

## **Serie de tiempo ecológica EPEA I-2022**

***Código: MA-2022/04***

Valeria Segura; Vivian A. Lutz; Carla F. Berghoff; Ricardo I. Silva; Do Souto Marina; Guillermina Ruiz; Horacio Domínguez, Christian J. Tolaba, Lucrecia Allega, Agustín. R. Maenza

Citar como:

Segura V; Vivian Lutz AV; Berghoff CF; Silva R I; Do Souto M; Ruiz G; Domínguez H, Tolaba,CJ, Allega L., Agustín. R. Maenza. 2022. Serie de tiempo ecológica EPEA I-2022. Inf Campaña INIDEP N° 049/22, 22 pp.





## Serie de tiempo ecológica EPEA I-2022

<sup>1</sup> Valeria Segura; <sup>1,2</sup> Vivian A. Lutz; <sup>1</sup> Carla F. Berghoff; <sup>1</sup> Ricardo I. Silva; <sup>1,2</sup> Do Souto Marina; <sup>1</sup> Guillermina Ruiz; <sup>1</sup> Horacio Domínguez, <sup>3</sup> Christian J. Tolaba, <sup>1</sup> Lucrecia Allega, <sup>1</sup> Agustín. R. Maenza

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

Buque de Investigación Pesquero Oceanográfico (BIPO) “MAR ARGENTINO”  
Código de campaña: MA-2022/04

### Resumen

Se llevó a cabo la campaña de investigación EPEA-número 1 del año 2022, y número 153 del Programa del Programa Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático (DiPlaMCC)- a bordo del buque de investigación BIPO MAR ARGENTINO el día 23 de marzo 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*, y 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 y del orgánico disuelto, 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, 23, 10.00 hs

Arribo: Mar del Plata, 23, 21.40 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).

<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Función</b>
1_ Domínguez, Horacio	INIDEP	Técnico Operaciones
2_ Christian J. Tolaba	SHN	Técnico O. Física
3_ Guillermina Ruiz	INIDEP	Investigadora Radiometría (Rad) & bio-óptica (BO)
4_ Berghoff, Carla F.	INIDEP	Investigadora Sist. Carbonatos (SC) & oxígeno disuelto (OD)
5_ Lutz, Vivian A.	CONICET/INIDEP	Investigadora 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-2022/04.

### 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 cuatro perfiles de **CTD** con un casting de botellas, a fin de coleccionar las muestras de agua necesarias y de observar la estructura física de la columna de agua (temperatura y salinidad). 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 coleccionaron 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 (Fig. 2). 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 primera vez en el buque MA en la cubierta de proa. El equipo se sumergió hasta los 35 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; Material orgánico disuelto coloreado: CDOM); así como muestras para la determinación de la concentración de clorofila-a total (CLAT) y en la fracción de fitoplancton  $< 5 \mu\text{m}$  (CLA5). También se obtuvieron lecturas de fluorimetría *in vivo* con un sensor asociado al CTD.
- **Composición pigmentaria del fitoplancton:** Se tomaron muestras de agua a dos profundidades (5 m y máximo de fluorescencia) 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  $\mu\text{m}$ ) y Mini-bongo (200 y 67  $\mu\text{m}$ ) 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*.**



Figura 2. Foto de la ubicación donde se instaló el Sensor PAR

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
CTD	4
Radiómetro	1

Variable	Muestreo con botellas Niskin
OXIG	3
pH	9
AT	3
CDOM	3
NUTR	4
ABSO	6
CLAT	4
CLA5	4
HPLC	2
FITO	7
BBIO	3
MPLAS	2
ISÓTOPOS	1

Tipo de red	Muestreo con redes de plancton
Fitoplancton	1
Mini-Bongo	2
Bongo	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.
- 3 Botellas tipo Niskin de 5 litros cada una.
- 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:*

- Pasteca contámetro para muestreo con botellas y redes de plancton
- 2 Redes Minibongo completas (equipadas con mallas de 67 y 200  $\mu\text{m}$  y 2 flujómetros)
- Red Bongo completa (equipada con dos mallas de 300  $\mu\text{m}$  y 1 flujómetro)
- Red de fitoplancton
- Red Multired completa (equipada con 3 mallas de 200  $\mu\text{m}$ )
- 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  $\text{cm}^3$  tipo BOD para colecta de muestras de agua para determinación del oxígeno disuelto y botellas de vidrio borosilicato clase A de 500  $\text{cm}^3$  para colecta de muestras de agua para determinación de Alcalinidad total.
- Material de laboratorio general (probetas, botellas, pinzas, etc.)

**Observaciones y/o mediciones realizadas**

*Observaciones previas a la zarpada, de las posibles condiciones meteorológicas y estado del mar durante la campaña (A cargo de R. A. Maenza)*

Entre las 72 hs previas a la campaña se realizó un seguimiento de las posibles condiciones meteorológicas y estados del mar durante la campaña, consultando (i) el modelo global acoplado del European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), el cual consta del modelo de ola de alta resolución HRES-WAM (High RESolution Wave Model) y el modelo atmosférico HRES; (ii) El Global Forecast System (GFS) del National Centers for Environmental Prediction (NCEP) NOAA/ National Weather Service dotado de 4 modelos/componentes (atmosférico -UFS-, oceánico -WAVEWATCH III-, suelo y hielo marino). Se consultaron los campos regionales de presión, viento a 10 m de altura, precipitación y altura significativa de olas.

*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 (Figura 3).

