-15 µg l⁻¹). Bomba marca Sea-Bird, modelo SBE 5T, N° de serie 054570.
- Pasteca contámetro para muestreo con botellas y redes de plancton
- Redes Minibongo completas (equipadas con mallas de 67 y 200 µm y 2 flujómetros)
- Red Bongo completa (equipada con dos mallas de 300 µm y 1 flujómetro)
- Red de fitoplancton
- Radiómetro perfilador hiperespectral HyperPROII (Satlantic)
- Radiómetro (PAR) aéreo LICOR (coseno)
- Espectrofotómetro de campo (Ocean Optics)
- Baño termoregulador circulante LowProfile (Polyscience).
- Baterías de filtración
- Bombas de vacío
- Bomba peristáltica
- Termo de nitrógeno líquido
- Botellas de vidrio borosilicato de 330 cm³ tipo BOD para colecta de muestras de agua para determinación del oxígeno disuelto y botellas de vidrio borosilicato clase A de 500 cm³ para colecta de muestras de agua para determinación de Alcalinidad total.
- Material de laboratorio general (probetas, botellas, pinzas, etc.)

Observaciones y/o mediciones realizadas

Obtención de imágenes de satélites [A cargo de L. Allega].

Para la estimación de la concentración de clorofila-a y temperatura superficial del mar se contó con imágenes satelitales previas a la fecha de la zarpada de la campaña de cada variable. La misma fue procesada por el Programa de Sensoramiento Remoto del INIDEP (Figur

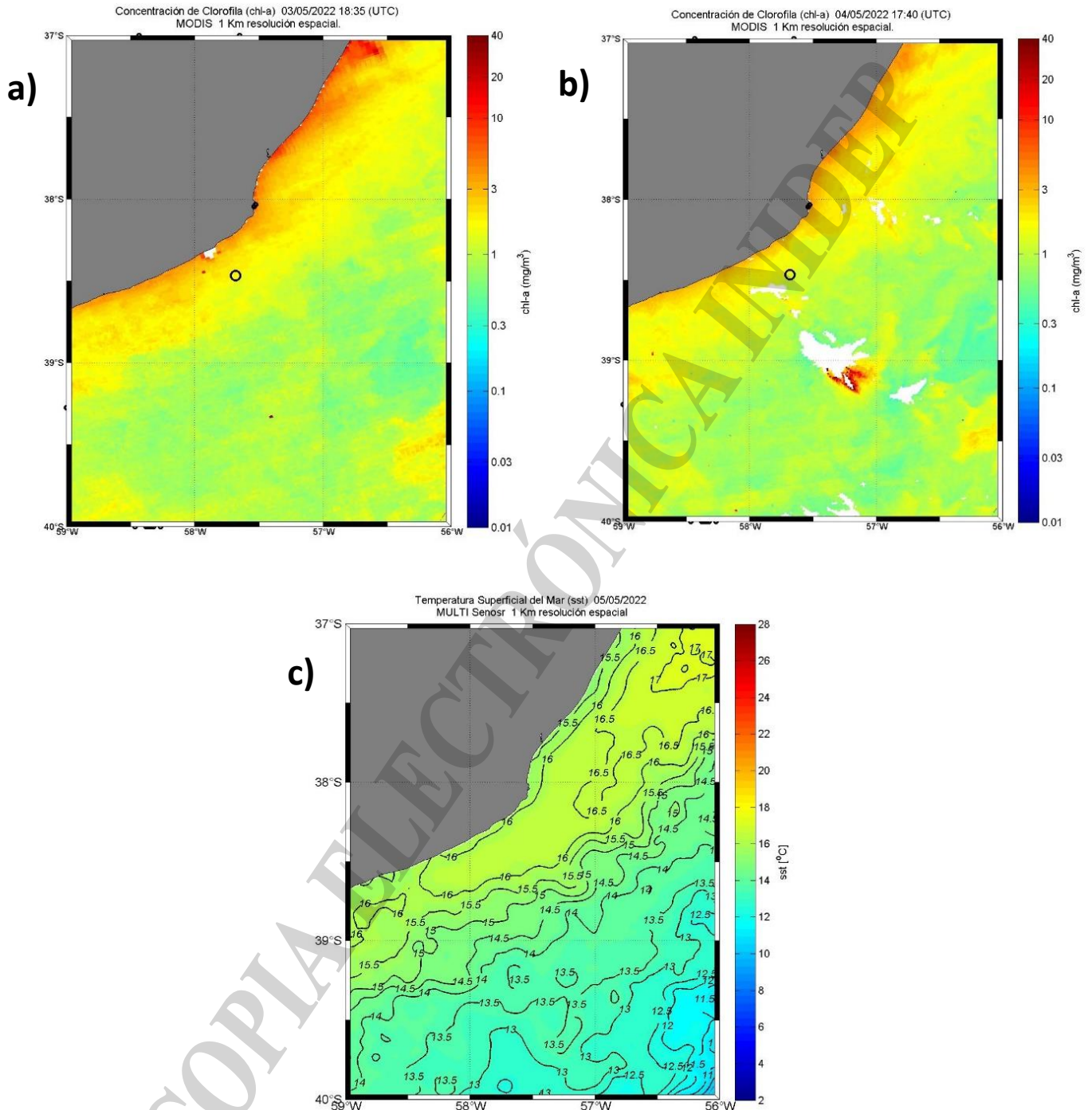


Figura 2. Imágenes satelitales (a y b) de la concentración de Clorofila a [OBPG²] correspondientes a los días 3 y 4/05/2022, respectivamente. El círculo (negro) indica la estación permanente de estudios ambientales (EPEA) donde se realizaron los muestreos. La imagen (c) corresponde a la distribución de la temperatura superficial del mar para el 05/05/2022.



