



MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



Euskalmet

Transporte Lagrangiano de microplásticos y basuras marinas en aguas costeras: proyecto LAMARCA y la crisis del Toconao

Irene Ruiz Muñoz (AZTI), Ivan Manso-Narvarte (AZTI), Pedro Liria Loza (AZTI), Manuel González Pérez (AZTI), Oihane C. Basurko (AZTI), Santiago Gaztelumendi (EUSKALMET) y Anna Rubio (AZTI)

Eivissa (España) | 08 – 09 Mayo 2024

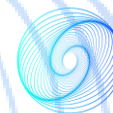




Euskalmet
AGENCIA VASCA DE METEOROLOGÍA



MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



**LA
MAR
CA**



MOTIVACIÓN

- Los procesos físicos de meso $O(10-100\text{km})$ y submesoescala $O(0.1-10\text{km})$ condicionan el comportamiento de la basura marina en las costas del sudeste del **golfo de Bizkaia**.

En el marco de la crisis del vertido de pellets de plástico del carguero del **Toconao** y como parte del proyecto **LAMARCA**:

- Puesta a punto de **simulaciones Lagrangianas** ad-hoc para predecir la trayectoria de los pellets.
- Lanzamiento de **boyas de deriva** para el seguimiento del vertido en la costa del golfo de Bizkaia.



Euskalmet
AGENCIA VASCA DE METEOROLOGÍA



MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

ANTECEDENTES



8 diciembre 2023

El buque Toconao
(Algeciras-Rotterdam)
pierde **seis
contenedores**, al
menos uno con pellets
a 80 km de la costa de
Viana do Castelo
(Portugal).

XVII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos
Eibissa, 08-09 Mayo



LA
MAR
CA





ANTECEDENTES



Euskalmet
AGENCIA VASCA DE METEOROLOGÍA



MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



8 diciembre 2023

El buque Toconao (Algeciras-Rotterdam) pierde **seis contenedores**, al menos uno con pellets a 80 km de la costa de Viana do Castelo (Portugal).

13 diciembre

Comienzan a llegar **sacos** de pellets a costa a A Coruña y rías Baixas.



LA
MARCA





ANTECEDENTES



8 diciembre 2023

El buque Toconao (Algeciras-Rotterdam) pierde **seis contenedores**, al menos uno con pellets a 80 km de la costa de Viana do Castelo (Portugal).



13 diciembre

Comienzan a llegar **sacos** de pellets a costa a A Coruña y rías Baixas.



11 enero

Primeras simulaciones del vertido a partir del modelo **WEBGNOME** y creación de boletín diario informativo en colaboración con Euskalmet.



ANTECEDENTES



Euskalmet
AGENCIA VASCA DE METEOROLOGÍA



MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



8 diciembre 2023

El buque Toconao (Algeciras-Rotterdam) pierde **seis contenedores**, al menos uno con pellets a 80 km de la costa de Viana do Castelo (Portugal).



13 diciembre

Comienzan a llegar **sacos** de pellets a costa a A Coruña y rías Baixas.



11 enero

Primeras simulaciones del vertido a partir del modelo **WEBGNOME** y creación de boletín diario informativo en colaboración con Euskalmet.



12 enero

Lanzamiento de **6 boyas de deriva** para ayudar a validar las simulaciones.

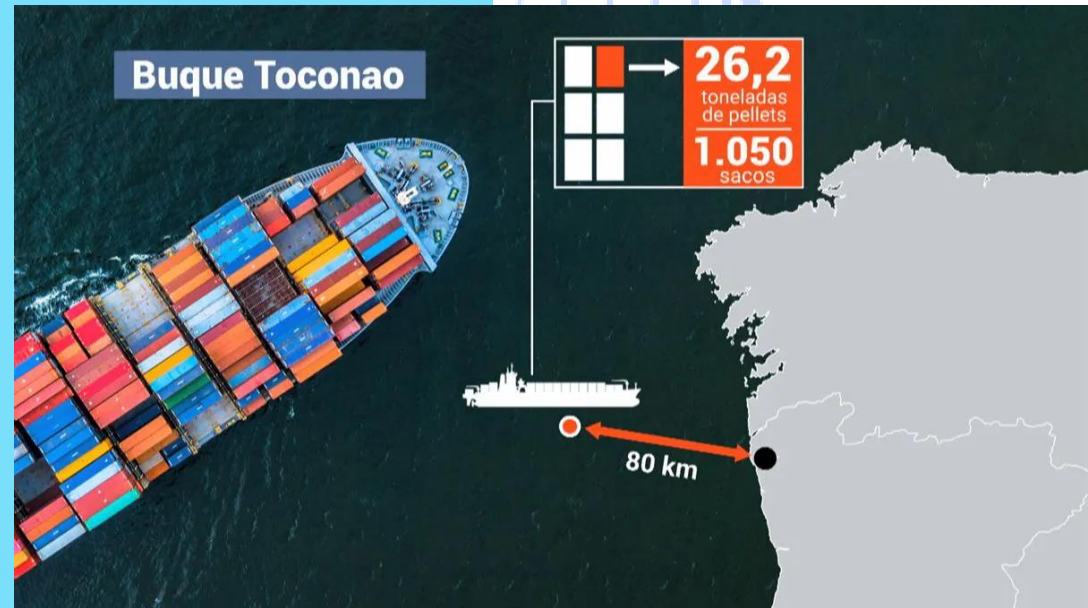


**LA
MAR
CA**



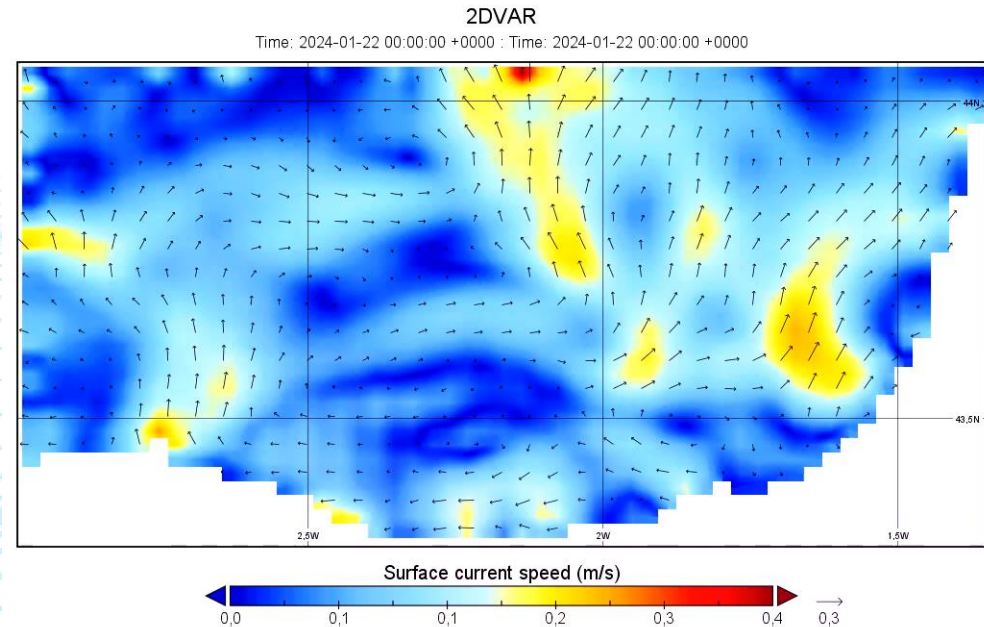
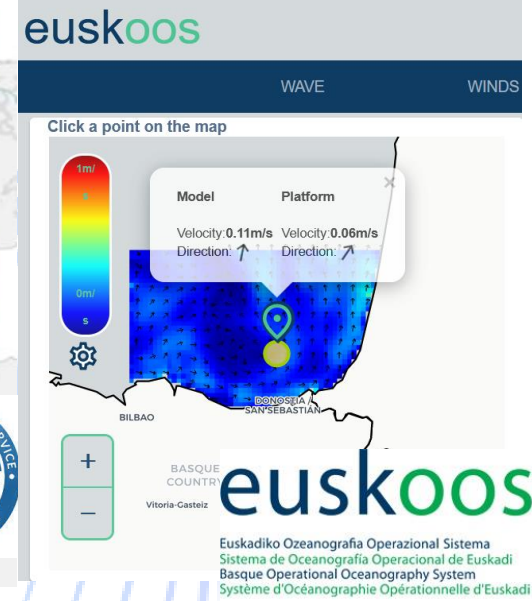
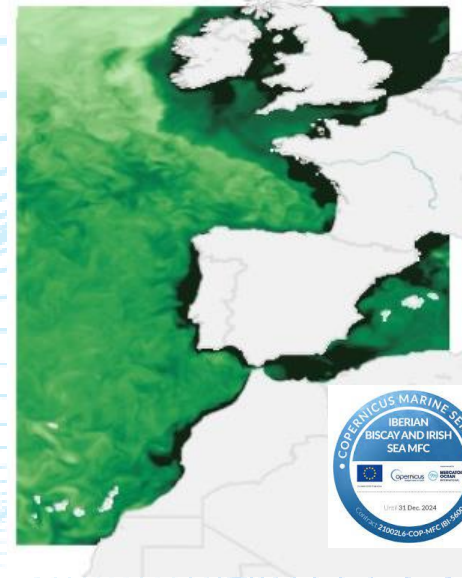
OBJETIVOS

1. **Simular diferentes escenarios** para predecir la trayectoria de microplásticos en superficie (en este caso pellets de plástico) a partir de datos de corriente superficial y viento.
2. Adquirir y analizar **datos observacionales** necesarios para validar las trayectorias proporcionadas por el modelo.
3. Sentar las bases para el desarrollo de **productos de datos futuros** que permitan un seguimiento más preciso de microplásticos y su acumulación.



DATOS DE CORRIENTE SUPERFICIAL

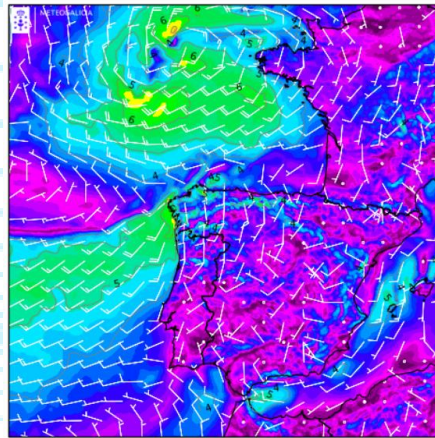
- **Modelo regional operacional Iberia-Vizcaya-Irlanda (IBI) - Copernicus Marine Systems**
(<https://doi.org/10.48670/moi-00027>).
- Datos observados mediante la **estación de radar de alta frecuencia (HF radar)** del observatorio costero EusKOOs (<https://euskoos.eus/mapv2/>).
- Datos de corrientes superficiales de alta resolución obtenidos a partir de la interpolación variacional (**2dVar**) de las mediciones del HF radar (Yaremchuk and Sentchev, 2009, Bertin et al., 2022).



DATOS DE VIENTO SUPERFICIALES

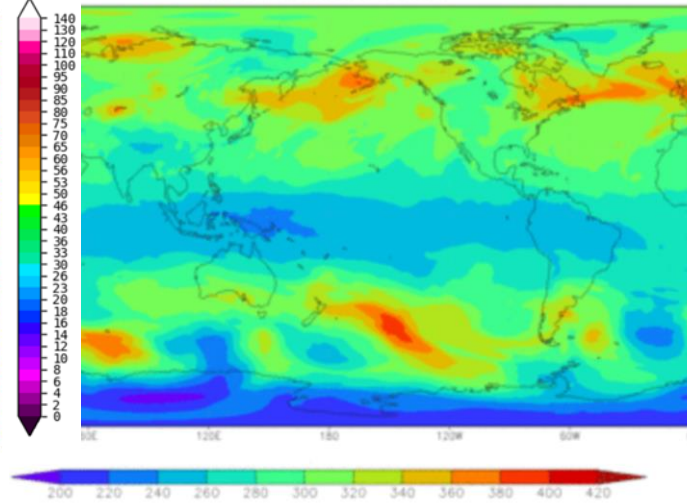
- **Modelo METEOGALICIA-** Weather Research and Forecasting model (WRF). (www.meteogalicia.es)
- **Global Forecast System (GFS) Winds**
 - National Centers for Environmental Prediction (NCEP) como parte de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
- **Modelo operativo del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF)**
 - Copernicus Marine Systems (<https://doi.org/10.48670/moi-00305>)

WRF ARW DET
Vento 10m (km/h) 2024-05-05 01:00Z



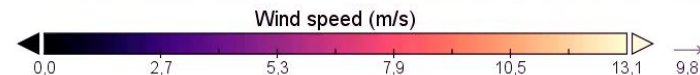
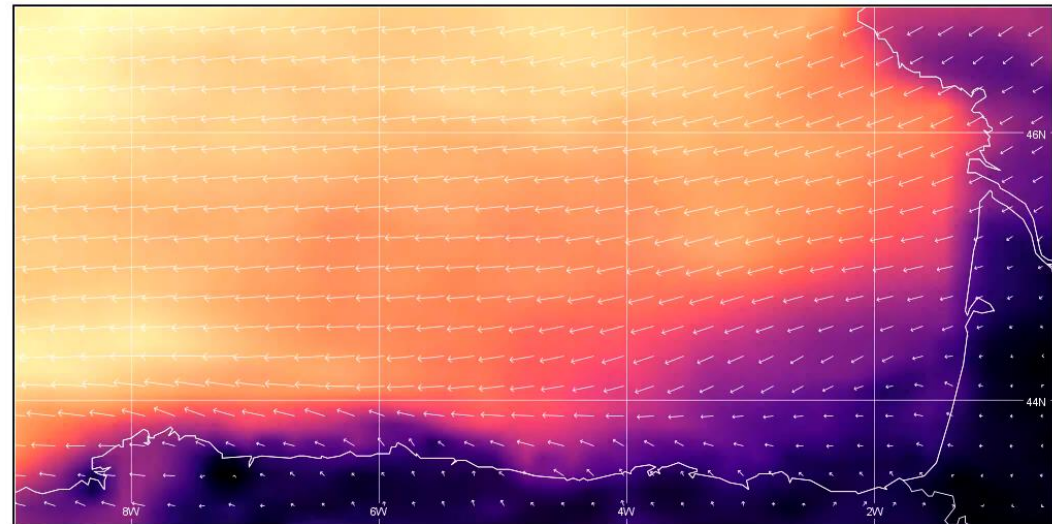
MeteoGalicia - Xunta de Galicia

GFS Entire Atmosphere Total Ozone [Dobson]
00Z12JUL2012+000Hrs



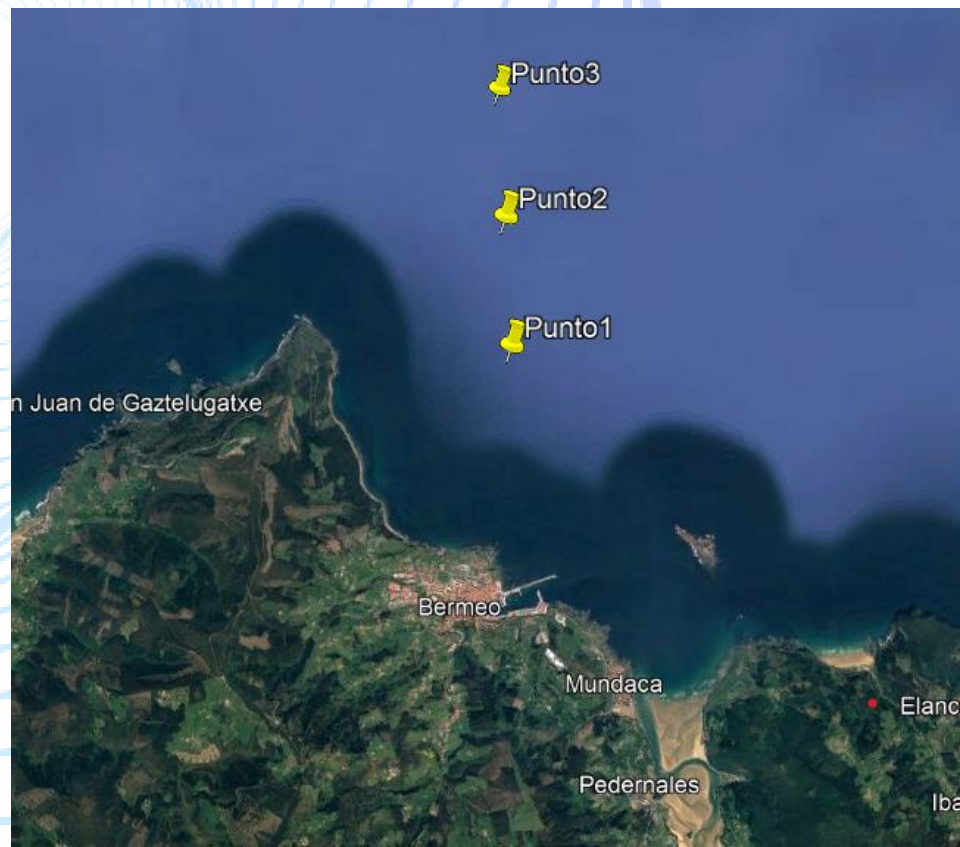
Global Ocean Hourly Sea Surface Wind and Stress from Scatterometer and Model (CMEMS)

