



# An eye on the sea

## Uno sguardo sul mare



Luxembourg: Publications Office  
of the European Union, 2016

© European Union, 2016  
Reproduction is authorised provided  
the source is acknowledged.

*Printed in Italy.*

Cover image: fishing vessels  
© Fernbach Anta, Fotolia

PDF

Print

---

ISBN 978-92-79-54155-1 ISBN 978-92-79-54154-4

---

doi:10.2760/72982 doi:10.2760/138071

---

KJ-04-15-960-2K-N KJ-04-15-960-2K-C

# An eye on the sea

## Uno sguardo sul mare

*Satellites play a crucial role in understanding what is happening at sea. They are fundamental for maritime governance and detecting illegal activities, such as irregular migration, piracy, oil pollution and illegal fishing. They are also essential to investigate eutrophication and climate change. Orbiting around the globe, satellites provide information (data) on every part of the world, whereas coastal sensors can only provide local detail.*

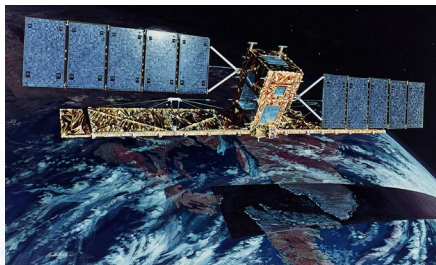
*Satellites provide data that need to be put in context to make sense. By combining satellite data with other available data, it is possible to produce a (global) picture, indicating for example ship positions or fish habitats in real-time, eutrophication levels or climate change effects. For JRC scientists it is a challenge to improve the maritime and marine pictures, reduce sea blindness and discover irregularities or changes in patterns. In doing so, the JRC supports EU policies related to the sea.*

*I satelliti sono uno strumento molto importante per comprendere cosa succede nel mare. Sono indispensabili per gestire le attività marittime e per scoprire eventuali attività illegali, come ad esempio l'immigrazione clandestina, la pirateria, l'inquinamento da idrocarburi e la pesca illegale. Sono anche fondamentali per studiare l'eutrofizzazione delle acque o i cambi climatici. Orbitando attorno alla terra, i satelliti forniscono informazioni (o meglio, dati) da ogni parte del mondo, mentre i sensori in situ possono fornire soltanto indicazioni locali.*

*Perché i dati forniti dai satelliti abbiano un senso, bisogna metterli in un contesto. Combinando insieme dati satellitari con altri dati disponibili, è possibile produrre in tempo reale un quadro globale della posizione delle navi o degli habitat dei pesci, dei livelli di eutrofizzazione o degli effetti dei cambiamenti climatici. La sfida per i ricercatori del JRC è migliorare sempre più questo quadro complessivo, ridurre la "cecità" nel mare e scoprire le irregolarità o cambiamenti nelle strutture ricorrenti. Con queste attività il JRC dà un supporto concreto alle politiche europee relative al mare.*

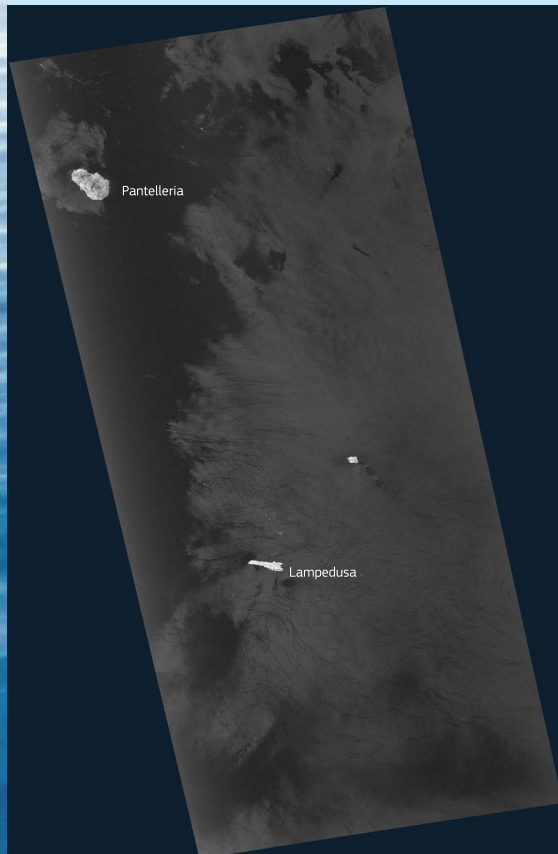
# Detection of ships

Satellites carrying radar instruments can help detecting ships at sea, day and night under all-weather conditions. The JRC developed a system – the Vessel Detection System (VDS) – to detect ships based on those satellite images. By cross-checking ship positions detected by VDS with ship position reports, it is possible to signal the presence of non-reporting ships. The use of VDS was already demonstrated in early 2000 in fisheries control campaigns. In less than 1 hour after the satellite image acquisition, control authorities could be informed of the presence of possible non-reporting fishing vessels. With such an indication that illegal fishing activities might be taking place, action could then be taken to enforce EU fishing rules.



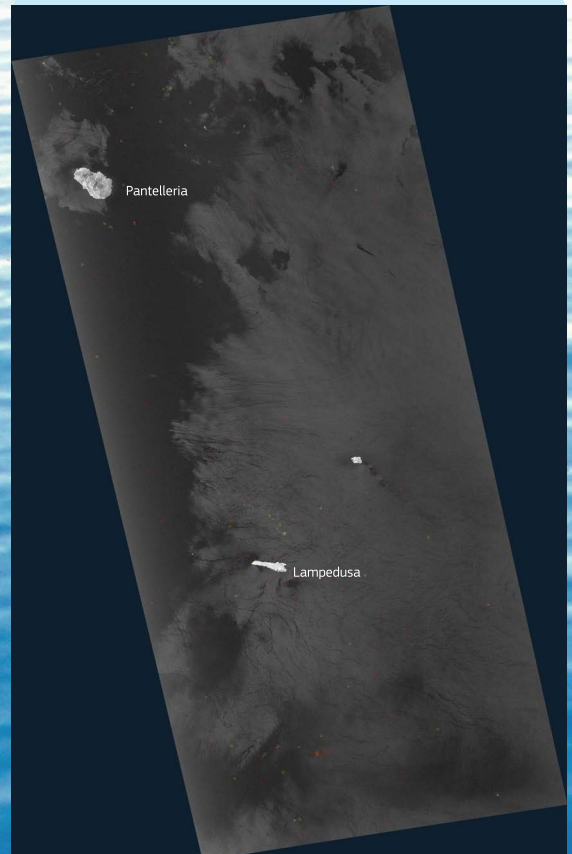
17:04 UTC

Satellite image acquisition  
Acquisizione dell'immagine satellitare



17:32 UTC

JRC's vessel detection software  
Software del JRC per il rilevamento delle navi

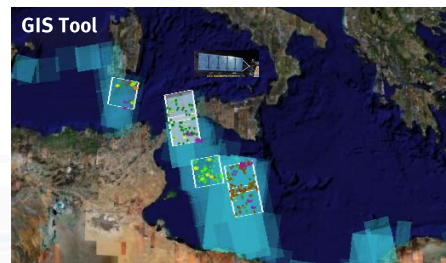
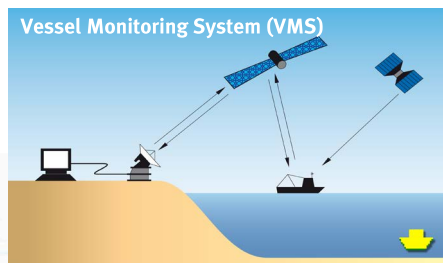
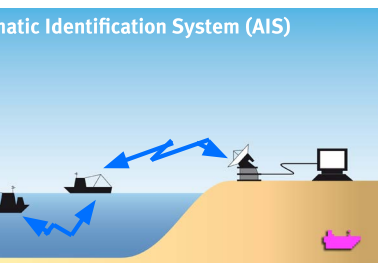


## La localizzazione delle navi

I satelliti che hanno a bordo dei radar possono essere molto utili per localizzare le navi nel mare, sia di giorno sia di notte e in qualsiasi condizione climatica. Il JRC ha sviluppato il Vessel Detection System (VDS), un sistema in grado di localizzare le navi proprio sulla base delle immagini prodotte dai quei satelliti. Facendo dei controlli incrociati tra le posizioni delle navi identificate dal VDS e i rapporti prodotti dalle navi stesse con altri sistemi informatici, è possibile segnalare la presenza di navi che non dichiarano

la propria presenza. Il VDS è già stato testato nei primi anni 2000 durante alcune campagne di controllo della pesca. In meno di un'ora da quando l'immagine satellitare è stata acquisita, le autorità di controllo sono state informate della possibile presenza di navi da pesca che non avevano fatto rapporto e quindi della possibile presenza di attività di pesca illegale. In questo modo, sono potute intervenire per far rispettare la legislazione europea sulla pesca.