¹ MUR: Multi-scale Ultra-high Resolution. JPL MUR MEaSUREs Project. 2015. GHRSSST Level 4 MUR Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis. Ver. 4.1. PO.DAAC, CA, USA.

² OBPB: Ocean Biology Processing Group. <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>. Aqua MODIS Level 2. Procesado por el Programa de Sensoramiento Remoto de INIDEP. Descargado el 04/05/2022.

Muestreo en navegación

a. Medición de irradiancia PAR incidente (LICOR) [A cargo de V. Segura y personal de Operaciones del INIDEP]

Se instaló por primera vez en el BIPO Mar Argentino en la parte alta de la cubierta sobre el puente del barco, un radiómetro de coseno que registró en forma continua la irradiancia PAR incidente (Figura 2). Estas estimaciones son un insumo clave en el modelado de la producción primaria; aunque en esta oportunidad no se llevó a cabo una experiencia de producción, era importante probar la instalación de este sensor.

b. Estación meteorológica automática a bordo

La estación meteorológica automática a bordo, consta de un *data logger* compacto modelo CR310; un anemómetro bi-dimensional modelo WindSonic4-L; un sensor digital de temperatura y humedad relativa modelo HygroVUE10 (con su respectiva coraza de protección modelo RAD10E); un sensor de presión barométrica modelo CS100 (coraza de protección modelo ENC100); todo esto marca Campbell Scientific; y un piranómetro modelo CMP3-L (Clase C), marca Kipp & Zonen. La frecuencia de datación para todas las variables es de 1 minuto, exceptuando la presión barométrica, la cual es de 10 minutos.

Muestreo en estación

Antes de llegar a la EPEA, a 1,5 millas del punto se iniciaron las actividades de las redes Mini-bongo y Bongo a las 10:38 hs, con el fin de optimizar los tiempos y la escasa disponibilidad de personal científico técnico. Luego una vez en el punto de muestreo, a las 12:43 horas, aproximadamente, se iniciaron las mediciones de luz con el radiómetro hiperspectral. A continuación, se realizaron 2 *castings* de CTD y rosetta.

Es importante destacar que una vez terminada la maniobra de cubierta se continuó trabajando con el procesamiento, y desarrollo de análisis en laboratorio a bordo de las muestras colectadas en la estación. Cabe destacar que las actividades por parte de la Comisión de Operaciones constituyen un imprescindible apoyo en todas las maniobras de alistamiento y uso de muestreadores. [A cargo de Eduardo Aguilar].

Las variables que se colectaron en orden cronológico fueron:

1) Recolección de muestras de zoo e ictioplancton con redes Mini-bongo (67 y 200 μm) y Bongo (300 μm) para la obtención de:

-Microzooplancton, mesozooplancton, macrozooplancton y larvas de peces, en particular de *Engraulis anchoita*.



- La muestra obtenida del colector Bongo 1 A fue conservada en formol 5% posterior a la separación de larvas de *E. anchoita* a bordo. Estas larvas fueron conservadas en N2 en viales (3, n=60 individuos) hasta el arribo al laboratorio en tierra.

-La muestra obtenida del colector Bongo 1 B fue conservada en alcohol para el posterior estudio de isótopos estables.

-Las muestras obtenidas de las redes Mini-bongo 1 67 y 200 μm fueron conservadas en formol al 5% para la determinación de composición y abundancia del zooplancton.

-Las muestras obtenidas de las redes Mini-bongo 2 67 y 200 μm fueron conservadas juntas (ambos colectores) en alcohol al 96% para el posterior estudio de isótopos estables.

-Se realizó una Mini-bongo 3 únicamente de la malla de 67 μm que se conservó en formol al 5% dado que el flujómetro de la Mini-bongo 1 67 falló y sus valores no son confiables para la cuantificación de organismos.

2) Perfil de la radiancia ascendente ($L_u(\lambda, z)$) y de la irradiancia descendente ($E_d(\lambda, z)$) en función de la profundidad en el rango de longitud de onda de 340-800 nm, para la determinación de la penetración luminosa (Radiación Fotosintéticamente Activa – PAR) e hiper-espectral, profundidad de la capa eufótica y reflectancia, entre otras.

3) Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia *in vivo* con CTD.

4) Recolección de muestras de agua con botellas Niskin a diferentes profundidades de interés (a demanda de las actividades planificadas a bordo), con el fin de analizar:

- a. oxígeno disuelto
- b. pH del agua de mar
- c. alcalinidad Total
- d. nutrientes
- e. salinidad
- f. clorofila a Total
- g. clorofila a < 5 μm
- h. absorción del material particulado
- i. abundancia, biomasa y diversidad de bacterias
- j. microplásticos en agua
- k. comunidad del fitoplancton (cuali-cuantitativo)
- l. pigmentos del fitoplancton
- m. isótopos

5) Recolección de muestras de fitoplancton con red para la obtención de 25 μm de poro en forma vertical.

6) Actividad adicional [Eduardo E. Aguilar]:

Se realizó la puesta en marcha de la ecosonda científica SIMRAD EK80 en el Mar Argentino (MA) y MATRIX. No se reportaron fallas y los equipos funcionaron de manera correcta durante toda la navegación.

7) Adquisición de registros acústicos. [Eduardo E. Aguilar, Bruno V. Menna y Ariel G. Cabreira]

Se realizó una adquisición de registros acústicos de manera continua mediante una ecosonda científica SIMRAD EK-80, operando transductores de 38, 70, 120, 200 y 333 kHz en frecuencia, a una tasa de disparo de 3 pulsos por segundo. El posicionamiento de la información obtenida fue provisto por un sistema de navegación e inercial denominado Kongsberg SeaPath. De esta manera, la totalidad de los datos adquiridos tienen embebida la información de posicionamiento y de movimiento del buque.

