

# Spatial and temporal variability of Nutrients in the Ría de Vigo

Águeda Cabrero<sup>1</sup>, Elena Tel<sup>2</sup>, Gonzalo González-Nuevo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Español de Oceanografía (IEO). Centro Oceanográfico de Vigo

<sup>2</sup> Instituto Español de Oceanografía (IEO). Servicios Centrales.

## ABSTRACT

The Ría of Vigo (Galicia, NW Spain) is an estuary located in the northern boundary (42–43°N) of the eastern North Atlantic upwelling system. Since 1994, the Instituto Español de Oceanografía (IEO), as part of RADIALES program, has been monitoring, in a monthly basis, a hydrographic standard section composed of 4 oceanographic stations located in the inner, medium and outer part of the ría. In addition to hydrographic profiles, biogeochemical and plankton samples have been collected. The average values of the main nutrients in the study area and its inter- and intra-annual variability in relation with the oceanographic features are represented in order to establish reference and range values for the different seasons.

## INTRODUCCIÓN

La costa oeste de Galicia (NO de España), donde se encuentra situada la Ría de Vigo, es el límite norte del sistema de afloramiento costero provocado por el viento, que se extiende a lo largo del margen este del Atlántico, desde 10 a 44 °N. A las latitudes en las que se desarrolla este estudio, los vientos de plataforma siguen un patrón estacional ligado a la climatología de gran escala del Atlántico Nordeste. Durante la primavera-verano, predominan los vientos del Norte favorables al afloramiento mientras que en otoño-invierno prevalecen los vientos del Sur favorables al hundimiento [1].

Los vientos de componente norte fuerzan un transporte de Ekman en la capa superior, retirando un volumen significativo de agua que es reemplazado por agua oceánica subsuperficial más fría y rica en nutrientes, Agua Central del Atlántico Nordeste (ACNAE) [2]. Existen dos ramas de esta agua, una más ligera, cálida y salada de origen subtropical (ACNAEst) y otra más fría y menos salada que tiene un origen subpolar (ACNAEsp). Ambas afloran sobre la plataforma y en las Rías Bajas, dependiendo del periodo del año y de la intensidad y dirección de los vientos costeros.

Durante el periodo de hundimiento, el agua superficial se apila contra la costa para posteriormente hundirse. A la vez se desarrolla una corriente de agua templada, salina y con menor contenido en nutrientes sobre el talud que va hacia el polo. La Corriente Ibérica hacia el Polo (IPC) [3], confina el agua costera sobre la plataforma, impidiendo los intercambios plataforma-océano. Otro fenómeno de gran interés son las plumas de agua dulce, llamadas plumas flotantes del Oeste Ibérico (WIBP) [4], localizadas sobre la plataforma y originadas por la escorrentía continental. Sin embargo, dentro de este esquema general, la mayor variabilidad del forzamiento atmosférico tiene lugar en

forma de eventos, lo que se traduce en una compleja variabilidad a corta escala temporal [5].

Las rías interactúan fuertemente con la circulación de afloramiento/hundimiento en la plataforma y con los procesos biogeoquímicos [6]. La circulación en la Ría de Vigo es típicamente en dos capas, una de entrada de agua oceánica más densa por el fondo y otra de salida de agua menos salina y densa por superficie.

El programa RADIALES lleva recogiendo datos del Radial de Vigo desde 1994, monitorizando con frecuencia mensual el estado del medio marino y del plancton. Entre las medidas sistemáticas se recogen perfiles de CTD, concentraciones de nutrientes inorgánicos, de oxígeno disuelto y abundancia, biomasa y diversidad de bacterias, así como muestras de fito y zooplancton. Recientemente, se han incorporado también medidas del sistema del carbono como son el pH y la alcalinidad. Los datos obtenidos en estas series se emplean regularmente en el asesoramiento a diversas organizaciones y administraciones nacionales e internacionales, como el Consejo Internacional de Exploración del Mar (ICES). Desde 2014 se han ido incorporando paulatinamente a iniciativas como European Marine Data and Observations Network (EMODNET) o el International Group for Marine Ecological Time Series (IGMETS).

## MATERIAL Y MÉTODOS

La sección oceanográfica de la Ría de Vigo está formada por 4 estaciones situadas en la parte interna, media y externa de la ría. En cada estación se realiza un perfil vertical de temperatura, salinidad, fluorescencia y PAR (radiación fotosintéticamente activa) usando un CTD SBE25. Además se realizan pescas de fito- y zooplancton y se toman muestras de agua a distintas profundidades para el

análisis de nutrientes (nitrato, nitrito, amonio, fosfato y silicato). La serie completa de datos ha sido validada localmente y sometida a un exhaustivo control de calidad para detectar errores, picos y anomalías en el cierre de botellas. Este control incluye la incorporación de "flags" de calidad de acuerdo con los criterios establecidos internacionalmente [7] en el marco de los proyectos europeos SeaDataNet y EMODNET-Química que proporcionan información añadida sobre la fiabilidad de los datos. Una vez validados se han incorporado a través del Centro de Datos del IEO a la infraestructura paneuropea SeaDataNet desde la cual son accesibles.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del conjunto validado de datos (1994-2010) se han determinado los perfiles promedio de cada variable para cada estación. Estos perfiles tipo se están utilizando como referencia para el control de calidad de datos de muestreos posteriores, incluyendo la detección y marcado de anomalías. La longitud y frecuencia de la serie de datos permite estudiar la distribución espacio-temporal de los nutrientes, así como su comparación con las condiciones oceanográficas de cada época del año. A modo de ejemplo se muestran las variaciones entre enero y julio en las concentraciones de nutrientes a lo largo de la sección (Fig. 1). La ACNAE gana nutrientes mineralizados a medida que avanza la estación de afloramiento debido a un intenso proceso de remineralización en la plataforma [8]. Esto puede ser observado si se compara la variación mensual de las secciones verticales medias a lo largo del periodo de afloramiento. Del mismo modo la entrada principal de nutrientes debida al aporte fluvial durante los meses de invierno también puede ser identificada así como las diferencias entre la parte interna y externa de la Ría.

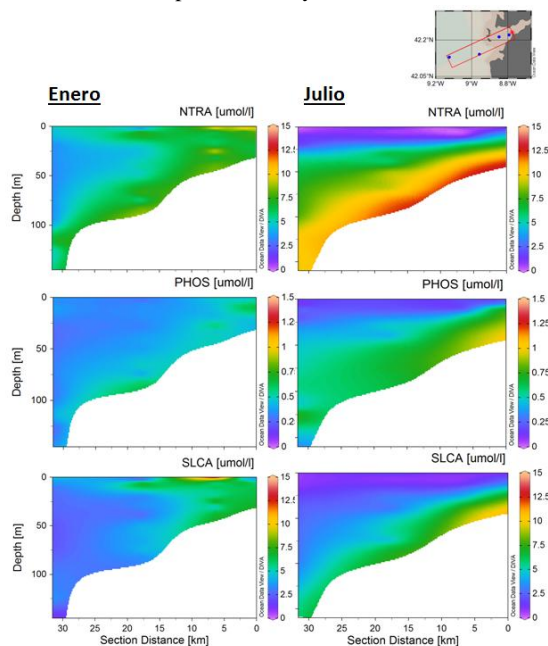


Fig. 1. Sección vertical de las concentraciones de nitrato, fosfato y silicato en Enero y Julio.

El estudio de la evolución temporal de la concentración de los diferentes nutrientes (Fig. 2), permite identificar periodos con menor aporte de nutrientes en la zona, lo cual se puede relacionar con variaciones en la biomasa y de composición de las distintas comunidades planctónicas con posibles consecuencias en niveles tróficos superiores.

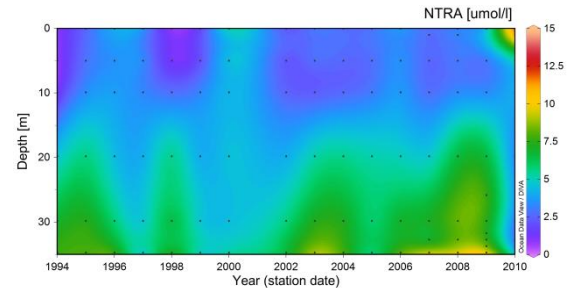


Fig. 2. Variación anual de los valores medios de la concentración de nitratos en la estación central de la Ría.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo puede hacerse gracias a la labor de los investigadores Ana Miranda y Gerardo Casas, que junto a la tripulación del B/O J.M. Navaz mensualmente realizan el radial de Vigo. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos europeos SeaDataNetII (FP7/2007-2013/283607), EMODnet (DGMARE/2012/10/Lot 4 Chemistry/SI2.656742)

## REFERENCIAS

- 1 - Wooster WS, Bakun A & McLain DR, 1976. Seasonal upwelling cycle along eastern boundary of North Atlantic. *J. Mar. Res.* 34: 131-141.
- 2 - Fraga F, 1981. Upwelling off the Galician coast, Northwest Spain. *Coastal Upwelling Series*. 1: 176-182.
- 3 - Frouin R, Fiúza AFG, Ambar I, Boyd TJ, 1990. Observations of a poleward surface current off the coast of Portugal and Spain during winter. *J. Geophys. Res.* 95(C1): 679-691.
- 4 - Peliz A, Rosa TL, Santos AMP, Pissarra JL, 2002. Fronts, jets, and counter-flows in the Western Iberian upwelling system. *J. Mar. Syst.* 35: 61-77.
- 5 - Torres R, Barton ED, Miller P & Fanjul E, 2003. Spatial patterns of wind and sea surface temperature in the Galician upwelling region. *J. Geophys. Res.* 108(C4), 3130.
- 6 - Arístegui J, Barton ED, Álvarez-Salgado XA, Santos AMP, Figueiras FG, Kifani S, Hernández-León S, Mason E, Machú E, Demarcq H, 2009. Sub-regional ecosystem variability in the Canary Current upwelling. *Progr. Oceanogr.* 83: 83-48.
- 7 - SeaDataNet Data Quality Control Procedures v2.0. 2010. [http://www.seadatanet.org/content/download/18414/119624/file/SeaDataNet\\_QC\\_procedures\\_V2\\_%28May\\_2010%29.pdf](http://www.seadatanet.org/content/download/18414/119624/file/SeaDataNet_QC_procedures_V2_%28May_2010%29.pdf)
- 8 - Álvarez-Salgado XA, Castro CG, Pérez FF, Fraga F, 1997. Nutrient mineralization patterns in shelf waters of the Western Iberian upwelling. *Cont. Shelf Res.* 17: 1247-1270.