✧ JRC system for maritime surveillance  
Il sistema del JRC per la sorveglianza marittima

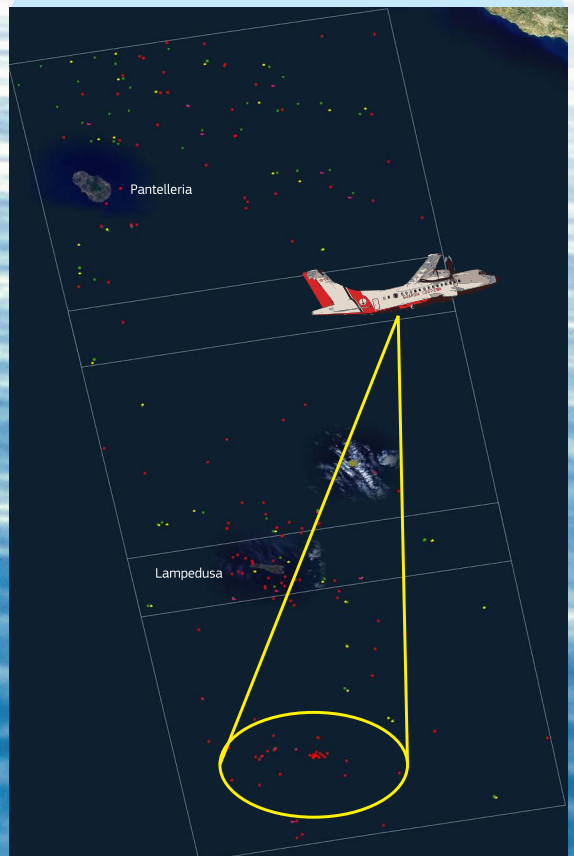
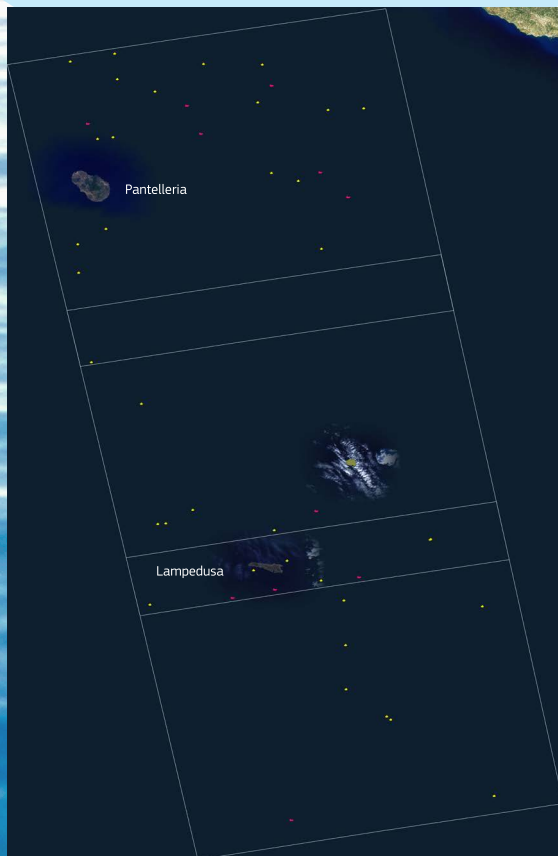


17:33 UTC

Reception of other positioning data  
Ricezione di altri dati di posizionamento

17:45 UTC

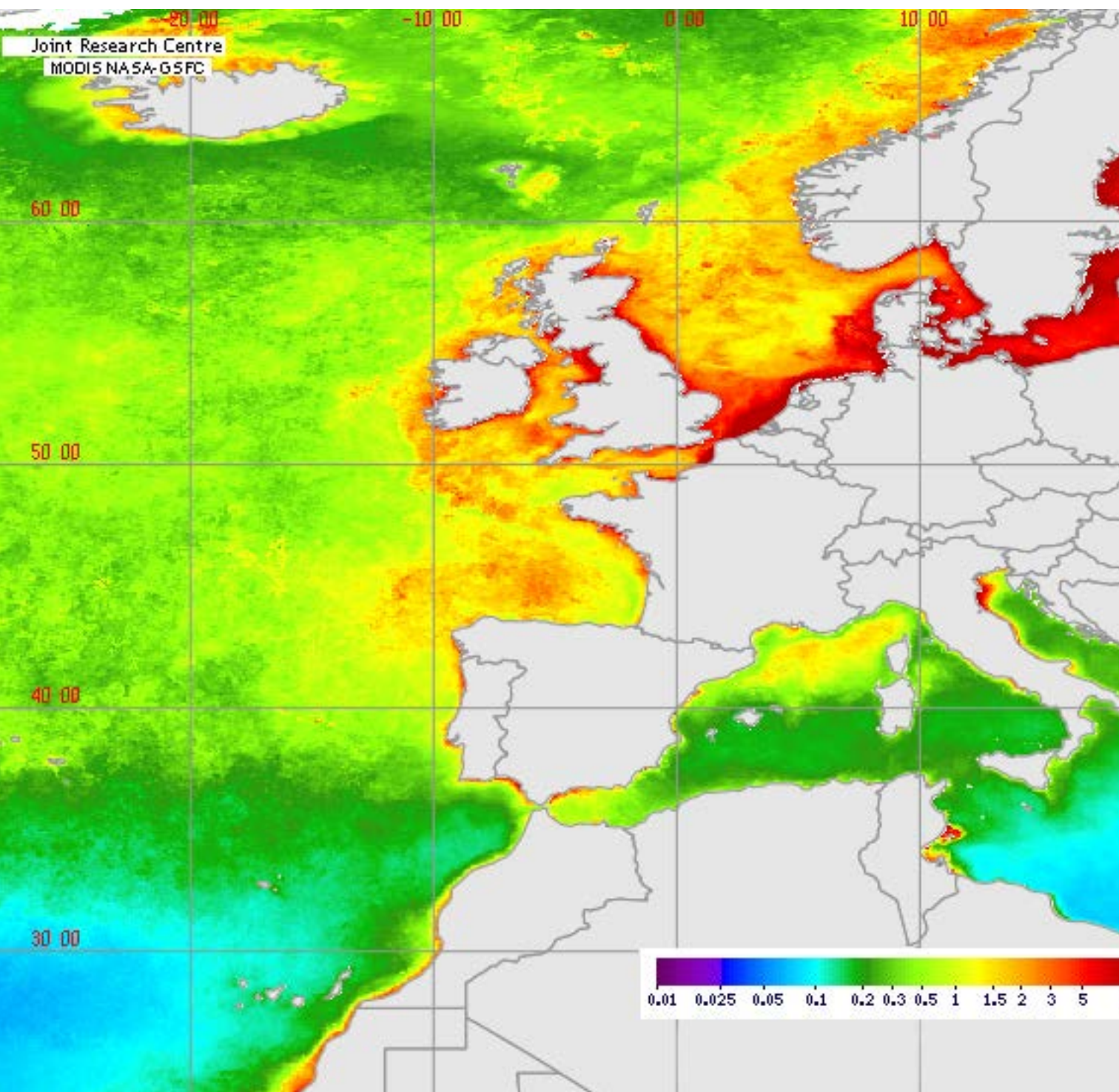
Data fusion and reporting to inspectors  
Fusione di dati e relazione agli ispettori



# Ocean Colour

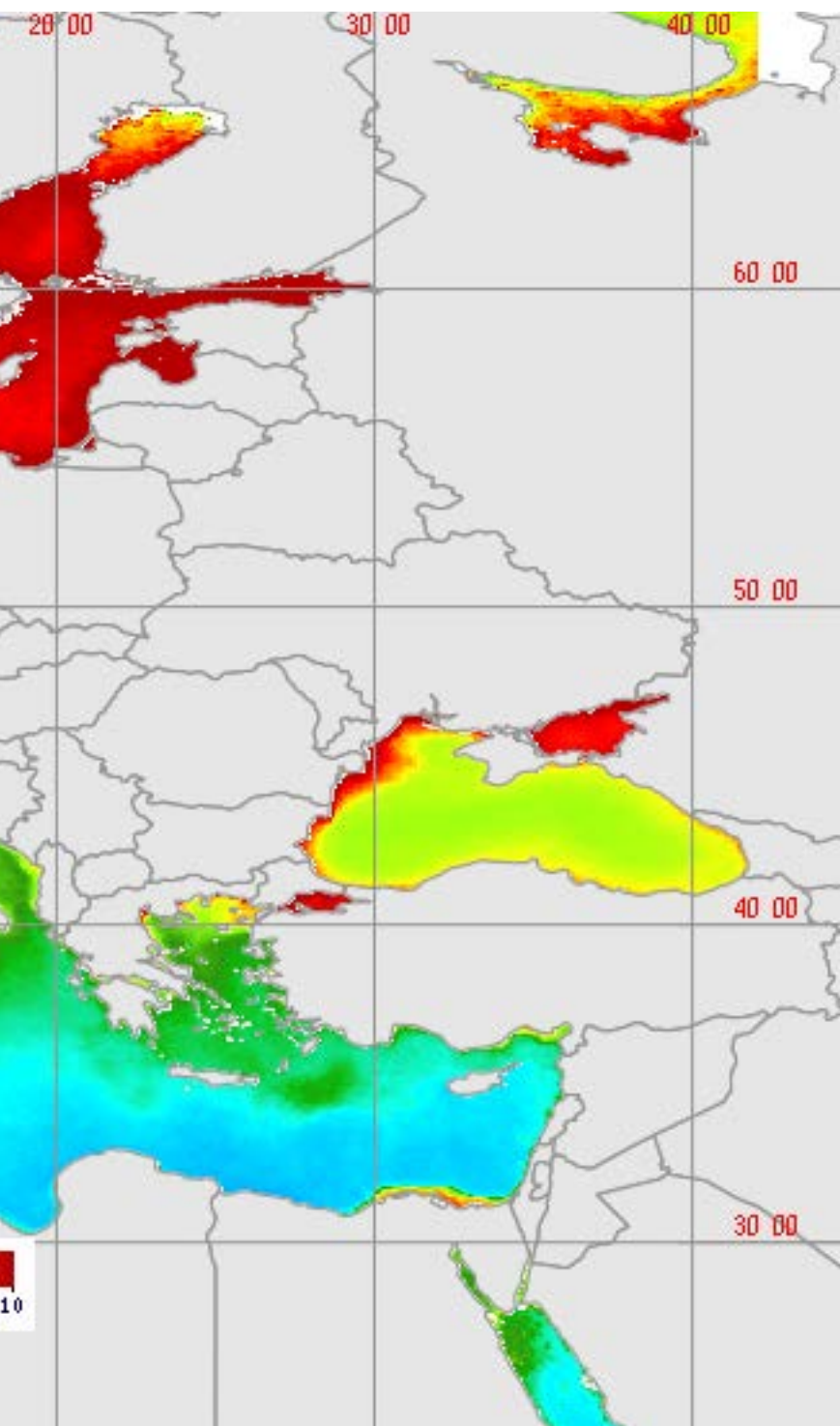
The colour of the ocean determined from remote sensing observations can be interpreted in terms of concentration of chlorophyll-a, a photosynthetic pigment found in phytoplankton cells. Considering that phytoplankton is at the basis of the marine food web and is responsible for approximately half the primary production on Earth, the chlorophyll-a concentration is considered an essential climate variable. In the context of Copernicus, the European programme for Earth observation, the JRC maintains and develops a climate-quality database of

✦ Climatological average of chlorophyll-a concentration  
Media climatologica della concentrazione di clorofilla-a



ocean-colour derived products from different satellite missions. This is accompanied by experimental activities that collect in-situ data across the European seas to validate the satellite data or develop advanced products.

This image, obtained from the MODIS NASA sensor, is a climatological average of chlorophyll-a concentration expressed in mg per m<sup>3</sup>, and illustrates the varying phytoplankton abundance in the European seas during the spring bloom.



## Did you know...

Did you know that the JRC collaborates with the main space agencies to define methodologies to detect the effects of climate change in the marine environment?

## Sapevi che...

Sapevi che il JRC collabora con le maggiori agenzie spaziali nella definizione di metodologie per determinare gli effetti dei cambiamenti climatici nell'ambiente marino?

## Il colore del mare

Il colore del mare determinato mediante telerilevamento può essere interpretato in termini di concentrazione di clorofilla-a, un pigmento fotosintetico presente nelle cellule fitoplanctoniche. Considerando che il fitoplancton è alla base della catena alimentare marina ed è responsabile di circa metà della produzione primaria terrestre, la concentrazione di clorofilla è considerata una variabile essenziale del clima. Nel contesto di Copernicus, il programma europeo per l'osservazione della Terra, il JRC produce e mantiene dati per studi climatici utilizzando il telerilevamento del colore del mare da diverse missioni satellitari. Questo impegno è supportato da attività sperimentali per la raccolta di misure in-situ nei mari europei al fine di validare i dati satellitari e sviluppare nuovi prodotti.

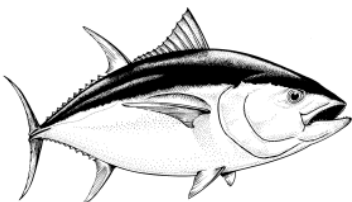
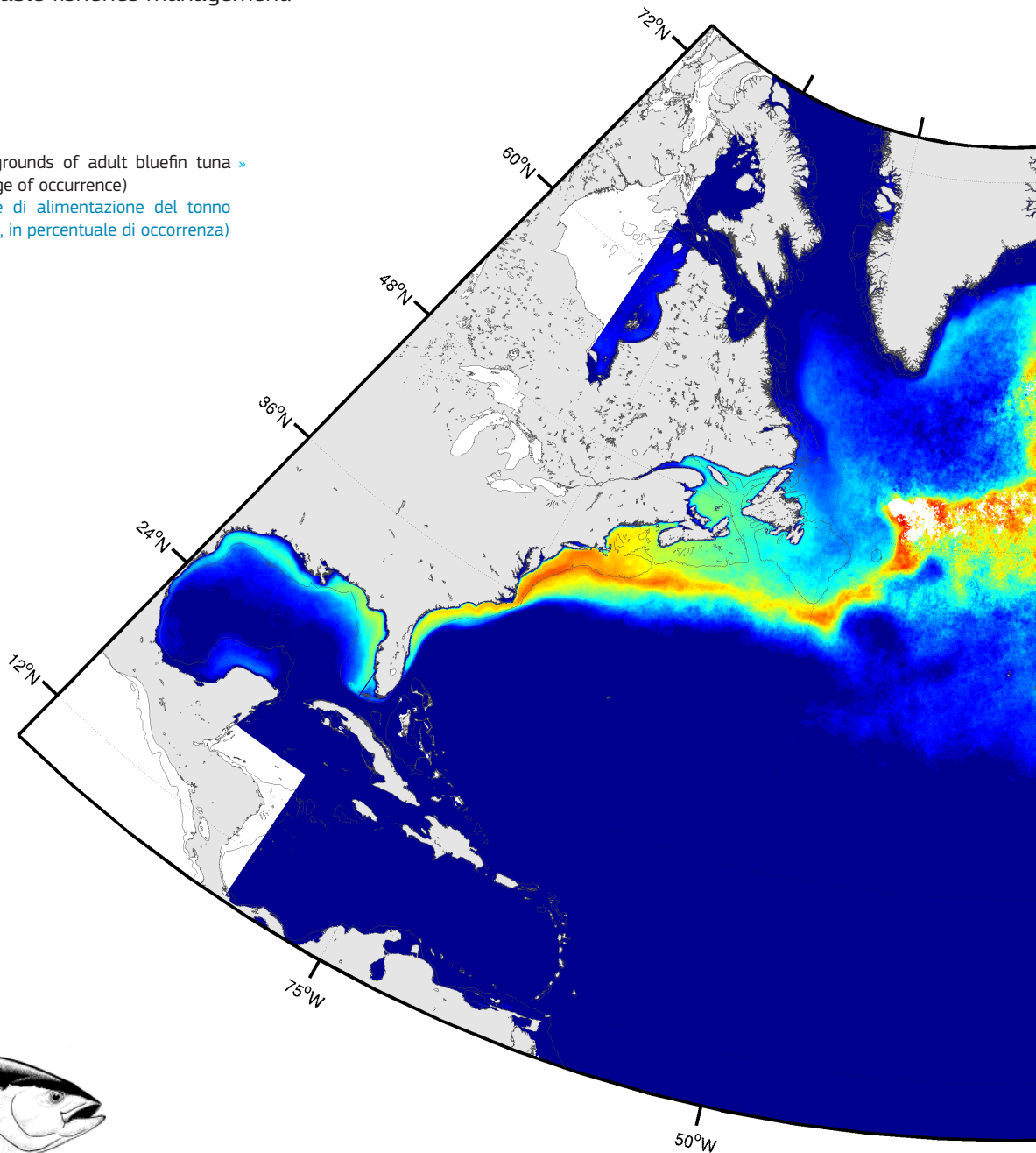
Questa immagine, ottenuta dal sensore MODIS della NASA, presenta una media climatologica della concentrazione di clorofilla-a quantificata in mg per m<sup>3</sup>, e illustra la variabilità del fitoplancton nei mari europei durante la fioritura primaverile.

# Fish habitats

Satellite data about the concentration of chlorophyll on the sea surface have been used by the JRC to develop a habitat model allowing to daily track the potential presence of top predators, such as the Atlantic bluefin and tropical tuna species, the European hake and fin whale.

Satellite data are used, in combination with physical data from ocean circulation models, to correlate the presence of fish and reveal in particular their preferred feeding and spawning habitats. Through daily updated maps over more than a decade, the habitat model helps to protect endangered fish stocks and implement sustainable fisheries management.

Main potential feeding grounds of adult bluefin tuna »  
(2003-2012, in percentage of occurrence)  
Principali potenziali zone di alimentazione del tonno rosso adulto (2003-2012, in percentuale di occorrenza)



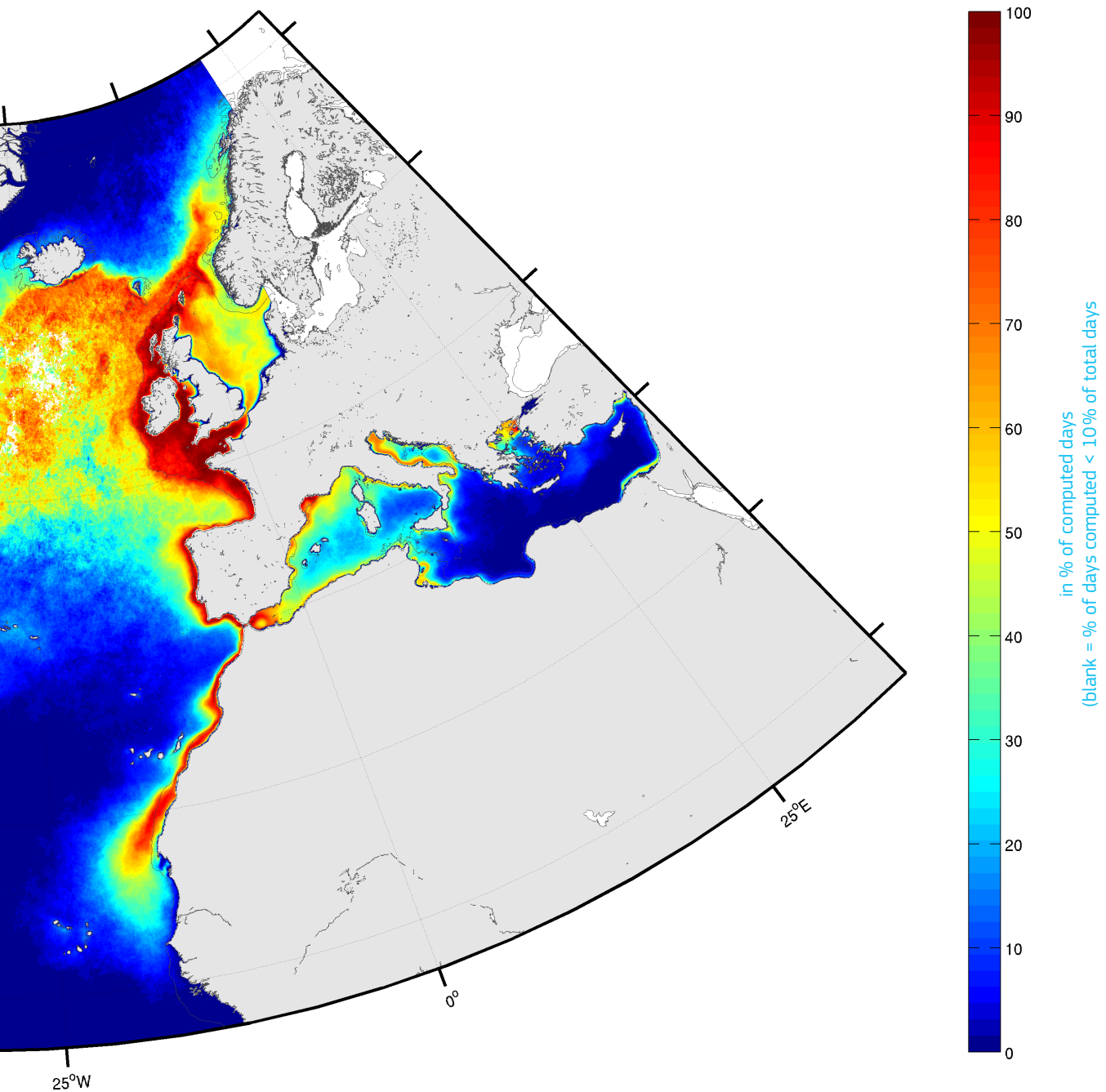


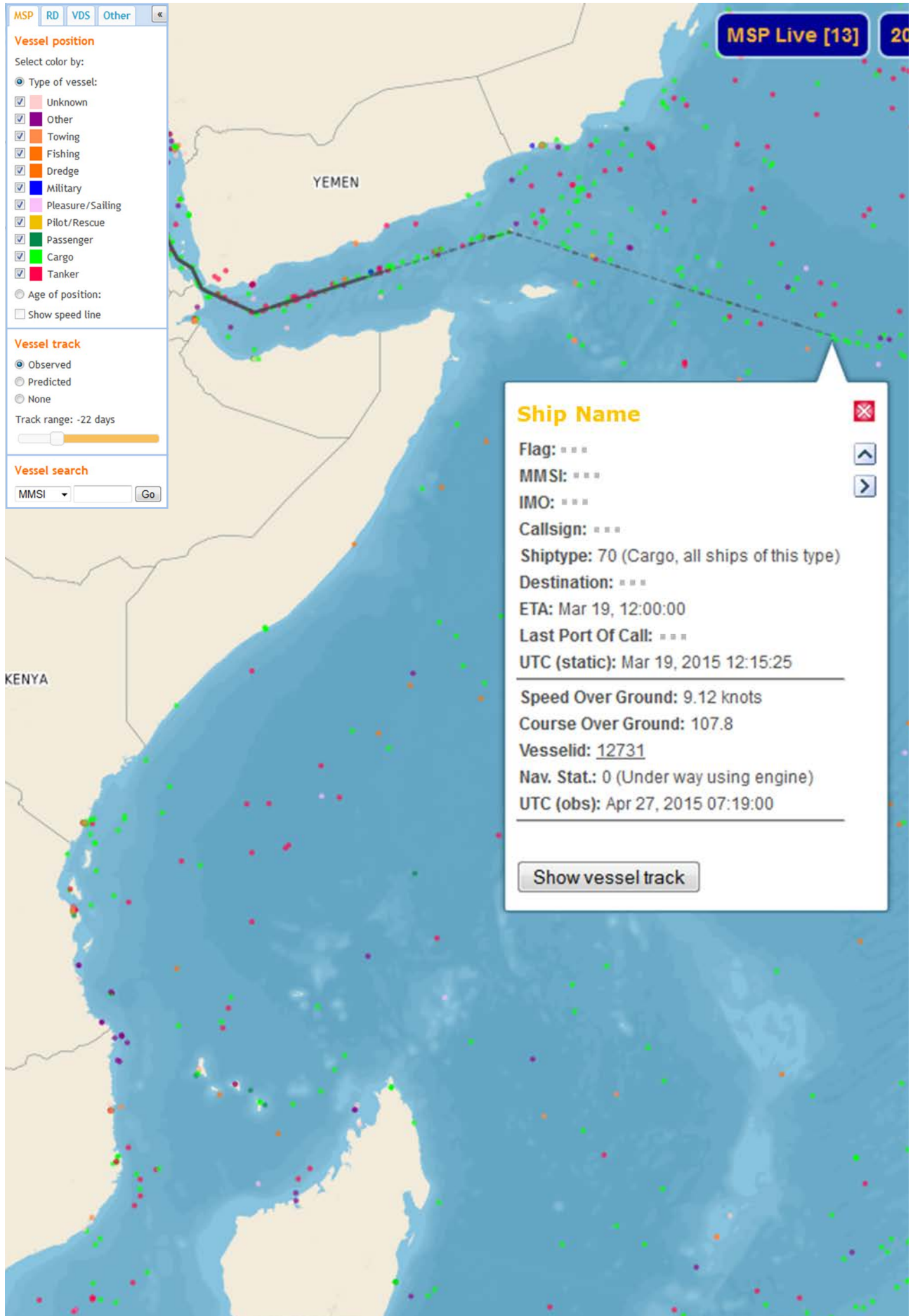
## Gli habitat dei pesci

I dati satellitari sulla concentrazione della clorofilla sulla superficie del mare sono stati usati dal JRC per sviluppare un modello di habitat dei pesci. Tale modello permette di tracciare giornalmente la potenziale presenza dei maggiori predatori, come ad esempio il tonno pinna blu dell'Atlantico e altre specie tropicali di tonno, il nasello europeo e la balenottera.

I dati satellitari sono usati, insieme ai dati fisici provenienti da modelli di circolazione oceanica, per derivare la presenza dei pesci e, in particolare,

per rivelare i loro habitat preferiti dove alimentarsi e deporre le uova. Attraverso mappe aggiornate ogni giorno per più di un decennio, questo modello di habitat ci aiuta a gestire la pesca in modo sostenibile, proteggendo quindi gli stock ittici in pericolo di estinzione.





# Fight against piracy

By combining satellite data from a number of different vessel reporting and earth observation systems, the JRC provides a live picture of ship traffic activity in the Western Indian Ocean to two maritime operational centres in Kenya and the Seychelles. In order to do so, the JRC developed a software system combining the satellite data and data collected by coastal receivers into one single maritime picture, indicating in real-time the positions of ships on a digital map. Also historic piracy risk occurrence and ship traffic density maps are produced. This system, known as the 'Piracy, Maritime Awareness and Risks (PMAR)' system, helps authorities in Africa to fight piracy and improve maritime security off their coasts.

## La lotta alla pirateria

Il JRC fornisce in tempo reale a due autorità marittime del Kenya e delle Isole Seychelles il quadro del traffico navale nell'Oceano Indiano Occidentale. Questo servizio si basa sull'analisi combinata dei dati provenienti da diversi satelliti, con i dati provenienti da diversi sistemi informatici che le navi usano per segnalare la propria posizione. Per fare ciò, il JRC ha sviluppato un software che mette insieme in un'unica immagine i dati satellitari con i dati raccolti dai ricevitori sulle coste. Questo software produce una mappa digitale con la posizione delle navi in tempo reale, una mappa del rischio di pirateria basata su dati storici e una mappa della densità del traffico. Questo sistema, chiamato "Piracy, Maritime Awareness and Risks (PMAR)", aiuta le autorità africane a combattere la pirateria e a migliorare la sicurezza dei loro mari.

« The JRC system indicates in real-time the ship positions on a digital map

Il sistema del JRC indica in tempo reale le posizioni delle imbarcazioni su una mappa digitale

## Did you know...

Did you know that data from 3 types of satellites are used by the JRC to put 'an eye on the sea'?

1. Navigational satellites – to determine location (longitude, latitude and altitude)
2. Communications satellites – through which e.g. ships report their position, course and speed
3. Earth observation satellites – to monitor activities, like a camera taking pictures

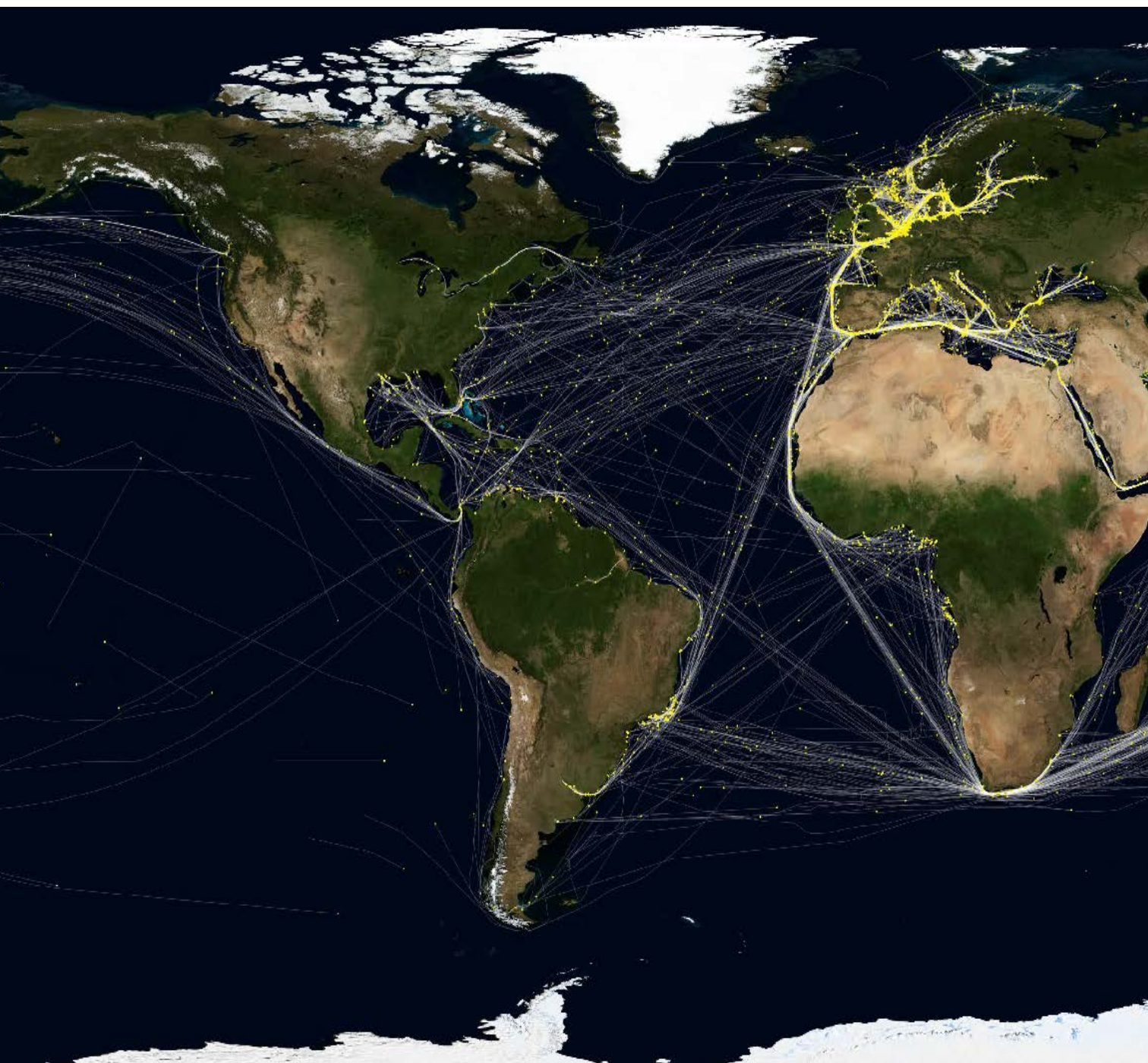
## Sapevi che...

Sapevi che il JRC usa 3 tipi di satelliti per avere "uno sguardo sul mare"?

1. satelliti di navigazione – per determinare la posizione (longitudine, latitudine, altitudine)
2. satelliti di comunicazione – attraverso i quali, ad esempio, le navi comunicano la propria posizione, rotta e velocità
3. satelliti di osservazione della Terra – per monitorare le attività, come ad esempio una macchina fotografica che fa delle fotografie

# Global traffic routes

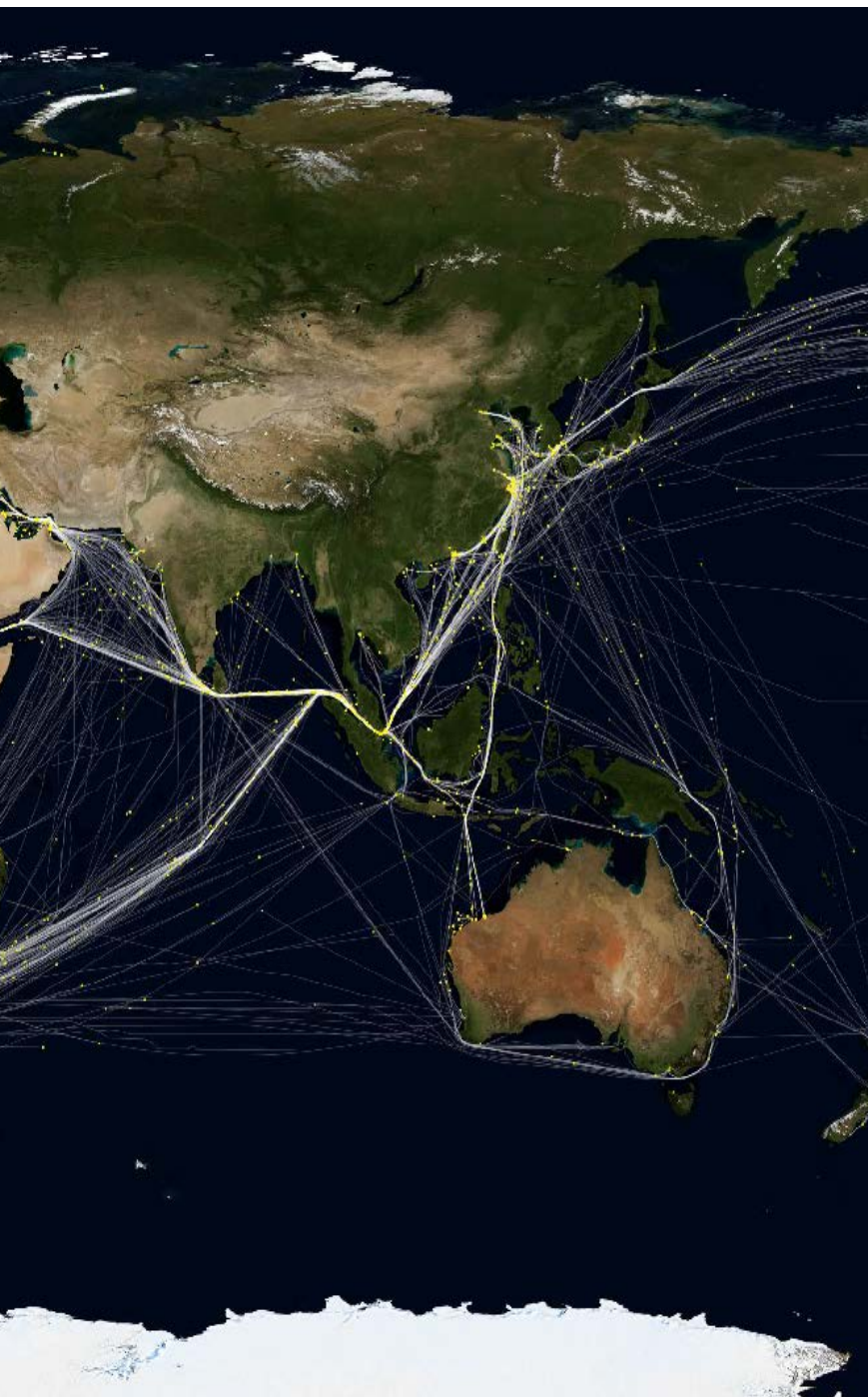
By satellite communication, cargo ships larger than 300 GT (roughly corresponding to 50 m length) and passenger ships report their position every 6 hours to their Flag State authorities in order to meet their obligations under the so-called LRIT regulation. The Long Range Identification and Tracking (LRIT) data of EU flagged vessels, provided to the European Maritime Safety Agency (EMSA), have been used by the JRC to reveal global traffic routes. Revealing traffic routes allows the JRC to perform statistical analysis and other data mining activities. This contributes to a better understanding of what is happening at sea and is fundamental for improving maritime safety and security.



## Le rotte marittime commerciali su scala globale

Ogni 6 ore le navi merci superiori a 300 GT (corrispondenti a circa 50 m di lunghezza) e le navi passeggeri comunicano la propria posizione alle proprie autorità nazionali, secondo quanto previsto dalla normativa su "Long Range Identification and Tracking (LRIT)". I dati LRIT delle imbarcazioni battenti bandiera di uno stato europeo, forniti all'Agenzia per la Sicurezza Marittima (EMSA), sono stati usati dal JRC per identificare le maggiori rotte usate per il traffico marittimo a livello

mondiale. L'identificazione delle rotte principali permette al JRC di effettuare analisi statistiche ed altre attività di estrazione di informazione. Ciò aiuta a capire meglio cosa avviene in mare aperto ed è quindi fondamentale per aumentare la sicurezza marittima.



### *Did you know...*

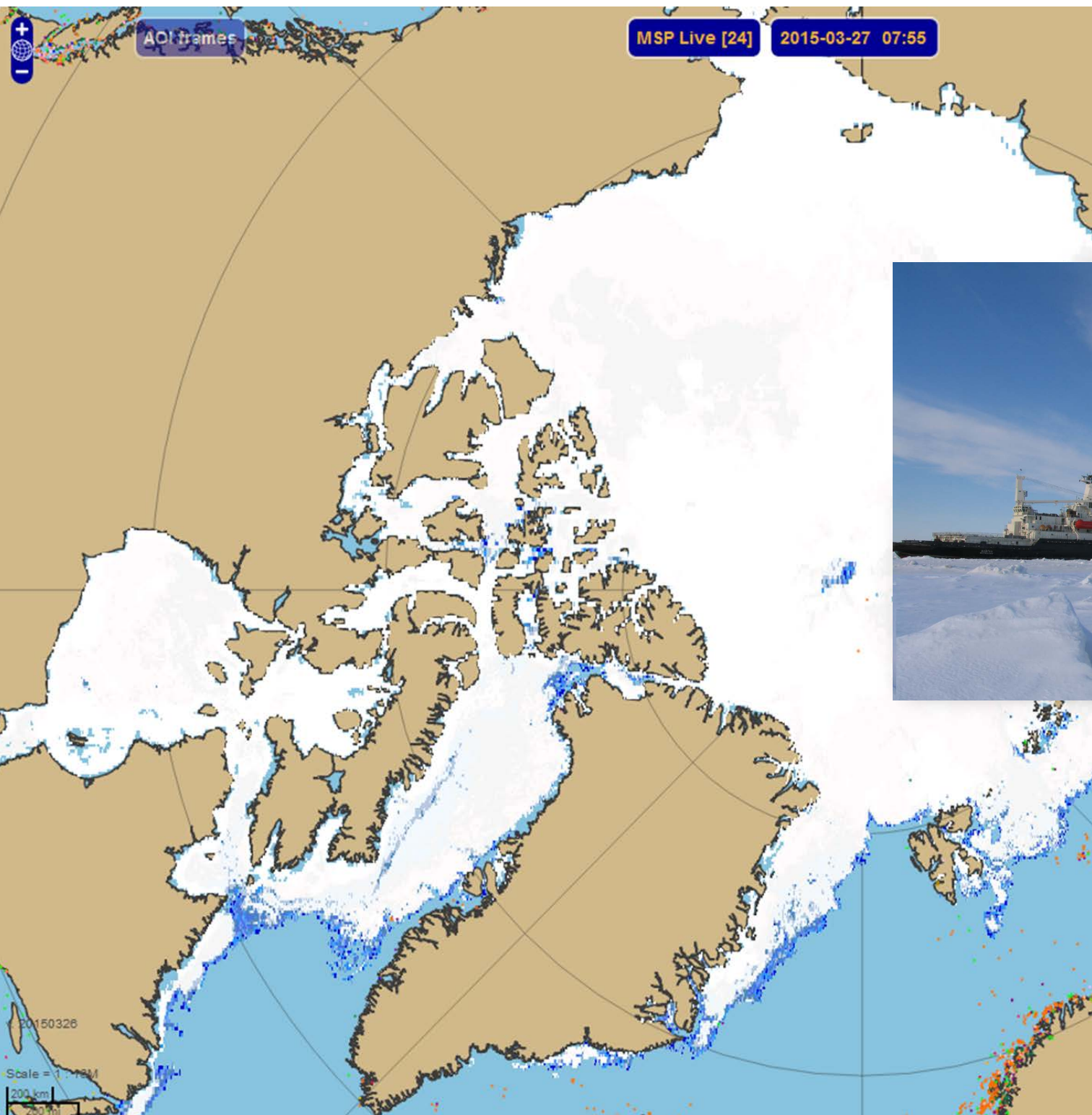
Did you know that the JRC played a key role in defining the services for maritime surveillance under Copernicus, Europe's Earth observation programme, which were demonstrated in 2015 for monitoring the EU Southern maritime borders?

### *Sapevi che...*

Sapevi che il JRC ha svolto un ruolo chiave nel definire i servizi per la sorveglianza marittima nell'ambito del programma Copernicus, il programma europeo per l'osservazione della Terra? Tali servizi sono stati testati nel 2015 per monitorare i confini marittimi meridionali dell'Unione Europea.

# Arctic sea ice layers

Satellites provide not only data on ship positions, but also on sea ice coverage in the Arctic. The JRC develops tools that combine sea ice forecasts with ship traffic in order to monitor and study the expected growth in maritime trade through Arctic shipping and in maritime transport. Topics currently being investigated include understanding of typical vessel behaviors and mapping relevant patterns, activities and trends.



The screenshot displays a maritime tracking application interface. At the top, there are navigation icons and a 'Logout' button. The main area is divided into three sections:

- Top Left:** A photograph of a large icebreaker ship navigating through a field of sea ice under a blue sky.
- Top Right:** A control panel with the following sections:
  - Vessel position:** A 'Select color by:' dropdown menu is set to 'Type of vessel:'. Below it, a list of vessel types with checkboxes: Unknown, Other, Towing, Fishing, Dredge, Military, Pleasure/Sailing, Pilot/Rescue, Passenger, Cargo, and Tanker. All are checked. There are also options for 'Age of position:' and 'Show speed line'.
  - Vessel track:** Radio buttons for 'Observed', 'Predicted', and 'None'. A 'Track range: -3 days' slider is visible.
  - Vessel search:** A search bar with 'MMSI' as a dropdown and a 'Go' button.
- Bottom:** A map of the Arctic region showing vessel tracks as colored lines and dots. A statistics box in the bottom right corner reads:
  - Vessels:
  - Current MSP: **37682**
  - Tracked: **122058**
  - 116 29599, 79 96318

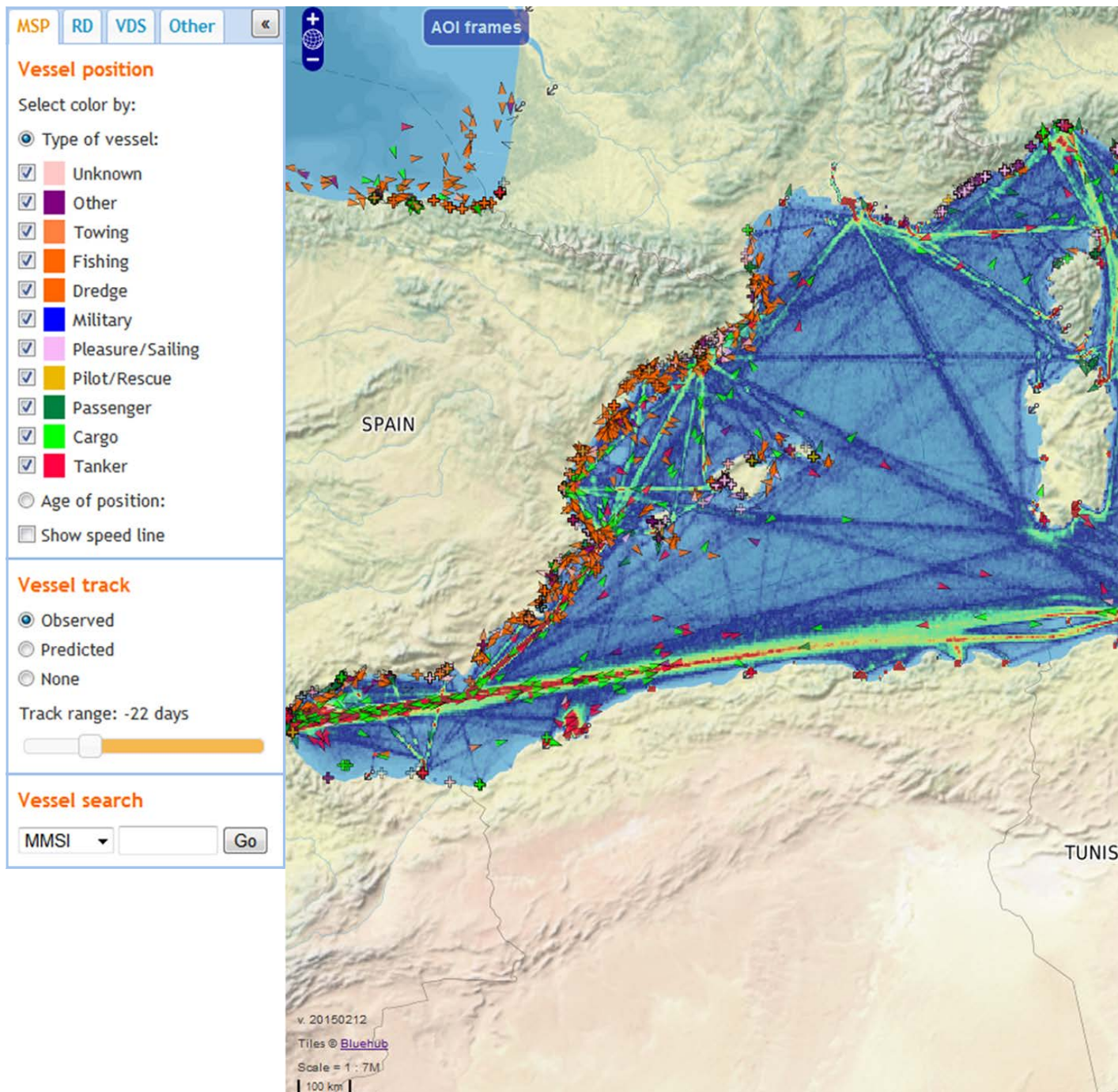
## Il ghiaccio nel Mar Artico

I satelliti forniscono dati non solo sulle posizioni delle navi, ma anche sulla copertura di ghiaccio nel Mar Artico. Il JRC sviluppa degli strumenti che combinano previsioni sul ghiaccio marino con dati sul traffico marittimo. Tali strumenti permettono di monitorare e studiare la prevista crescita del commercio marittimo attraverso il Mar Artico e quindi la crescita del trasporto marittimo in quella tratta. Tra le attività svolte in questo settore, attualmente il JRC studia i comportamenti tipici delle navi e produce una mappatura dei relativi schemi di comportamento, attività e tendenze.

« Mapping the behaviors, activities and trends of vessels in the Arctic  
Mappatura dei comportamenti, delle attività e delle tendenze delle navi nel Mar Artico

# Knowledge discovery

Although more and more satellite data become available, the challenge of further reducing sea blindness remains. Building upon existing capabilities, JRC research focuses on data mining and knowledge discovery for increased understanding of illegal activities and identifying threats, as well as for a better understanding of the marine environment. By using route patterns extracted from satellite data, the JRC tries to predict where a ship will be, up to a few days in advance. And by detecting anomalies, the JRC is looking for deviations from usual shipping routes, which might be an indication of illegal activities taking place at sea.



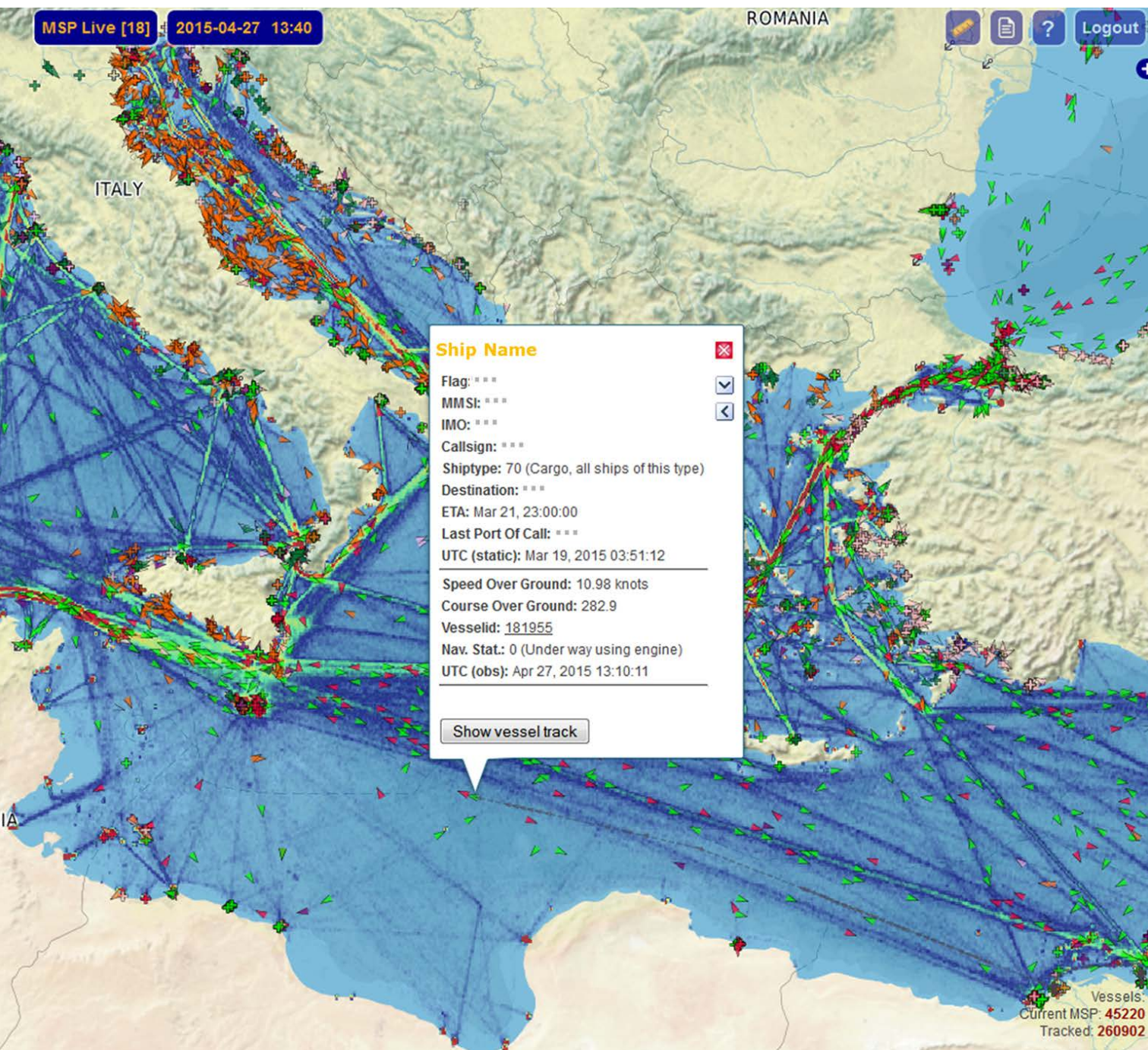


## Estrazione automatica di informazioni

Sebbene ci siano sempre più dati satellitari disponibili, ridurre ulteriormente la "cecità" nel mare rimane ancora una sfida importante. Sulla base delle competenze già acquisite, la ricerca svolta dal JRC si focalizza sull'estrazione di dati e sulla scoperta di nuove conoscenze per una migliore comprensione delle attività illegali, l'identificazione dei rischi, e una miglior conoscenza dell'ambiente marino. Usando gli schemi ricorrenti degli itinerari marittimi estratti da dati satellitari, il JRC cerca di predire dove sarà una certa imbarcazione con un anticipo di qualche giorno. E individuando le anomalie di questi schemi di comportamento, il JRC cerca di capire le deviazioni dalle rotte usuali che potrebbero indicare la presenza di attività illegali nel mare.

- ✦ The ship track highlighted deviates from the expected route, which could be an indication of illegal activities taking place

La traiettoria della nave in figura non segue la rotta prevista, questo potrebbe indicare possibili attività illegali



## JRC Mission

As the Commission's in-house science service, the Joint Research Centre's mission is to provide EU policies with independent, evidence-based scientific and technical support throughout the whole policy cycle.

Working in close cooperation with policy Directorates-General, the JRC addresses key societal challenges while stimulating innovation through developing new methods, tools and standards, and sharing its know-how with the Member States, the scientific community and international partners.

*Serving society  
Stimulating innovation  
Supporting legislation*



JRC Science Hub: [ec.europa.eu/jrc](https://ec.europa.eu/jrc)

ISBN 978-92-79-54155-1  
doi:10.2760/72982



Publications Office