

# Biomonitorización de la exposición del fletán negro a los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el Área de Regulación de la NAFO (Divs. 3L y 3M)

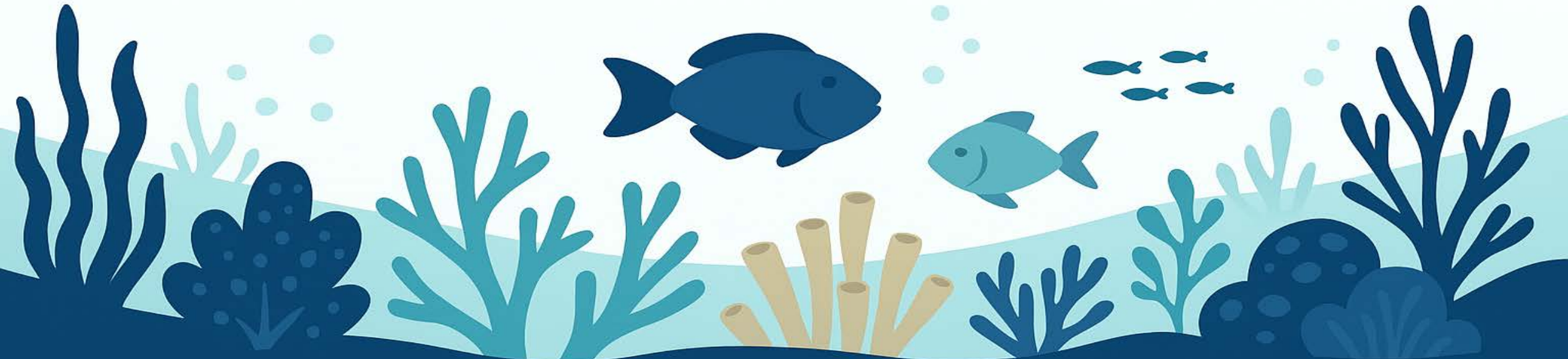


Pablo Durán Muñoz, Mar Sacau Cuadrado, Santiago Palas Otero, Sara Abalo Morla,  
Lucía Viñas, Jessica Bargiela y Begoña Pérez.

*Proyecto BATISCAFO*



*Instituto Español de Oceanografía  
Centro Oceanográfico de Vigo (COV-IEO), CSIC  
Subida a Radio Faro, 50. 36390 Vigo  
España*





“**B**uscando fort**A**lecer la in**T**egración de los dato**S** e**C**osistémicos en el **A**sesoramiento a la NA**F**O y otras **O**rganizaciones”

“Strengthening the Integration of Ecosystem Data into Scientific Advice for NAFO and Other Organisations”

## OBJETIVOS GENERALES

- Seguimiento de las **actividades humanas distintas a la pesca**.
- Identificar y estudiar aquellos **aspectos fuera del mandato de NAFO** que requieren atención → Potencial para las *Ecosystem Summary Sheets (ESS)*.
- **Ampliar y complementar** los estudios de ATLAS y NEREIDA (cartografía, solapamiento espacial, aspectos intersectoriales, OECSs, etc.).

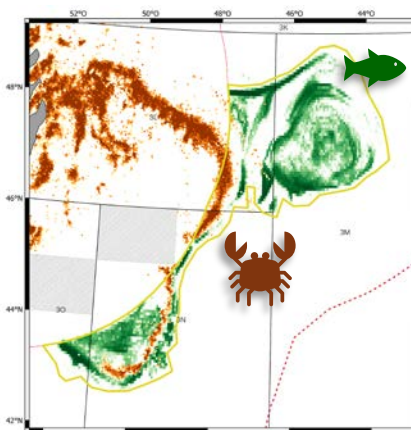
## SEGUIMIENTO de la CONTAMINACIÓN en NAFO (NRA)

- Monitorización de **metabolitos biliares** de **hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)** en **peces**: Biomarcadores de **exposición a PAHs**.
- Conocer los potenciales **niveles actuales**, para permitir la comparación y evaluar futuros cambios.
- Abordar un aspecto **novedoso y relevante** para el **asesoramiento** a la NAFO en el marco del **enfoque ecosistémico en la gestión pesquera (EAFM)**, fortaleciendo el **trabajo multidisciplinar**.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