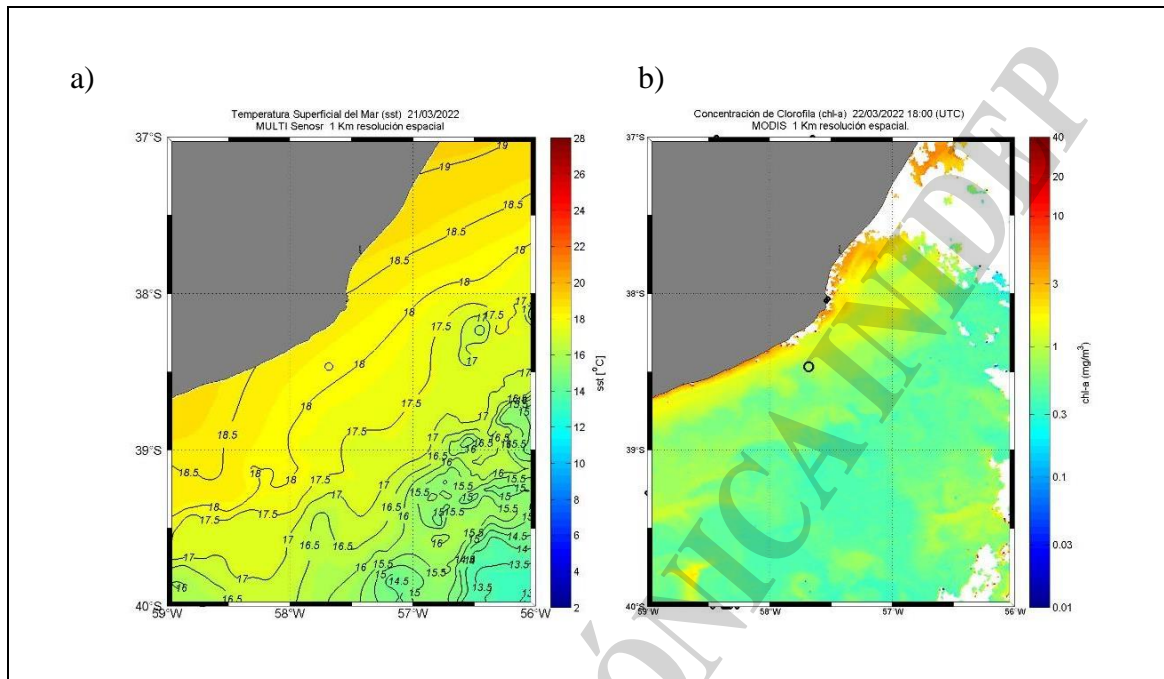


Figura 3. Imágenes satelitales de (a) la temperatura superficial del mar [MUR<sup>1</sup>] y (b) a la concentración de Clorofila a [OBPG<sup>2</sup>] correspondientes al 21 y 22/03/2022 respectivamente. El punto (negro) indica la estación permanente de estudios ambientales (EPEA) donde se realizaron los muestreos. <sup>1</sup> 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. <sup>2</sup> OBPG: Ocean Biology Processing Group. <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>. Aqua MODIS Level 2. Procesado por el Programa de Sensoramiento Remoto de INIDEP. Descargado el 23/03/2022.

### *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); todos estos 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*

Si bien todas las actividades de toma de datos y muestras en la EPEA se deben realizar en horas del mediodía con la necesidad de contar con radiación solar para las mediciones de penetración luminosa en la columna de agua, se retrasó la zarpada del BIPO Mar Argentino programada para las 8 am realizándose la misma a las 10.00 am, aproximadamente. Antes de llegar a la EPEA, a 1,5 millas del punto se iniciaron las actividades de las redes Mini-bongo y Bongo, 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 14.30 hs aproximadamente, se inició con las mediciones de luz con el radiómetro hiperespectral. A continuación, se realizaron 4 castings de CTD y botellas Niskin.

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 Horacio Domínguez].

Las variables que se colectaron en orden cronológico fueron:

1) Recolección de muestras de zoo e ictioplancton con redes Mini-bongo (67 y 200  $\mu\text{m}$ ) y Bongo (300  $\mu\text{m}$ ) 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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  fueron conservadas juntas (ambos colectores) en alcohol al 96% para el posterior estudio de isótopos estables.

-Cabe destacar que se embarcó a la presente campaña la Multired, pero no fue utilizada dado que los perfiles de temperatura obtenidos tanto por el radiómetro como por el CTD determinaron que el muestreo por niveles de profundidad no era justificado.

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 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  $< 5 \mu\text{m}$
- h. absorción del material particulado
- i. absorción del material orgánico disuelto (CDOM)
- j. abundancia, biomasa y diversidad de bacterias
- k. microplásticos en agua
- l. comunidad del fitoplancton (cuali-cuantitativo)
- m. pigmentos del fitoplancton
- n. isótopos

5) Recolección de muestras de fitoplancton con red para la obtención de  $25 \mu\text{m}$  de poro en forma vertical.

6) Muestreos adicionales:

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

## Datos obtenidos

### Métodos utilizados para las diversas actividades y responsables a bordo

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

Para la descripción del perfil de temperatura, salinidad y fluorescencia se realizaron 4 perfiles de 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. Además, se instaló un sensor auxiliar de fluorescencia *in vivo* marca SeaPoint Sensor, modelo Seapoint Chlorophyll Fluorometer S/N 2122, configurado con una ganancia de 10X ( $15\mu\text{g/l}$ ). La frecuencia del muestreo fue de 8 datos por segundo.

Los 4 perfiles (“casting”) CTD se realizaron cada uno con dos botellas muestreadoras Niskin de 5 litros a:



- Casting 1: 5 m y 45 m de profundidad
- Casting 2: 5 m y 45 m de profundidad
- Casting 3: 5 m y 25 m de profundidad
- Casting 4: 5 m y 25 m de profundidad

Los perfiles se procesaron con las rutinas SeaBird adecuadas para obtener registros discretos cada 1db y derivar el valor de densidad

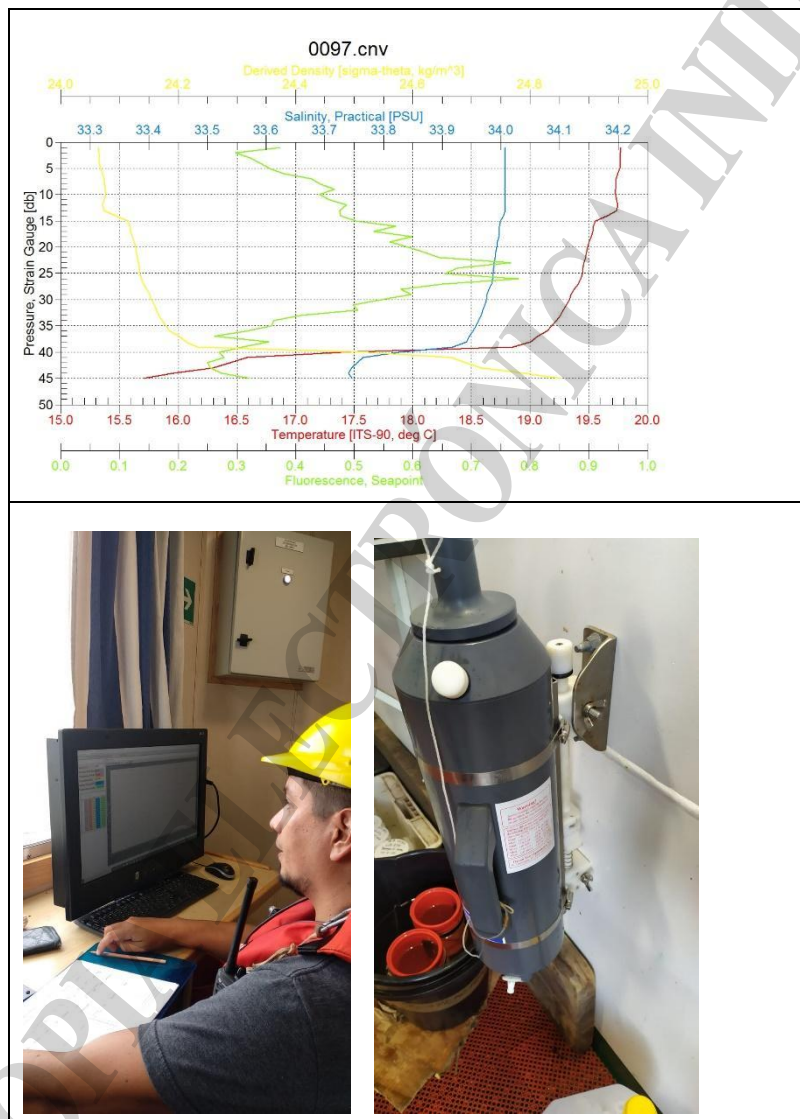


Figura 4. a) Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (PSU), y fluorescencia en la estación EPEA ( $38^{\circ} 27.93' \text{ S}$ ,  $57^{\circ} 41.05' \text{ W}$ ), b) foto del operador del CTD y c) foto de la botella Niskin utilizada para el muestreo de agua.

b. Radiometría (Perfil de luz) – [Guillermina Ruiz-Vivian Lutz-Horacio Domínguez]

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 (Lu) y de la irradiancia descendente (Ed) 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 (Es). 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.

Si bien en esta ocasión la maniobra se logró llevar a cabo fue por la circunstancia especial que el operador (Horacio Domínguez) es una persona de elevada estatura; de lo contrario hubiera sido imposible asomar por sobre la borda para poder colocar con seguridad el equipo en el agua (ver comentario de recomendaciones al final del Informe).

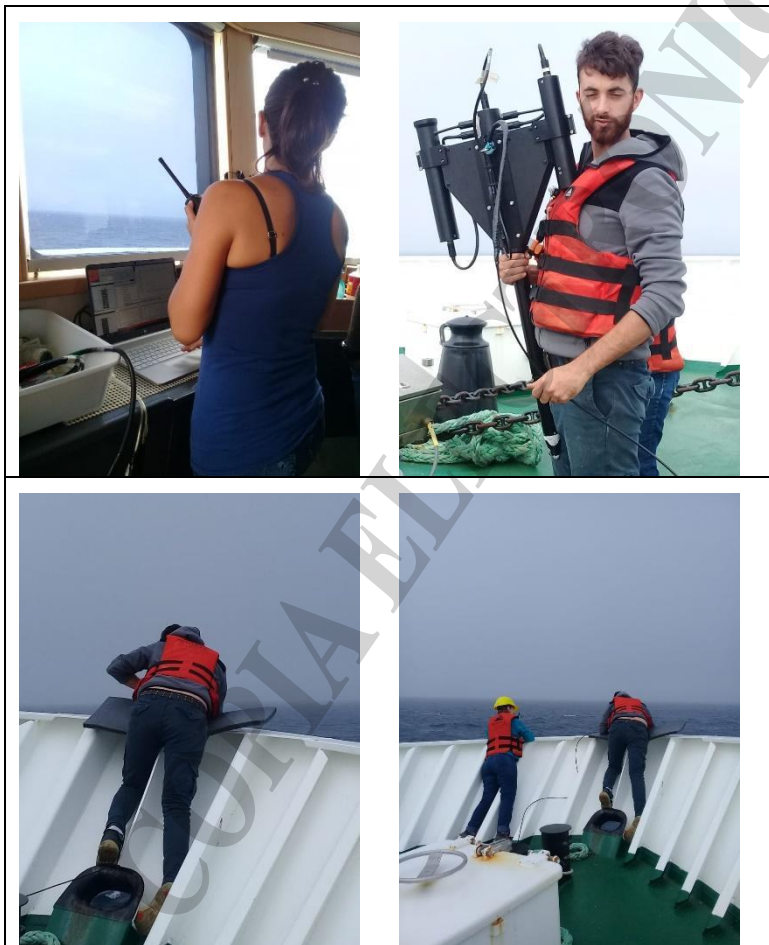


Figura 5. Imágenes de la maniobra del despliegue del radiómetro hiper-espectral.



## 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  $\mu\text{m}$  de malla, desde algunos metros por debajo de la capa eufótica hasta la superficie.

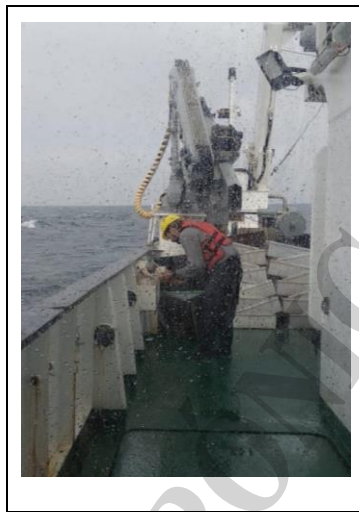


Figura 6. Imagen de recolecta de la muestra de red de fitoplancton.

#### *Zooplancton e Ictioplancton* – [Marina Do Souto, Horacio Domínguez 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  $\mu\text{m}$  y un flujómetro en el colector A, una Minibongo, con mallas de 67  $\mu\text{m}$  y 200  $\mu\text{m}$  (ambas con flujómetro).

#### Mini-bongo

Se realizaron dos muestreos con la red Mini-bongo (Mini-bongo 1 y Mini-bongo 2), En el caso de las muestras obtenidas de cada malla (67 y 200  $\mu\text{m}$ ) de la Minibongo-1 fueron fijadas en formol al 5% en agua de mar para ser observadas posteriormente bajo lupa binocular en los laboratorios del INIDEP. Se realizó una segunda Minibongo y su contenido (mallas de 67 y 200  $\mu\text{m}$  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 N<sub>2</sub>. Las muestras obtenidas del colector B fueron filtradas y fijadas en etanol al 96%.

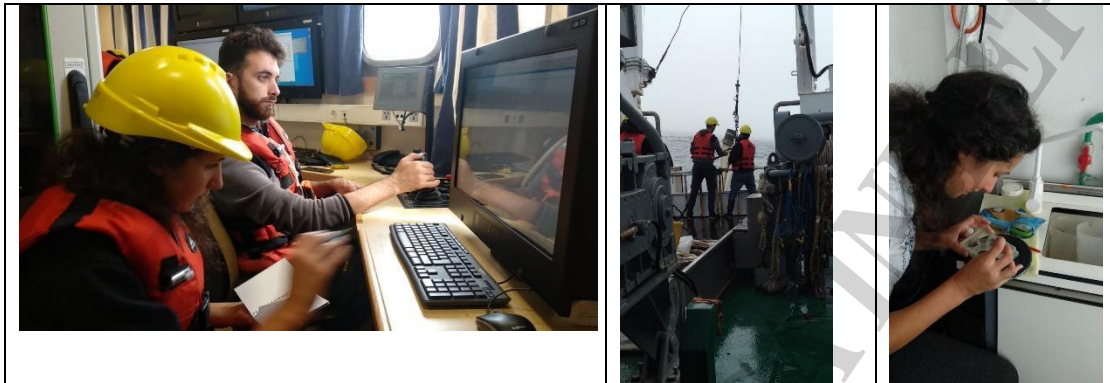


Figura 7. Imágenes de la maniobra del uso de las redes para colecta de zoo e ictioplancton..

### *Obtención de muestras de agua de diferentes profundidades*

Para coleccionar las muestras de agua a las profundidades seleccionadas se utilizaron botellas tipo “Niskin” de 5 litros de capacidad, colocadas de a pares en cada uno de los 4 castings realizados.

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 [Carla F. Berghoff]*

El muestreo para determinación de **pH** se realizó en todos los castings 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. En algunas profundidades seleccionadas las muestras fueron colectadas por triplicado en botellas de borosilicato de 100 ml y luego al momento de la determinación fueron trasvasadas a las celdas de cuarzo.

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 CO<sub>2</sub>” (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 laboratorio seco multipropósito y se utilizó un baño termorregulador, para que las determinaciones fueran realizadas a  $25 \pm 0.1$  °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  $\mu$ l 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).

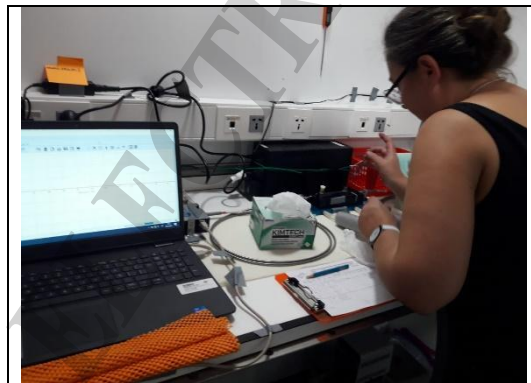


Figura 8. Determinación a bordo de pH utilizando un espectrofotómetro de campo.