Una vez finalizada la campaña se efectuó el resguardo en discos rígidos para su disposición final en el INIDEP.

Los datos adquiridos se procesaron preliminarmente mediante el programa MAREC-LSSS (*Large Scale Survey System*). A partir de la información recolectada se realizaron dos secciones acústicas, una en sentido Mar del Plata/EPEA y otra en sentido contrario. De esta manera, se obtuvo una visión sinóptica de la distribución espacial de peces y de la fracción planctónica detectable presente en el área prospectada durante esta época del año.



Figura 3. Sección acústica obtenida durante las transectas realizadas desde el puerto de Mar del Plata hacia la EPEA y desde la EPEA hacia Mar del Plata (Arriba 38 kHz, abajo 200 kHz).

Datos obtenidos

Métodos utilizados para las diversas actividades y responsables a bordo

a. *Perfil de temperatura, salinidad, Fluorescencia y Oxígeno disuelto in vivo* – [Christian J. Tolaba]



Para la descripción del perfil de temperatura, salinidad, fluorescencia y oxígeno disuelto se montó el sistema compuesto por una miniroseta marca Sea-Bird modelo SBE55N° de serie 5551964-0064 con capacidad para disparar de forma remota hasta seis (6) botellas Niskin de 4 litros cada una y el CTD SBE 25 marca Sea-Bird, modelo SBE 25 N° de serie 2542135-0412 dispuesto en forma vertical en la parte lateral de la roseta.

El CTD, se configuró con sensores de temperatura y conductividad con su respectiva bomba para obtener un flujo de circulación constante de agua, registrando datos con una frecuencia de muestreo de 8 datos por segundo y visualización de datos en modo real time. Además, se instaló un sensor de oxígeno SBE 43 y un sensor auxiliar de fluorometría, Seapoint configurado en escala 15ug/l.

A fin de garantizar la comunicación entre el software de adquisición y el disparo de las botellas a través de toda la longitud del cable conductor, se utilizó una unidad de cubierta marca Sea-Bird modelo 33.

Debido a la demanda de muestras de agua, se realizaron dos estaciones de CTD y se tomaron muestras con profundidades de cierre de la botella Niskin correspondientes con la máxima profundidad del CTD y otras profundidades (5,12 y 47 metros). Las muestras para corrección de salinidad se almacenaron en botellas de vidrio de 250 cm³ con tapa y contratapa, previo a la recolección de la muestra, los envases y las contratapas se enjuagaron con agua de mar de la muestra unas tres veces antes de ser llenadas, y las tapas de las botellas se sellaron con cinta aisladora para minimizar la evaporación durante el transporte y almacenamiento. Los perfiles se procesaron con las rutinas SeaBird adecuadas para obtener registros discretos cada 1db y derivar el valor de densidad (Figura 4a).

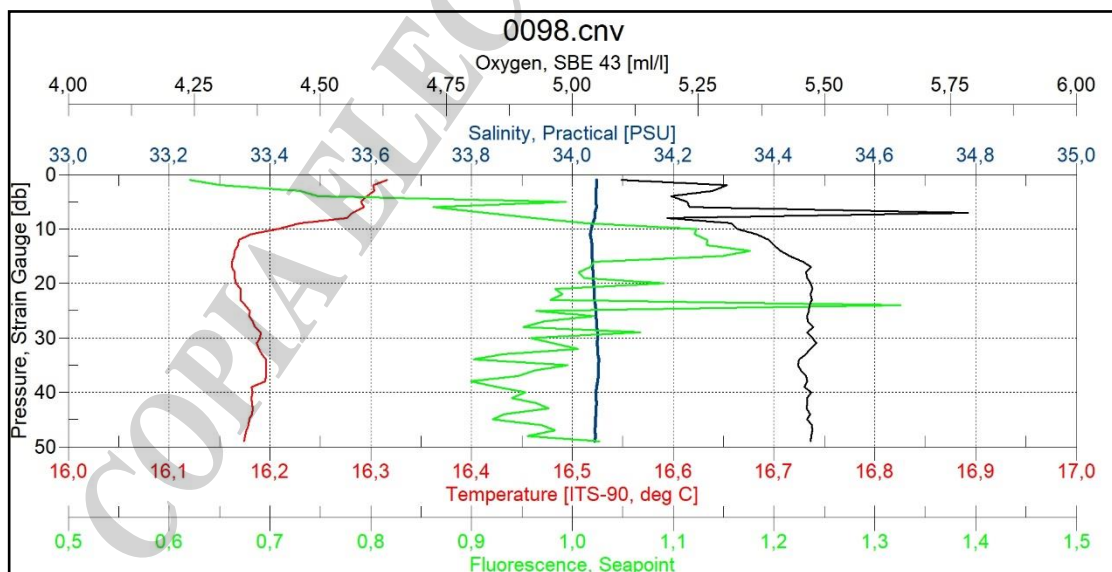


Figura 4a. Perfil de temperatura (°C), salinidad (PSU), fluorescencia y oxígeno disuelto en la estación EPEA (38° 27.93' S, 57° 41.05' W),



Figura 4b. Operación de la mini roseta-CTD, con las botellas Niskin utilizada para el muestreo de agua.

b. *Radiometría (Perfil de luz)* – [Lucrecia Allega-Eduardo Aguilar]

Para registrar los niveles de luz en la columna de agua y poder ubicar la profundidad de la capa eufótica (1% de la luz que llega a la superficie), se registraron los valores de irradiancia con un radiómetro hiper-espectral Satlantic HyperPro II. El mismo permite obtener mediciones de la radiancia ascendente (L_u) y de la irradiancia descendente (E_d) de forma hiper-espectral, es decir, en todas las longitudes de onda entre el ultravioleta y el infrarrojo en la columna de agua en coincidencia con la irradiancia incidente en la superficie (E_s). Esto permite estimar la radiancia integrada en la región visible del espectro electromagnético (PAR: radiación fotosintéticamente activa). La maniobra es manual, la cual demanda la participación de varias personas operando en cubierta, una en la PC y la comunicación constante con el Puente, ya que requiere posicionar el buque con proa al viento. La maniobra se realizó por primera vez en el buque MA en la cubierta de proa. El equipo se sumergió hasta los 35 m de profundidad.

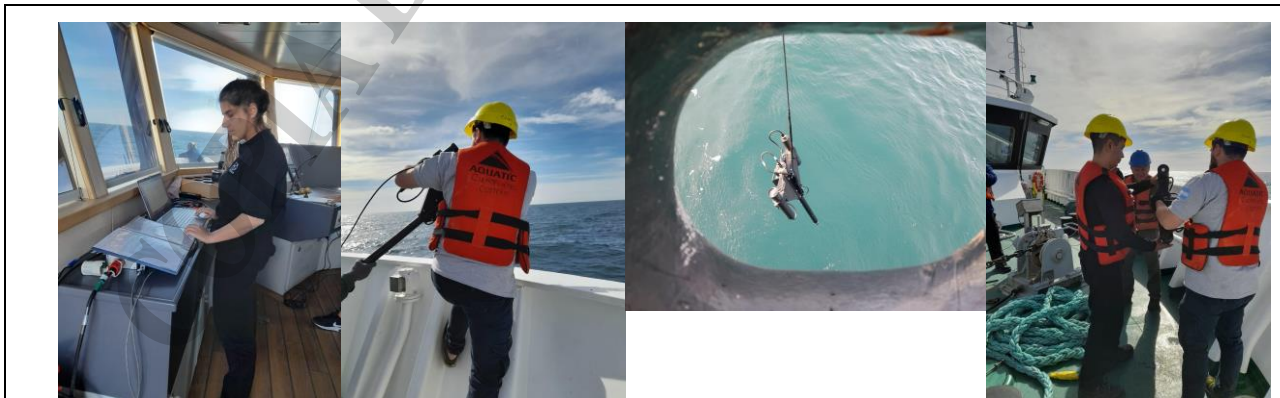


Figura 5. Imágenes de la maniobra del despliegue del radiómetro hiper-espectral.



Material obtenido

Obtención de muestras de plancton con redes.

Fitoplancton – [Ricardo Silva]

En la estación se realizó un barrido vertical con una red bicónica de 25 μm de malla, desde algunos metros por debajo de la capa eufótica hasta la superficie.

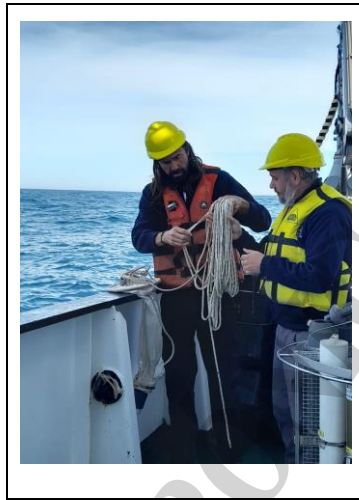


Figura 6. Imagen de recolecta de la muestra de red de fitoplancton.

Zooplancton e Ictioplancton – [Marina Do Souto, Eduardo Aguilar y Christian J.

Tolaba].

Se tomaron muestras de plancton (micro, meso y macrozooplancton) en la EPEA. Para ello, se utilizaron las siguientes redes: una Bongo, equipada con malla de 300 μm y un flujómetro en el colector A, una Minibongo, con mallas de 67 μm y 200 μm (ambas con flujómetro).

Mini-bongo

Se realizaron tres muestreos con la red Mini-bongo (Mini-bongo 1, Mini-bongo 2 y Mini-bongo 3), En el caso de las muestras obtenidas de cada malla (67 y 200 μm) de la Mini-bongo1 y Mini-bongo 3 (67 μm) fueron fijadas en formol al 5% en agua de mar para ser observadas posteriormente bajo lupa binocular en los laboratorios del INIDEP. El contenido de la Mini-bongo 2 (mallas de 67 y 200 μm conjuntamente) fue fijado en etanol al 96%, para un posterior estudio de tramas tróficas mediante la determinación de isótopos estables de C y N.



Bongo

Se realizó 1 muestreo con red Bongo. Las muestras obtenidas del colector A fueron fijadas en formol al 5% en agua de mar para ser observadas posteriormente bajo lupa binocular en los laboratorios del INIDEP. Previo a la fijación, fueron retiradas unas 60 larvas de *Engraulis anchoita* y conservadas en 3 viales con 20 organismos cada uno en N2. Las muestras obtenidas del colector B fueron filtradas y fijadas en etanol al 96%.

