



Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental



Observatorio del Mar Menor



San Pedro del Pinatar

Proyecto para la Coordinación de modelos numéricos acoplados para el Observatorio del Mar Menor.

01/02/2023



FEDER

Fondo Europeo de Desarrollo Regional

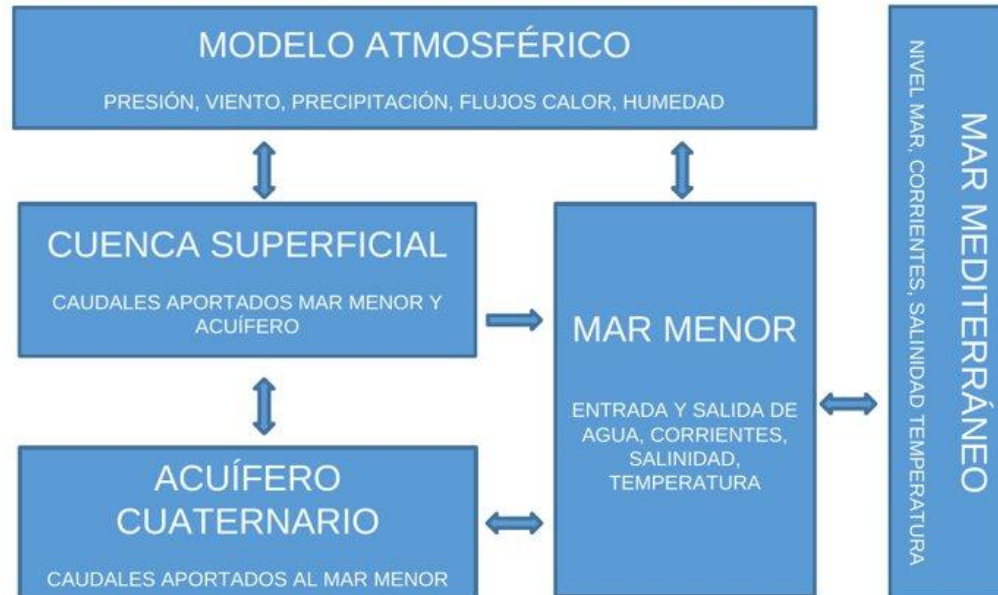
UNIÓN EUROPEA  
"Una manera de hacer Europa"



NOW Systems

# Objetivo

**El reto:** Realizar la coordinación de diferentes modelos numéricos para su funcionamiento acoplado para el Observatorio del Mar Menor



# Objetivo

## Modelos (y entidades proveedoras) coordinados

Modelo - Tipo	Entidad responsable del desarrollo	Zona de estudio	Escala temporal
<i>SWAT – Hidrología superficial</i>	Departamento de Ingeniería Minera y Civil - UPCT (España)	Cuenca vertiente al Mar Menor	Horaria
<i>TETIS – Hidrología superficial (simulación de los flujos de agua, sedimentos y nitrógeno)</i>	Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la UPV (España)	Cuenca vertiente al Mar Menor	Diaria
<i>SUTRA - Hidrología subterránea</i>	HydroGeoModels AG (Suiza)	Acuífero cuaternario del Campo de Cartagena	Diaria
<i>ROMS - Modelo hidrodinámico del Mar Menor</i>	Departamento Ingeniería Química y Ambiental - UPCT (España)	Mar Menor	Horaria
<i>SHYFEM – Modelo ecológico</i>	CNR-ISMAR de Venecia (Italia)	Mar Menor	Horaria
<i>Modelación hidrológica integrada del balance hídrico</i>	Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua (España)	Cuenca vertiente al Mar Menor	Diaria

Hidrología  
Sup. & Sub.  
(2+1)

Circulación  
Costera  
(2)

Balance  
Hídrico  
(1)

**6 modelos / 6 grupos / diferentes dominios y escalas**

# Objetivos específicos

- Proporcionar un **Sistema de modelado integral del balance hídrico** en la zona.
  - Incluyendo **cuenca vertiente, acuífero cuaternario y laguna del Mar Menor** (conectada con el Mar Mediterráneo).
- Realizar **coordinación de proveedores y modelos**.
  - Asegurar **Modelos interconectados** y capaces de usar **mismo forzamiento atmosférico**
- Generar **Base de Datos integral coherente**
  - Datasets a partir de simulaciones empleando **mismo forzamiento atmosférico**.
  - Cobertura Mínima: 2 años (2020–22); desde 2014 para hidrológicos.
- Proponer postprocesos que permitan la **generación de productos** a partir de las salidas brutas de los modelos
  - Propuesta de **set de productos (combinados)** para diseminación a través de

# Metodología (fases de implementación)



- **Fase V0 – Estado inicial de los modelos.**
  - Uso de versiones existentes no-acopladas de cada modelo + trabajos Pre-Post-Procesos
- **Fase V1 – Estado coherente de los modelos.**
  - Preparación de datos y modelos para uso forzamiento atmosférico común (familia ERA).
    - Escenario base para simulación común: Octubre 2020 - Agosto 2022.
- **Fase V2 – Estado de interconexión de modelos.**
  - Adaptación de los modelos para el uso como forzamiento de las salidas de otros modelos de diferentes componentes de la Plataforma.

**¡¡Gracias!!** a todos los grupos desarrolladores de modelos: sada

**Fundación Instituto EuroMediterráneo del Agua:** Francisco Cabezas / **Universidad Politécnica de Valencia:** Félix Francés, Cristina Puertes y Juan Francisco Sepúlveda / **Universidad Politécnica de Cartagena:** Sandra García, Javier Gilabert y Francisco López; **Hydrogeomodels:** Andrés Alcolea / **CNR-**

# Sistema de Predicción Mar Menor



ECMWF - IFS

Global circulation  
(Copernicus Marine  
Service GLO-PHY)

Wind, Atm.  
pressure, solar  
radiation, cloud  
cover, humidity,  
precipitation,  
air temp.