 Co-funded by  
the European Union

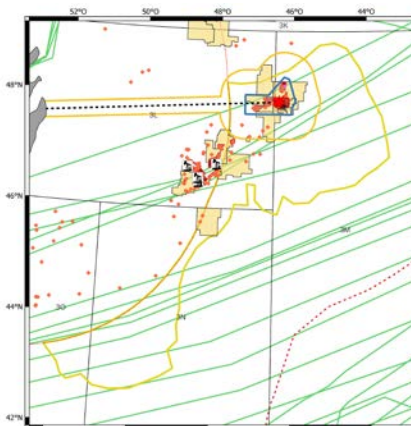
[https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/NEREIDA/NEREIDA\\_Final\\_Report\\_with\\_Annexes.pdf](https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/NEREIDA/NEREIDA_Final_Report_with_Annexes.pdf)



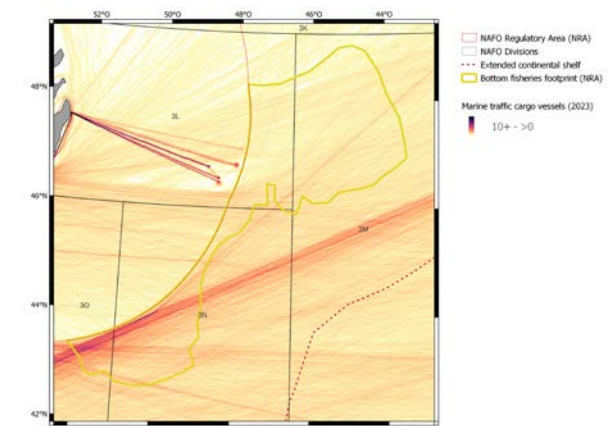
## Pesquerías de fondo



## Investigación Pesquera



**Petróleo y gas;  
Cables submarinos**



## Tráfico marítimo

# CONTEXTO – HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (PAHs)

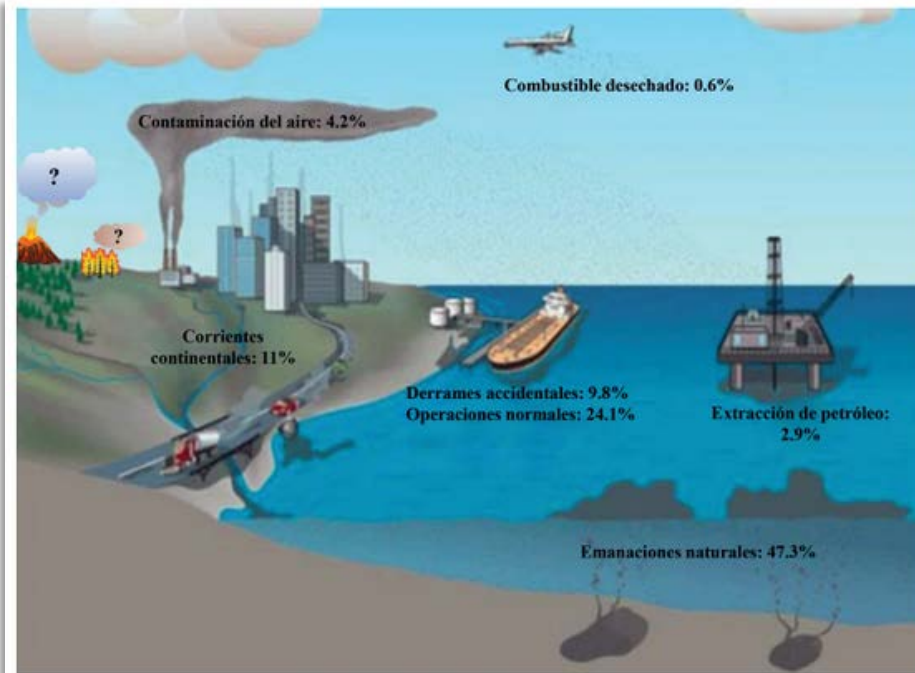


Figura 5. Fuentes naturales y antropogénicas de hidrocarburos a nivel global. Las emisiones de hidrocarburos a nivel global se señalan para cada actividad en porcentaje (%). Las emisiones hacia la atmósfera relacionadas con las erupciones volcánicas e incendios no han sido cuantificadas, pero se consideran fuentes significativas de hidrocarburos a nivel global. Fuente: modificada de Farrington y McDowell (2004).

- **PAHs:** Componentes **naturales** del **carbón** y del **petróleo**. También se forman durante la **combustión** de combustibles fósiles y materia orgánica (p.ej., refinamiento del petróleo), o como resultado de **procesos naturales** (p.ej., incendios forestales).
- Pueden **llegar al medio marino**, por ejemplo, a través de la deposición atmosférica, la escorrentía de las carreteras, los vertidos industriales y los derrames de petróleo.