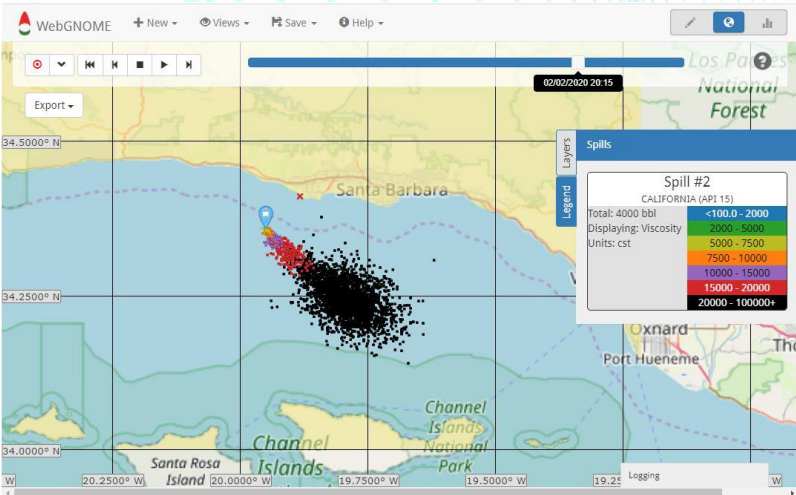
Time: 2024-01-12 10:00:00 : Time: 2024-01-12 10:00:00



BOYAS DE DERIVA

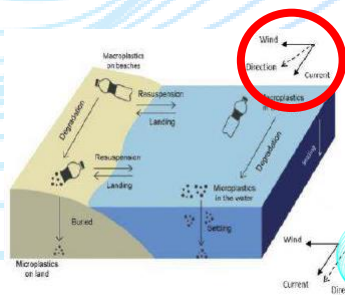
- Las trayectorias para validar las simulaciones proceden 6 boyas de deriva diseñadas y construidas conjuntamente entre AZTI y Université du Littoral Côte d'Opale.
- Tipo A:** boya que se desplace principalmente por corriente – objetos que se mueven en la lámina de agua
- Tipo B:** boya que se desplace con alta influencia del viento – objetos parte de su superficie emergida
- Lanzamiento en tres puntos diferentes en función de la distancia a costa (1.5mn, 2.5 mn y 3.5 mn) y en cada punto una pareja (Boya tipo1 y Boya tipo2)





MODELO GNOME Y APLICACIÓN WebGNOME

- **GNOME** es un modelo numérico de la **NOAA** que utiliza un enfoque lagrangiano para predecir el comportamiento de los derrames de petróleo y otros contaminantes en cuerpos de agua (ver detalles aquí <https://gnome.orr.noaa.gov/#>)
- Puede ser usado para **todo tipo de objetos** o sustancias flotantes.
- **WebGNOME** es la interfaz web optimizada para el uso del GNOME online.
- Permite describir un escenario de vertido y cargar archivos con corrientes, viento e información sobre la línea de costa, incluyendo la parametrización de **acción del viento**.





METODOLOGIA



Euskalmet
AGENCIA VASCA DE METEOROLOGÍA

AZTI

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

SIMULACIONES AD-HOC

Corrientes superficiales | IBI
Viento | **SIN VIENTO**
Modelo | **WebGNOME**

FASE 1

SET-UP DEL MODELO



**LA
MAR
CA**





Euskalmet
AGENCIA VASCA DE METEOROLOGÍA

AZTI

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

METODOLOGIA

SIMULACIONES AD-HOC

Corrientes superficiales | IBI
Viento | **SIN VIENTO**
Modelo | **WebGNOME**

FASE 1

SET-UP DEL MODELO

Parámetros de simulación		Parámetros de lanzamiento		Parámetros físicos		Parámetros de simulación
Nº de partículas	Time step	Tiempo de integración	Ubicaciones del lanzamiento	Periodo de lanzamiento	Coefficiente de difusión turbulenta	Coefficiente de arrastre por viento (Cd)
Simulaciones ad-hoc	1.000	10 ' 4 días	Punto de vertido y puntos de control a lo largo de la costa	En el tiempo inicial del vertido y en tiempo actual	2 m²/s	0 %

F1



**LA
MARCA**





Euskalmet
AGENCIA VASCA DE METEOROLOGÍA

AZTI

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

METODOLOGIA

SIMULACIONES AD-HOC

Corrientes superficiales | IBI
Viento | **SIN VIENTO**
Modelo | **WebGNOME**

FASE 1

FASE 2

ANÁLISIS A PARTIR DE BOYAS DE DERIVA

Corrientes superficiales | IBI, HF TOT, 2DVAR
Viento | **GFS, METEOGALICIA, CMEMS**
Modelo | **WebGNOME**

SET-UP DEL MODELO

Parámetros de simulación		Parámetros de lanzamiento		Parámetros físicos		Parámetros de simulación
Nº de partículas	Time step	Tiempo de integración	Ubicaciones del lanzamiento	Periodo de lanzamiento	Coefficiente de difusión turbulenta	Coefficiente de arrastre por viento (Cd)
1.000	10 ‘	4 días	Punto de vertido y puntos de control a lo largo de la costa	En el tiempo inicial del vertido y en tiempo actual	2 m²/s	0 %
1.000	10 ‘	72 horas	En las posiciones iniciales de cada boya	En el tiempo inicial de lanzamiento de la boya	2 m²/s	0 %, 4% (Ruiz et al., 2022)



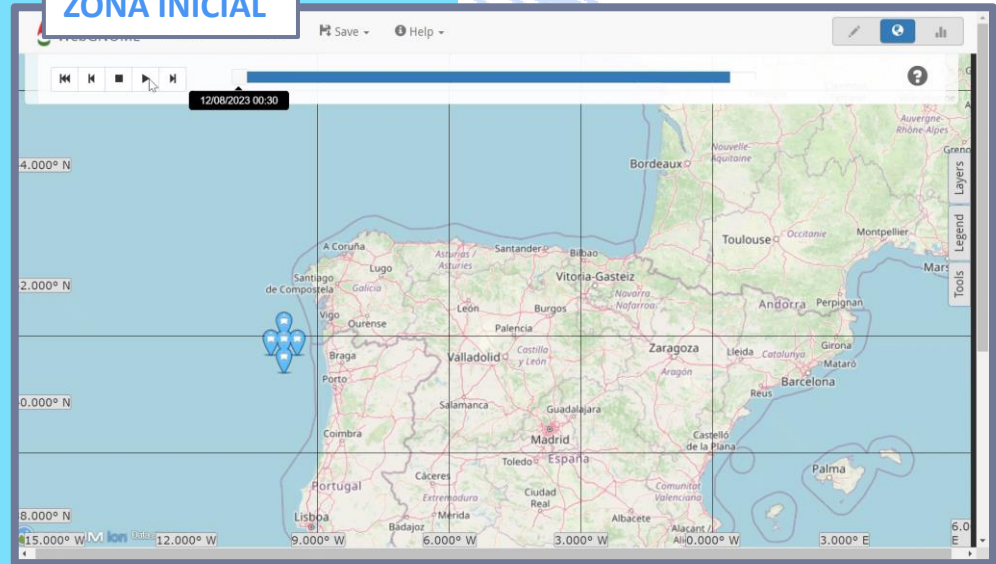
**LA
MAR
CA**



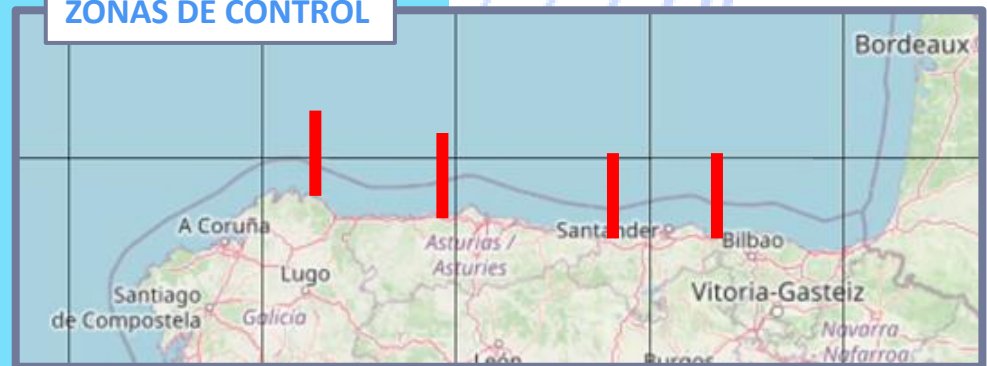
SIMULACIONES AD-HOC

- Las simulaciones se han inicializado en **5 zonas** a lo largo de la **costa cantábrica**.
- Zona inicial: **punto del vertido**.
- Zonas de control: **4 zonas**. En estas zonas el vertido se ha definido a partir de **3 puntos** a lo largo de un transecto perpendicular a la costa y se ha simulado el transporte diariamente con una ventana de previsión de 4 días.

ZONA INICIAL



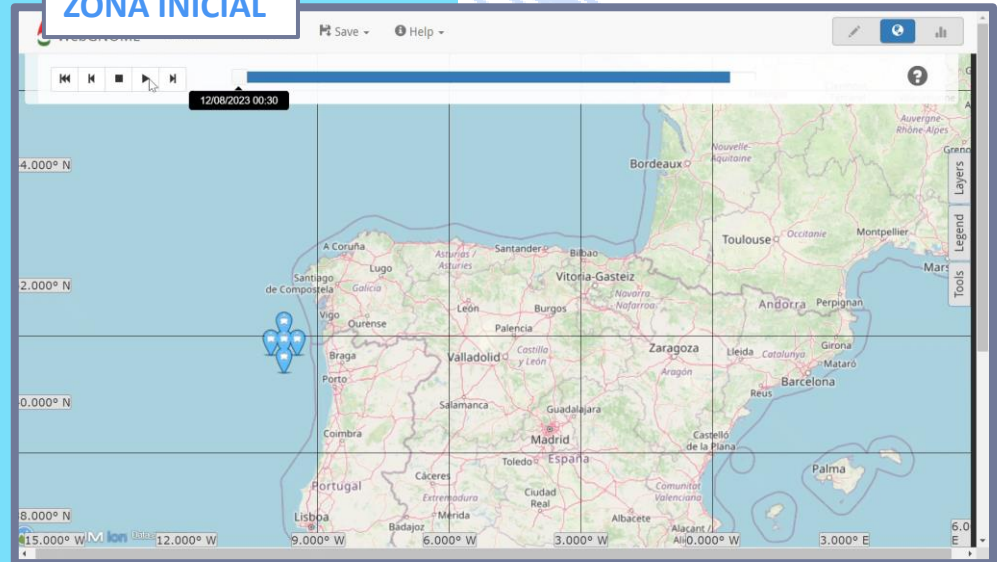
ZONAS DE CONTROL



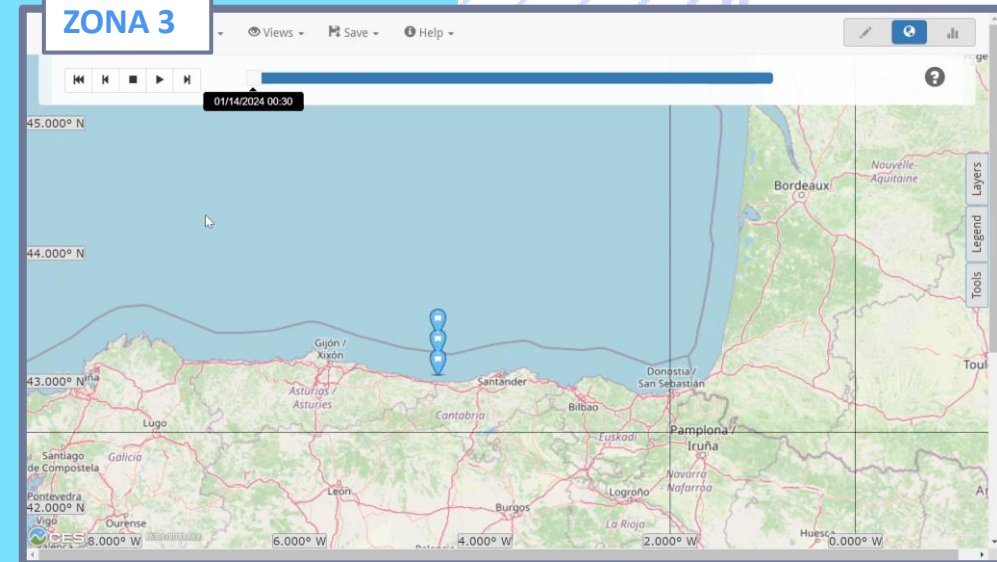
SIMULACIONES AD-HOC

- Las simulaciones se han inicializado en **5 zonas** a lo largo de la **costa cantábrica**.
- Zona inicial: **punto del vertido**.
- Zonas de control: **4 zonas**. En estas zonas el vertido se ha definido a partir de **3 puntos** a lo largo de un transecto perpendicular a la costa y se ha simulado el transporte diariamente con una ventana de previsión de 4 días.

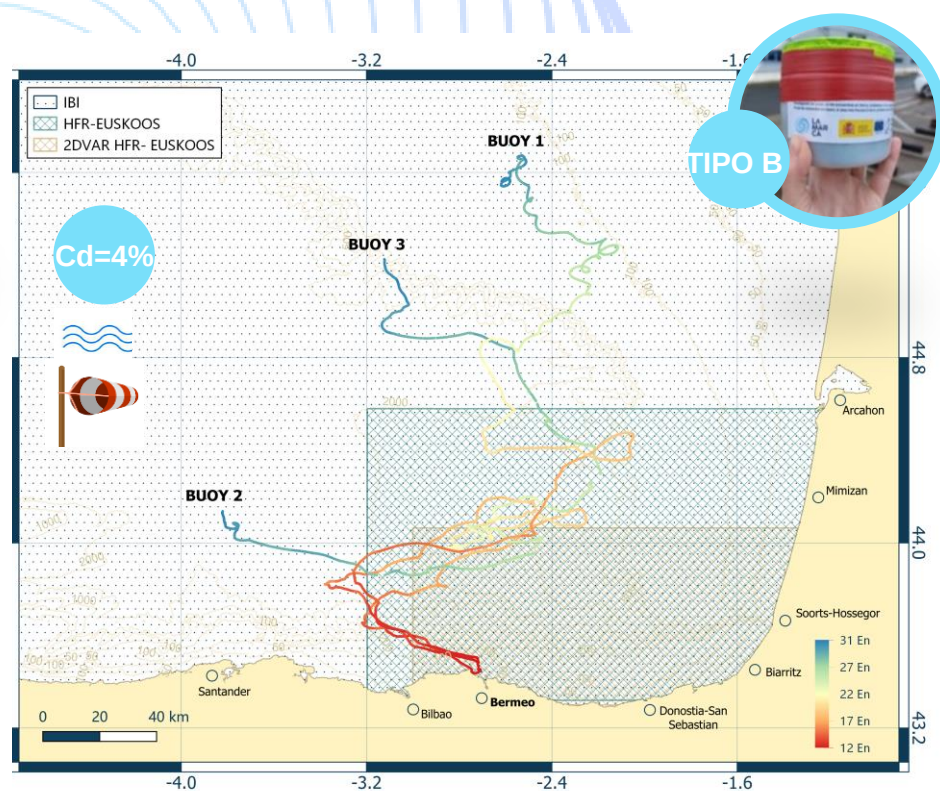
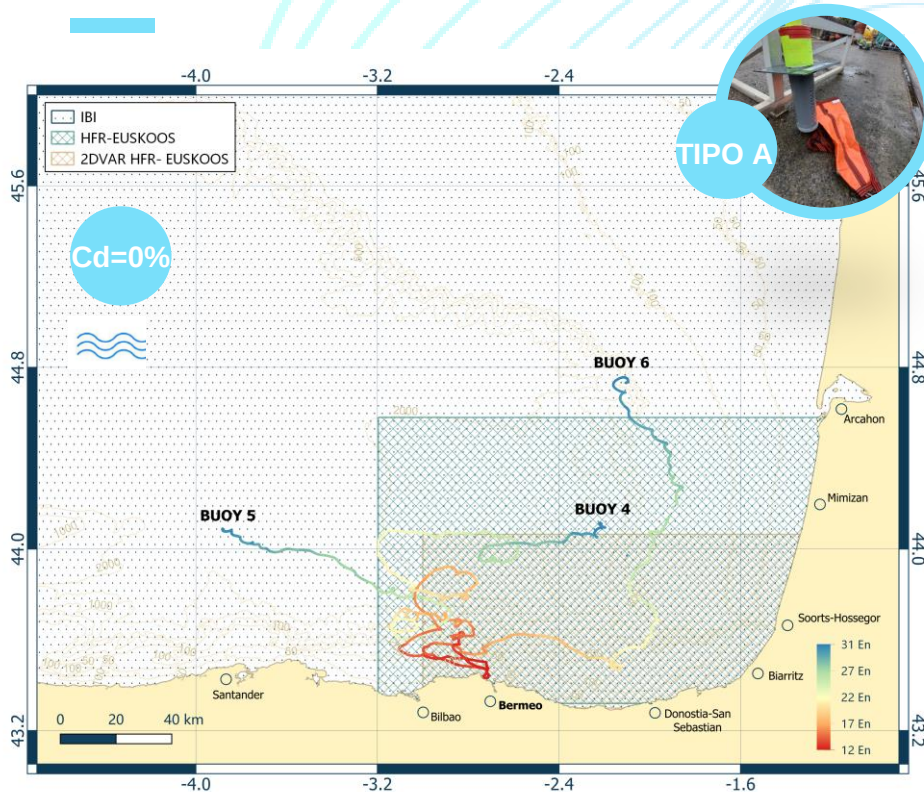
ZONA INICIAL



ZONA 3



TRAYECTORIAS





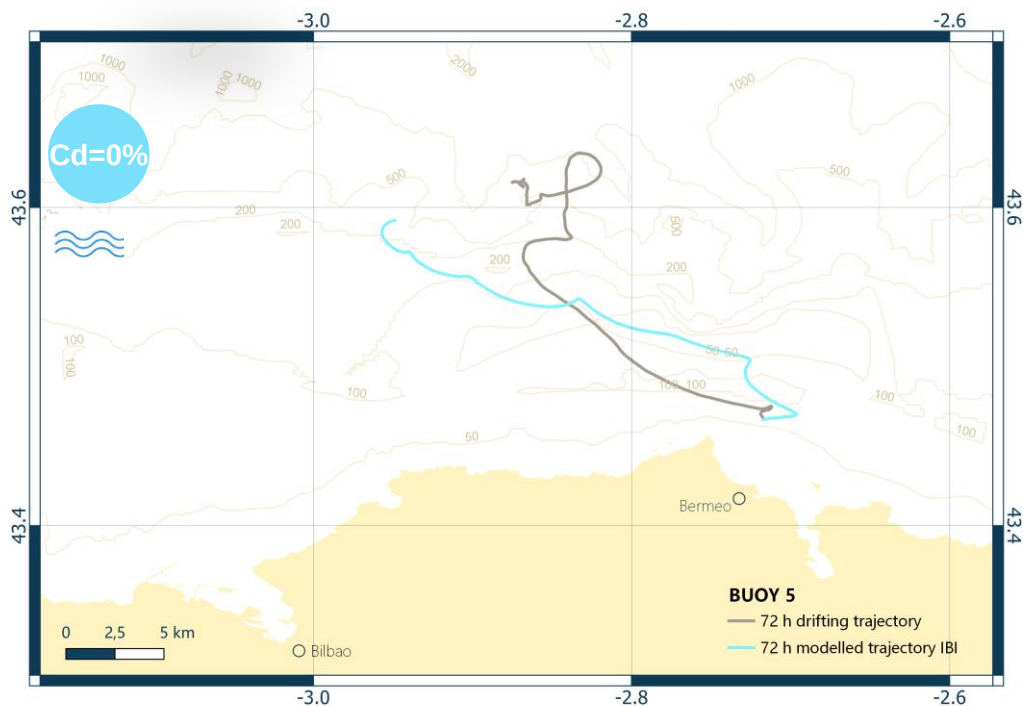
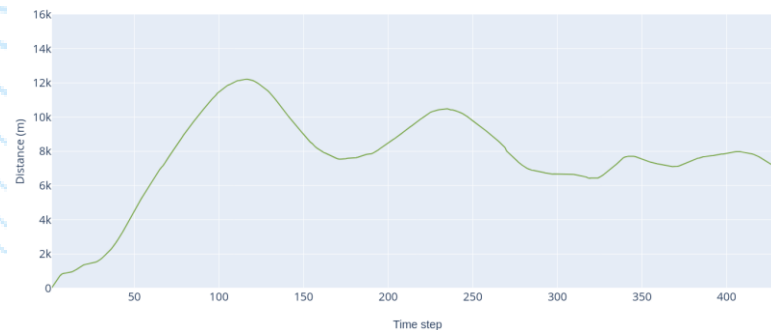
Boyas Tipo A



TIPO A

BOYA 5

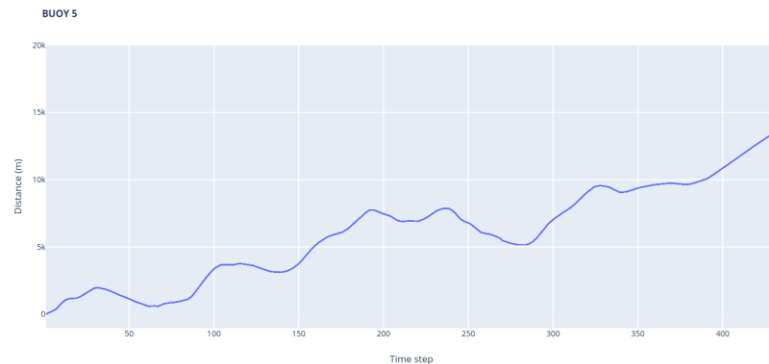
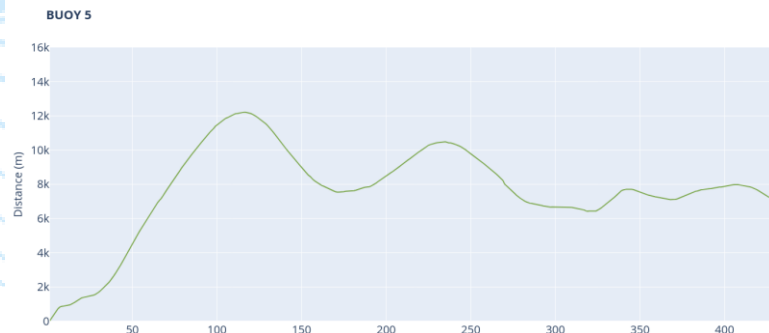
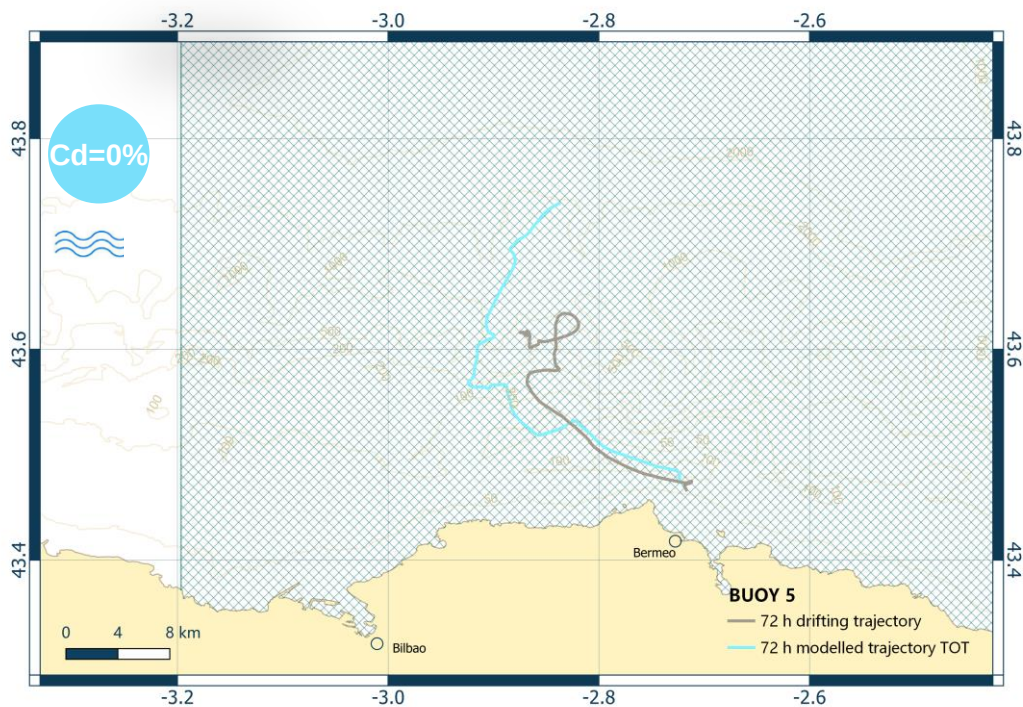
BUOY 5





TIPO A

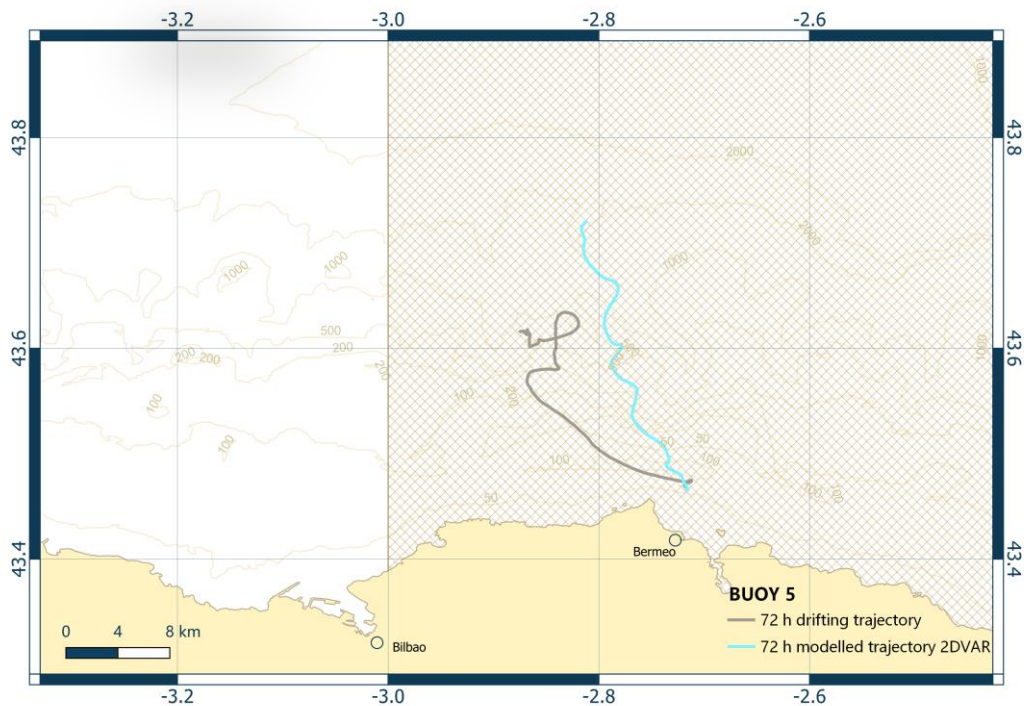
BOYA 5



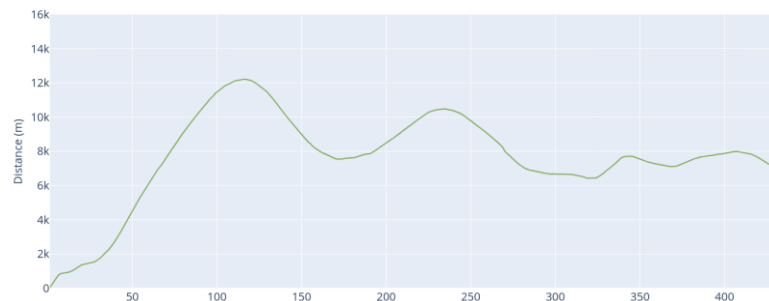


TIPO A

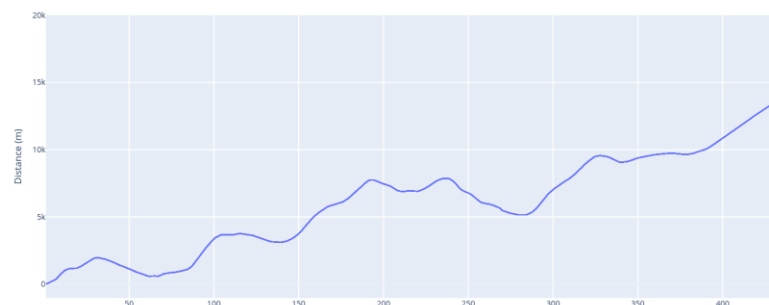
BOYA 5



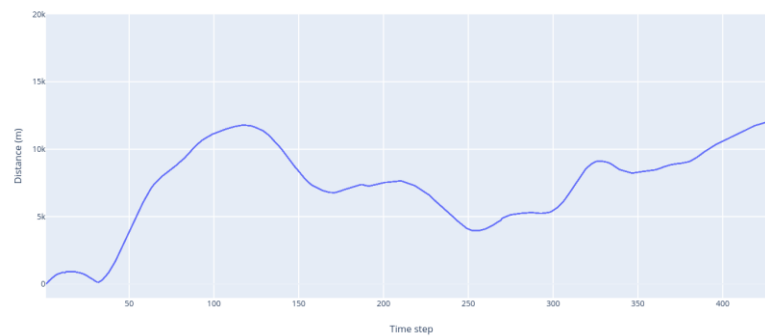
BUOY 5



BUOY 5



BUOY 5

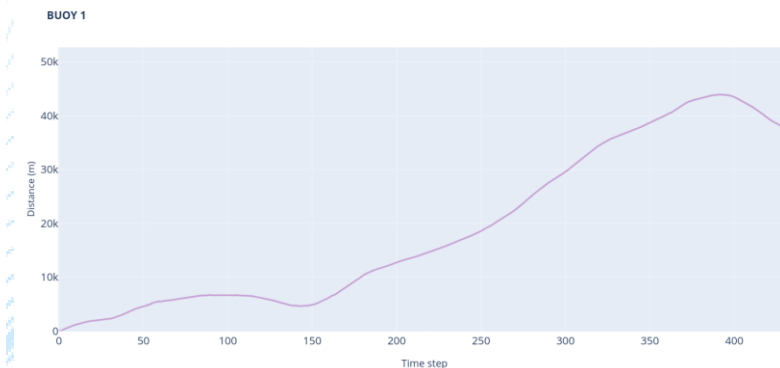
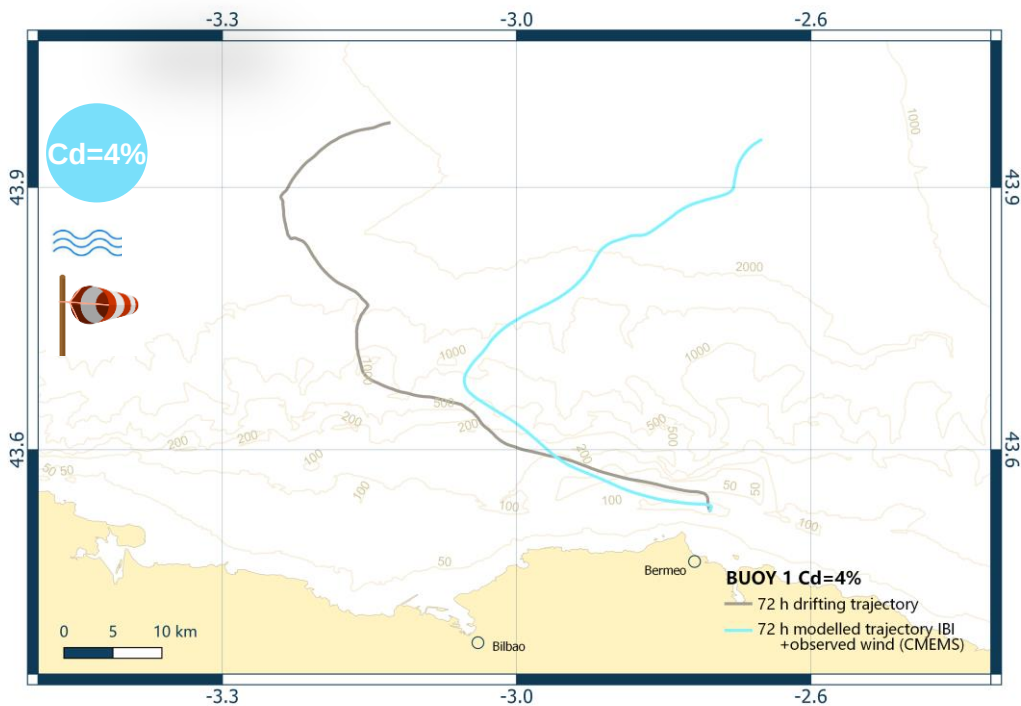


Boyas Tipo B





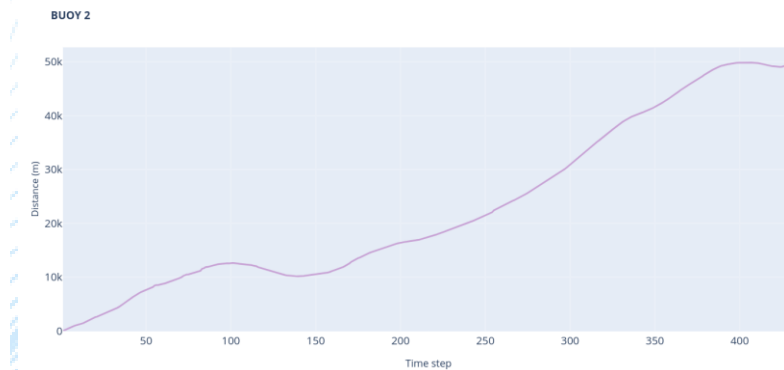
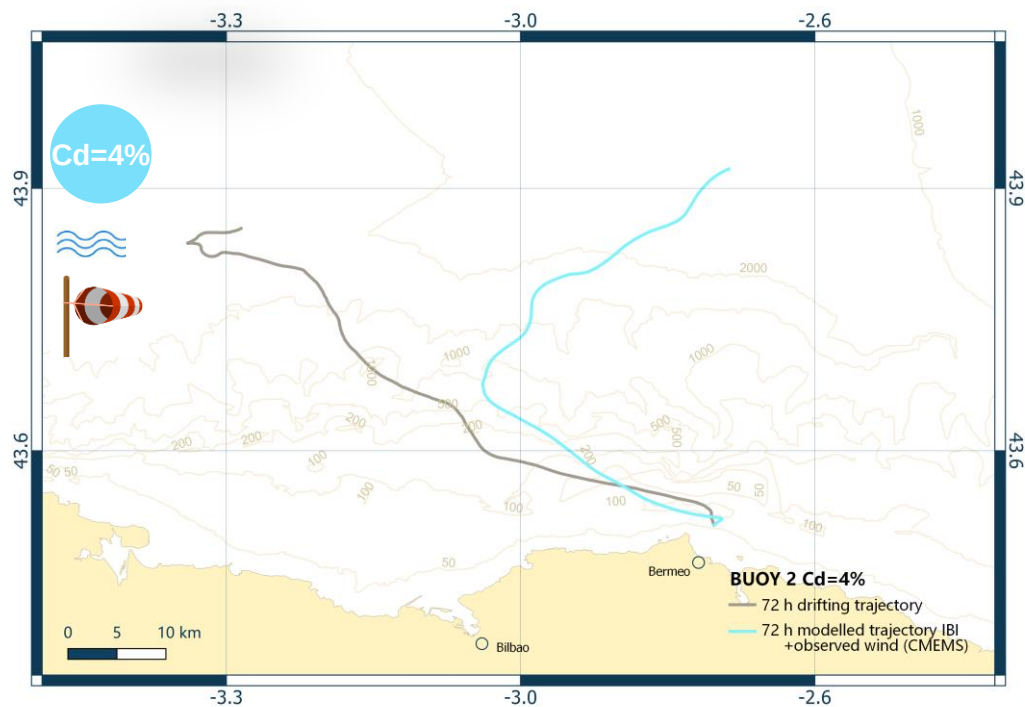
BOYA 1





BOYA 2

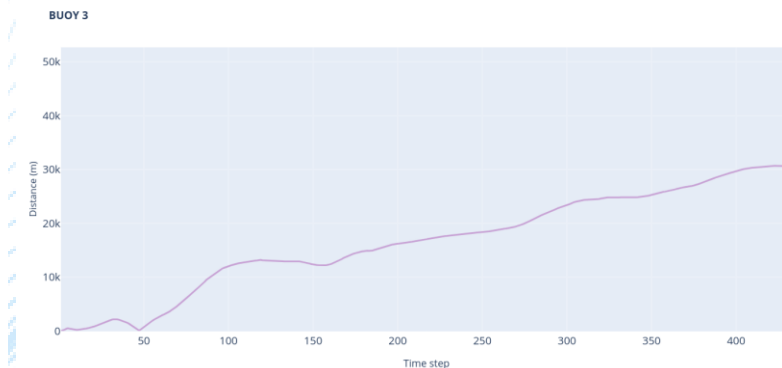
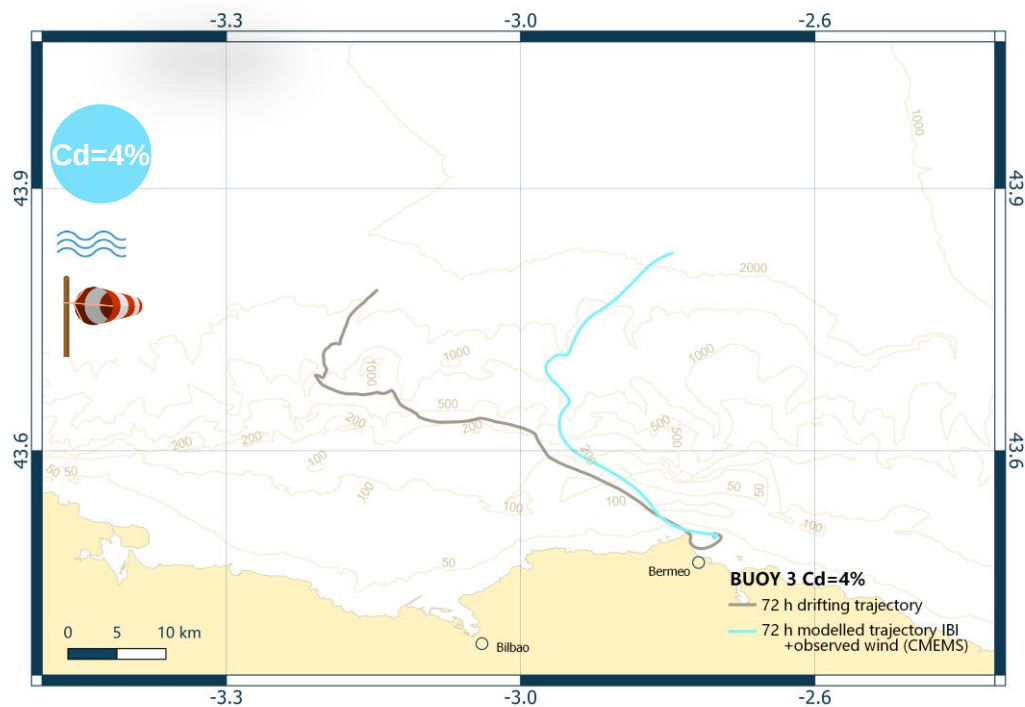
TIPO B





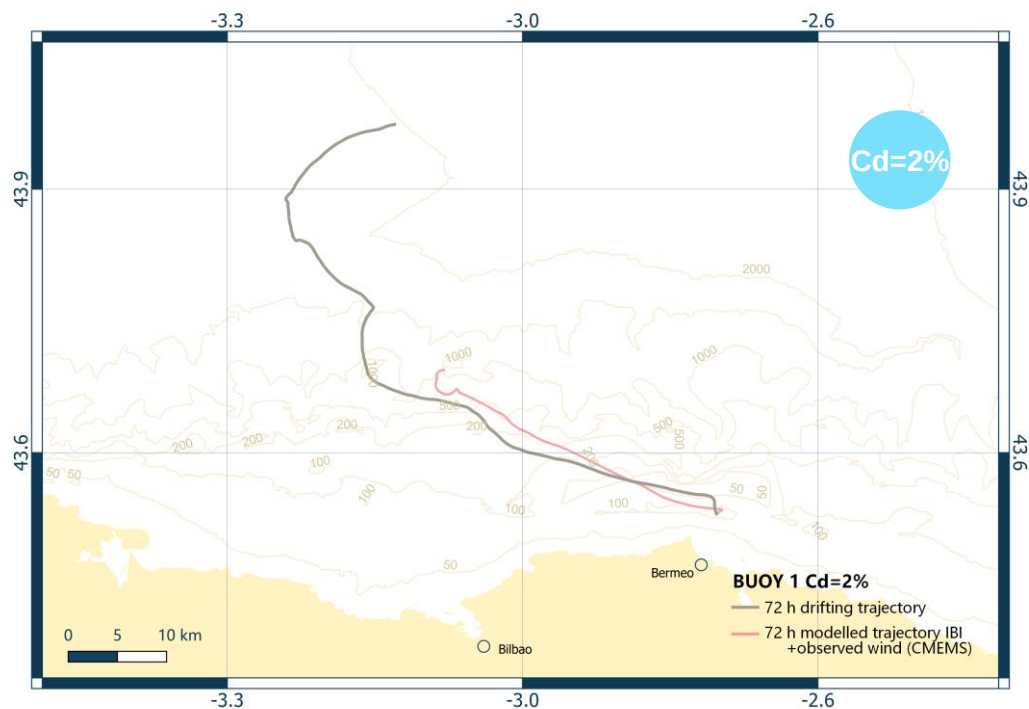
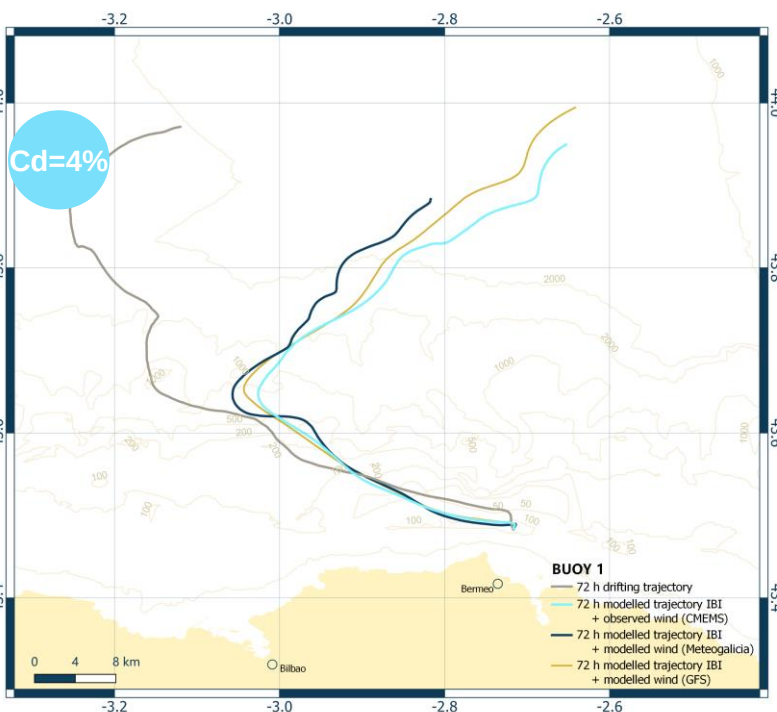
BOYA 3

TIPO B



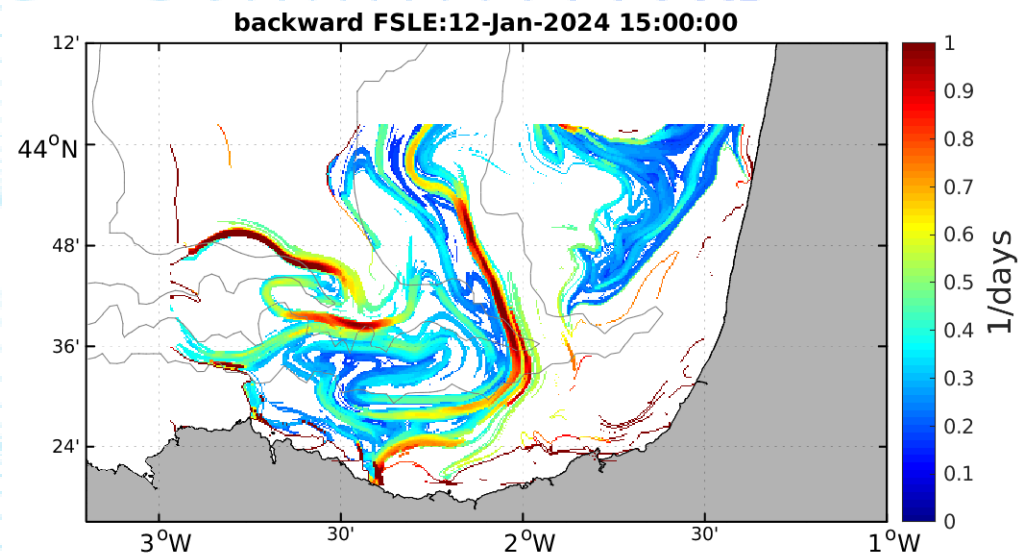


BOYA 1



NUEVOS PRODUCTOS: FLSEs

- Se han generado de manera operacional mapas de estructuras coherentes Lagrangianas mediante exponentes de Lyapunov para identificar la presencia de zonas frontales.



CONCLUSIONES

- Las trayectorias de las boyas demuestran un **comportamiento es muy diferente** en función del tipo de vertido (pellets vs sacos) a pesar de lanzarse de forma conjunta.
- Las boyas usadas en este estudio pueden ser adecuadas para proporcionar trayectorias del vertido en tiempo real de objetos flotantes poco expuestos al viento (pellets). Sin embargo, existe **mayor incertidumbre** para objetos con mayor superficie emergida (saco).
- Las simulaciones realizadas con los datos de HF radar validan las simuladas con el producto de IBI.

CONCLUSIONES

- Las trayectorias de las boyas demuestran un **comportamiento es muy diferente** en función del tipo de vertido (pellets vs sacos) a pesar de lanzarse de forma conjunta.
- Las boyas usadas en este estudio pueden ser adecuadas para proporcionar trayectorias del vertido en tiempo real de objetos flotantes poco expuestos al viento (pellets). Sin embargo, existe **mayor incertidumbre** para objetos con mayor superficie emergida (saco).
- Las simulaciones realizadas con los datos de HF radar validan las simuladas con el producto de IBI.

FUTUROS TRABAJOS

- Realizar comparativas para las boyas de Tipo B en otros periodos para evaluar el origen del error producido en el transporte.
- Parametrizar el comportamiento del saco así como los pellets para poder afinar los resultados del modelo.
- Continuación del trabajo con interpolación óptima (2DVAR) aplicada a los datos de HF radar identificar zonas frontales y barreras de transporte.



EQUIPO



IRENE RUIZ
AZTI BRTA

Marine Technologies Area



IVAN MANSO-NARVARTE
AZTI BRTA

Marine Technologies Area



PEDRO LIRIA
AZTI BRTA

Marine Technologies Area



MANUEL GONZÁLEZ
AZTI BRTA

Marine Technologies Area



OIHANE C. BASURKO
AZTI BRTA

Sustainable Fishing
Technologies



SANTIAGO GAZTELUMENDI
TECNALIA - EUSKALMET

Meteorología y Clima



ANNA RUBIO
AZTI BRTA

Marine Technologies Area

CONTACTO

IRENE RUIZ



iruiz@azti.es



<https://lamarca-project.eu/>



**LA
MAR
CA**



¡GRACIAS POR LA ATENCIÓN!

Ayuda PID2021-123352OB-C33 financiado/a por MCIUN/AEI/
10.13039/501100011033 y "FEDER Una manera de hacer Europa"



MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



Euskalmet



<https://lamarca-project.eu/>