Atmospheric module  
(HARMONIE2.5 - AEMET)

Regional circulation  
(Copernicus Marine  
Service IBI-PHY)



Precipitation, humidity, solar  
radiation, air temp., wind

Surface hydrology module  
(SWAT / TETIS)

Coastal hydrodynamic module  
(ROMS / SHYFEM)

Run-off

Percolation

Groundwater hydrology module  
(SUTRA)

Groundwater flow from  
Quaternary aquifer

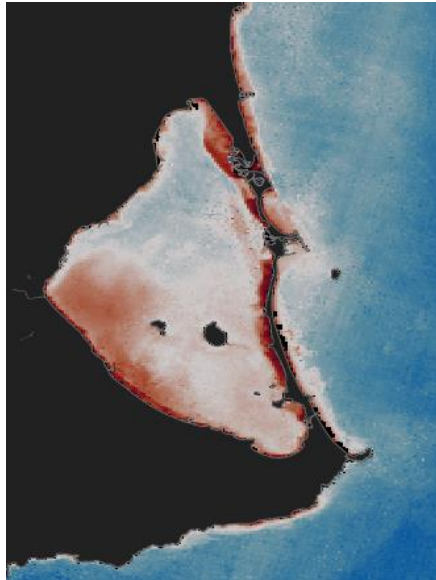
Integrated Water Balance System



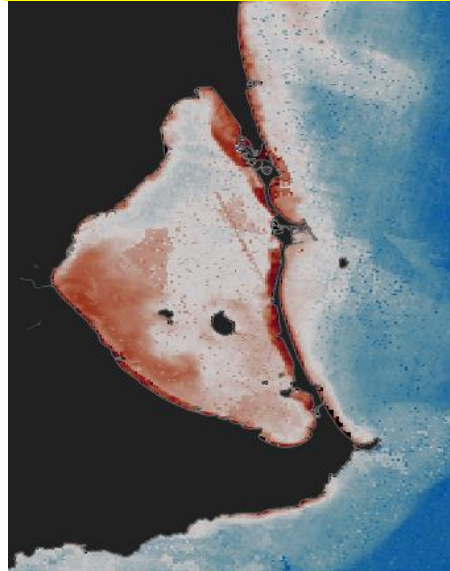


# ¿Qué Fenómenos a modelizar con el Sistema de Predicción Mar Menor?

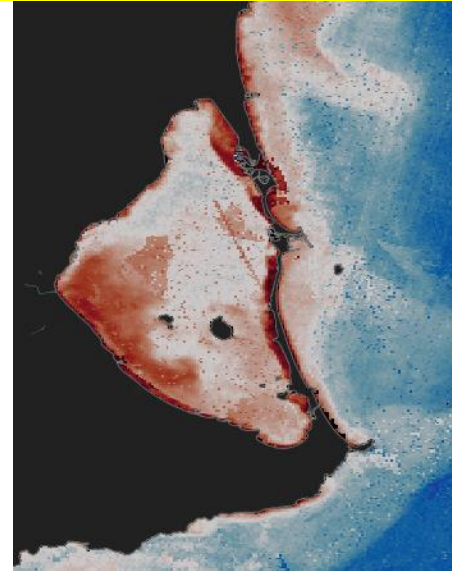
## Eventos extremos (asociados a DANAs)