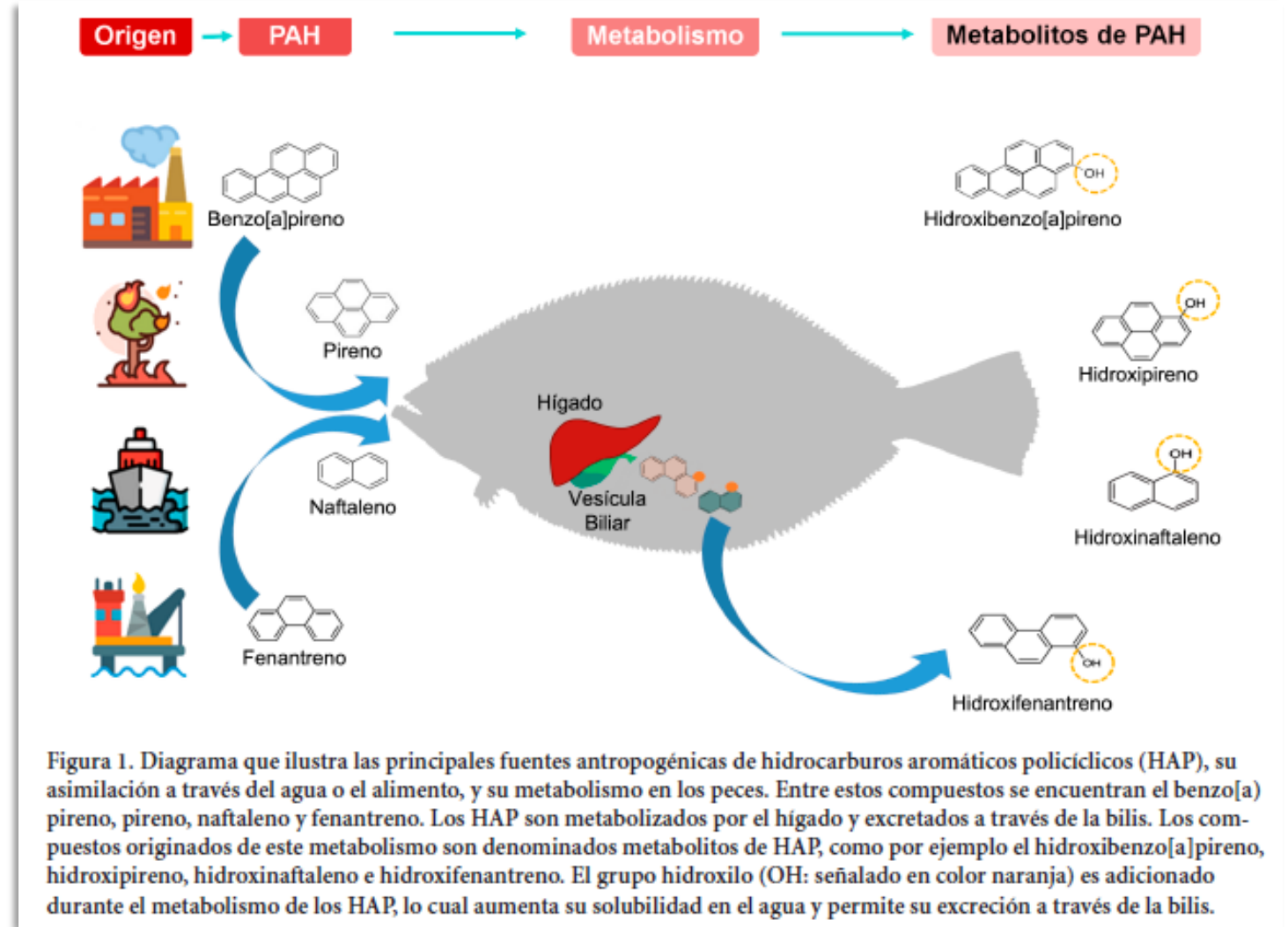
Fuente de la figura: Vidal Martínez, V.M. (Ed.) (2021)



**Problemas:** Desde la **alteración del sabor** de pescados y mariscos, hasta posibles efectos **carcinógenos** en seres humanos y animales. **Persistencia** y potencial de **bioacumulación** (sedimentos, mariscos).

# CONTEXTO – METABOLITOS de PAHs en PECES

- En los **peces**, durante el proceso de metabolización, los **PAHs se transforman en metabolitos**, que pueden ser aún **más tóxicos** que el compuesto original, **detectables en la bilis**. P.ej., 1 hidroxipireno (1-OHP).
- Su presencia en bilis **indica exposición reciente** al contaminante.
- Por sí sola, **no indica la fuente** de contaminación.

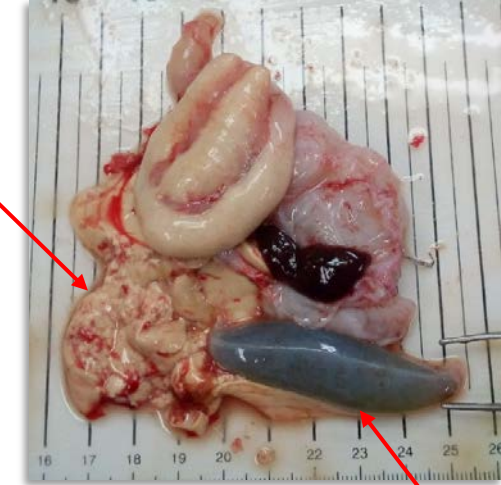


## Estudio piloto en la NRA (2025-2026)

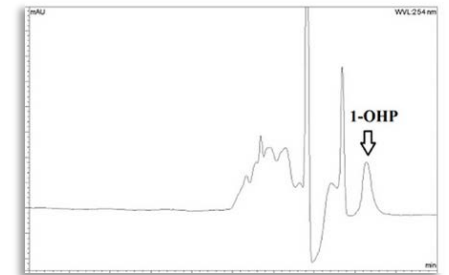
- Evaluación de la **exposición reciente** del **fletán negro** a los **PAHs**, mediante la cuantificación de **1 hidroxipireno (1-OHP)** en **bilis**.
- **1-OHP**: Metabolito mayoritario del **pireno**. **Biomarcador** ampliamente utilizado en los programas internacionales de seguimiento ambiental (p.ej., OSPAR; Golfo de México, etc.).
- **Cuantificación** del 1-OHP mediante **cromatografía líquida de alta eficacia acoplada a detección de fluorescencia de longitud de onda programable (HPLC-FLD)**.

Foto: C.Iglesias, proyecto BIOPESE4

Hígado



Vesícula biliar



Cromatograma

**COV-IEO:** Equipos **multidisciplinares** expertos y proactivos en la **transferencia**:



- ✓ **PESQUERÍAS LEJANAS:** Campañas y asesoramiento a la NAFO (Durán Muñoz et al. 2025; Durán Muñoz and Sacau, 2021; FAO, 2025).
- ✓ **CONTAMINACIÓN MARINA:** Biomonitorización de la exposición a PAHs mediante 1-OHP biliar (Filgueiras et al., 2026). Seguimiento y evaluación de contaminantes para DMEM (UE) y OSPAR. Capacidad analítica e instrumental (HPLC-FLD).



**HPLC-FLD:** Técnica **altamente sensible**. Detecta bajas concentraciones de 1-OHP biliar:

- ✓ **PAHs** absorbidos y metabolizados.
- ✓ Exposición **reciente**.
- ✓ **Alerta temprana** antes de que se manifiesten los efectos adversos.

**MUESTREO OPORTUNÍSTICO:** Lances de campañas científicas **existentes** (colaboración con BIOPEL4).

- ✓ **Eficiencia** logística con mínima interferencia. Potencial de **continuidad** y **réplica** temporal.

**INNOVACIÓN:** No se localizó información pública accesible sobre metabolitos biliares de fletán negro 3L-3M.

**VENTANA TEMPORAL** previa a eventuales cambios: **Capacidad** de documentar y evaluar cambios/tendencias → ESS?

## Biomonitorización (1-OHP)

2025



GHL



RHG



WIT

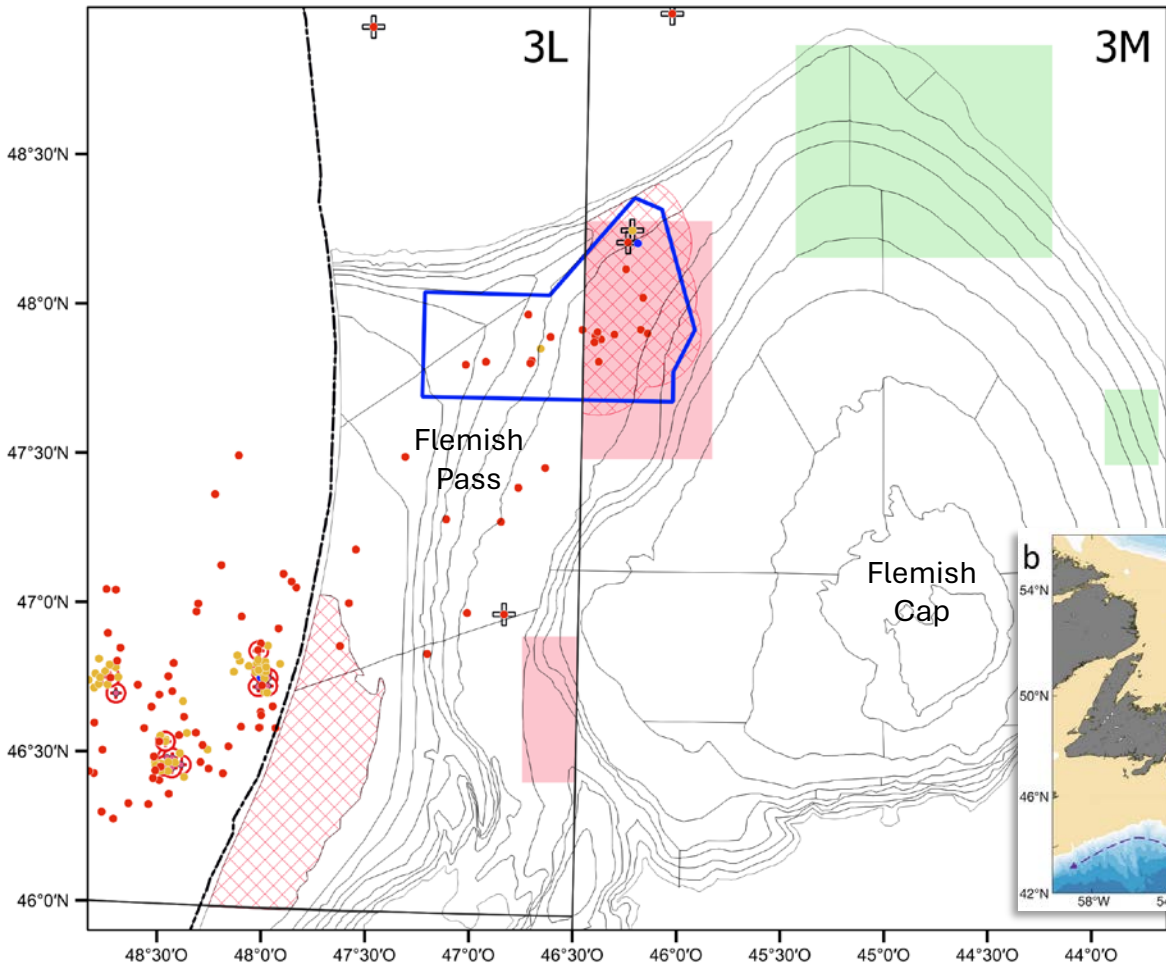
Test →



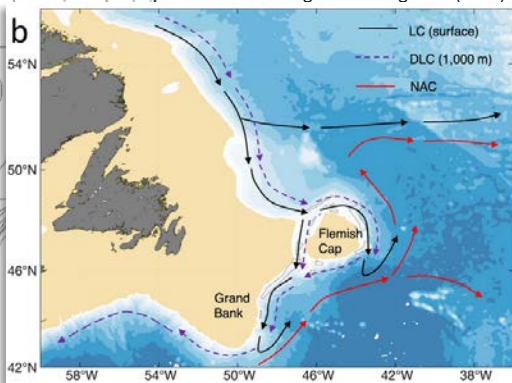
2026



GHL



Fuente de la figura b: Wang et al. (2020)



□ Área del proyecto de O&G offshore (Bay du Nord)

- Exploration Wells
- Delineation Wells
- Dual Classified Wells
- ⊕ Development Wells
- ⊕ Abandoned Wellheads

MUESTREO de METABOLITOS de PAHs:

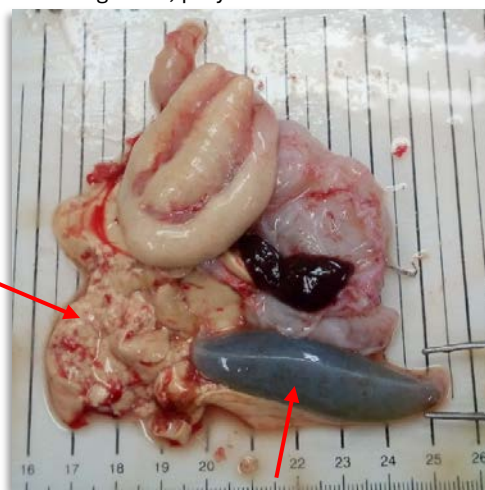
- AÑO 2025: Zonas cerca de los pozos (Campaña Flemish Cap)
- AÑO 2025: Zonas lejos de los pozos (Campaña Flemish Cap)
- ⊗ AÑO 2026 (Campañas Flemish Cap y Fletán negro 3L)

# ESTUDIO PILOTO en la NRA – TRABAJOS en MARCHA



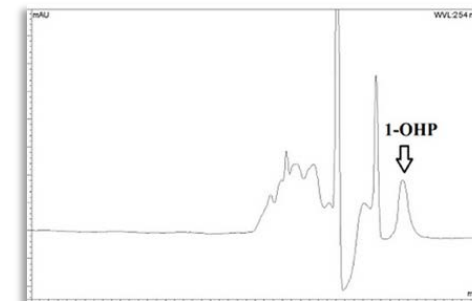
**Fletán negro (Div 3L y 3M)**

Foto: C.Iglesias, proyecto BIOPESE4



**Extracción en laboratorio**

| Campaña 2025            | Nº Muestras | %   |
|-------------------------|-------------|-----|
| Total recogidas a bordo | 636         |     |
| Pendientes de procesar  | 70          |     |
| Procesadas              | <b>566</b>  |     |
| Nulas descartadas       | 102         | 18% |
| Válidas para analizar   | 464         | 82% |
| Analizadas (julio26)    | 105         |     |



**Cromatograma**

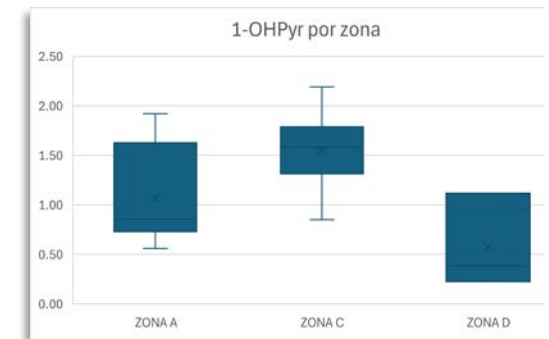
**Preparación de las muestras y  
cuantificación de 1-OHP  
mediante HPLC-FLD**

**Muestreo a bordo**  
**Recoger y congelar vesículas  
bilíares e hígados**



Analizadas (hasta julio26):

**Zona A:** 56 muestras – 12 lances  
**Zona C:** 44 muestras – 12 lances  
**Zona D:** 5 muestras – 3 lances



¿Futuro del estudio?



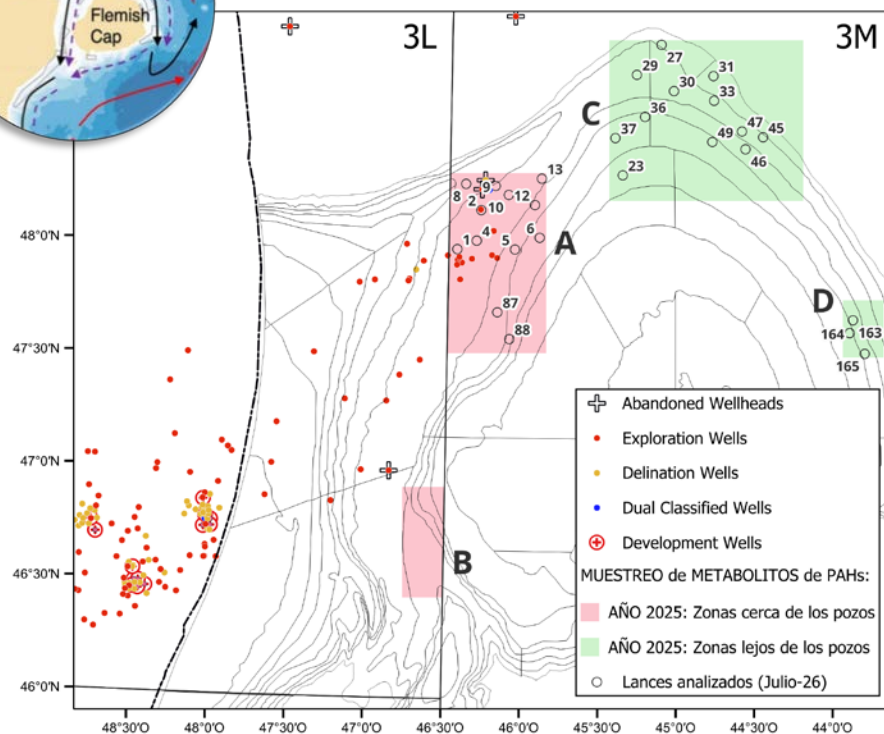
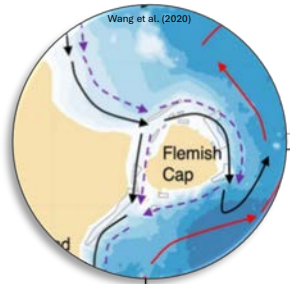
Datos preliminares NO definitivos (105 muestras analizadas – 27 Lances)

| Lance | Zona | 1-OHP $\mu\text{g/kg}$ |       |          |         |
|-------|------|------------------------|-------|----------|---------|
|       |      | MAX                    | MIN   | Promedio | Mediana |
| 1     | A    | 0.85                   | 0.51  | 0.68     | 0.70    |
| 2     | A    | 5.70                   | 0.51  | 2.07     | 1.92    |
| 4     | A    | 2.13                   | <0.45 | 1.16     | 1.14    |
| 5     | A    | 0.95                   | 0.78  | 0.86     | 0.86    |
| 6     | A    | 1.89                   | <0.45 | 0.91     | 0.61    |
| 8     | A    | 2.25                   | <0.45 | 0.77     | 0.56    |
| 9     | A    | 1.33                   | 0.82  | 1.00     | 0.84    |
| 10    | A    | 1.53                   | 0.54  | 0.92     | 0.81    |
| 12    | A    | 1.91                   | 1.66  | 1.77     | 1.79    |
| 13    | A    | 2.21                   | 1.60  | 1.87     | 1.81    |
| 87    | A    | 1.96                   | 0.85  | 1.27     | 1.00    |
| 88    | A    | 1.86                   | 0.79  | 1.20     | 0.81    |
| 23    | C    | 1.01                   | 0.71  | 0.86     | 0.85    |
| 27    | C    | 1.19                   | 0.81  | 1.04     | 1.13    |
| 29    | C    | 2.02                   | 1.59  | 1.82     | 1.85    |
| 30    | C    | 2.97                   | 0.87  | 1.71     | 1.51    |
| 31    | C    | 2.07                   | 0.79  | 1.36     | 1.29    |
| 33    | C    | 2.48                   | 0.82  | 1.65     | 1.65    |
| 36    | C    | 1.68                   | 0.79  | 1.38     | 1.52    |
| 37    | C    | 1.71                   | 0.91  | 1.36     | 1.40    |
| 45    | C    | 1.84                   | 1.59  | 1.68     | 1.65    |
| 46    | C    | 1.94                   | 1.03  | 1.62     | 1.76    |
| 47    | C    | 3.05                   | 1.55  | 2.25     | 2.19    |
| 49    | C    | 2.19                   | 1.59  | 1.86     | 1.80    |
| 163   | D    | 0.54                   | <0.45 | 0.38     | 0.38    |
| 164   | D    | 1.65                   | 0.59  | 1.12     | 1.12    |
| 165   | D    | <0.45                  | <0.45 | 0.23     | 0.23    |

Diferencias relativas.

No hemos localizado referencias accesibles para el fletán negro 3L-3M.

¿Movilidad; Biología; Corrientes?



**Zona A:** Valores variables, algunos lances con valores algo más altos, pero en general por debajo de **C**. Máximo, hasta el momento, en **A**, en un lance (**L2**) muy cerca de un pozo.

**Zona C:** Valores algo más altos, consistentes entre lances.

**Zona D:** Valores bajos, consistentes. Es la zona más alejada de los pozos.

# ¿INTERESARÍA CONTINUAR el ESTUDIO?

**IMPACTO ESPERADO:** Puesta a punto de **protocolos de muestreo y análisis** para consolidar una potencial **línea de referencia** de la **exposición** del **fletán negro** a los **PAHs** (Div 3L y 3M) y mejorar la capacidad de detectar y evaluar potenciales **cambios**. Potencial mecanismo de **alerta temprana** para mejorar el conocimiento ambiental, útil para la planificación estratégica y gestión sostenible.

## Oportunidad temporal



**Muy alta**, documenta las condiciones ambientales actuales, antes de potenciales cambios en las actividades humanas *offshore*. Los datos/muestras que no se recojan ahora, son irre recuperables.

## Innovación e independencia



**Alta**, aporta datos científicos novedosos, propios e independientes:  
No se ha localizado información accesible sobre 1-OHP en fletán negro (NAFO, Divisiones 3L y 3M).

## Viabilidad logística



**Alta**, demostrada por el estudio piloto y avalada por la experiencia de los equipos del IEO de Pesquerías Lejanas y Contaminación Marina. Aplicable a la flota comercial para ampliar la cobertura temporal.

## Relevancia para la flota EU de larga distancia



**Alta**, el fletán negro es uno de sus recursos estratégicos en la NAFO. Coexistencia de pesquerías y actividades no pesqueras en alta mar.

## Utilidad inmediata



**Media-Alta**, se necesita una serie temporal cuyo valor aumenta con los años de muestreo.  
Planificación: Potencial encaje con los objetivos de un posible Plan de Producción y Comercialización.

## Utilidad a medio/largo plazo



**Alta**, potencial para las *Ecosystem Summary Sheets* de NAFO: Posible indicador de exposición a PAHs.  
Disponer de una línea de base mejora sustancialmente la capacidad para detectar y evaluar cambios.

# REFERENCIAS

- Durán Muñoz, P., Abalo Morla, S., Palas Otero, S., Garrido Fernández, I., Baldó Martínez, F. and Sacau Cuadrado, M. (2025). Final Report: NEREIDA: Research in Support of the Reassessment of NAFO Bottom Fisheries in 2022. Project number: 101074766. 194 pp. Available at: [https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/NEREIDA/NEREIDA\\_Final\\_Report\\_with\\_Annexes.pdf](https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/NEREIDA/NEREIDA_Final_Report_with_Annexes.pdf)
- Durán Muñoz, P., and Sacau, M. (2021). Information on activities other than fishing (*offshore* oil and gas) in the NAFO Convention Area: Implications for the development of the Ecosystem Summary Sheets (Divisions 3LNO and 3M). NAFO SCR Doc. 21/051. 9 pp. Available at: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2021/scr21-051.pdf>
- Johnson, D. E., Turner, P. J. and Barrio Froján, C. (2025). Report on cross-sectoral impacts on deep-sea fisheries in the high seas. Rome, FAO. Available at: <https://doi.org/10.4060/cd3781en>
- Filgueiras, A., Bargiela, J., Pérez-Fernández, B., and Viñas, L. (2026). Spatial variability of biliary 1-hydroxypyrene in European hake (*Merluccius merluccius*) from the Iberian Atlantic coast: a multi-annual assessment of PAH exposure. Environmental Sciences Europe. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12302-026-01373-0>
- Vidal Martínez, V.M. (Ed.) (2021). Atlas de línea base ambiental del golfo de México, México: Consorcio de Investigación del Golfo de México. Available at: <https://cigom.org/project/atlas-de-linea-base-ambiental-del-golfo-de-mexico/>
- Webster, L. and Fryer, R. (2022). Status and Trends in the Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Shellfish and Sediment. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the North-East Atlantic. OSPAR Commission, London. Available at: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/indicator-assessments/pah-shellfish-sediment>
- Wang, S., Kenchington, E. L., Wang, Z., Yashayaev, I., & Davies, A. J. (2020). 3-D ocean particle tracking modeling reveals extensive vertical movement and downstream interdependence of closed areas in the northwest Atlantic. Scientific Reports, 10(1), 21421. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-76617-x>



[pablo.duran@ieo.csic.es](mailto:pablo.duran@ieo.csic.es)

# Thank You!

Nuestro agradecimiento a las tripulaciones de los B/O y al personal del IEO y de las otras instituciones implicadas en las campañas de la NAFO. Las campañas de investigación pesquera utilizadas en este estudio, realizadas a bordo del B/O VIZCONDE de EZA (SGP-MAPA) - en el marco del proyecto BIOPESE4 del IEO - han sido co-financiadas por la UE a través del Fondo Europeo Marítimo de Pesca y de Acuicultura (FEMPA) dentro del Plan de Trabajo Español para la recopilación de datos en los sectores de la pesca y la acuicultura en relación con la Política Pesquera Común. ATLAS fue financiado por la UE (Horizonte 2020). NEREIDA fue financiado por la UE a través de la Secretaría de la NAFO. BATISCAFO está financiado por CSIC (PIE). Este documento refleja únicamente la opinión de los autores y la UE no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo.