

ESTACIONES OCEANOGRÁFICAS COSTERAS *IN SITU*: EPEA, EL VERIL Y G-NEO1

Antonella De Cian^{1,2}, Lucía Epherra^{1,3}, Carla Berghoff³, Ricardo Silva³, Rodrigo Hernández-Moresino^{1,2}, Elena Barbieri^{1,2}, Vivian Lutz^{3,4}
adecian@cenpat-conicet.gob.ar. Autora correspondiente.

¹Laboratorio de Oceanografía Biológica, Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR-CCT CENPAT-CONICET), Puerto Madryn, Argentina

²Instituto Patagónico del Mar, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Puerto Madryn, Argentina.

³Programa “Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Argentina.

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Mar del Plata, Argentina.

Palabras clave: Monitoreo, Acidificación, Desoxigenación

Una de las más relevantes problemáticas ambientales a nivel mundial es el exceso de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera. La emisión de dióxido de carbono (CO₂) genera un progresivo aumento de la temperatura produciendo procesos locales y globales de cambio climático, que afectan directamente a las poblaciones humanas y a los sistemas naturales tanto continentales como marinos (IPCC, 2022). Los océanos cumplen un rol fundamental al captar por medio de procesos físico y biológicos alrededor de un tercio del CO₂ producido por las emisiones antropogénicas globales (Sabine y otros, 2004). Por lo que la importancia de evaluar el rol de los océanos sobre el cambio climático global es reconocida a nivel mundial. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha proclamado el período 2021-2030 como la *Década de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible* con el fin de impulsar un programa de investigación e innovación tecnológica en Ciencias Oceánicas que movilice tanto a la comunidad científica, como la política, la empresarial y la civil. Una herramienta para abordar el estudio de los océanos son las series temporales de observaciones *in situ*, las cuales permiten conocer la variabilidad natural de los ecosistemas, detectar eventos extraordinarios y efectos antropogénicos (Ducklow y otros, 2009).

El calentamiento global y el incremento de CO₂ atmosférico generan cambios en cascada en las condiciones marinas, resultando en el incremento de la temperatura, el descenso de la concentración de oxígeno (desoxigenación) y la acidificación del océano (aumento de la presión parcial de CO₂, del carbono inorgánico disuelto y de la concentración de H⁺ en la superficie del océano con la consiguiente disminución en el pH y en las concentraciones de iones de carbonato). Por lo que estudiar en el tiempo variables relacionadas a estos procesos son esenciales. A su vez, dado que los ambientes marinos costeros presentan una gran diversidad de procesos naturales, a fin de comprender la dinámica de las variables oceanográficas del sistema, se requiere una evaluación y seguimiento estacional, continuo y sostenido en el tiempo.

El mantenimiento de una serie temporal requiere una inversión a largo plazo en personal capacitado, instituciones e infraestructura que suministre la repetición de mediciones de variables físicas, atmosféricas, biológicas y biogeoquímicas. Algunos de los grandes desafíos son la disponibilidad de financiación sostenida; el acceso a instalaciones analíticas, instrumentación y tecnología; y la falta de enfoques analíticos y muestreo estandarizados con otras series temporales, esto último dificulta la comparabilidad de observaciones entre sitios

(Benway y otros, 2019). Es por ello que el esfuerzo mancomunado de trabajar interdisciplinariamente entre grupos de investigación es necesaria. Un ejemplo de ello es la participación de tres series ecológicas de tiempo (SET) en Argentina:

-La SET *Estación Permanente de Estudios Ambientales* (EPEA), ubicada en un sector costero en la plataforma bonaerense con una profundidad aproximada de 50 metros, tiene el objetivo de comprender el funcionamiento de las comunidades planctónicas en un escenario de cambio global. Es llevada a cabo por el Programa Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático (DiPlaMCC) del INIDEP, y desde el año 2000 se han realizado más de 150 campañas. Actualmente se estudia la variabilidad temporal de la diversidad y abundancia del plancton marino en todos sus niveles tróficos (bacterioplancton, fitoplancton, zooplancton e ictioplancton), conjuntamente con variables químicas (concentración de nutrientes, sistema de los carbonatos y oxígeno disuelto), físicas (salinidad, temperatura), meteorológicas y bio-ópticas (ej. penetración de luz, concentración de clorofila, entre otras).

- La SET *El Veril*, ubicada también en la costa bonaerense, aproximadamente a 8 millas de la costa de Mar del Plata y tiene cerca de 20 metros de profundidad. Comenzó a fines de 2018, y se enmarca dentro de un proyecto de ciencia ciudadana donde participan investigadores e investigadoras del DiPlaMCC (responsables del análisis de las variables físicas, químicas y biológicas) y buzos y buzas del Centro de Actividades Submarinas Escualo (CASE) responsables de la logística de toma de muestras. Las variables analizadas en esta estación son: temperatura, salinidad, pH, alcalinidad, oxígeno disuelto, clorofila y descripción de los principales grupos del fitoplancton.

- La SET *Golfo Nuevo Estación Oceanográfica I* (G-NEO1) se encuentra ubicada en el muelle Luis Piedrabuena (Puerto Madryn, Golfo Nuevo) a 750 m del ingreso al muelle y la columna de agua presenta 16 m de profundidad durante la pleamar. Es llevada a cabo por el grupo de investigación del Laboratorio de Oceanografía Biológica (LOBio), en colaboración con la estación fija del grupo de oceanografía física de CESIMAR, con el objetivo de monitorear datos biológicos, químicos y atmosféricos. Desde 2006, se mide la temperatura de la columna de agua de forma continua (Pisoni y otros, 2017) y desde el año 2018, se realizan muestreos que recaudan información *in situ* mensual de temperatura, salinidad, la comunidad planctónica (fitoplancton y zooplancton), macronutrientes (nitrato, fosfato y silicato) y polvo atmosférico. Recientemente se han incorporado las variables asociadas al sistema de los carbonatos y oxígeno disuelto.

Las estaciones EPEA y G-NEO1 forman parte de la Red de Observación Marina de largo plazo (ROMA), la cual está constituida por nueve nodos a lo largo de la costa Argentina. El objetivo general del proyecto ROMA es la generación de una red de observación marina que englobe dinámicamente a las instituciones nodo, con el propósito de estudiar y monitorear sistemáticamente y de manera coordinada el litoral atlántico de nuestro país. Por otro lado, las tres estaciones mencionadas forman parte del proyecto “A global study of productivity, deoxygenation and ocean acidification at selected sites” de la Red “Nippon Foundation-Pogo Alumni Network For Oceans” (<https://nf-pogo-alumni.org/projects/global/>), que tiene como objetivo realizar observaciones *in situ* en sitios costeros seleccionados, contribuyendo así al esfuerzo global de monitorear los niveles de acidificación y desoxigenación del océano. La participación en dichas redes ha impulsado la interacción entre investigadores e investigadoras de las estaciones de las distintas regiones con el fin de obtener información comparable entre ellas.

El objetivo del trabajo es presentar la interacción entre grupos de trabajo de las series de tiempo

costeras bonaerenses (EPEA, El Veril) y norpatagónica (G-NEO1) con el fin de llevar adelante metodologías similares que permitan obtener mediciones de calidad comparables, y realizar aportes a redes globales de colaboración científica. Se llevaron a cabo entrenamientos prácticos de toma y análisis de muestra, y procesamiento de datos para las siguientes variables: **Oxígeno Disuelto** (método colorimétrico de Winkler descrito por Strickland y Parsons, 1972), **pH total** (procedimiento espectrofotométrico desarrollado por Clayton y Byrne (1993) descrito por Dickson et al., 2007); **Alcalinidad total** (titulación potenciométrica con HCl, descrito por Dickson et al., 2007); y la **Identificación y cuantificación de fitoplancton** (método Utermöhl (descrito por Utermöhl (1931, 1958) e identificación siguiendo Tomas (1997) y Balech (1988)).

La interacción entre ambos grupos de trabajo en el contexto de las distintas redes en las que participan, además de la posibilidad de mejorar la práctica de dichas mediciones, pretende fortalecer ambas estaciones, y de este modo el desarrollo futuro de posibles líneas de colaboración en investigación.

REFERENCIAS

- Balech, E., (1988):** Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía, 1, 310.
- Benway, H. M., Lorenzoni, L., White, A. E., Fiedler, B., Levine, N. M., Nicholson, D. P., ... & Letelier, R. M., (2019):** Ocean time series observations of changing marine ecosystems: an era of integration, synthesis, and societal applications. *Frontiers in Marine Science*, 6, 393.
- Clayton, T. y Byrne, R., 1993:** Spectrophotometric seawater pH measurements: total hydrogen ion concentration scale calibration of m-cresol purple and at-sea results. *Deep Sea Research I*, 40, 2115-2129.
- Dickson, A.G., Sabine, C.L. y Christian, J.R., 2007:** Guide to best practices for ocean CO₂ measurements. PICES Special Publications.
- Ducklow, H.W., Doney, S.C., y Steinberg, D.K., 2009:** Contributions of long-term research and time-series observations to marine ecology and biogeochemistry. *Annual Review of Marine Science*, 1, 1, 279-302.
- IPCC, 2022:** Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- Pisoni, J.P., Dellatorre, F.G. y Rivas, A.L., 2017:** Temperatura del mar en la estación oceanográfica muelle Luis Piedra Buena durante el periodo 2011-2016. Informe Técnico.
- Riebesell, U., Körtzinger, A. y Oschlies, A., 2009:** Sensitivities of marine carbon fluxes to ocean change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 20602-20609. <https://doi.org/10.1073/pnas.0813291106>
- Sabine, C. L., 2004:** The Oceanic Sink for Anthropogenic CO₂. *Science*, 305, 5682, 367–371.
- Strickland, J.D.H. y Parsons, T.R., 1972:** A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
- Tomas, C.R., (1997):** Identifying Marine Phytoplankton. 1st ed. Elsevier, San Diego, CA.
- Utermöhl H., (1931):** Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. (Mit besonderer Berücksichtigung des Ultraplanktons). *Verh. Int. Ver. Theor. angew. Limnol.* vol. 5, no. 2. p. 567-596
- Utermöhl H., (1958):** Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt int. Verein. theor. angew. Limnol.* 9: 1-38