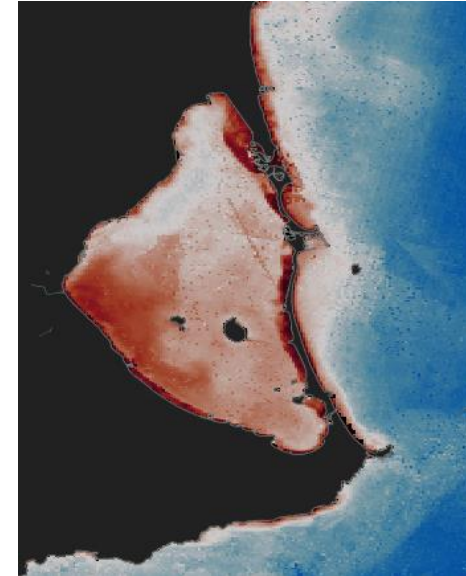
24/02/2022



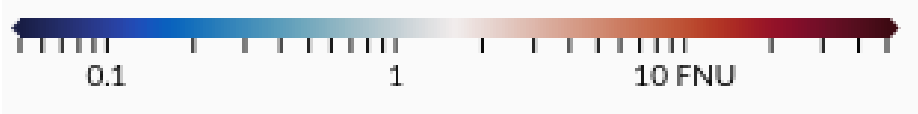
06/03/2022



26/03/2022



15/04/2022



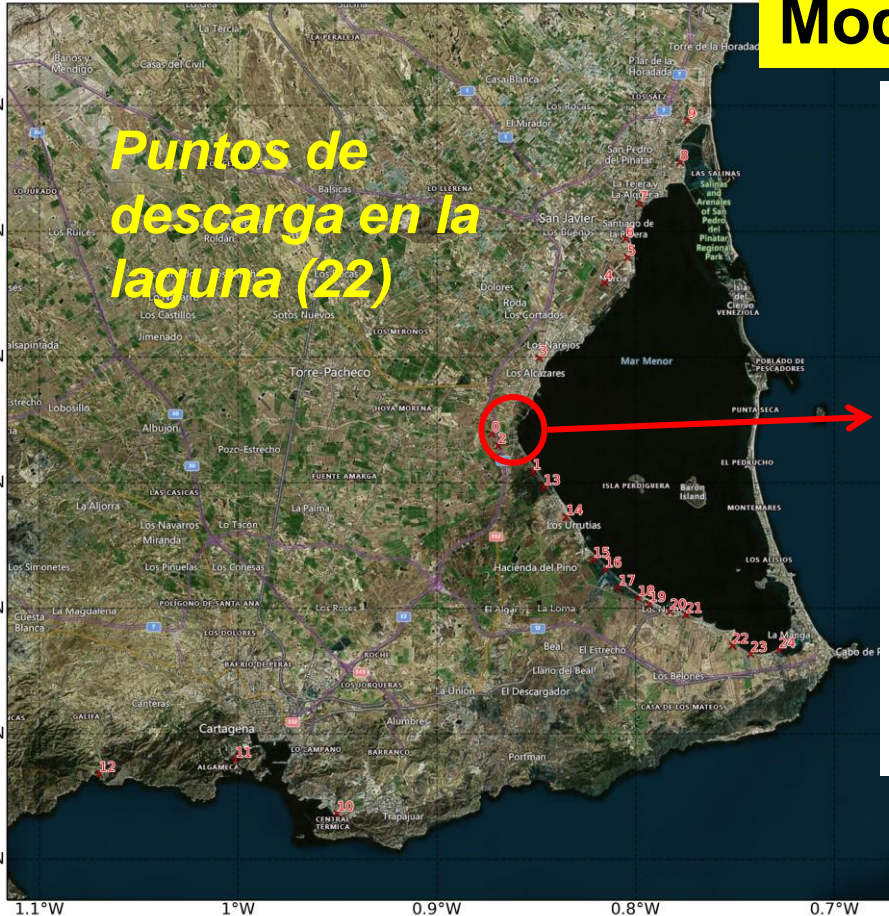
**Episodio Marzo-Abril 2022**

# Ejemplos de Modelado

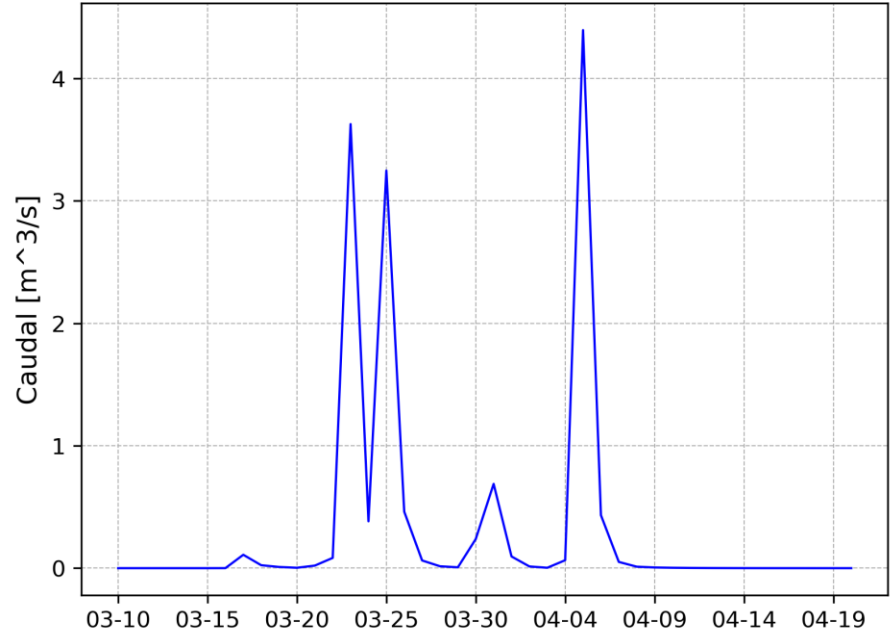
Mar Menor: Puntos de salida de TETIS

**Modelo: TETIS**

**Puntos de  
descarga en la  
laguna (22)**



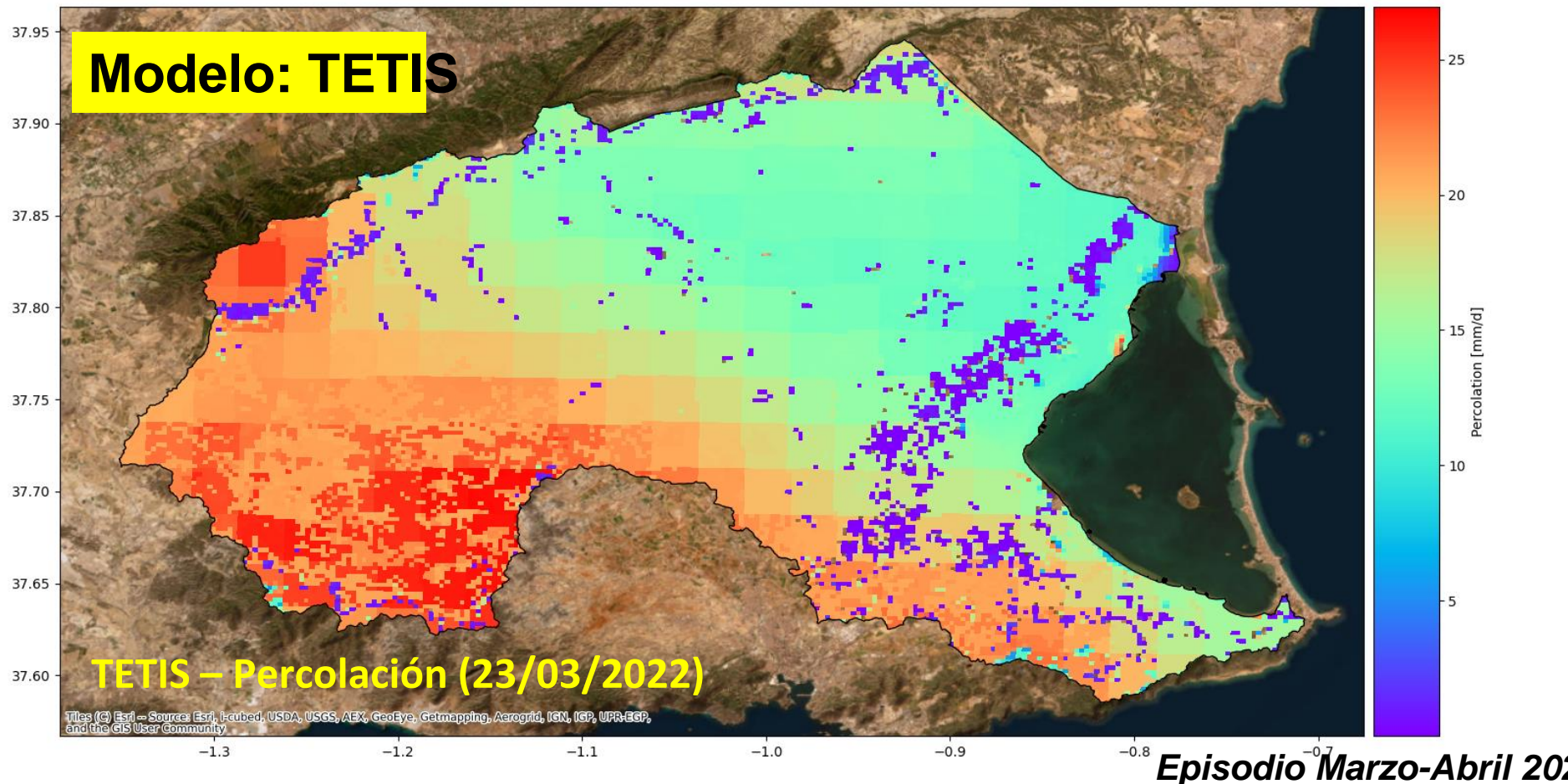
**TETIS - Desembocadura del Albuji3n (2022)**



**Episodio Marzo-Abril 2022**



# Ejemplos de Modelado



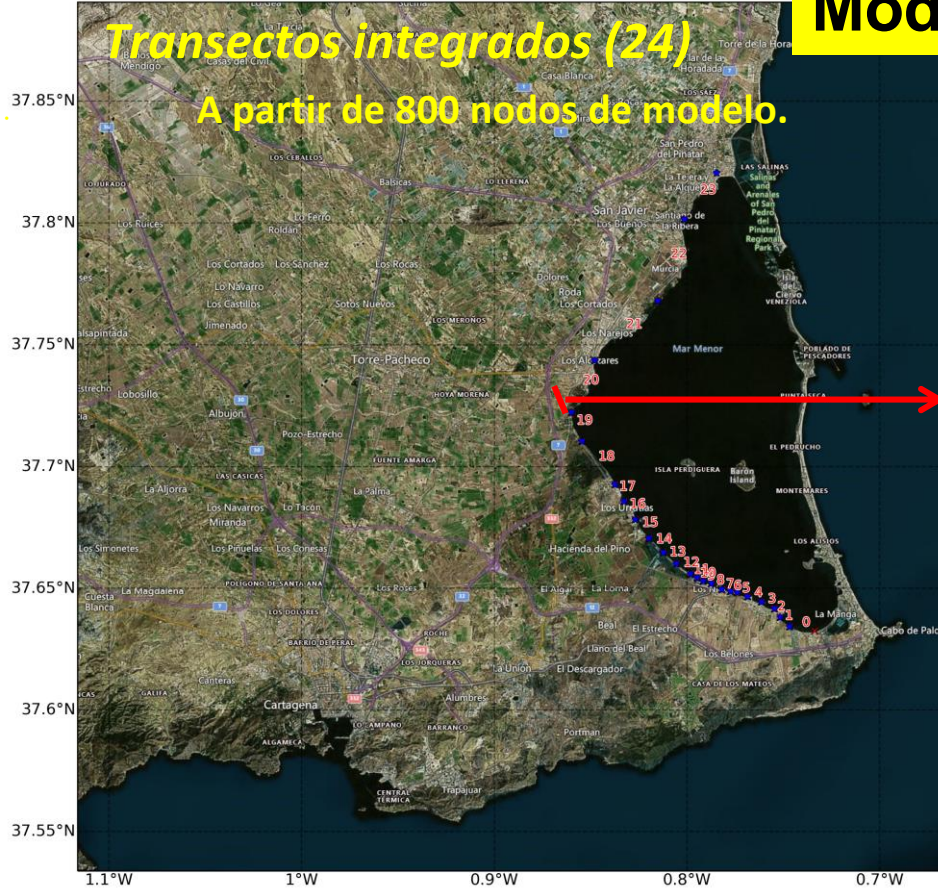
# Ejemplos de Modelado

Mar Menor: Puntos de vertido de SUTRA

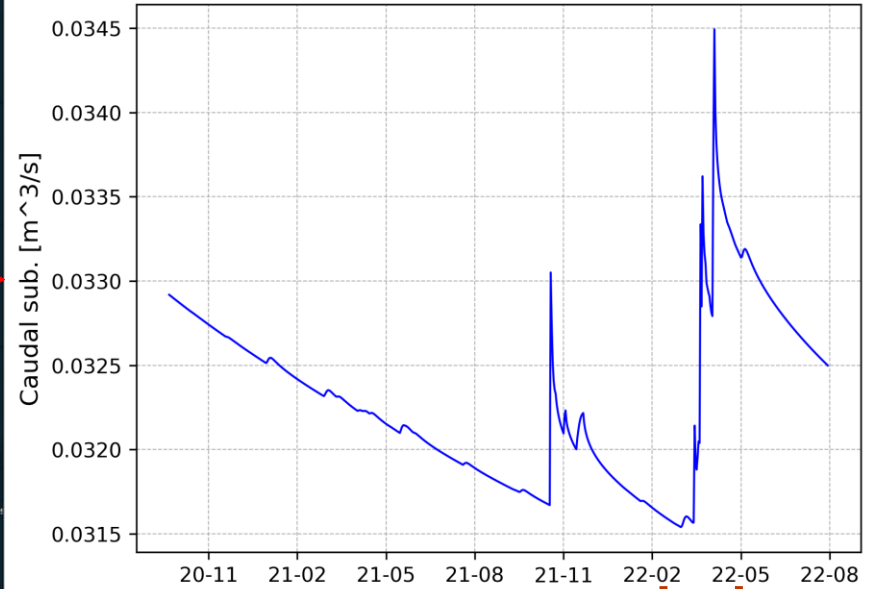
**Modelo: SUTRA**

*Transectos integrados (24)*

*A partir de 800 nodos de modelo.*



**SUTRA - Rambla del Albuñón (2020 - 2022)**

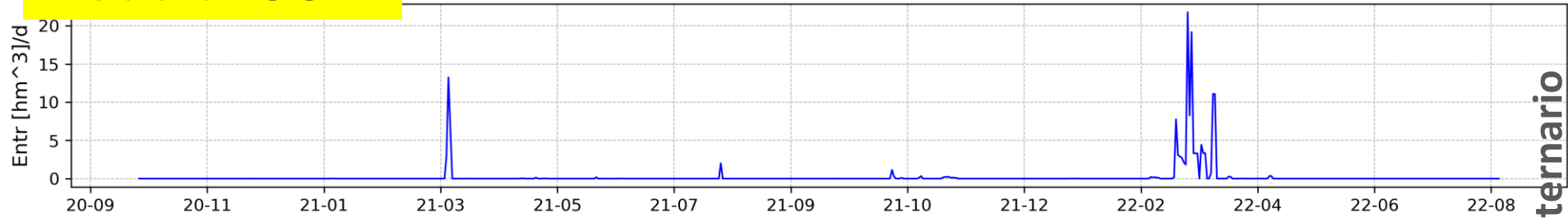


***Episodio Marzo-Abril 2022***

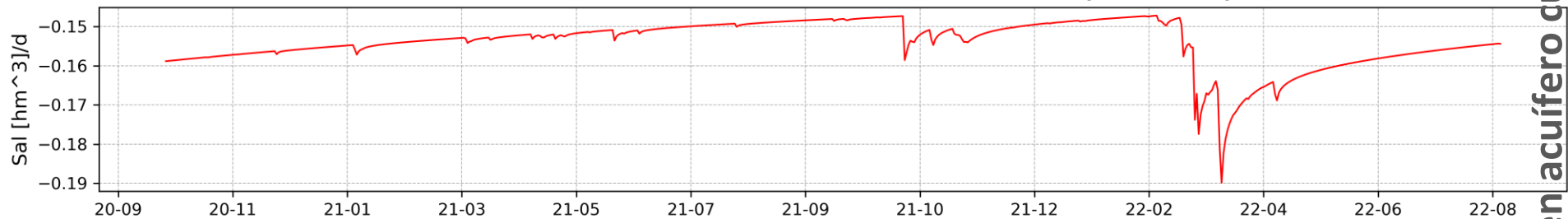
# Ejemplos de Modelado

## Modelo: SUTRA

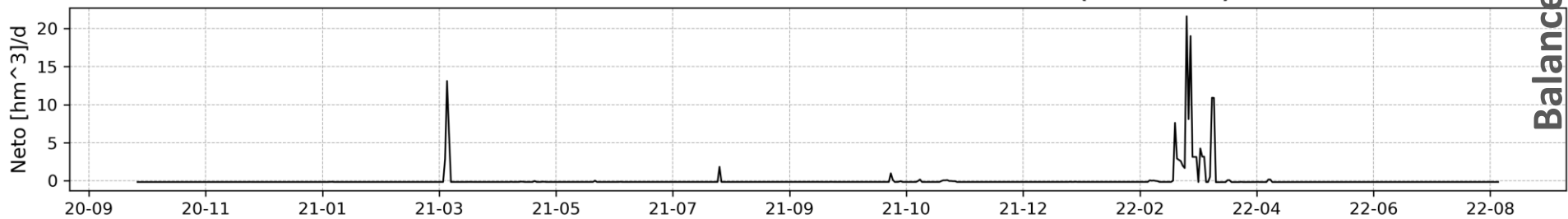
SUTRA - Variación volumen de entrada acuífero cuaternario (2020 - 2022)



SUTRA - Variación volumen de salida acuífero cuaternario (2020 - 2022)



SUTRA - Variación volumen neto en el acuífero cuaternario (2020 - 2022)



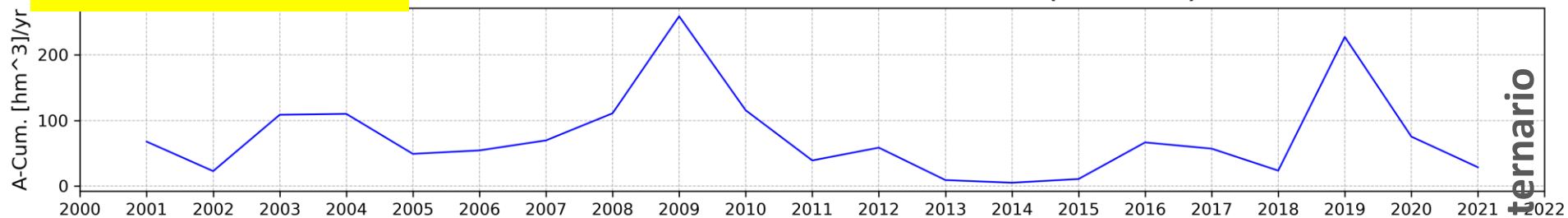
Balance en acuífero cuaternario



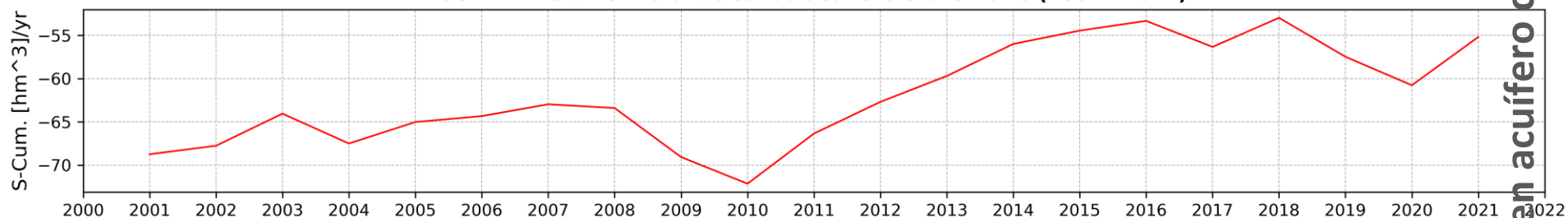
# Ejemplos de Modelado

## Modelo: SUTRA

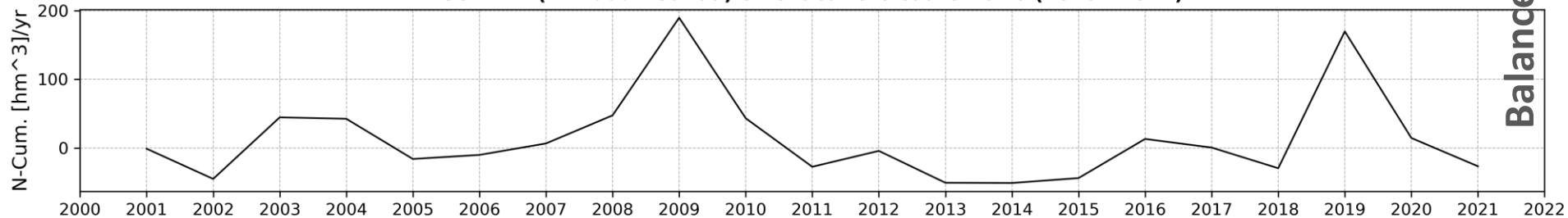
SUTRA - Volumen total de entrada acuífero cuaternario (2001 - 2021)



SUTRA - Volumen total de salida acuífero cuaternario (2001 - 2021)



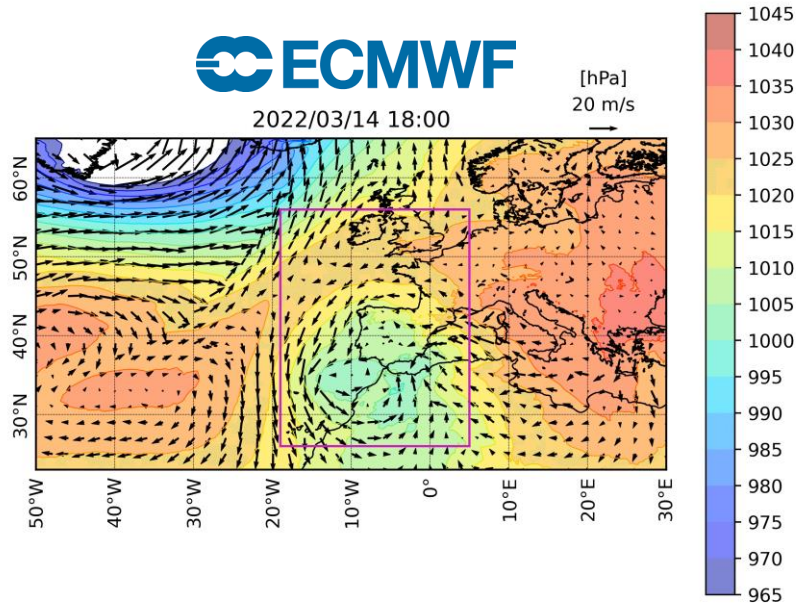
SUTRA - (Entrada - Salida) en el acuífero cuaternario (2001 - 2021)



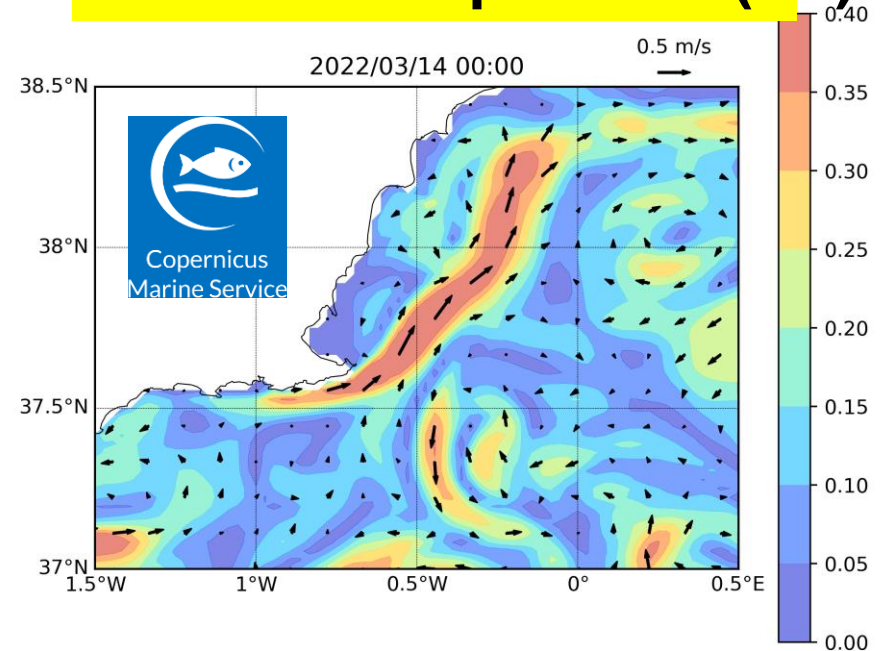
Balance en acuífero cuaternario

## Episodio Marzo-Abril 2022

### Viento a 10m (IFS)



### Corriente superficial (IBI)

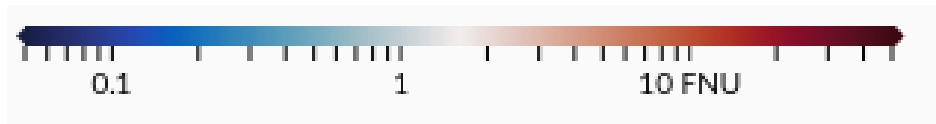
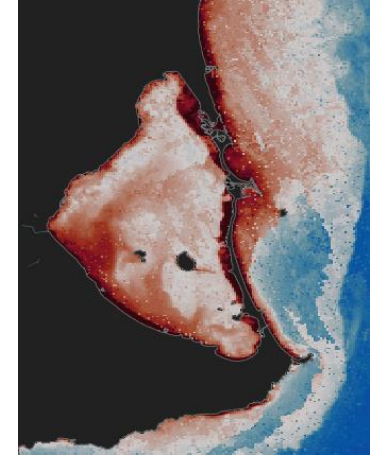
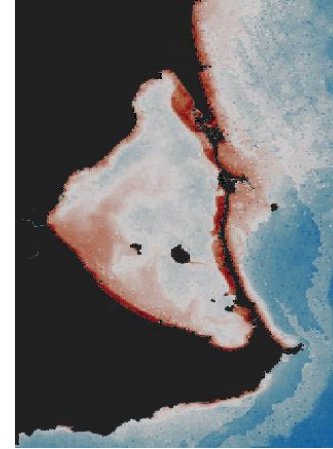
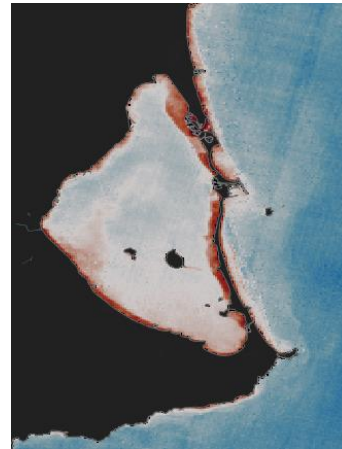
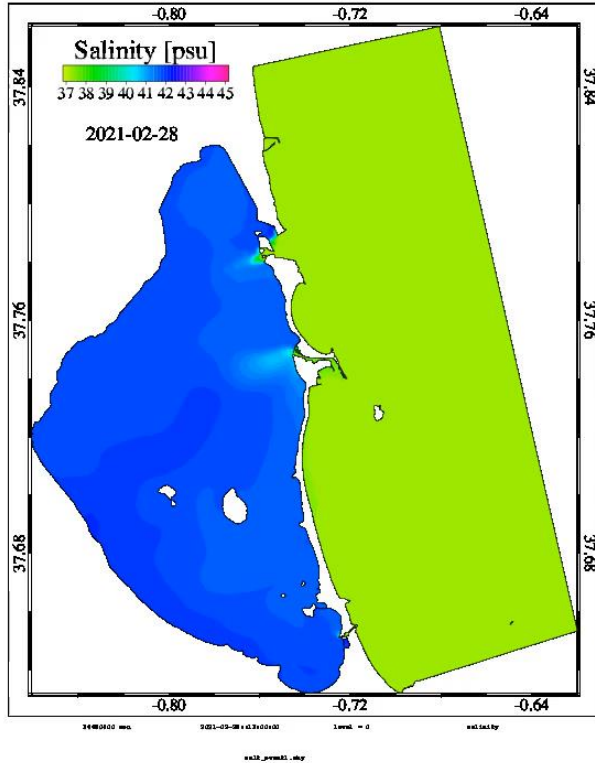




# Ejemplos de Modelado

## Episodio Marzo-Abril 2022

Salinidad (SHYFEM)



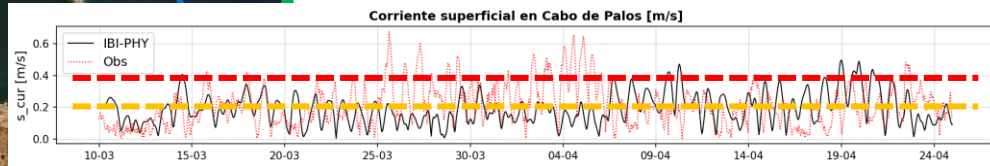
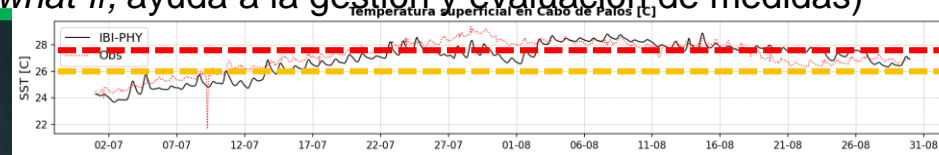
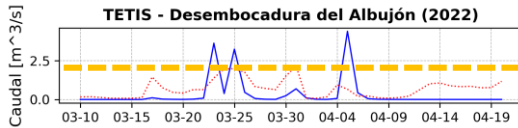
# Salidas de Modelo & Productos

	Frecuencia diaria	Frecuencia horaria	Usuarios
<b>Módulo hidrología superficial</b> ( <i>TETIS/SWAT</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal (en puntos de vertido)</li> <li>- Percolación (campo espacial; prod. interno)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestores del territorio</li> <li>- Gestores del agua</li> <li>- Agricultura</li> <li>- Pesquerías</li> <li>- Acuicultura</li> <li>- Turismo</li> <li>- Puertos deportivos</li> <li>- uso recreacional; baño, calidad de agua</li> <li>- Comunidad científica</li> <li>- etc.</li> </ul>
<b>Módulo hidrología subterránea</b> ( <i>SUTRA</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balance acuífero (integrado)</li> <li>- Velocidad del flujo (mapa)</li> </ul>		
<b>Módulo hidrodinámica costera</b> ( <i>ROMS/SHYFEM</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel del mar</li> <li>- Corriente - 3D</li> <li>- Temperatura - 3D</li> <li>- Salinidad - 3D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel del mar</li> <li>- Temperatura superficial</li> <li>- Salinidad superficial</li> <li>- Corrientes (en superficie)</li> <li>- Circulación barotrópica</li> </ul>	



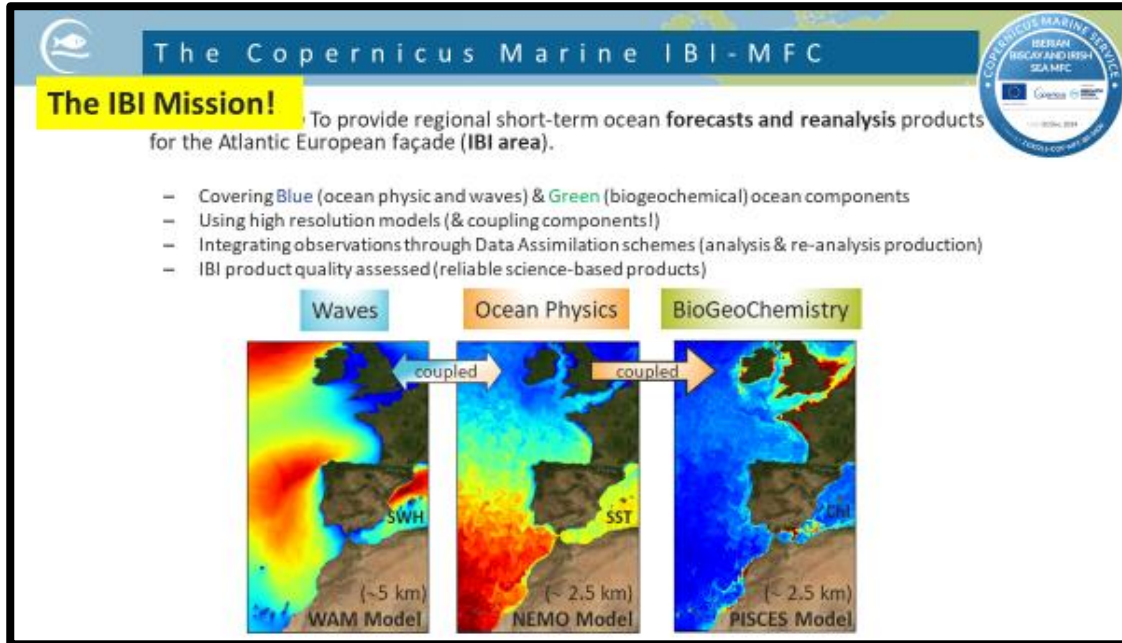
# Hacia un sistema Operacional (Servicios de Valor añadido)

- **Demostrador (*Proof of concept*):** Sistema de **modelado complejo coordinado**.
- Necesidad de integrar el Sistema como parte de un **Servicio Operacional**.
  - **Productos valor añadido** (p.eg. Servicios Alertas, indicadores) con **Interfaces de Usuario** avanzados
    - Aplicaciones amigables, inspiradoras, personalizables.
  - Avance hacia **Gemelos Digitales** (escenarios *what-if*, ayuda a la gestión y evaluación de medidas)



# ¿Qué implica un Servicio Operacional?

- Ejemplo: el Servicio IBI-MFC del Copernicus Marino.





# IBI-MFC Management: Consortium, organization & management activities

Leadership



*Leader*

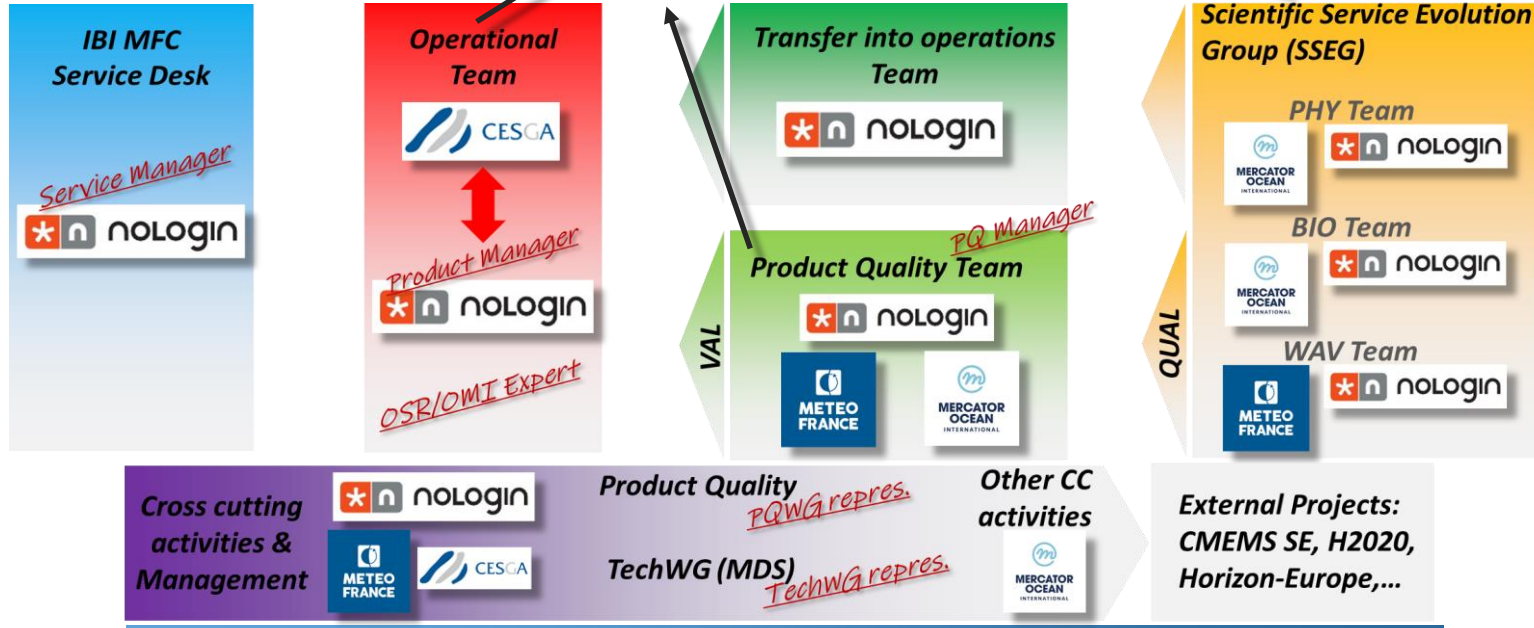


*Deputy leader*

Contract coordination



## The IBI-MFC Organization

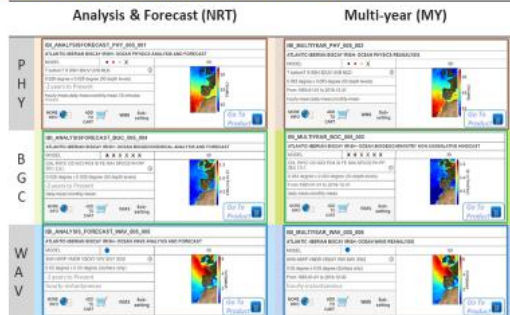




# Elementos de un servicio Operacional (el IBI-MFC)

## IBI-MFC contribution to CMEMS Catalogue

6 IBI-MFC Products delivered ... comprising 20 datasets & 37 variables



37 IBI vars (Blue & Green Ocean) delivered:

- Temperature, salinity, currents, sea level, ...
- Significant wave height, peak period, ...
- Chlorophyll, oxygen, nutrients, ...

Wide range of temporal frequencies:

- Monthly, daily, hourly (even in 3D) & 15min datasets



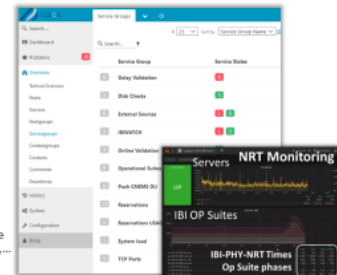
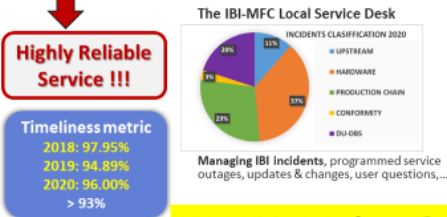
For further details go to the CMEMS catalogue, check the IBI-MFC Product Cards & showcases or contact with the IBI-MFC Service Desk

## The IBI-MFC Operational Service

IBI Regional NRT & MY Models embedded in Op. Suites that:

- Acquire best upstream data (forcing & obs for Data Assimilation)
- Run IBI model applications, generating products
- Validate IBI model solutions (with all available observation)
- Deliver (timely) the CMEMS IBI-MFC Products to users.

Monitor tools to check IBI Op. suites (i.e. Upstream sources availability, HPC & storage resources, op. suites phases, product dissemination)

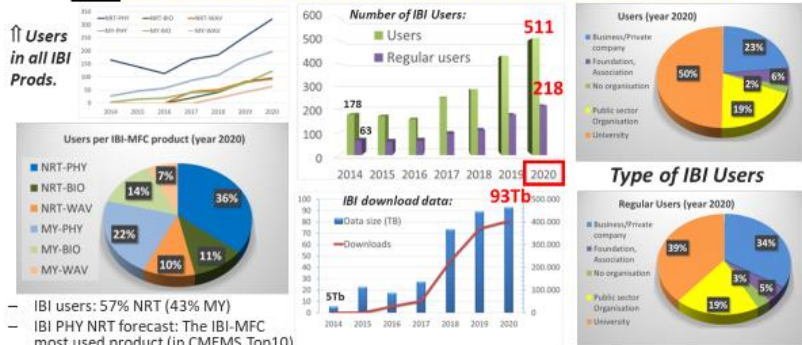


IBI-MFC: A Robust & fully monitored Service

## Catalogo de Productos

## The IBI-MFC Users: what users?

A (growing!) IBI-MFC end-user community



- IBI users: 57% NRT (43% MY)  
- IBI PHY NRT forecast: The IBI-MFC most used product (in CMEMS Top10)

## Servicio Fiable

## Relación con los usuarios

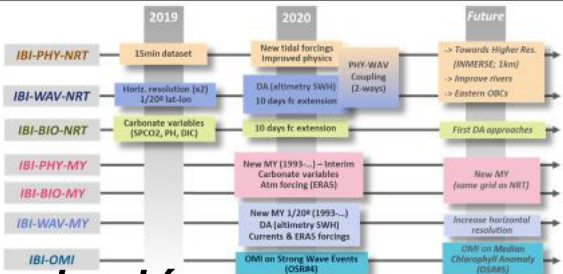
# Elementos de un servicio Operacional (el IBI-MFC)

## The IBI-MFC: An evolving service

### IBI-MFC Service: Main Improvement lines

- Better models (!resolution, more processes)
- Improved Data Assimilation + more (& new) OBS products in
- Coupling between components
- New MY Products (+ ensembles)

Schedule of IBI-MFC system/product evolution.  
(Last C-1 years + next steps for C-2)



## The IBI-MFC: HPC Resources

### IBI Production in *Finisterrae-2* (CESGA)

IBI production in 2019 \*:

- > 1.300.000 hours (CPU time)
- ~ 50 TB (Storage)

\* Only operations! HPC Resources for sci. Devs. not included here.



### The IBI-MFC Service: A challenge for an HPC Center!

Needs to run 1 IBI NRT PHY daily forecast:

- > 1000 cores (for 3h!)
- ~ 1.5 TB (big IO!)

(24 IBI cycles launched every week!)

– *Finisterrae-2*, a shared machine (not dedicated!).

Supercomputing: A key element for IBI Operations & future service evolution

Plan de evolución IBI-MFC Service continuously evolving...

## Actividad I+D

## The IBI-MFC: A science-based service

### IBI-MFC significantly sustained by R&D activities

R&D activities on IBI-MFC services

Operations

R&D

Tier 1

Tier 2

Tier 3

#### IBI Service Evolution in C-1 Phase2 (See previous slide).

- MOI resources to develop IBI PHY&BIO model apps.
- Specific contract for sci. support on WAV & BIO devs (MF, AEMET & IMI).
- NoLogin R&D activities linked to operational evolution and PQ evaluation.

#### Service Evolution Projects

- IBI benefits from SE RD outcomes:
- SCRUM series (ensembles evaluation)
  - MedSUB (submesoscale evaluation)
  - LAMBDA (river forcing improvement)
  - & more ...

#### R&D for IBI long-term evolution

- H2020 RD Projects:
- IMMERSE: IBI-1Km Demo (at 2023)
  - EuroSEA: IBI DA improvement on shelf
  - CEASELESS (IBI BIO DA)
  - & more ...

Equipo Coordinado

## Recursos HPC

## Who?: The IBI-MFC Team



Marcos G. Sotillo (LE, SE, PQ)	Roland Aznar (LE, Op, MD, SE)	Pablo Lorente (PQ, SE, Op)	Arancho Amo (Op)	Guillaume Raffray (MD, SE)	Bruno Levier (MD, SE, PQ)	Elodie Gutknecht (MD, SE, PQ)	Lotfi Aouf (MD, SE, PQ)	Alice Dalphinet (MD, SE, PQ)
Malek Gbantous (MD, SE, PQ)	Cristina Toledano (MD, Op, PQ)	Alvaro de Pascual (Op, SE)	Karen Guihou (MD, SE, PQ)	Tomasz Dobrowski (SE, PQ)	Joe McGovern (SE, PQ)	Ernesto Barrera (SE)	Lorea Garcia (SE, PQ)	Carlos Fernandez (IT)
Pablo Rey (IT)	Aurelio Rodriguez (IT)	Alejandro Feijóo (IT)	Javier Cocheiro (IT)	Leader Element (LE) Model Developer (MD) Scientific Expert (SE) PQ expert (PQ) Operational Expert (Op) IT Support (IT)				

The IBI-MFC Team

# Para el futuro...

Del “proof of concept” al Servicio Operacional: **“el Valle de la Muerte”**

O



Factores y elementos que contribuirán al éxito de la misión:

- Una necesidad / problema (elemento dinamizador).
- Un conocimiento adecuado (ciencia).
- Recursos accesibles (tecnológico, humano, tiempo,...).
- Sinergias => beneficios (entorno colaborativo).
- Visión (Continuidad en el esfuerzo).