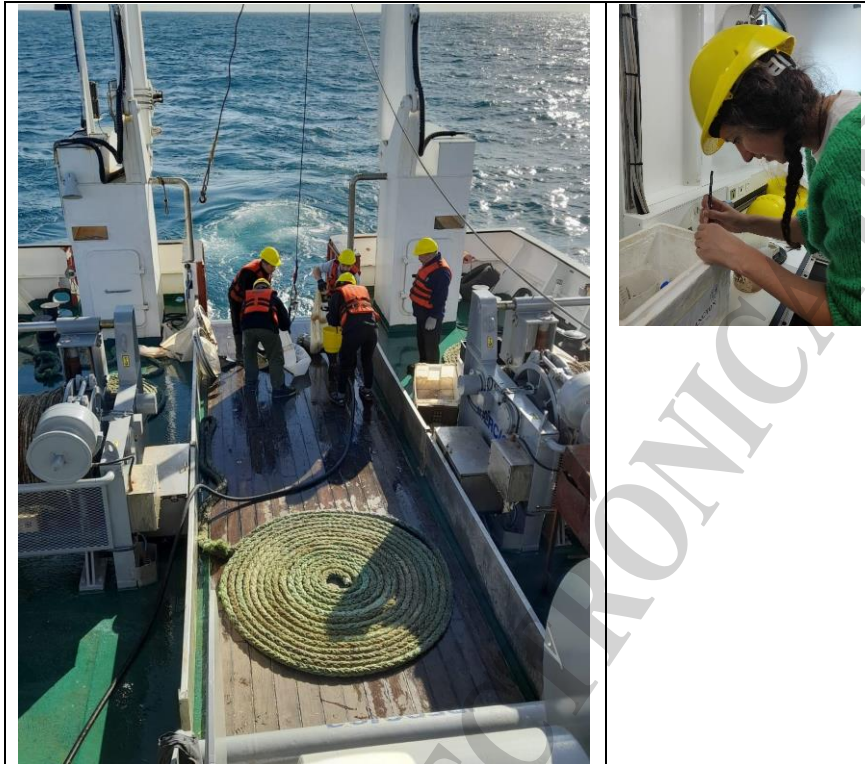


Figura 7. Imágenes de la maniobra del uso de las redes para colecta de zoo e ictioplancton.

Obtención de muestras de agua de diferentes profundidades

Para coleccionar las muestras de agua a las profundidades seleccionadas se utilizaron botellas tipo “Niskin” de 4 litros de capacidad, colocadas en una mini rosetta. El agua colectada se utilizó para las determinaciones detalladas a continuación:

a) *Obtención de muestras de agua de diferentes profundidades para análisis del sistema de los carbonatos (pH y alcalinidad total) y oxígeno disuelto [Lucia Epherra]*

El muestreo para determinación de **pH** se realizó en el primer casting del CTD, colectando muestras en 3 profundidades diferentes. Las muestras de agua de mar fueron colectadas en duplicado o triplicado directamente de botellas Niskin, en celdas de cuarzo de longitud óptica de 10 cm.



La determinación del pH del agua de mar, en la escala de pH de la concentración total de iones hidrógeno, fue realizada a bordo bajo el procedimiento desarrollado por Clayton y Byrne (1993), tal como lo descrito en el procedimiento estándar de operación 6b (SOP6b, por sus siglas en inglés) de la “Guía de Buenas Prácticas en Mediciones Oceánicas de CO₂” (Dickson et al., 2007) y como fue descrito en el Informe de Ases. y Transf. INIDEP 86/2020 (Berghoff, 2020). El equipamiento fue montado en el espacio de vestuario de los tripulantes (ver contingencias) y se utilizó un baño termorregulador, para que las determinaciones fueran realizadas a 25 ± 0.1 °C (Figura 8). La concentración total de iones hidrógeno en micromoles por kilogramo de agua de mar, será calculada a partir de la información registrada de absorbancias (con y sin el indicador), la temperatura de la celda y los valores de temperatura, presión y salinidad del registro CTD, una vez que estos últimos se encuentren procesados y con control de calidad.

Las muestras de agua de mar para determinación de la **alcalinidad total** fueron colectadas en 3 profundidades diferentes, directamente de las botellas Niskin en botellas de borosilicato de 0,5 l, según las indicaciones del procedimiento SOP1 (Dickson et al., 2007). Las muestras fueron inmediatamente fijadas con 100 µl de Cloruro de Mercurio saturado y preservadas en cajones plásticos con espuma de poliestireno y almacenadas en cámara fría hasta su posterior análisis en laboratorio en tierra bajo el método potenciométrico en celda abierta según las indicaciones del procedimiento SOP3b (Dickson et al., 2007), tal como lo descrito en el Informe de Procedimientos Operacionales INIDEP 01/2021 (Berghoff et al., 2021).

Las muestras de agua de mar para la determinación de la concentración de **oxígeno disuelto** fueron colectadas en 3 profundidades diferentes, directamente de las botellas Niskin en botellas “BOD” de borosilicato de 330 ml y fueron inmediatamente fijadas con 1 ml de sulfato de manganeso y 1 ml de solución alcalina de iodo. Hasta el momento de la determinación, las muestras se preservaron en oscuridad en un cajón de poliestireno expandido a temperatura ambiente de laboratorio. La determinación será realizada en tierra, empleando el método de Winkler tal como lo descrito por Strickland y Parsons (1972).

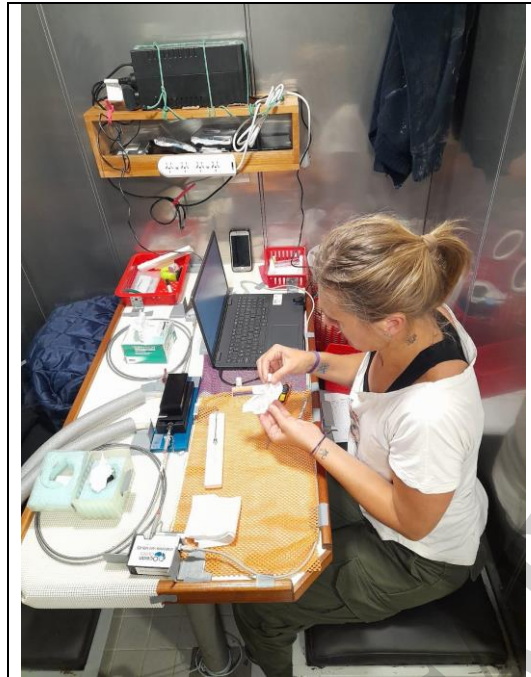


Figura 8. Determinación a bordo de pH utilizando un espectrofotómetro de campo.

b) Absorción del material particulado (fitoplancton y detrito) – [Valeria Segura-Lucrecia Allega]

Muestras de agua de mar fueron inmediatamente filtradas a bordo (500 ml), a baja presión y a baja intensidad de luz, sobre filtros GF/F (tamaño de poro ~ 0,7 μm). Solo se tomó duplicado a 5 m de profundidad. Los filtros fueron guardados en cápsulas plásticas (extendidos) y almacenados en nitrógeno líquido a bordo (-80° C). En tierra las muestras serán traspasadas a un ultra-freezer (-86 °C) en el laboratorio del INIDEP y para su determinación de la absorción particulada total se utilizará la técnica cuantitativa en filtro de Mitchell (1990) y el principio descrito por Kishino et al. (1985) para obtener el espectro del material no algal; por diferencia se estima la absorción del fitoplancton.

c) Nutrientes – [Valeria Segura-Ricardo Silva-Jorge Fernández]

Las muestras para análisis de nutrientes fueron colectadas en viales resistentes de 50 ml y luego almacenadas en nitrógeno líquido hasta su posterior análisis en el laboratorio del INIDEP utilizando un autoanalizador.

d) Clorofila total y correspondiente a la fracción menor a 5 μm – [Jorge Fernández-Valeria Segura - Lucrecia Allega]

Inmediatamente después de ser colectadas las muestras de agua, fueron filtradas a través de filtros de fibra de vidrio GF/F con tamaño de poro ~ 0,7 μm a baja luminosidad y utilizando baja presión (< 35 kPa). Para el análisis de la concentración de clorofila a (Cla) en la fracción de tamaño celular <5 μm la muestra de agua fue primero filtrada a través de un filtro de membrana Nuclepore de 5 μm de poro y el agua recogida en el Kitasato fue filtrada nuevamente a través de un filtro de fibra de vidrio GF/F.



Todas las muestras fueron secadas y conservadas en nitrógeno líquido. La determinación de clorofila a se realizará en el laboratorio con un espectrofluorómetro utilizando el método fluorométrico de Holm-Hansen et al. (1965) modificado según Lutz et al. (2010).

f) Pigmentos por HPLC – [Lucrecia Allega- Valeria Segura]

Se filtró un volumen variable de agua (aproximadamente 2,0 litros) de acuerdo a la concentración de material, a través de filtros de fibra de vidrio de 47 mm de diámetro y tamaño de poro 0,7 μm (Whatman GF/F) a 5 m de profundidad. El filtro fue secado y se conservado en nitrógeno líquido hasta su posterior análisis en el laboratorio por cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

g) Abundancia, Biomasa (BBIO) y diversidad (BDIV) del bacterioplancton – [Marina Do Souto, y Ricardo Silva]

Para la estimación de la abundancia y biomasa del bacterioplancton se tomaron 50 ml de agua de distintas profundidades y se preservaron con formaldehído (2% V/V concentración final) en heladera. Las muestras serán analizadas en tierra en el Gabinete Genética Molecular y Microbiología.

h) Muestras de microplásticos [Marina Do Souto]

Se tomaron muestras de agua (1 l) a dos profundidades: a 5 m de la superficie y cerca del fondo. El agua fue almacenada en botellas de vidrio, previamente enjuagadas, y se agregaron 2 ml de formol para su conservación a temperatura ambiente.

i) Isótopos Estables en muestras de agua [Marina Do Souto]

Se tomó una muestra de agua superficial, con un balde, y se almacenó en un bidón de 5 litros, que fue conservado en la heladera para su posterior filtrado en tierra.

j) Fitoplancton cuali-cuantitativo [Ricardo Silva]

Un total de 250 ml de cada profundidad seleccionada fueron preservados con formaldehído para análisis cuali-cuantitativo de fitoplancton por el método de sedimentación con microscopio invertido; y 2 ml (prefiltrados por malla de 5 μm) preservados con paraformaldehído y almacenados en heladera hasta su posterior estudio en el laboratorio.

k) Salinidad [Christian J. Tolaba]

Con el fin de corregir la señal de salinidad de CTD, se tomaron muestras de agua correspondientes a la mayor y menor profundidad de muestreo en botellas de vidrio de 250 cm^3 . Éstas muestras serán analizadas posteriormente en el Gabinete de Oceanografía para la determinación de la salinidad utilizando un salinómetro (Autosal Guidline 8400B).

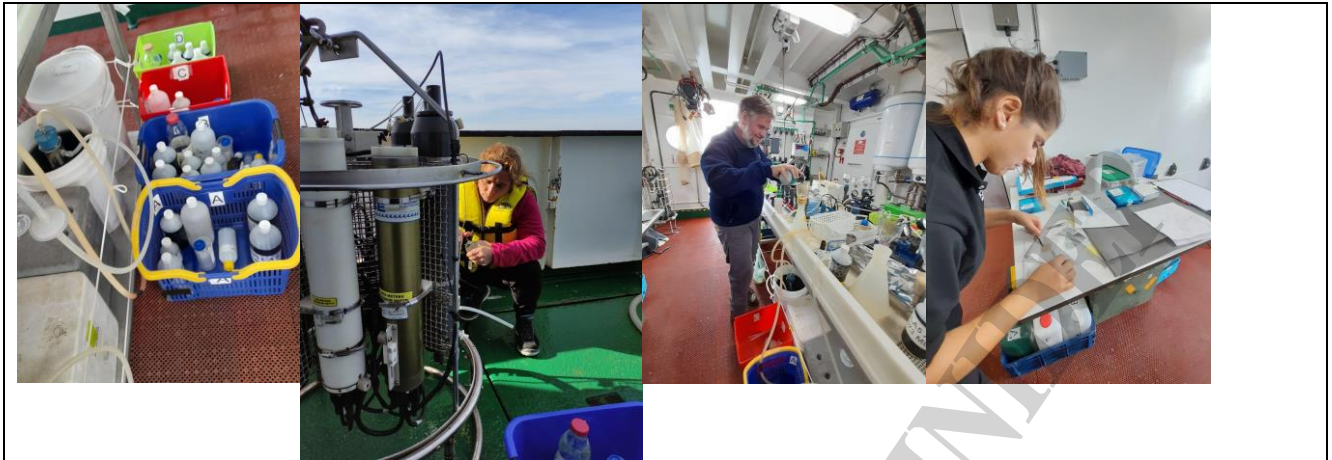

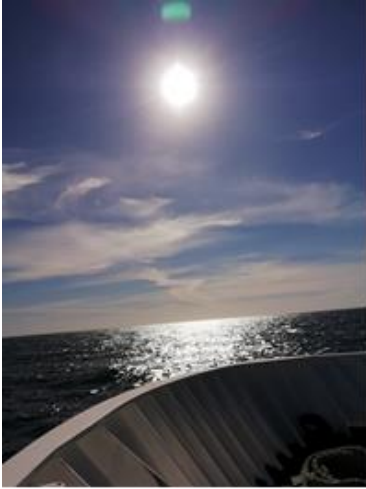


Figura 9. Imagen del personal científico-técnico colectando y filtrando las distintas variables bio-ópticas en el laboratorio húmedo del BIPO MA.

Resultados preliminares

Perfiles radiométricos

Se muestran los gráficos de la radiación fotosintética disponible y temperatura en la columna de agua en la EPEA (Figura 10). Se estimó la profundidad de la capa eufótica en 29 m. El radiómetro cuenta además con sensores auxiliares (temperatura, presión, conductividad, angulación) equivalentes a los de un CTD.

EPEA	
Color del Mar	Estado del Cielo
	
Temperatura	ED

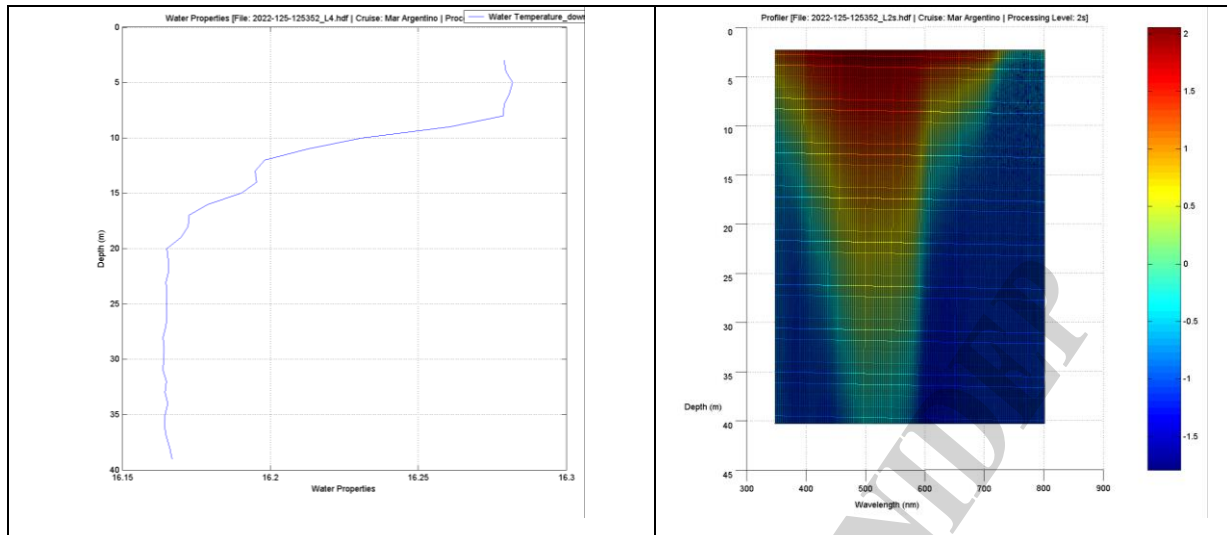


Figura 10. Perfil de la temperatura y de la irradiancia descendente (según las longitudes de onda) en función de la profundidad.

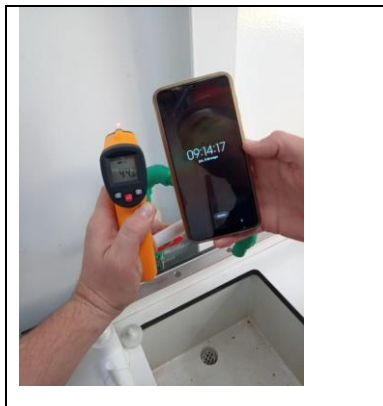
Evaluación operativa de la Campaña

Contingencias – Recomendaciones:

Contingencias

-El laboratorio seco multipropósito no pudo utilizarse en esta oportunidad, dado que la cañería que condesaba agua en campañas anteriores, fue recubierta por carpintería y se hallaba en proceso de secado. En su lugar se utilizó gracias a la amabilidad y buena disposición del personal embarcado el espacio de vestuario de los tripulantes como laboratorio para poder realizar los análisis del sistema de los carbonatos (pH y alcalinidad total) (Fig. 8).

-El laboratorio seco multipropósito, carece de aislamiento al exterior; si bien consta de un sistema de ventilación forzada, la temperatura en su interior fue muy alta durante la mañana por efecto de la radiación solar sobre la banda de babor, llegando a 44 °C (Fig. 11). Esta situación compromete seriamente los análisis o el trabajo en ese laboratorio con muestras delicadas; que requiere el mantener reguladas la temperatura de trabajo no superior a 25 °C y, a su vez, pone en riesgo el adecuado funcionamiento de la electrónica de equipos delicados.



Recomendaciones

- 1) Colocar aislamiento adecuado en el laboratorio seco multipropósito y colocar allí un aire acondicionado para mantener regulada su temperatura, ya que el análisis de pH, variable delicada que allí se realiza, requiere no superar los 25° C.
- 2) Colocar sistemas de trincado vertical en los mamparos del laboratorio seco multipropósito con el fin de asegurar el equipamiento y cajones de equipamiento y de este modo optimizar el lugar de trincado, a la vez que evitará roturas de material y accidentes, al dejar paso libre en el piso del laboratorio.
- 3) Colocar alguna protección o realizar una modificación a la mesada rebatible blanca, ubicada en el área de la planta que tiene bordes afilados que podrían lastimar al personal debido al poco espacio que hay para circular. Tal vez sería conveniente redondear dichos bordes para evitar accidentes.
- 4) Realizar agujeros en la mesada rebatible blanca, ubicada en el área de la planta para pasar cabos o agregar algún sistema adecuado para poder trincar los equipos de filtración; así como algún sistema para trincar material debajo de la mesa.
- 5) Agregar a la mesada central de la planta algún sistema de ganchos o perforaciones que permita amarrar adecuadamente los equipos de filtración.
- 6) Agregar algún tipo de plataforma que permita acceder de un modo fácil y seguro a la borda de la proa para poder realizar las mediciones de luz con el radiómetro hiper-espectral.
- 7) Agregar una base adecuada en algún mástil, lejos de cualquier sombra del barco, para instalar el radiómetro PAR en la cubierta superior al puente.
- 8) En caso de no contar con la mini rosetta, colocar calzos un poco más altos para sostener a las botellas Niskin, para facilitar su manipulación y evitar comprometer la colecta de muestras de variables delicadas.
- 9) Contar con la posibilidad de carga y descarga del material delicado entre el muelle y el buque, directamente.



Agradecimientos

Quiero expresar mi mayor agradecimiento, en nombre de todos los participantes de la campaña MA2022-05, hacia el capitán Jorge Daniel Tribbia y a su tripulación por su buena predisposición y por su trabajo tan profesional para realizar la campaña EPEA II. Además, en esta ocasión quiero agradecer a todos los tripulantes de los otros barcos del INIDEP (V. Angelescu y E. Holmberg) por la importante colaboración prestada en el momento de cargar todo el material de la campaña en tercera andana. También, quiero agradecer al Gabinete de Hidroacústica por su muy buena predisposición y colaboración con nuestro Programa DiPlaMCC, al Gabinete de Oceanografía Física, en especial a Alvaro Cubiella en esta ocasión por su diligente y eficiente trabajo en el alistamiento previo de la mina rosetta. A Héctor, Facundo y Eduardo y Martín Bertelo de la comisión de Operaciones por sus trabajos previos de instalación de sensor PAR, por la puesta en el mar de los distintos y sofisticados instrumentos utilizados (radiómetro hiper-espectral, CTD, Redes, etc.). Todo lo mencionado previamente fue crucial para lograr llevar a cabo con éxito todas las mediciones y actividades previstas.

Bibliografía

- Berghoff, C.F. (2020). Procedimiento de determinación espectrofotométrica del pH de agua de mar con púrpura de meta-cresol. Informe de Asesoramiento y Transferencia INIDEP 86/2020.
- Berghoff C. F., et al., (2021). Determinación potenciométrica de alcalinidad total de agua de mar en celda abierta. Informe de Procedimientos Operacionales INIDEP 01/2021.
- Clayton, T.D. & Byrne, H. (1993). Spectrophotometric seawater pH measurements: total hydrogen ion concentration scale calibration of m-cresol purple and at-sea results. *Deep-Sea Research* 40, 2115-2129.
- Dickson A.G., et al., 2007, Guide to best practices for ocean CO₂ measurements. PICES Special Pubs. 1-191.
- Kishino, M., Takahashi, M., Okami, N., Ichimura, S., 1985. Estimation of the spectral absorption coefficients of phytoplankton in the sea. *Bulletin of Marine Science* 37, 634-642.
- Lutz V.A., Subramaniam A., Negri M.R., Silva R.I., Carreto J.I. 2006. Annual variations in biooptical properties at the "Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA)" coastal station, Argentina. *Cont. Shelf Res.* 26:1093-1112.
- Mitchell, B. G., 1990. Algorithms for Determining the Absorption Coefficient of Aquatic Particulates Using the Quantitative Filter Technique (QFT). *Ocean Optics X*, Orlando, Florida, SPIE.
- Strickland, J.D. & Parsons, T.R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis*. Mitchell (1990)



Mar del Plata, 16 de abril de 2022

Valeria Segura
Jefa Científica



INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP