

Modellistica ambientale e nuove tecnologie a supporto della gestione delle emergenze e della valutazione del rischio di oil spill



ARPA FVG – FIRESPILL PROJECT

Simone Martini, Massimo Bagnarol, Dario Giaiotti, Stefania Del Frate

IAL 2022 | Palmanova | 22 Novembre 2022

Tema strategico: 4 - **Oil spill e altri pericoli marini, incendi e terremoti**

Obiettivo specifico: 2.2 – **Aumentare la sicurezza dell'area coinvolta nel Programma rispetto ai disastri naturali e causati dall'uomo**

Project acronym	FIRESPELL
Project title	Fostering Improved Reaction of crossborder Emergency Services and Prevention Increasing safety Level
Start date	01/04/2020
End date	31/12/2022



SAFETY AND RESILIENCE



S.O. 2.12



**Interreg
Italy - Croatia
FIRESPELL**

European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION



**Interreg
Italy - Croatia
FIRESPELL**

European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

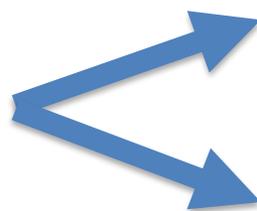
Cosa si intende per **oil spill**?

Sversamento di una quantità **significativa** di **idrocarburo** in mare



WP 4 Task Force 2

Conseguenti impatti



Ecosistemi



Attività umane



Principali attività:

- sviluppo di una **metodologia per la valutazione del rischio** di oil spill in Adriatico
- sviluppo ed implementazione di **modelli numerici** per simulare **l'evoluzione degli inquinanti sversati in mare** e i possibili impatti ambientali
- lo **svolgimento di esercizi specialistici** in cui **azioni in campo e simulazioni numeriche** vengono impiegate congiuntamente per verificarne l'efficacia nel supportare la gestione delle emergenze di oil spill.



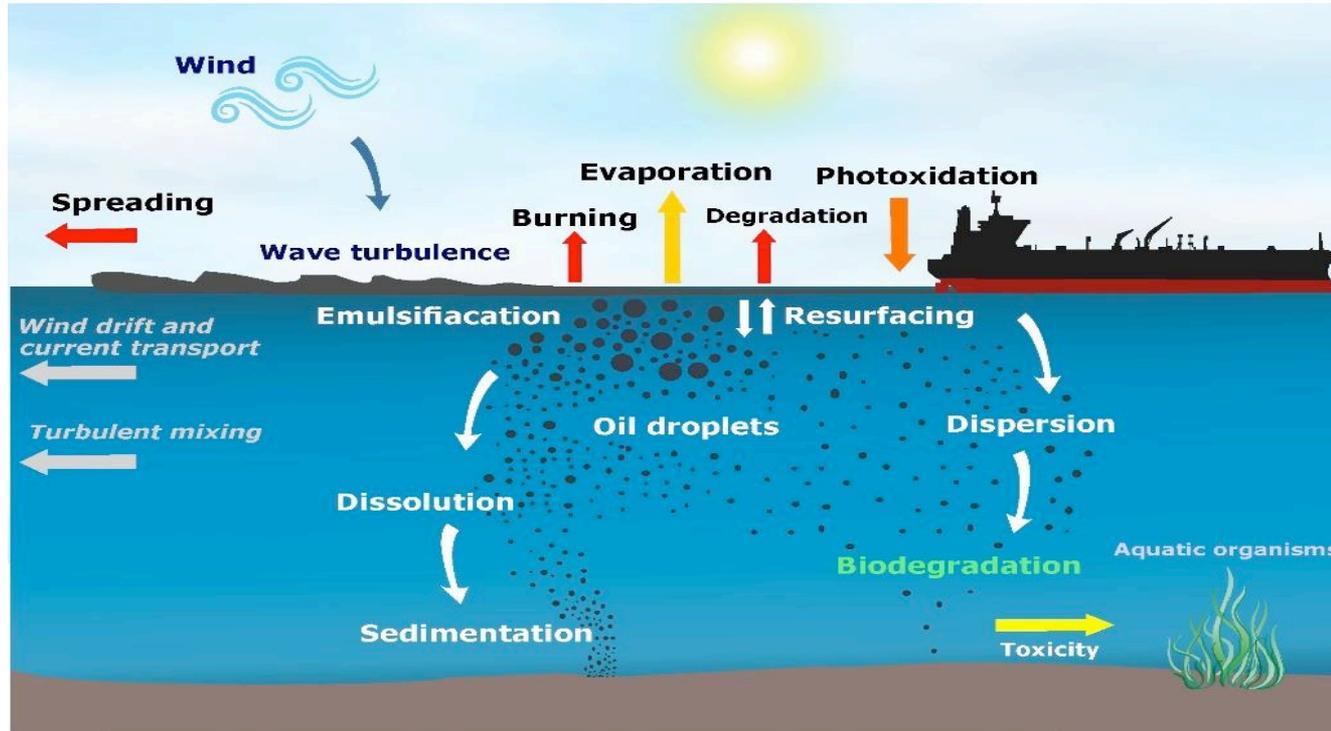
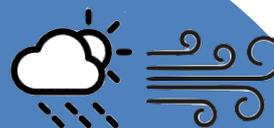
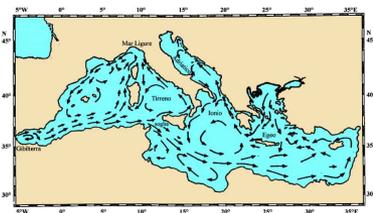


Immagine tratta da: Keramea et al., *Oil Spill Modeling: A Critical Review on Current Trends, Perspectives, and Challenges*, J. Mar. Sci. Eng. 2021, 9, 181.

- Correnti superficiali e in profondità
- Temperatura e Salinità
- Moto ondoso



Atmosfera

- Vento superficiale
- Radiazione solare
- Precipitazioni

- Posizione geografica
- Tempistiche del rilascio
- Volumi di inquinante
- Rateo di emissione

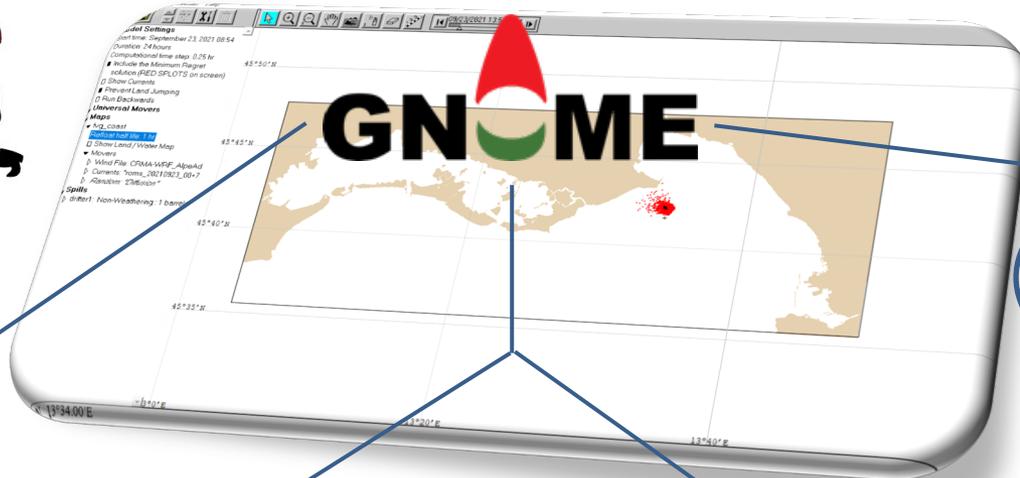


Sorgente

Condizioni al contorno

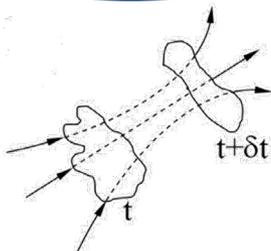
- Linee di costa
- Flusso di acque dolci
-





Altamente configurabile e user-friendly

Lagrangiano



Versione GUI:
GNOME Desktop

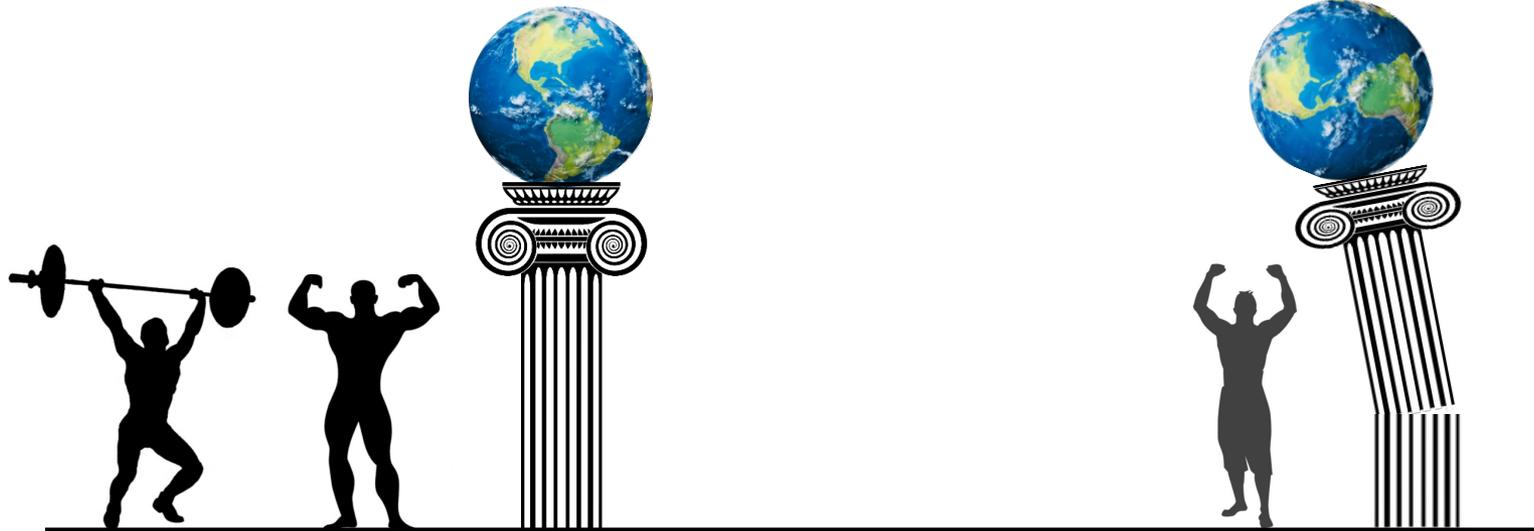
Versione batch:
PyGNOME

2D

Emergenze

Rischio

3D



La **pianificazione** ha lo scopo di preparare al meglio le risposte che ridurranno al minimo gli impatti, **prima** e **durante** l'evento

La **risposta in emergenza** mira a ridurre gli impatti utilizzando gli strumenti disponibili **durante** il manifestarsi dell'evento

a) Simulare l'evoluzione della dispersione dell'inquinante in mare a seguito dell'evento di rilascio

Risposta alle emergenze e supporto agli interventi di contenimento e ripristino (approccio **tattico**)

b) Simulare l'impatto di possibili e probabili rilasci di inquinante per la valutazione del rischio di specifici impatti

Riduzione del rischio e supporto alla pianificazione degli interventi in emergenza (approccio **strategico**)

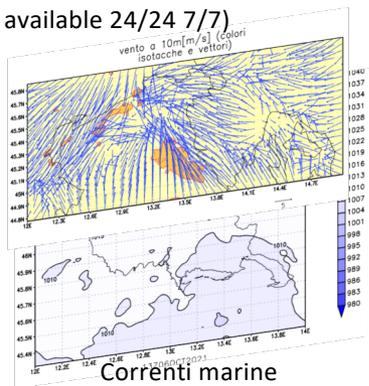
Risposta alle emergenze



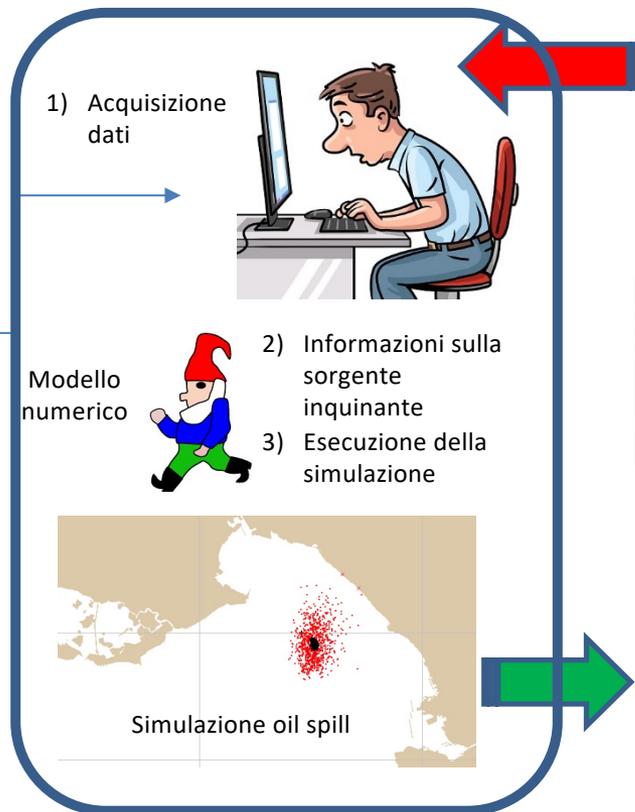
Struttura di calcolo ad alte performance che garantisce dati ambientali sempre aggiornati (daily updated + 72h forecasts) (service available 24/24 7/7)



Struttura High Performance Computing ARPA FVG



Correnti marine
Variabili atmosferiche
Linee di costa
.....



Richiesta di supporto

↑ Pressione ambientale



↑ Risposta

Fornitura del supporto

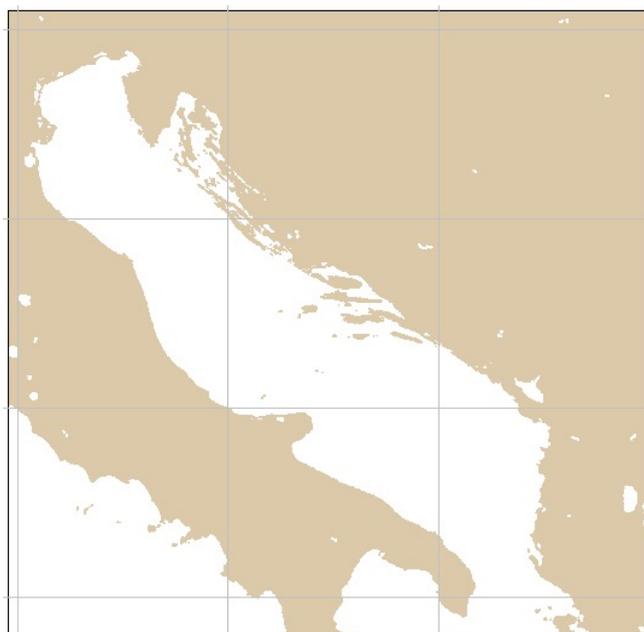


Risorse



Input del modello: linea di costa

Tre linee di costa, a diversa risoluzione, sono rese disponibili:



Mare Adriatico

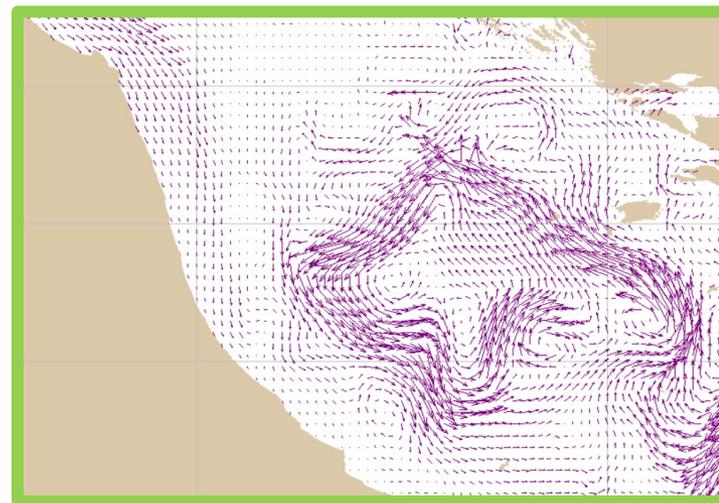
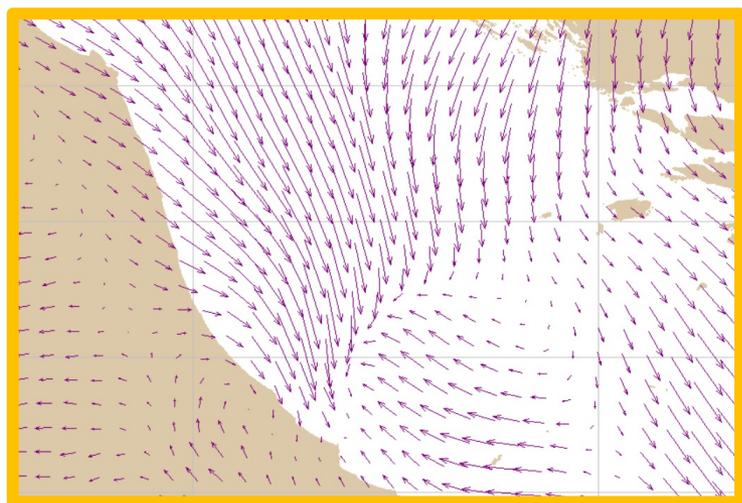


*Golfo di Trieste
e Laguna di
Marano-Grado*



*Nord
Adriatico*

Input del modello: venti e correnti superficiali



Previsioni (+72 h) quotidianamente aggiornate
e messe a disposizione

Risposta alle emergenze



Collocazione spazio-temporale

Tipologia e quantità di inquinante

Settate dall'utente al momento della simulazione

ARPA FVG Supporto alle emergenze tramite GNOME



Risposta alle emergenze

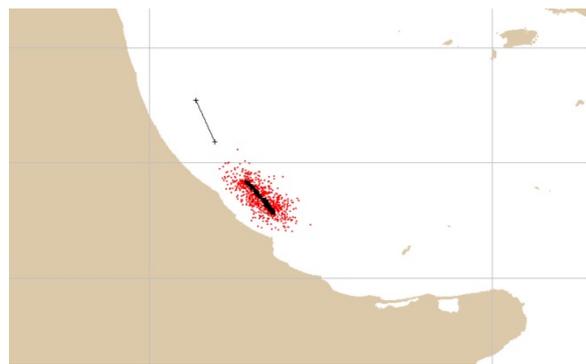
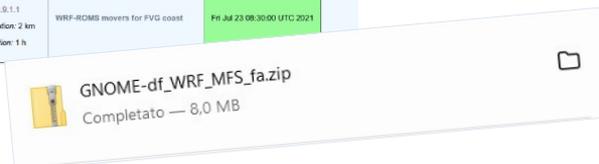


interreg Italy - Croatia FIRESPELL | GNOME model driving forces | ARPA FVG | CRMA

Interreg IT-ITR FIRESPELL @ ARPA FVG - CRMA

Driving forces for oil spill simulations via GNOME model

Domain	Surface currents	Winds at 10 m	Link to zip archive	Last update
FVG coast	Source: CMEMS Model: MFS (Med-Currents) - EAS6 Product: MEDSEA_ANALYSISFORECAST_PHY_006_013 Horizontal resolution: 1/24' (ca. 4 km) Temporal resolution: 1 h	Source: ARPA FVG - CRMA Model: WRF v. 3.9.1.1 Horizontal resolution: 2 km Temporal resolution: 1 h	WRF-MFS movers for FVG coast	Fri Jul 23 08:30:04 UTC 2021
FVG coast	Source: Arpa - SIMC Model: AdiaROMS Horizontal resolution: 2 km Temporal resolution: 3 h	Source: ARPA FVG - CRMA Model: WRF v. 3.9.1.1 Horizontal resolution: 2 km Temporal resolution: 1 h	WRF-ROMS movers for FVG coast	Fri Jul 23 08:30:00 UTC 2021



Spill Information

Spill Name: test

Pollutant: fuel oil # 6 # Spots: 1000 Windage

Amount Released: 10 barrels Age at Release: 0 hours

Release start

December 6 2021 Lat: Deg: 42 Min: 46.19 North

Start Time: (24-hour) 8 : 30 Long: Deg: 14 Min: 16.4 East

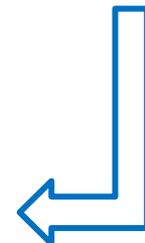
Different end release time Different end release position

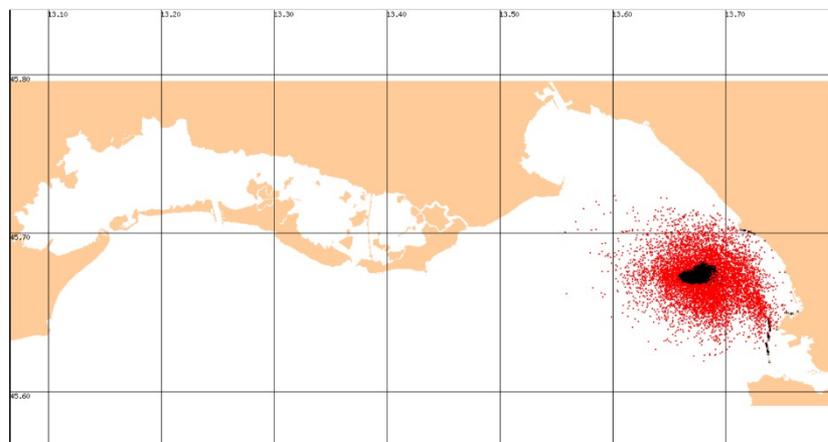
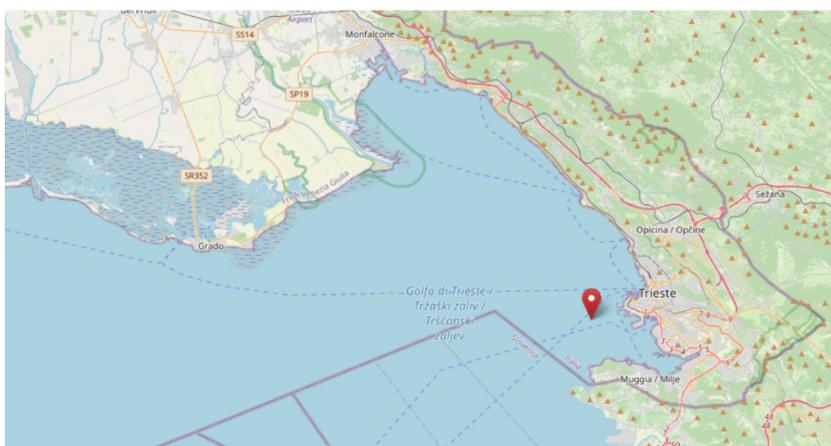
Lat: Deg: 42 Min: 35.33 North

Long: Deg: 14 Min: 23 East

decimal degrees
 degrees/minutes
 degrees/minutes/seconds

OK Cancel Help...





Giornalmente vengono effettuate e messe a disposizione alcune simulazioni previsionali di dispersione di inquinanti oleosi in alcune aree 'calde' del Golfo di Trieste: per ogni sorgente, viene simulato uno sversamento ad ogni ora della giornata corrente.

Risposta alle emergenze



Misurazioni
sul campo

Sonda UVILUX



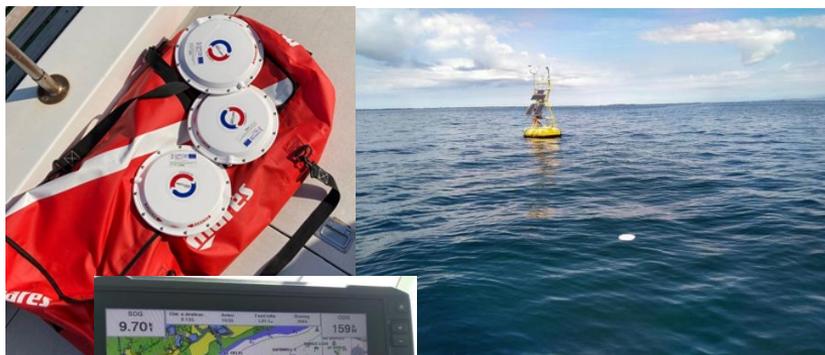
DRIFTER
lagrangiano



Campionatore SCHOMAKER



Risposta alle emergenze



Strumento oceanografico per lo studio di:

- circolazione superficiale
- dinamica oceanografica

ARPA FVG utilizza gli Stokes Drifter in caso di sversamento accidentale per tracciare lo spostamento dell'inquinante sversato

GPS

Sensore temperatura superficiale

Telemetria satellitare IRIDIUM



<https://www.metocean.com/product/stokes-iridium-drifter/>



Risposta alle emergenze

È un campionatore dello strato d'acqua superficiale dove normalmente si addensano gli idrocarburi eventualmente rilasciati.

I campioni prelevati verranno successivamente analizzati in laboratorio.

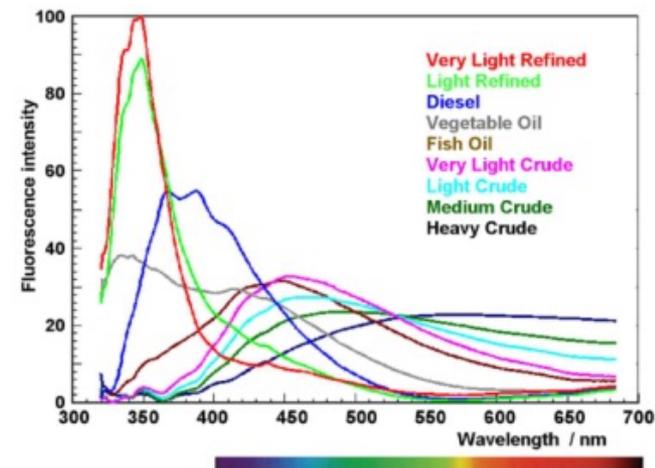


Risposta alle emergenze



UVILUX è un fluorimetro a luce ultravioletta per rilevare la presenza di idrocarburi aromatici disciolti

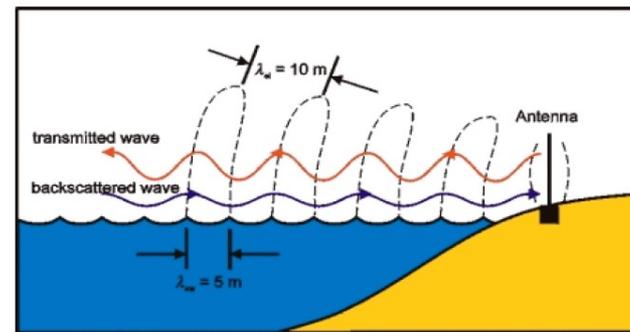
La sonda utilizza le proprietà fluorescenti delle sostanze più comuni presenti negli idrocarburi policiclici aromatici (PAH) presenti in petrolio e carboni fossili. Utilizza una sorgente di eccitazione con luce LED UV di 255 nm e rileva la fluorescenza emessa a 360 nm.



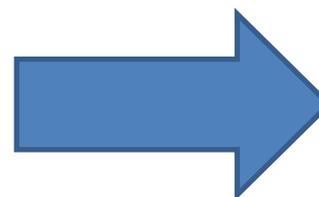
La rilevazione del tipo di idrocarburo è di fondamentale importanza per ottenere la miglior mappa previsionale tramite il modello dispersivo

Ampliamento della copertura WERA RADAR HF nel Golfo di Trieste

Cos'è un WERA RADAR-HF? È un sistema di telerilevamento da terra che utilizza la tecnologia RADAR oltre l'orizzonte per monitorare le correnti e le onde della superficie e la direzione del vento.



Supportare il processo decisionale nella prevenzione, reazione e superamento delle emergenze in caso di oil spill.



Miglioramento delle prestazioni dell'attuale rete RADAR nel Golfo di Trieste attraverso l'installazione di un terzo sistema RADAR, presso la Diga Vecchia situata davanti Porto Vecchio a Trieste.

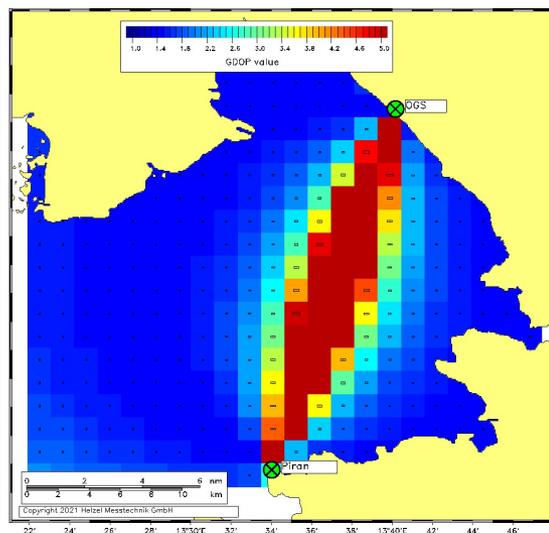
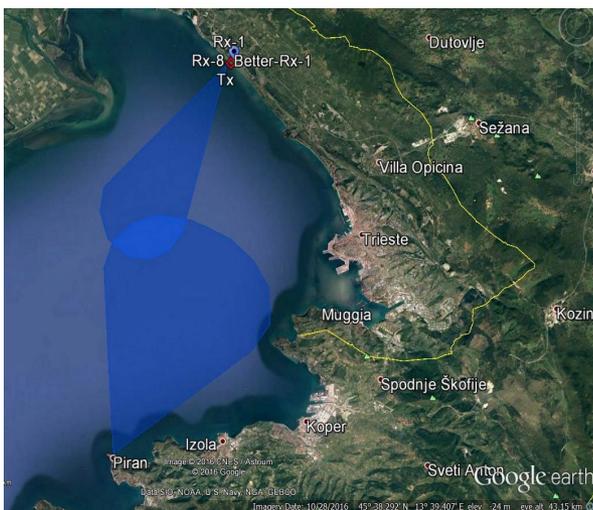
Ampliamento della copertura WERA RADAR HF nel Golfo di Trieste

Le informazioni fornite da un sistema RADAR HF sono:

- **informazioni in tempo reale sullo stato del mare nel caso di sversamenti di inquinanti galleggianti in mare:** utili sia per valutazioni da remoto che per il coordinamento dell'intervento in situ;
- **avvisi sul mare, in posizioni specifiche:** si possono impostare delle allerte al raggiungimento di valori critici per la velocità delle correnti marine e/o l'altezza delle onde;
- **previsioni a breve termine per correnti e onde, in posizioni specifiche:** senza la necessità di avere delle boe aggiuntive in acqua;
- **previsione dello stress dovuto alle correnti e all'azione delle onde sulle strutture costiere.**

Risposta alle emergenze

- Il sistema attuale a due RADAR è costituito dal sistema installato presso l'**Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale OGS** ad Aurisina e dal sistema installato presso l'**Istituto Nazionale di Biologia Marina NIB** a Pirano (da poco gestito dai colleghi sloveni dell'Agenzia ARSO).



Fonte: <https://www.nib.si>

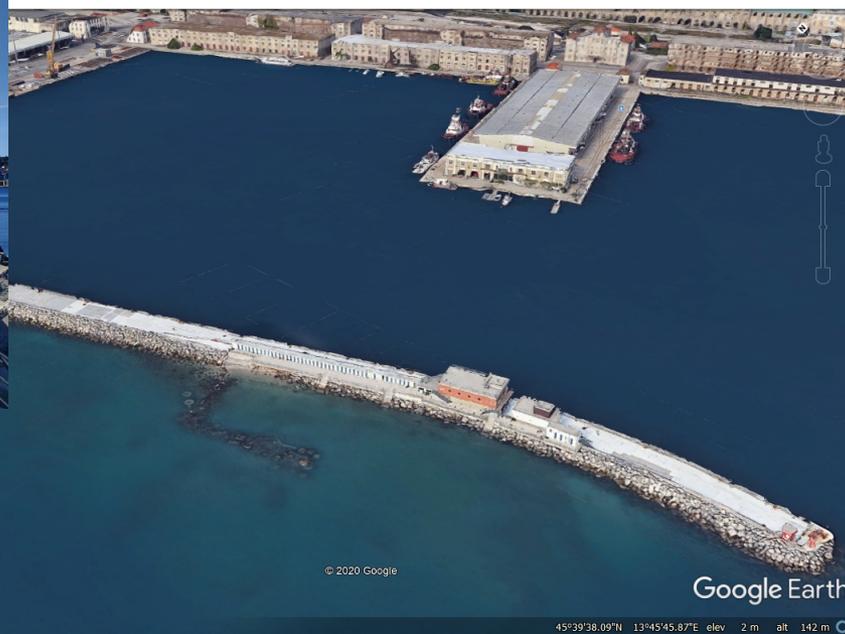
Criticità del sistema attuale:

- bassa precisione a causa del orientamento geometrico dei due radar**
- campo visivo angolare fortemente ridotto che non copre l'intero Golfo di Trieste**

Installazione del terzo WERA RADAR HF



Grazie alla collaborazione con la Lega Navale di Trieste questo utile strumento è stato recentemente installato sulla Diga vecchia del porto di Trieste

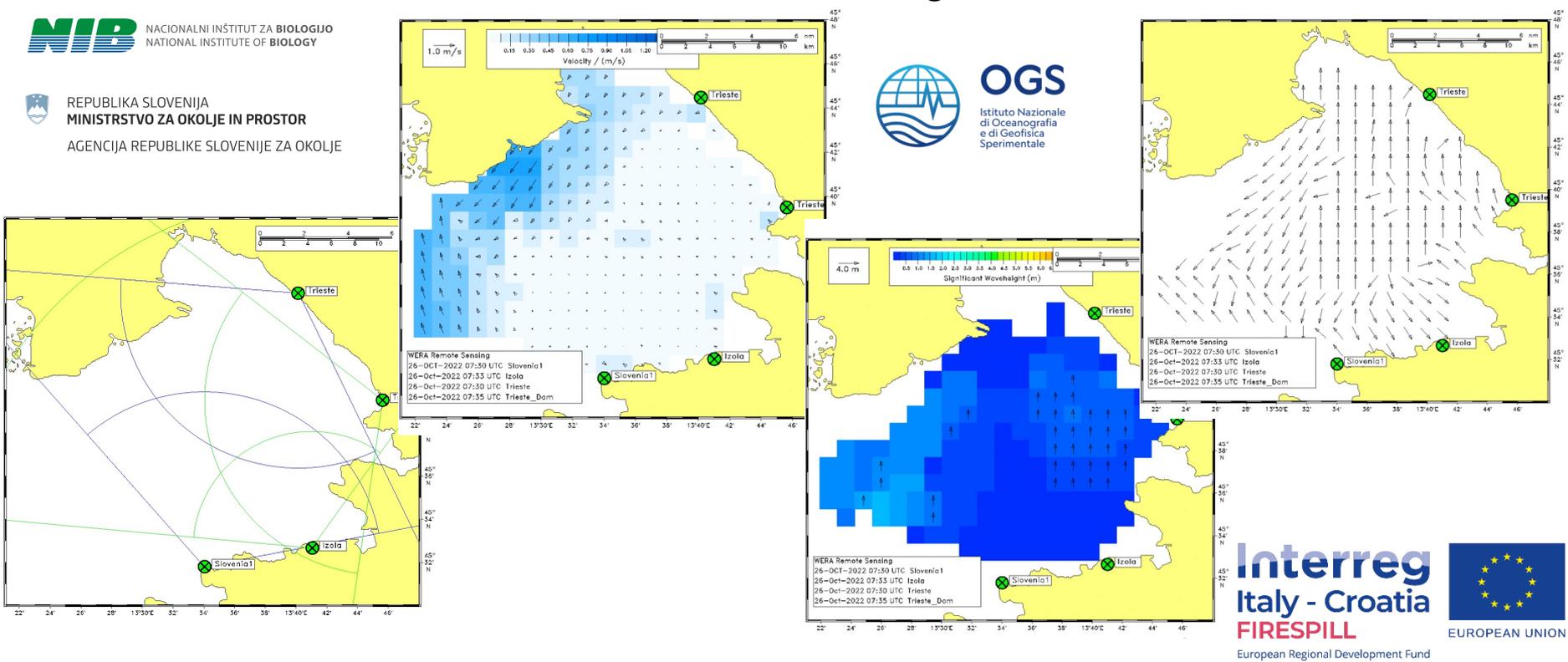


Risposta alle emergenze

Il nuovo RADAR opererà in coordinazione con gli altri WERA RADAR HF installati nel Golfo di Trieste. Oltre ai due RADAR collocati presso l'istituto OGS e a Pirano (SLO) presso il NIB, sarà presente nello scambio di dati un ulteriore RADAR recentemente installato a Isola (SLO) dall'ARSO. Questa collaborazione fra i diversi enti potrà fornire la mappa delle altezze d'onda significative e la mappa delle correnti superficiali con un alto grado di affidabilità.



REPUBLIKA SLOVENIJA
 MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
 AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE



Approccio strategico: valutazione del rischio nel caso di oil spill

Riduzione del rischio

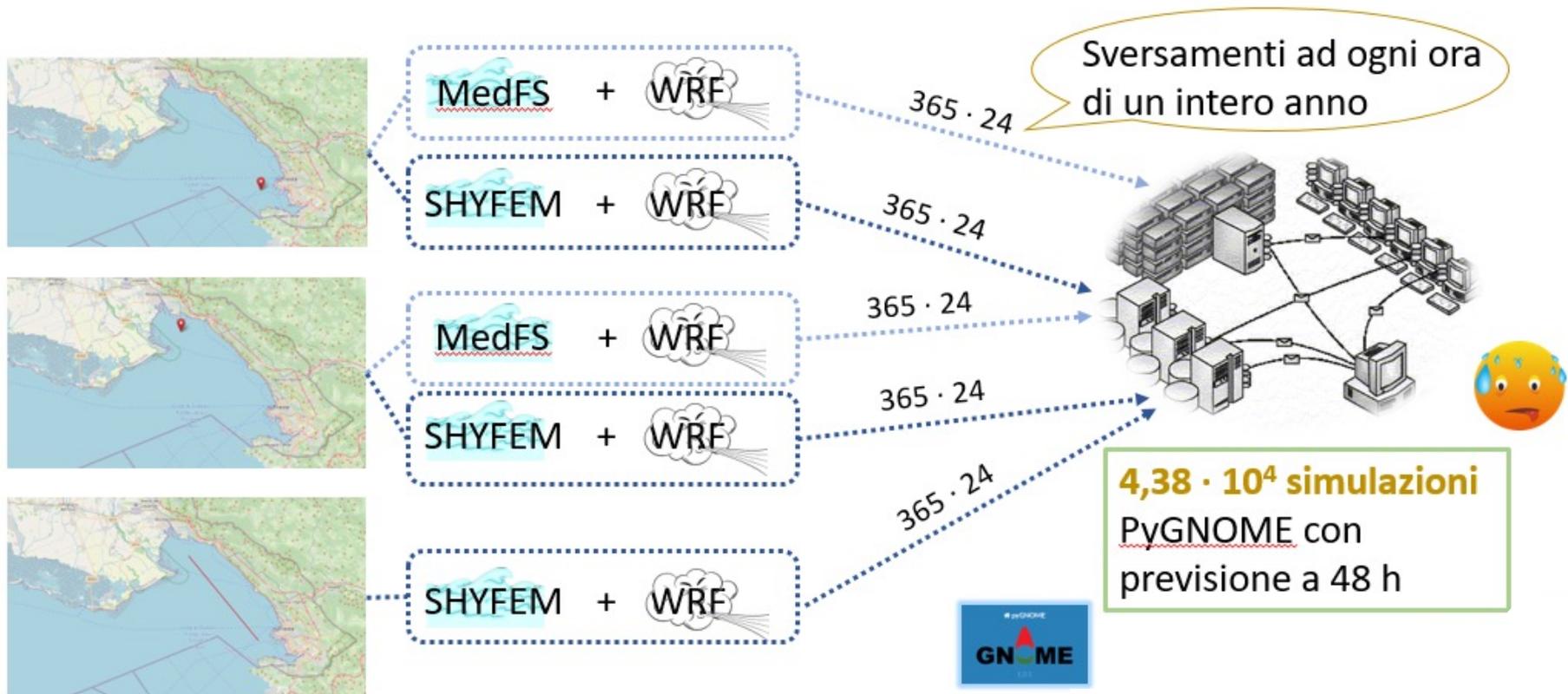
$$\text{rischio} = \text{minaccia} \cdot \text{esposizione} \cdot \text{vulnerabilità}$$

- ❑ La **pericolosità** o minaccia è costituita dalla presenza dell'idrocarburo.
- ❑ Gli **esposti** al pericolo sono gli ecosistemi, le attività turistiche, la pesca e l'acquacultura, i trasporti marittimi, ecc.
- ❑ La **vulnerabilità** riguarda la capacità di spostarsi per tempo dalle zone impattate dall'idrocarburo, dalla capacità di integrare o rimuovere l'inquinante, la capacità di modificare l'evoluzione dell'inquinante.

Esposti e vulnerabilità sono funzione delle conseguenze, cioè dei potenziali danni, causati dalla presenza dell'idrocarburo.

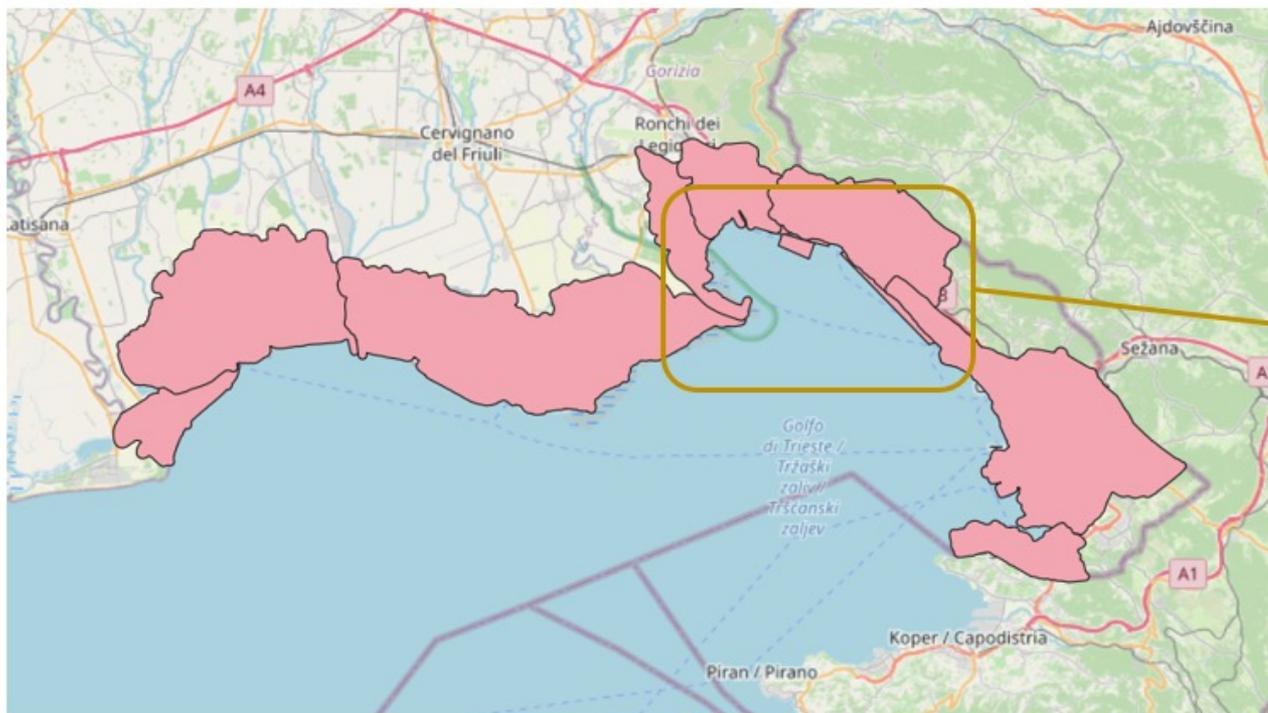
Valutazione della pericolosità relativa all'oil spill: simulazioni annuali

Riduzione del rischio



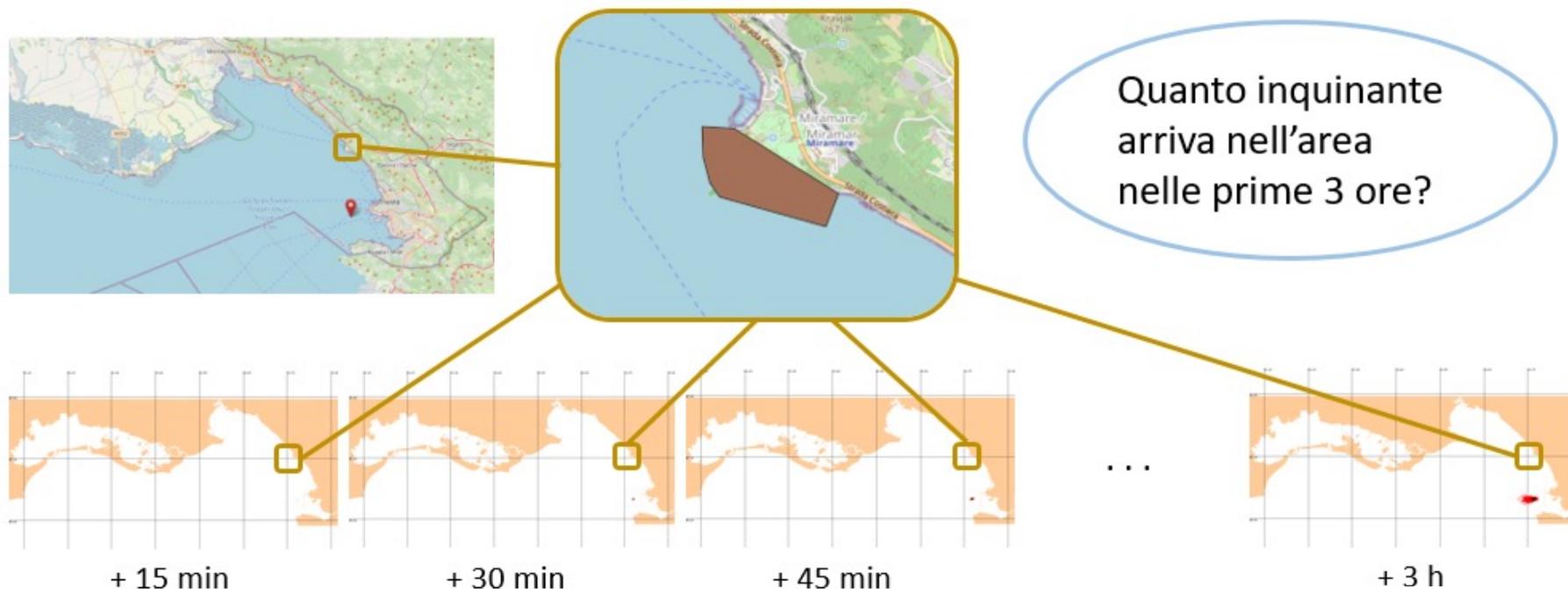
Valutazione della pericolosità relativa all'oil spill: simulazioni annuali

Riduzione del rischio



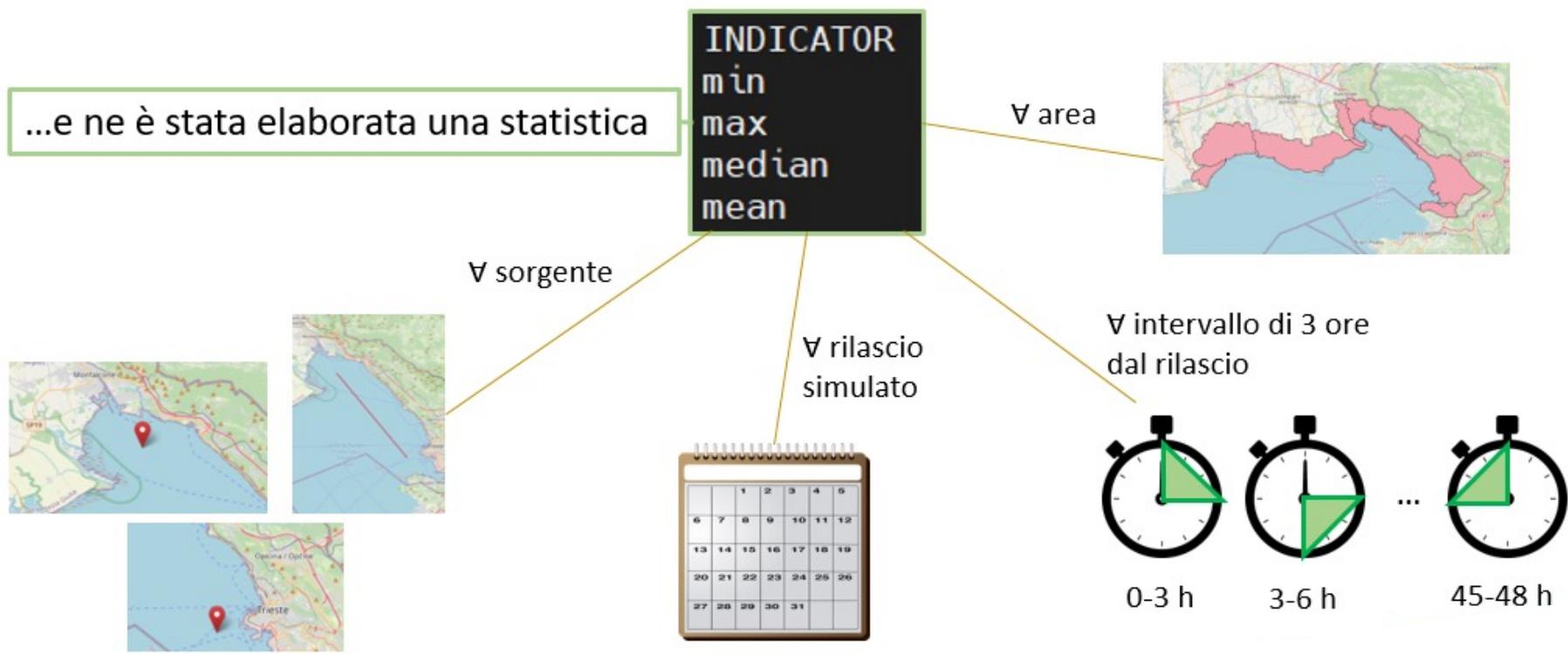
Valutazione della pericolosità relativa all'oil spill: analisi per ogni singolo sversamento simulato

Riduzione del rischio



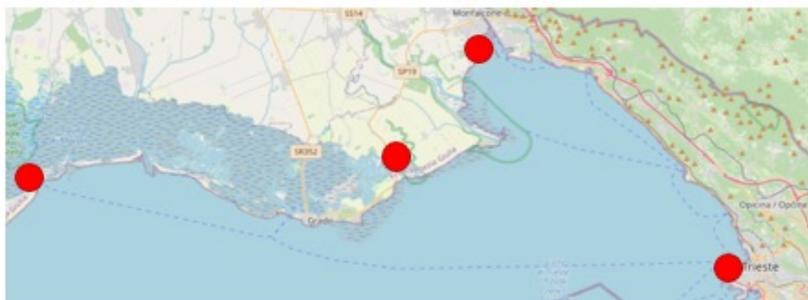
Sono stati contati gli elementi lagrangiani interni all'area ad ogni passo...

Riduzione del rischio



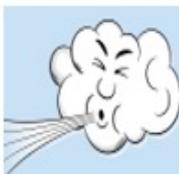
Valutazione della pericolosità relativa all'oil spill: suddivisione in base alle condizioni meteomarine

Riduzione del rischio



Per ciascuna simulazione annuale, i rilasci durante l'anno di riferimento sono stati suddivisi in diversi insiemi in base alle condizioni meteomarine

- SET
- 1100
- 1101
- 1102
- 1103
- 1104
- 1105
- 1106
- ...
- 5017
- 5018
- 5019
- FFFF



```

00, "90% persistent bora", 30, 90, 5, inf, 86400, 90
01, "90% persistent strong bora", 30, 90, 10, inf, 86400, 90
02, "90% persistent scirocco", 110, 170, 5, inf, 86400, 90
03, "90% persistent strong scirocco", 110, 170, 10, inf, 86400, 90
04, "90% persistent libeccio", 240, 300, 5, inf, 86400, 90
05, "90% persistent strong libeccio", 240, 300, 10, inf, 86400, 90
06, "90% persistent tramontana", 330, 30, 5, inf, 86400, 90
07, "90% persistent strong tramontana", 330, 30, 10, inf, 86400, 90
08, "90% persistent calm wind", 0, 360, 0, 4, 86400, 90
09, "50% persistent bora", 30, 90, 5, inf, 86400, 50
10, "50% persistent strong bora", 30, 90, 10, inf, 86400, 50
11, "50% persistent scirocco", 110, 170, 5, inf, 86400, 50
12, "50% persistent strong scirocco", 110, 170, 10, inf, 86400, 50
13, "50% persistent libeccio", 240, 300, 5, inf, 86400, 50
14, "50% persistent strong libeccio", 240, 300, 10, inf, 86400, 50
15, "50% persistent tramontana", 330, 30, 5, inf, 86400, 50
16, "50% persistent strong tramontana", 330, 30, 10, inf, 86400, 50
17, "50% persistent very calm wind", 0, 360, 0, 2, 86400, 50
18, "50% persistent calm wind", 0, 360, 0, 4, 86400, 50
19, "50% persistent light wind", 0, 360, 0, 6, 86400, 50
FF, "any wind condition", 0, 360, 0, inf, 86400, 100
    
```

Riduzione del rischio



SIMULATION	AREA	SET	TIME_FROM_SPILL	INDICATOR, MIN, 5%ILE, MEDIAN, 95%ILE, MAX
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT1H30M,min,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT1H30M,max,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT1H30M,median,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT1H30M,mean,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT4H30M,min,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT4H30M,max,0.0,0.0,0.54,4.76,5.63
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT4H30M,median,0.0,0.0,0.0,0.1,0.12
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT4H30M,mean,0.0,0.0,0.0,0.07,1.02,1.09
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT7H30M,min,0.0,0.0,1.13,6.35,7.38
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT7H30M,max,0.0,0.0,19.18,31.23,32.97
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT7H30M,median,0.0,0.0,0.8,96,17.4,18.0
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT7H30M,mean,0.0,0.0,0.9,68,18.33,18.87
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT10H30M,min,0.0,0.0,21.34,33.6,36.23
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT10H30M,max,0.0,0.0,50.41,55.88,56.03
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT10H30M,median,0.0,0.0,0.35,94,45.96,47.68
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT10H30M,mean,0.0,0.0,0.35,48,45.58,46.21
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT13H30M,min,0.0,0.0,0.01,53.22,57.4,57.63
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT13H30M,max,0.02,0.16,59.19,71.35,73.08
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT13H30M,median,0.0,0.0,0.09,56.8,66.41,68.67
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT13H30M,mean,0.0,0.0,0.09,56.64,64.84,67.28
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT16H30M,min,0.03,0.18,59.27,71.88,73.58
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT16H30M,max,0.11,0.39,59.68,74.26,75.8
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT16H30M,median,0.06,0.28,59.6,73.74,75.44
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT16H30M,mean,0.06,0.28,59.55,73.47,75.17
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT19H30M,min,0.11,0.39,59.57,74.33,75.84
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT19H30M,max,0.17,0.48,59.8,74.48,75.98
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT19H30M,median,0.14,0.42,59.74,74.4,75.9
21E0F10248	2800	12	1111	P0DT19H30M,mean,0.14,0.43,59.71,74.4,75.91

A partire dalle statistiche sui singoli sversamenti, per ogni insieme di sversamenti individuato dalle condizioni meteomarine, sono state elaborate ulteriori statistiche:

- sulla **percentuale di elementi lagrangiani** all'interno di ciascuna area considerata

Riduzione del rischio

- sul **tempo di arrivo** degli elementi lagrangiani in ciascuna area

```

SIMULATION, AREA, SET, MIN, 5%ILE, MEDIAN, 95%ILE, MAX, LANDING_PCT
21E0F10248_2800, 0, 1100, P1D14H30M, P1D17H0M, P1D110H30M, P1D119H30M, P1D119H30M, 4.75
21E0F10248_2800, 0, 1108, P0D14H30M, P0D116H30M, P1D17H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 33.47
21E0F10248_2800, 0, 1109, P0D110H30M, P1D16H30M, P1D113H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 5.90
21E0F10248_2800, 0, 1110, NaT, NaT, NaT, NaT, NaT, 0.00
21E0F10248_2800, 0, 1111, NaT, NaT, NaT, NaT, NaT, 0.00
21E0F10248_2800, 0, 1117, P0D14H30M, P0D116H30M, P1D17H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 35.10
21E0F10248_2800, 0, 1118, P0D14H30M, P0D116H30M, P1D17H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 33.59
21E0F10248_2800, 0, 1119, P0D14H30M, P0D116H30M, P1D17H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 31.59
21E0F10248_2800, 0, 1300, P1D110H30M, P1D112H15M, P1D119H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 2.68
21E0F10248_2800, 0, 1301, NaT, NaT, NaT, NaT, NaT, 0.00
21E0F10248_2800, 0, 1302, NaT, NaT, NaT, NaT, NaT, 0.00
21E0F10248_2800, 0, 1308, P0D14H30M, P0D116H30M, P1D17H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 38.42
21E0F10248_2800, 0, 1309, P0D17H30M, P0D113H30M, P1D110H30M, P1D122H30M, P1D122H30M, 8.77
    
```

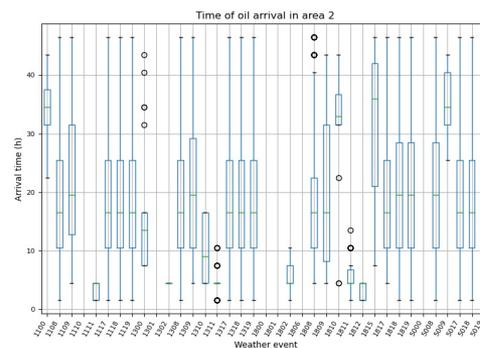
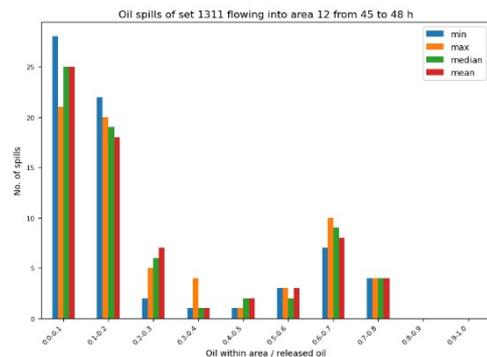
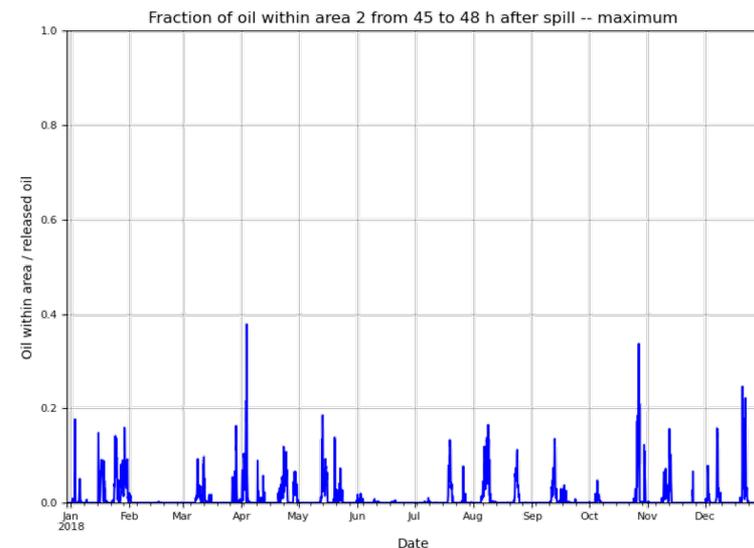
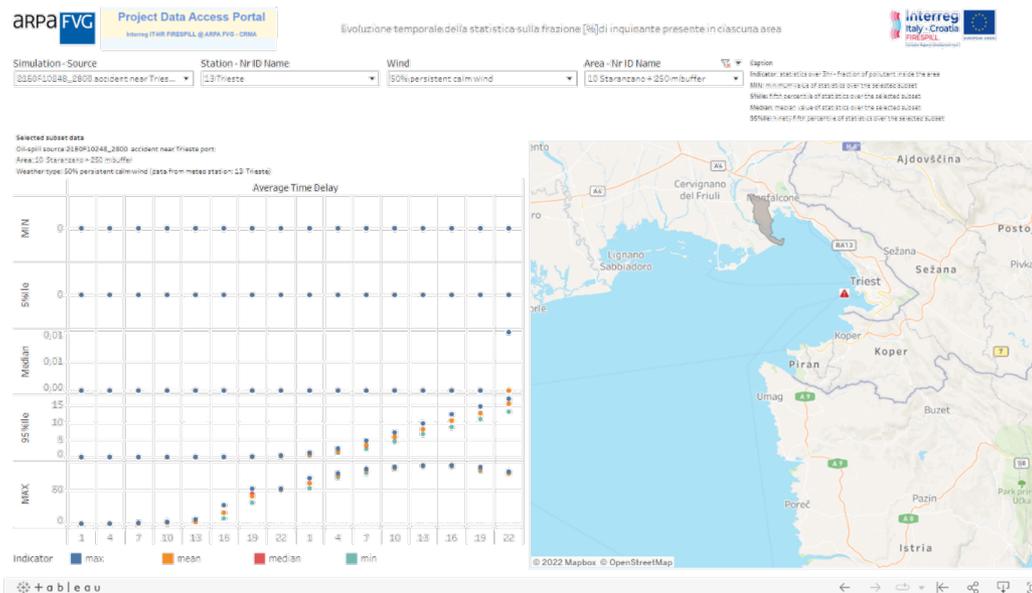
Come
mostrare tutti
questi dati ai
portatori di
interesse?



Tramite il software



Riduzione del rischio

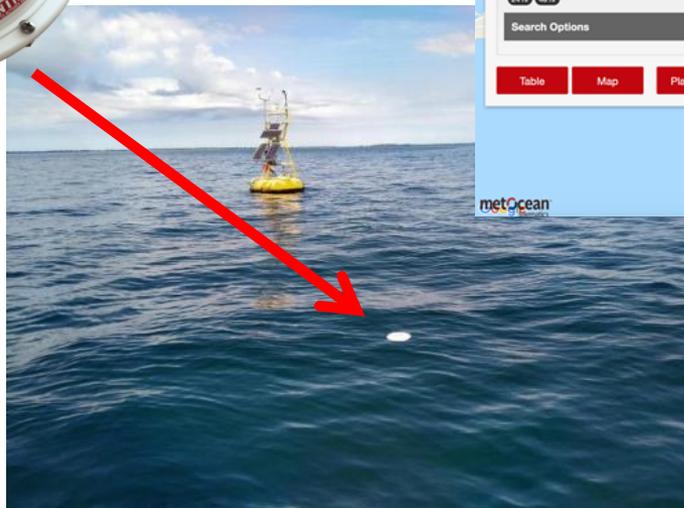


Validazione dei modelli

Riduzione del rischio

Risposta alle emergenze

La validazione dei modelli è un elemento essenziale per poter garantire l'efficacia dei servizi offerti. I modelli vengono costantemente testati sia per poter capire quali siano i migliori dati di input in determinate circostanze sia per il miglioramento dei modelli stessi.



LiNC TRACKING DASHBOARD ANALYTICS TOOLS ADMIN HELP

HISTORY

Available Assets

Assets

- Drifter 1 (300434065295620)

Report Filters

From: 2021-09-23 08:51:06 To: 2021-09-23 18:51:06

Search Options

DATA DATE (UTC)	LATITUDE	LONGITUDE
2021-09-23 12:08:15	45° 41.73720'	13° 34.30140'
2021-09-23 12:03:07	45° 41.73960'	13° 34.27960'
2021-09-23 11:57:40	45° 41.73780'	13° 34.25040'
2021-09-23 11:52:34	45° 41.73540'	13° 34.23480'
2021-09-23 11:47:18	45° 41.73540'	13° 34.21440'
2021-09-23 11:42:09	45° 41.73540'	13° 34.18980'
2021-09-23 11:36:59	45° 41.73780'	13° 34.16020'
2021-09-23 11:31:50	45° 41.73300'	13° 34.14600'
2021-09-23 11:26:43	45° 41.73240'	13° 34.12380'
2021-09-23 11:21:33	45° 41.73090'	13° 34.10460'

Showing 1 to 10 of 40 entries

LiNC ASSET TRACKING & MONITORING

Release Position

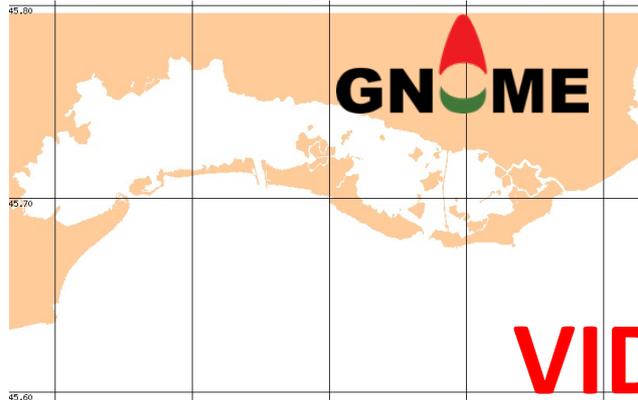
Capture Position after ~3h

Le fasi della validazione dei modelli

Riduzione del rischio

Risposta alle emergenze

PREVISIONE



VIDEO MARTINI 1

Le fasi della validazione dei modelli

Riduzione del rischio

Risposta alle emergenze

PREVISIONE



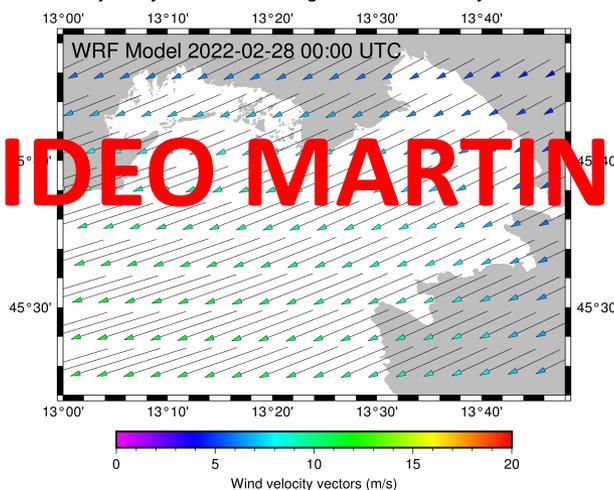
RILASCIO



GNOME

VIDEO MARTINI 2

Trajectory of the drifters against wind velocity vectors



Riduzione del rischio

Risposta alle emergenze

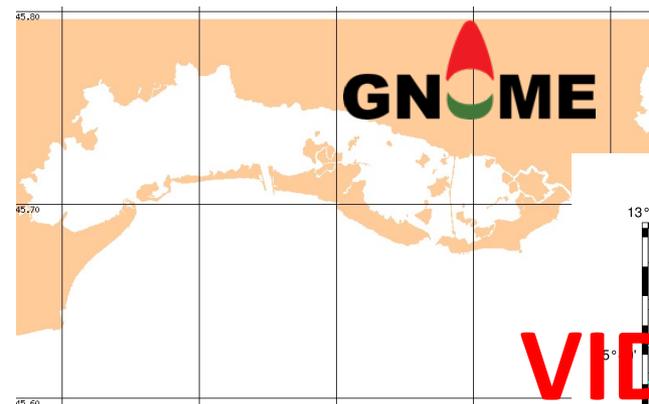
PREVISIONE



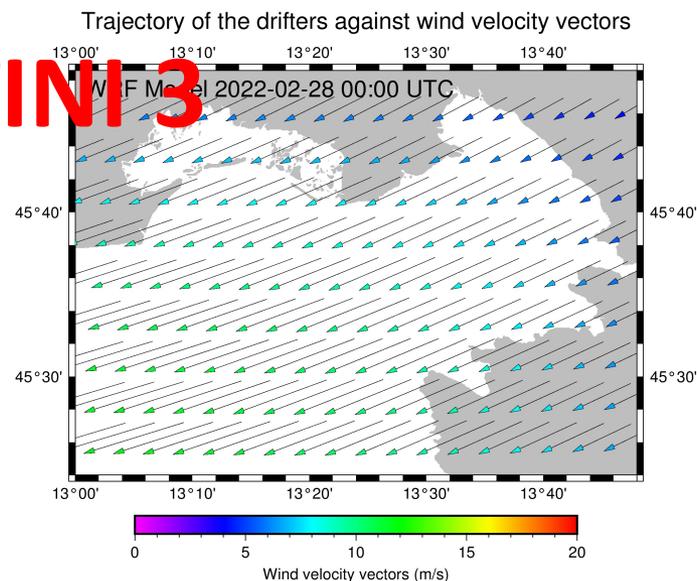
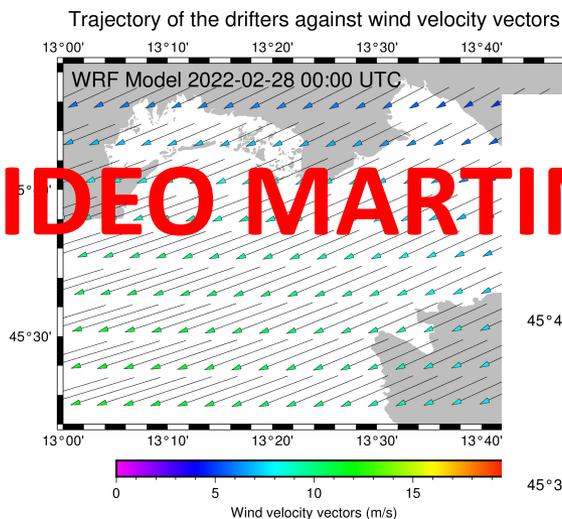
RILASCIO



VERIFICA



VIDEO MARTINI 3



ARPA FVG – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente del Friuli Venezia Giulia

FIRESPELL Project Partner 11

Responsabile di progetto: **Stefania Del Frate**

Operativi: **Massimo Bagnarol, Simone Martini**

 Via Cairoli 14, 33057 Palmanova (UD), Italia

 stefania.delfrate@arpa.fvg.it, massimo.bagnarol@arpa.fvg.it, simone.martini@arpa.fvg.it

 +39 0432 1918033

 www.italy-croatia.eu/firespill