*b) Absorción del material particulado (fitoplancton y detrito) – [Vivian Lutz]*

Muestras de agua de mar en duplicado fueron inmediatamente filtradas a bordo (entre 300 y 500 ml), a baja presión y a baja intensidad de luz, sobre filtros GF/F (tamaño de poro  $\sim 0,7 \mu\text{m}$ ). Los filtros fueron guardados en cápsulas plásticas (extendidos) y almacenados en nitrógeno líquido a bordo ( $-80^\circ \text{C}$ ). En tierra las muestras serán traspasadas a un ultra-freezer ( $-86^\circ \text{C}$ ) 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) *Absorción del material orgánico disuelto coloreado (CDOM)* - [Guillermina Ruiz]

Se colectaron muestras de agua de mar en distintas profundidades de muestreo en botellas de vidrio ultra-limpias directamente de las botellas Niskin. Fueron conservadas en heladera a bordo y en cámara fría en tierra hasta su posterior análisis.

d) *Nutrientes* – [Guillermina Ruiz]

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.

e) *Clorofila total y correspondiente a la fracción menor a 5  $\mu\text{m}$*  – [Valeria Segura - Guillermina Ruiz]

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  $\sim 0,7 \mu\text{m}$  a baja luminosidad y utilizando baja presión ( $< 35 \text{ kPa}$ ). Para el análisis de la concentración de clorofila a (Cla) en la fracción de tamaño celular  $< 5 \mu\text{m}$  (Cla $<5\mu\text{m}$ ) la muestra de agua fue primero filtrada a través de un filtro de membrana Nuclepore de  $5 \mu\text{m}$  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* – [Guillermina Ruiz]

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  $0,7 \mu\text{m}$  (Whatman GF/F). Los filtros se secaron y se conservaron en nitrógeno líquido hasta su posterior análisis en el laboratorio por cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

g) *Abundancia y Biomasa del bacterioplancton (BBIO)*– [Marina Do Souto, Vivian Lutz 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  $5\mu\text{m}$ ) 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  $250\text{ cm}^3$ . Éstas muestras serán analizadas posteriormente en el Gabinete de Oceanografía para la determinación de la salinidad utilizando un salinómetro (Autosal Guidline 8400B).

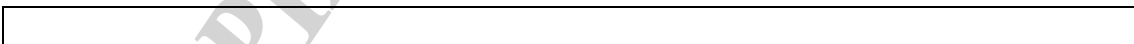


Figura 9. Imagen del personal científico-técnico filtrando las distintas variables bio-ópticas en el laboratorio húmedo del BIPO MA.

### **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.



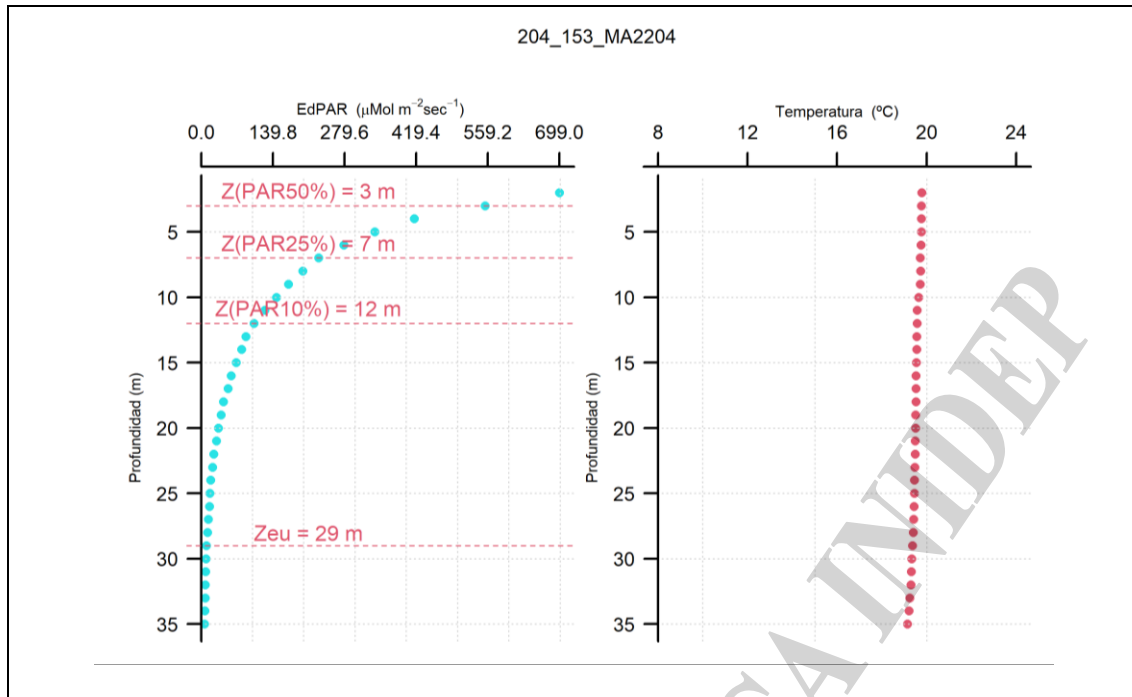


Figura 10. Perfil de la radiación fotosintética disponible (PAR) y de la temperatura en función de la profundidad.

## Evaluación operativa de la Campaña

### Contingencias – Recomendaciones:

#### Contingencias

-Se tuvo que realizar el adujamiento del cable del guinche de popa luego de realizadas las redes mini bongo y bongo.

-El laboratorio seco multipropósito posee una cañería que recorre el techo para conectar con el sistema de refrigeración de la cámara fría contigua y que condensa agua, la cual en primer lugar derrama por las paredes hacia los enchufes y también cae directamente sobre la mesada de trabajo donde se instaló equipamiento delicado. Para resolver dicha contingencia, personal de la Comisión de Operaciones improvisó un techo de lona para evitar que la misma cayera sobre los equipos de trabajo y las muestras colectadas.

-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 ( $28,5^{\circ}\text{C}$ ). Esta situación compromete seriamente los análisis; que requiere el mantener reguladas las muestras colectadas para trabajar a  $25^{\circ}\text{C}$  y a su vez pone en riesgo el adecuado funcionamiento de la electrónica de equipos delicados.

-Los perfiles verticales no contaron con sensor de oxígeno disuelto anexo, por carecer de dicho sensor a bordo. Esto impidió contar con información metro a metro de dicha variable y compararla con datos colectados en EPEA desde 2015.



### *Recomendaciones*

- 1) Colocar un aislamiento adecuado en la cañería superior que recorre el laboratorio seco multipropósito con el fin de asegurar que no condense y gotee agua sobre las muestras, computadoras, equipos delicados o los equipos de filtración.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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 bueno redondear dichos bordes para evitar accidentes.
- 5) 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.
- 6) Agregar a la mesada central de la planta algún sistema de ganchos o perforaciones que permita amarrar adecuadamente los equipos de filtración.
- 7) 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 hiperspectral.
- 8) Agregar una base adecuada en algún poste, lejos de cualquier sombra del barco, para instalar el radiómetro PAR en la cubierta superior al puente.
- 9) Colocar calzos un poco más altos para sostener a las botellas Niskin, así poder manipularlas con una mayor facilidad y evitar comprometer la colecta de muestras de variables delicadas.
- 10) Sería importante poder contar en un futuro con una roseta de botellas para facilitar la maniobra de recolecta de agua y disminuir los tiempos de maniobra.
- 11) Aprovisionar el CTD con idealmente 2 sensores o al menos un sensor de oxígeno disuelto Sea-Bird modelo SBE 43.

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mi mayor agradecimiento, en nombre de todos los participantes de la campaña MA2204, 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. También quiero agradecer en nombre del todo el grupo al responsable e integrantes de



la Comisión de Operaciones, en especial a Martín Bertelo por su diligente y eficiente trabajo tanto para el armado y alistamiento previo de los equipos usados, así como el profesional trabajo de Héctor Domínguez y Horacio Domínguez por sus trabajos previos de instalación de sistema de amarre y de sensor PAR y a este último, 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 CO<sub>2</sub> 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, 11 de abril de 2022



Valeria Segura  
Jefa Científica



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO PESQUERO

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP