La modellistica nell'ambiente marino

Andrea Crosta - DHI

STRUMENTI E SERVIZI PER L'INGEGNERIA PORTUALE COSTIERA E OFFSHORE

Il recente riordino della legislazione italiana in materia di gestione dei sedimenti marini ha evidenziato il ruolo chiave della modellistica numerica nell'intero ciclo di movimentazione dei sedimenti, dall'ante-operam, al supporto in corso d'opera al post-operam.

In parallelo, le "Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici" confermano il ruolo centrale della modellistica numerica nella definizione di soluzioni di ingegneria costiera a difesa del litorale dai processi erosivi, anche nei casi in cui sia previsto il semplice ripascimento dell'arenile.

PATROCINIO

Autorità Portuale di Messina
Sistema Portuale di Messina e Milazzo

REMTECH EXPO
BONIFICA | RIQUALIFICAZIONE | TUTELA | RECUPERO

Comune di Messina

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Messina

Aiat

CGOST

Il nostro mondo è l'acqua

Autorità Portuale di Messina
Sistema Portuale di Messina e Milazzo
Comune di Messina
REMTECH EXPO
BONIFICA | RIQUALIFICAZIONE | TUTELA | RECUPERO
Ajat

DHI Italia

opera esclusivamente nel settore della **modellistica numerica** nel "mondo delle acque", proponendosi come **partner tecnologico** ad amministrazioni pubbliche, università e società private.

DHI Italia - Settori di intervento

Gestione delle Risorse Idriche

Monitoraggio e Tempo Reale

Previsione delle Piene

Idraulica marittima e costiera

Acque superficiali e sotterranee

Idraulica Urbana

Impianti di trattamento

Qualità delle acque

Energia

DHI Italia – Principali interlocutori

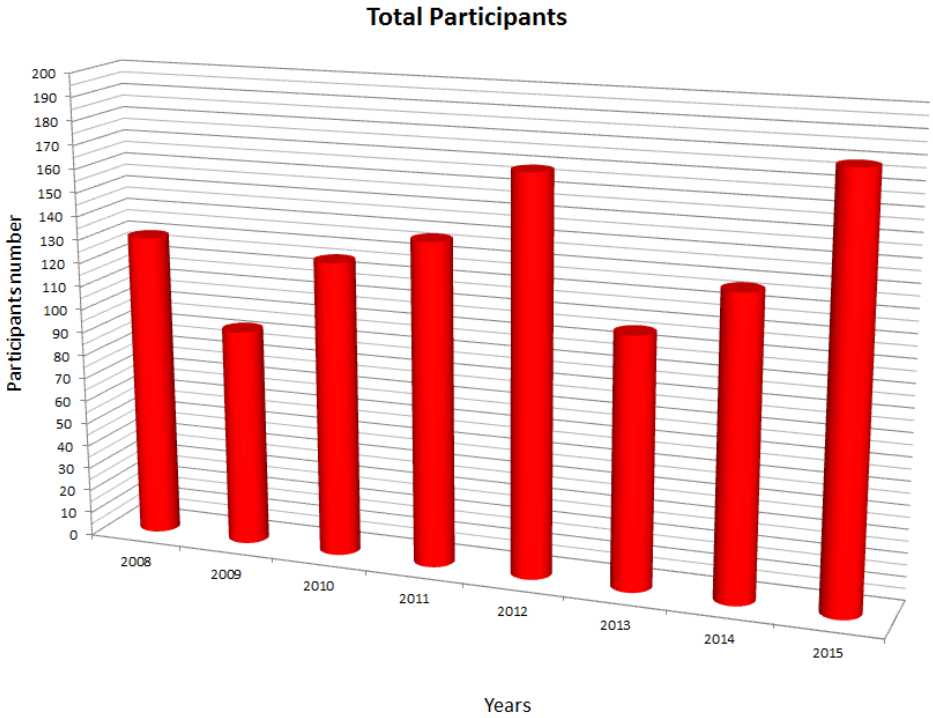
Autorità Portuali
Regioni, Province e Comuni
Autorità di bacino
Società private
Consulenti ambientali
Oil & Gas
Gestori SII
Università e centri di ricerca

MIKE by DHI

I modelli numerici di DHI

I Corsi di formazione

- Corsi standard
- Corsi specifici
- Corsi su progetto (training-on-the job)



I Corsi di formazione

"I modelli a supporto delle operazioni di dragaggio"

La finalità del corso è di fornire un'esaustiva panoramica delle attività modellistiche che possono essere effettuate a supporto degli interventi di dragaggio.

DATE E DURATA

6-7 Giugno 2017 (2 giorni)

"Modelli e soluzioni per la difesa della costa dall'erosione"

Il corso è finalizzato a fornire le competenze di base per la predisposizione di uno studio completo di dinamica costiera.

DATE E DURATA

4-6 Luglio 2017 (3 giorni)

I modelli per l'ambiente marino

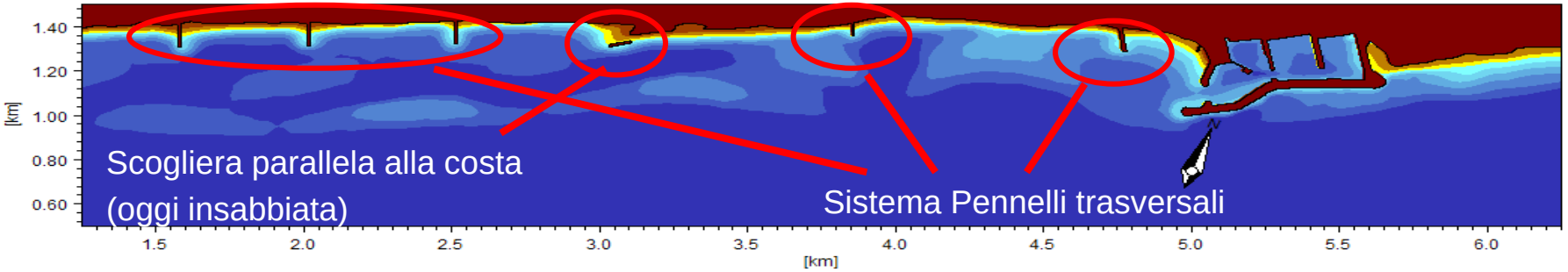
Costa
Porti
Offshore

diversi fenomeni, diverse problematiche, un filo conduttore:
i modelli

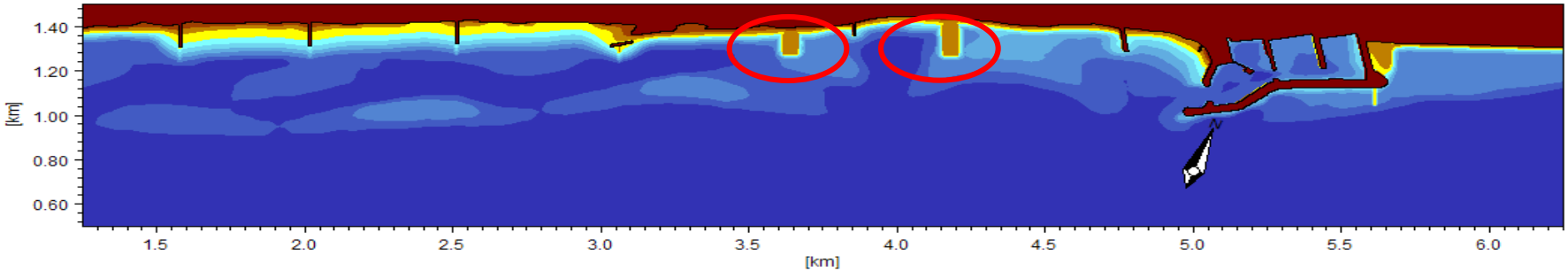
Dinamiche costiere e protezione dei litorali – Roccella Jonica, Calabria

Dinamiche costiere e protezione dei litorali – Roccella Jonica, Calabria

Stato Attuale: Sistema di difesa esistente non sufficiente ad arginare il fenomeno dell'erosione

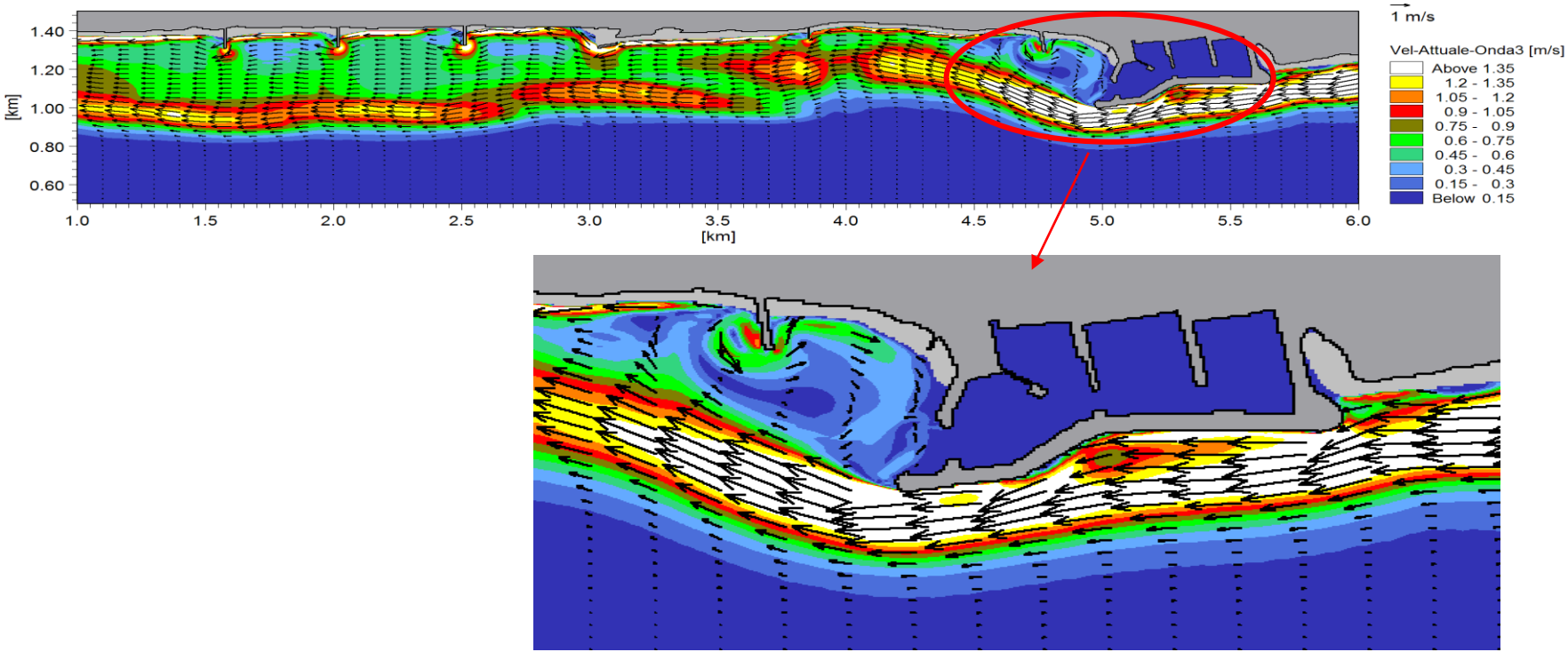


Alternativa di progetto 1



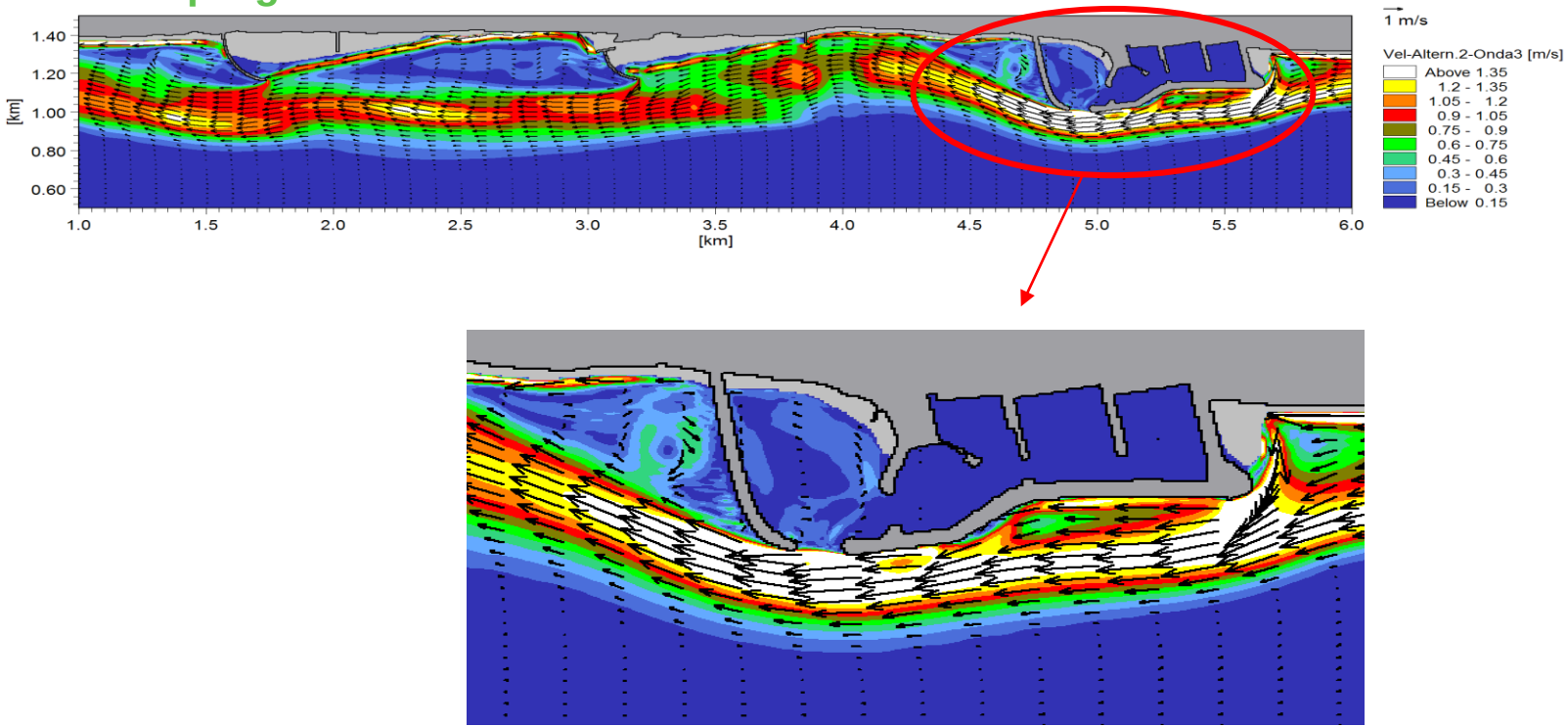
Dinamiche costiere e protezione dei litorali – Roccella Jonica, Calabria

Stato Attuale

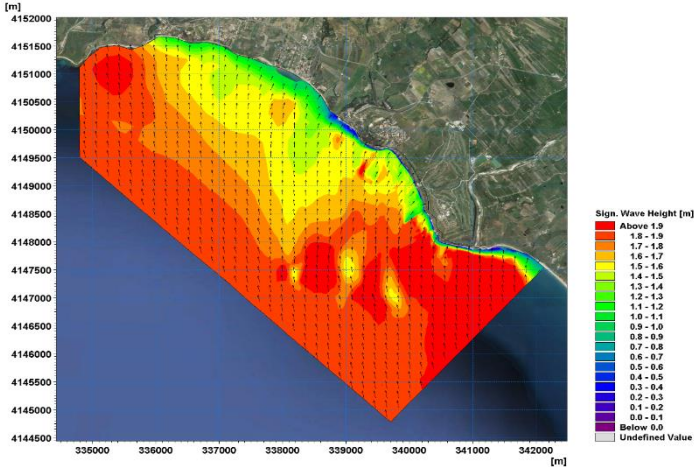


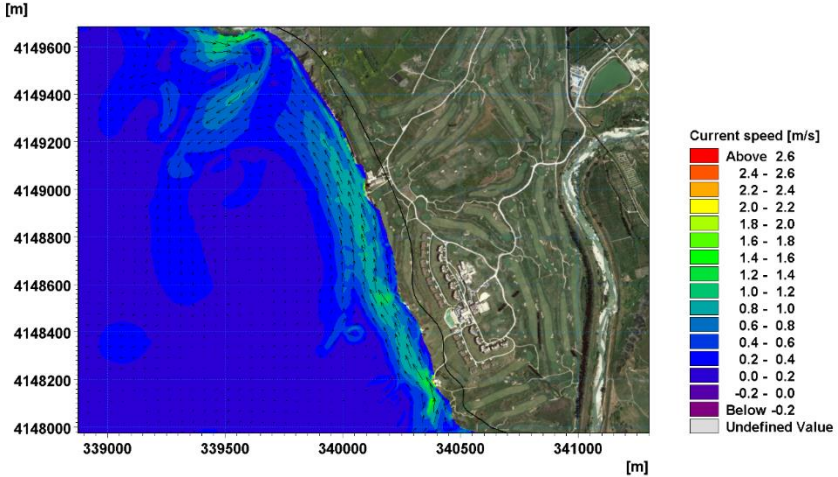
Dinamiche costiere e protezione dei litorali – Roccella Jonica, Calabria

Alternativa di progetto



Dinamiche costiere e protezione dei litorali – Verdura Resort, Sicilia





Pianificazione e gestione costiera - il litorale Domitio

Autorità di Bacino dei fiumi Liri Garigliano e Volturno

Inquadramento geografico - amministrativo

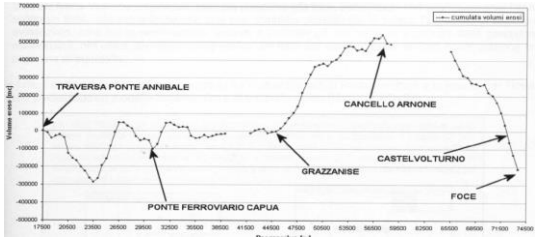
- 2 Regioni
- 3 Province
- 6 Comuni
- Circa 200.000 abitanti

La fascia costiera di competenza dell'Autorità di Bacino nazionale dei fiumi Liri – Garigliano e Volturno, si estende per circa 38 km da Torre Scauri (1) a Nord e la foce di Regi Lagni a Sud (2); ai fini del presente studio (PSEC), l'area di riferimento è estesa da Torre Scauri a Nord sino a località Torre Gaveta a Sud (3).

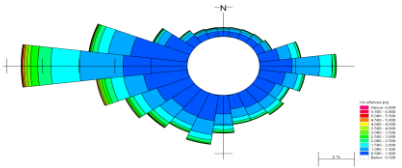
Pianificazione e gestione costiera - il litorale Domitio

Studio idraulico marittimo

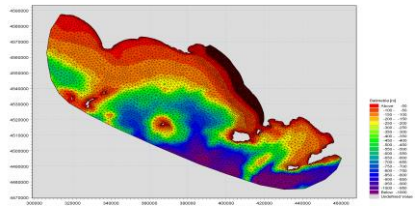
✓Caratterizzazione bacini idrografici in relazione ai loro apporti di materiale a mare



✓Studio del moto ondoso di largo e trasformazione sottocosta

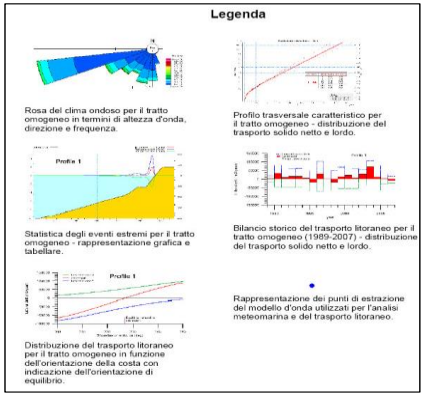


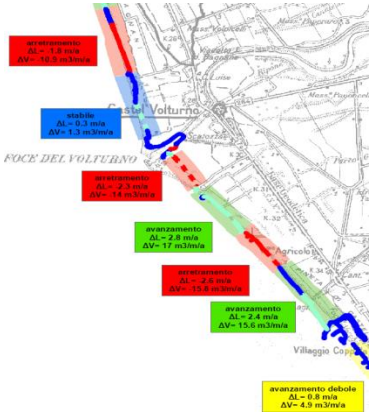
Tempo di ritorno T [anni]	Altezza d'onda [m]	Deviazione standard [m]
1	4.8	0.14
5	6.1	0.34
10	6.7	0.45
50	8.0	0.75
100	8.6	0.90
200	9.1	1.05



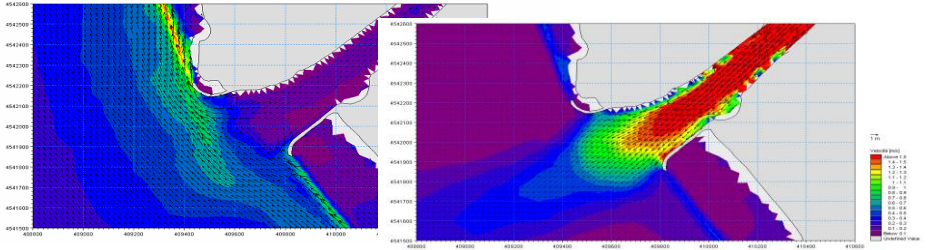
Batimetria del modello di trasformazione dell'onda

✓Analisi trasporto litoraneo, valutazione del bilancio di sedimenti storico ed attuale





✓Analisi dettagliata della dinamica costiera nei tratti di foce

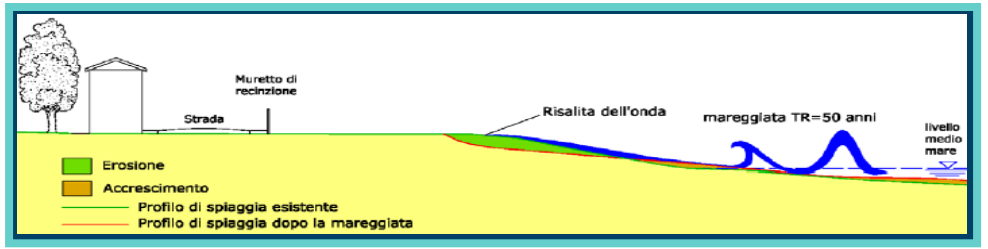


Rappresentazione dei campi di corrente in caso di magra (sx) e in caso di piena (dx).

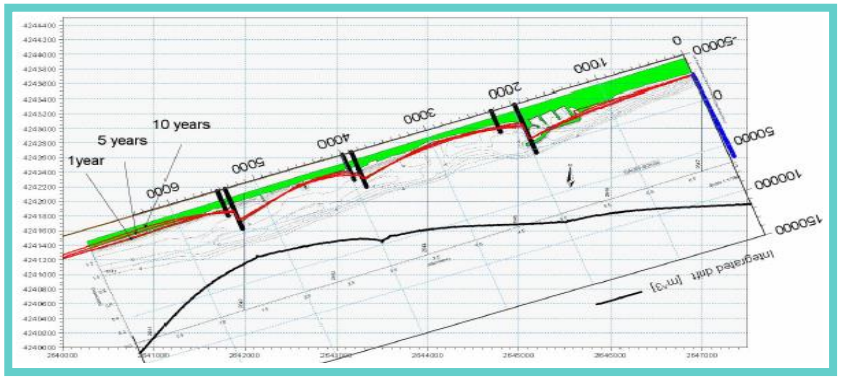
Pianificazione e gestione costiera - il litorale Domitio

Pericolosità e rischio per le zone costiere

1) **Analisi evoluzione della linea di riva a seguito di mareggiata intensa (Tr=50 anni)**

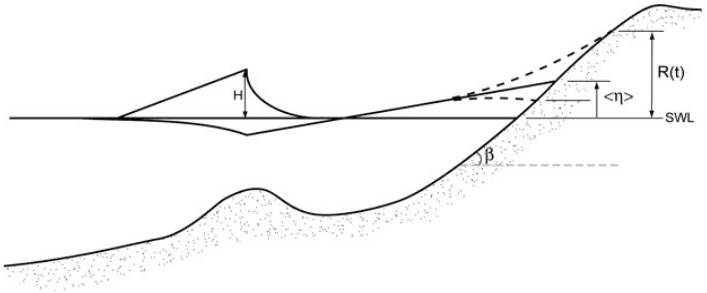


2) **Analisi evoluzione della linea di riva a lungo termine (20 anni)**



Pianificazione e gestione costiera - il litorale Domitio

3) Individuazione delle aree inondabili a seguito di mareggiata intensa (Tr=100 anni)



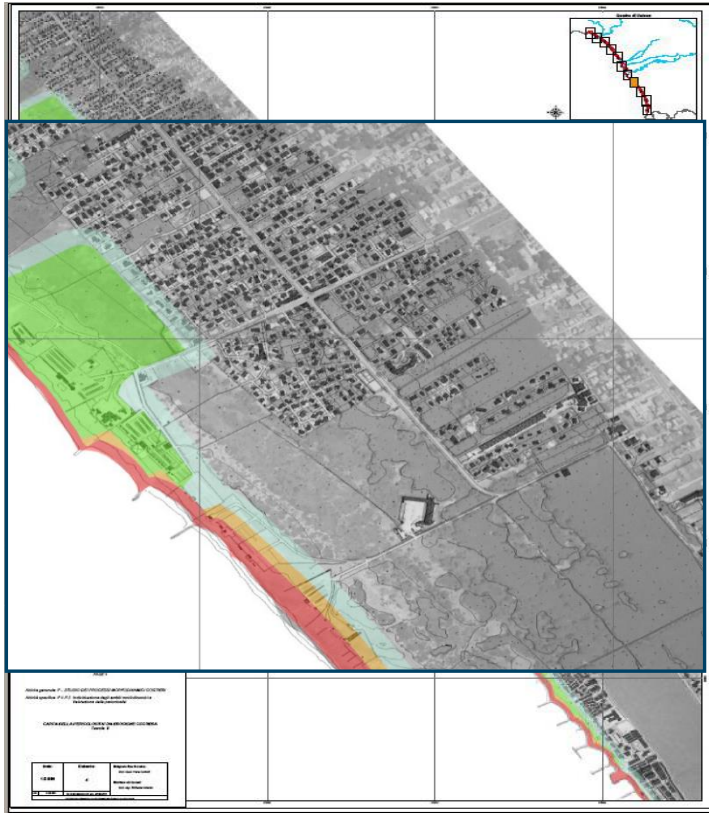
FEMA $\eta_{\max} = 0.232 \cdot H_b$ $\quad R_{2\%} = 0.6 \cdot \frac{m}{\sqrt{\frac{H_0}{L_0}}} \cdot H_0$

Longuet-Higgins $S_{up} = 0.19 H_s - 0.54 \frac{H_s^{3/2}}{g^{1/2} T_s}$ ⇒ **Max livello di innalzamento**

Hunt $R = H_s \frac{tg\beta}{(H_s / L_0)^{1/2}}$

Pianificazione e gestione costiera - il litorale Domitio

*Redazione della Carta della Pericolosità (scala 1:5.000)**



P3 Area compresa tra la linea di riva attuale e la più interna (la più estesa verso terra) tra le linee rappresentative rispettivamente dell'evoluzione della costa a 20 anni e delle aree potenzialmente interessate da fenomeni erosivi in caso di mareggiata cinquantennale.

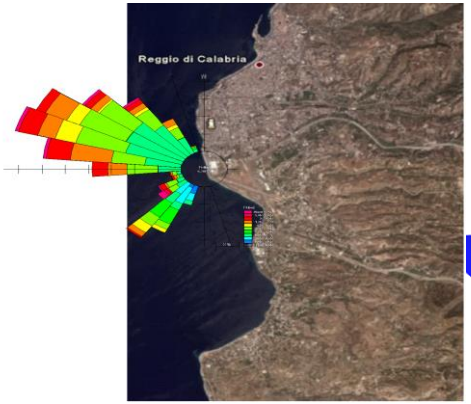
P2 Estensione dell'area potenzialmente interessata da fenomeni erosivi in caso di mareggiata cinquantennale, valutata sulla previsione dell'evoluzione della linea di riva a 20 anni.

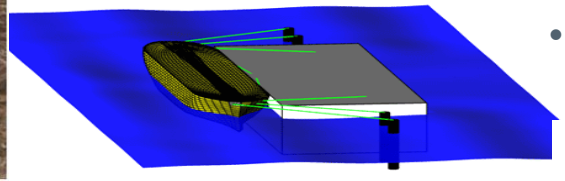
P1 Estensione dell'area inondata per effetto dell'azione del moto ondoso (setup e runup) in caso di mareggiata centennale, qualora questa risulti più interna (estesa verso terra) rispetto alle aree a pericolosità P2 e P3.

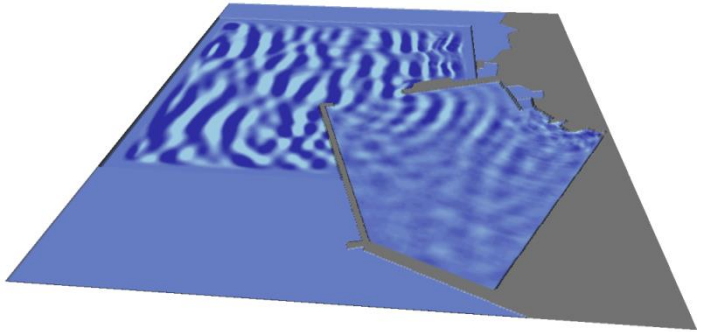
A Fascia di attenzione, mediamente estesa per 50m verso terra a partire dalla più interna delle aree a pericolosità P3, P2 e P1.

* Livelli decrescenti di pericolosità

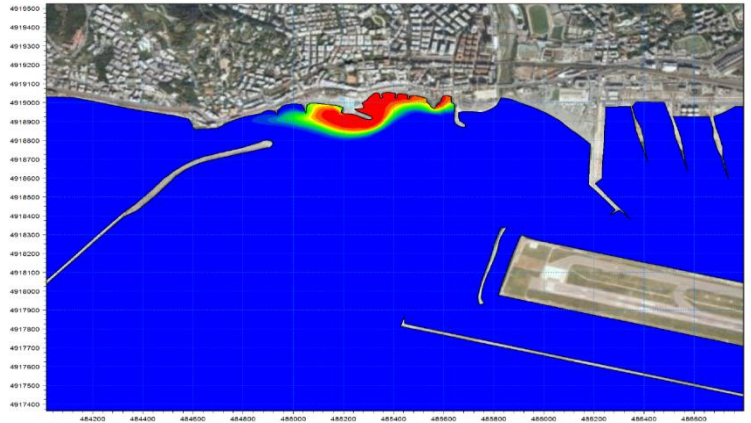
Supporto a pianificazione e gestione di porti



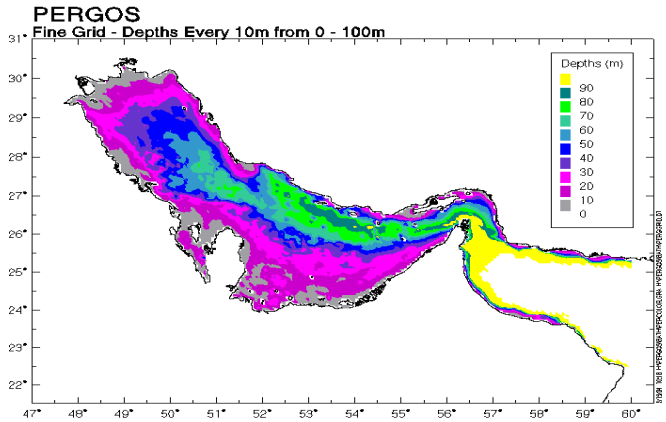


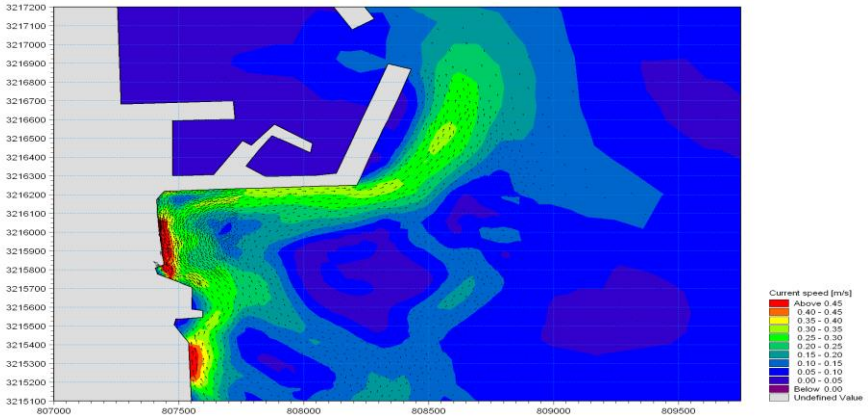


- Inquadramento geografico del paraggio
- Agitazione residua interna
- Impatto sulla dinamica costiera
- Insabbiamento imboccatura portuale
- Ricambio idrico
- Altezze d’onda di progetto
- Navigabilità ed ormeggi



Supporto a progettazione e gestione di impianti e opere a costa

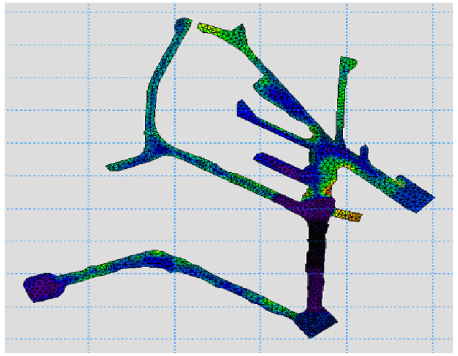


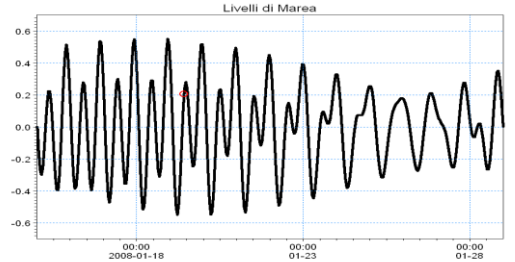


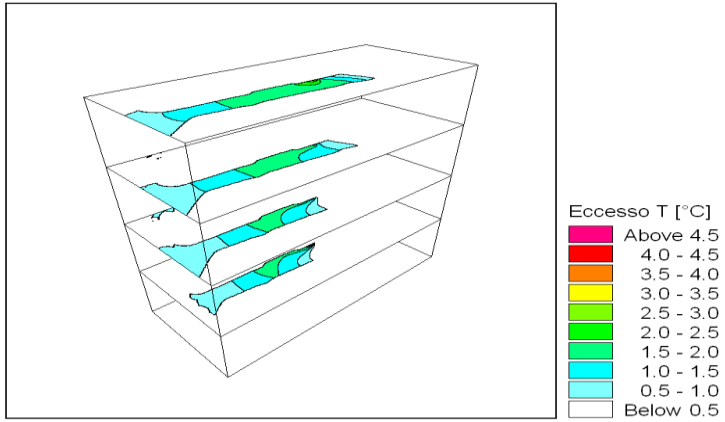
Clima ondoso al largo
Clima sottocosta
Eventi estremi
Idrodinamica generale
Idrodinamica di dettaglio
Trasporto solido e morfologia
Qualità delle acque

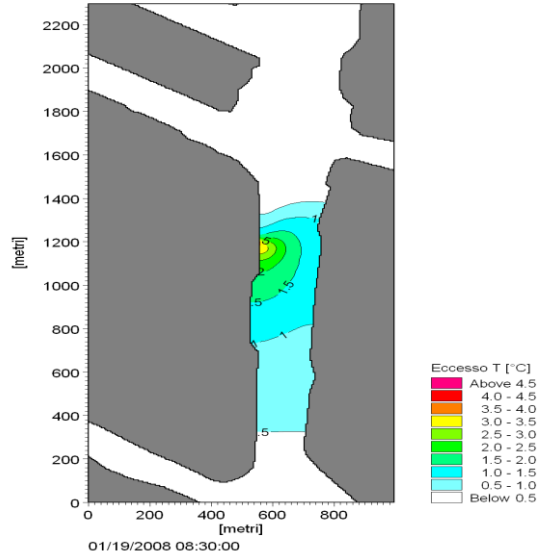
Supporto a progettazione e gestione di impianti e opere a costa

Analisi dell'impatto termico in un bacino chiuso – MIKE 3 HD









Supporto a progettazione e gestione di impianti e opere a costa

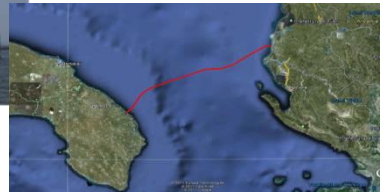
Studio della dispersione di acqua raffreddata e clorata da scarichi di terminali LNG – il caso del rigassificatore di Zaule (TS)

- modellazione numerica di elevato dettaglio richiesta nell'ambito della procedura VIA e successive integrazioni (Ministero Ambiente, ISPRA, ARPA FVG)
- necessità di verificare:
  - rispetto limiti di legge su ΔT max a distanza fissata da scarico
  - eventuale progressivo raffreddamento della baia con danni all'ecosistema
  - le concentrazioni di cloro nella baia, che devono rimanere al di sotto di determinati valori soglia (minimizzare rischio formazione organo-clorurati)

Supporto a progettazione e gestione di impianti e opere a costa

Studio di dispersione dei sedimenti a seguito di operazioni di dragaggio – il caso della TAP (Trans Adriatic Pipeline)

- modellazione numerica di elevato dettaglio richiesta nell'ambito della procedura VIA per i due siti di «landfall» della pipeline (lato Italia e lato Albania)
- necessità di verificare:
  - concentrazioni massime di sedimento sospeso nella colonna d'acqua durante le operazioni
  - variazioni del fondale a seguito delle operazioni
  - effetto delle tecniche di dragaggio sulla dispersione dei sedimenti
  - periodi più idonei allo svolgimento delle operazioni



Gestione dei sedimenti e analisi di rischio

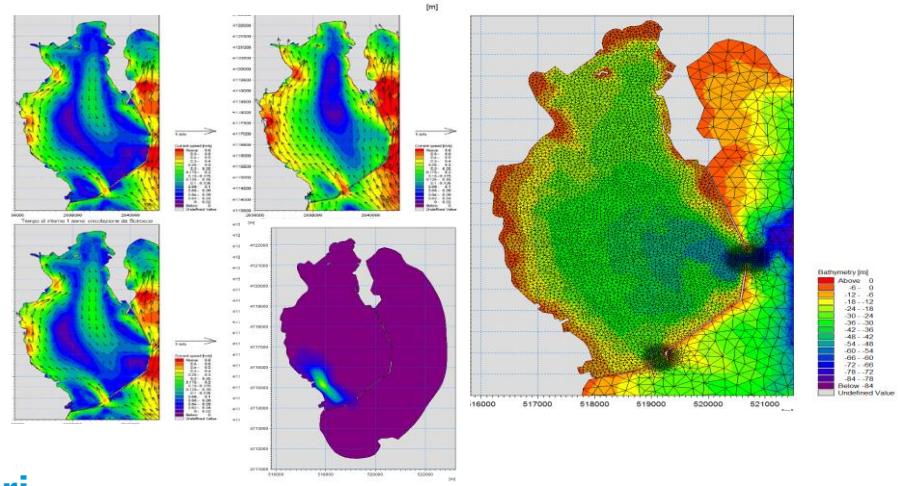
Collaborazione con ISPRA per la definizione di linee guida sull'impiego della modellistica negli studi di gestione di sedimenti contaminati

caso di studio: rada di Augusta

- caratterizzazione idrodinamica del sito (correnti, T, S)
- definizione di una serie di scenari di intervento sui siti contaminati (dragaggio, conferimento in casse di colmata, bonifica in-situ…)
- simulazione degli impatti attesi in ciascuno scenario in termini di:

  Dispersione del sedimento fine in rada e fuori

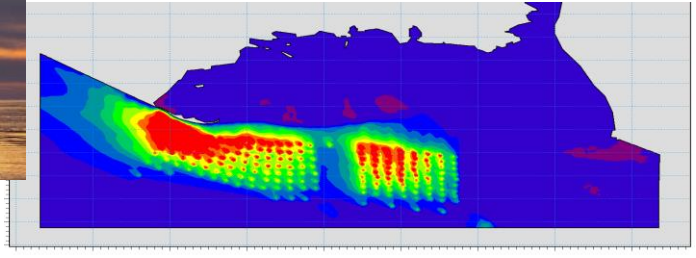
  Rilascio di contaminanti dai sedimenti sospesi e dal fondale

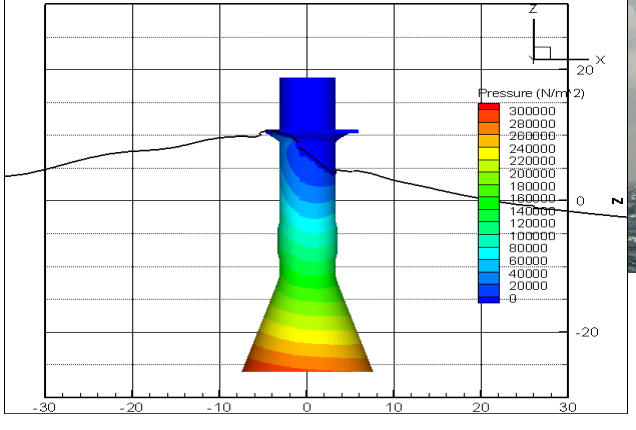


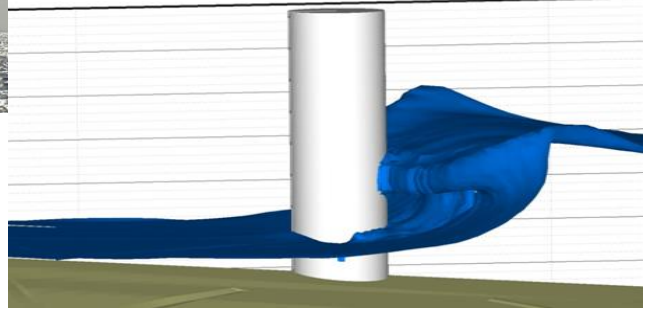
Vantaggi dell'approccio metodologico:

- simulazione di un anno tipo e non di scenari (→ analisi di persistenza e medie)
- metodologie per approccio modellistico quantitativo, già presenti parzialmente in SIA e PMA, verrà regolato secondo protocolli e linee guida ISPRA-Ministero

Supporto a progettazione e gestione di opere offshore

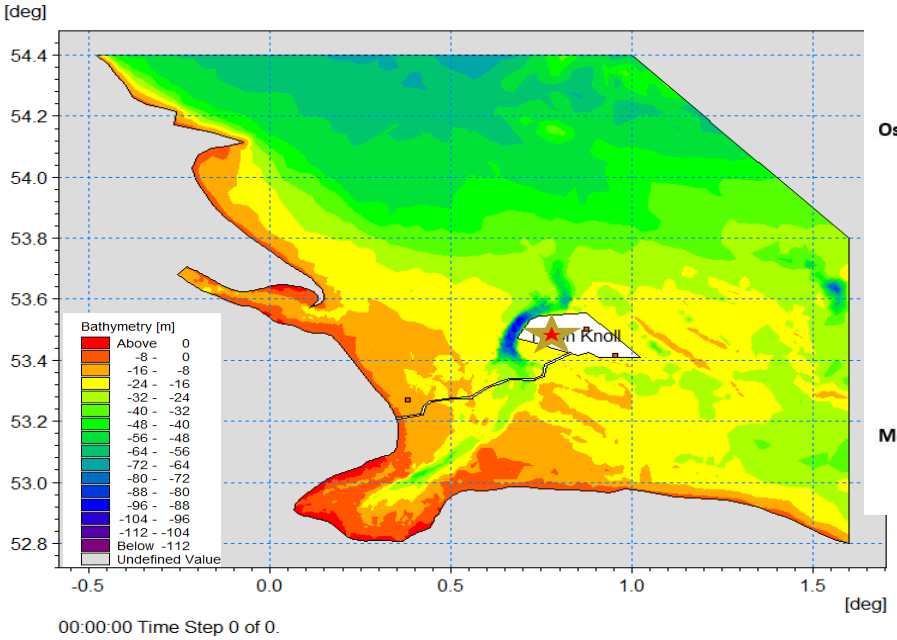


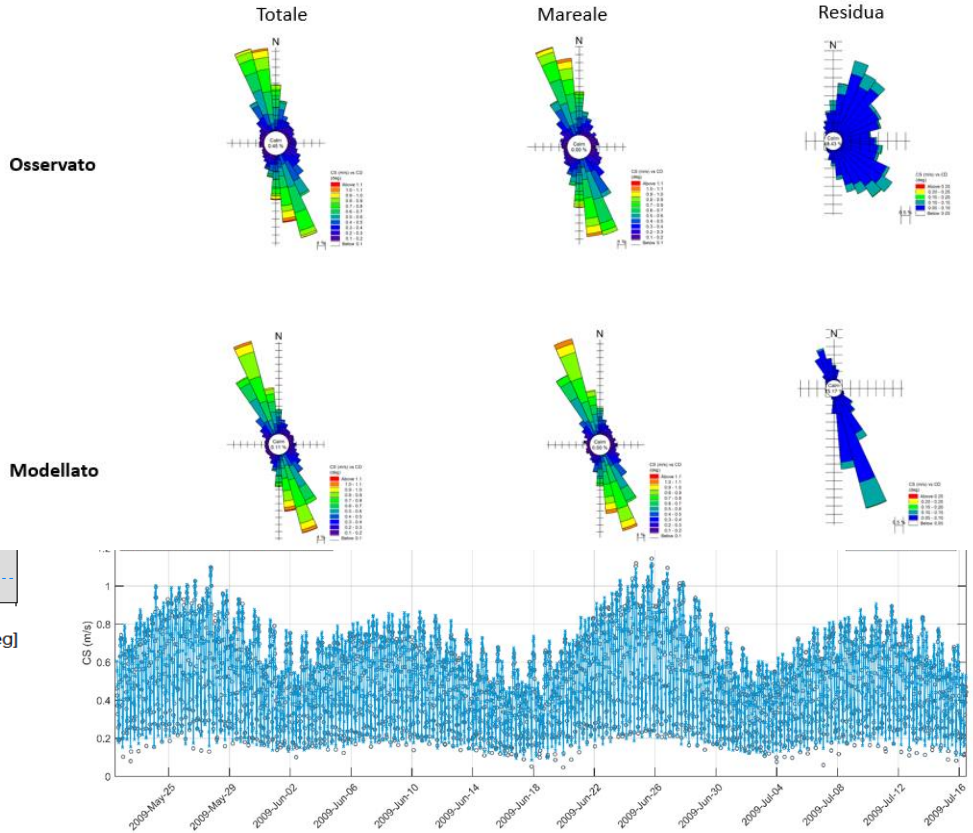




Caratterizzazione sito
Onde e correnti
Idrodinamica locale
Trasporto solido
Erosione fondazioni
Interazioni con l'opera
Supporto progettazione
Qualità delle acque
Impatto su ecosistema
Supporto alla gestione

Caratterizzazione meteoclimatica di siti offshore



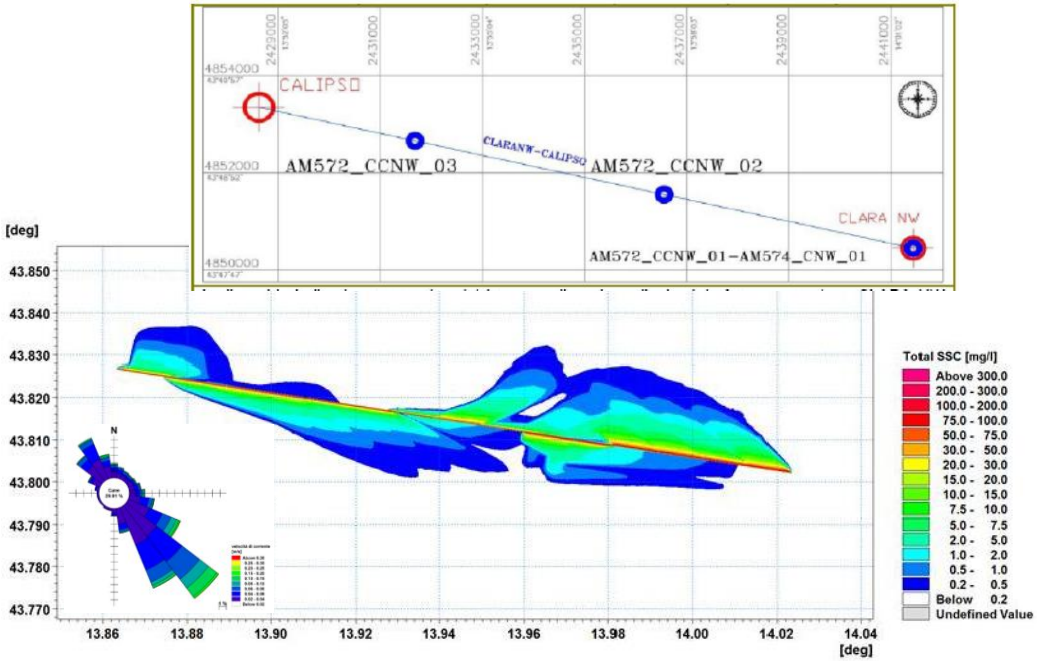


Supporto a progettazione e gestione di opere offshore

Studio di dispersione dei sedimenti a seguito di decommissioning di pipeline in offshore Adriatico

- modellazione richiesta già in fase di progettazione dell'intervento di posa delle linee di collegamento Bonaccia NW-Bonaccia e Clara NW-Calipso
- necessità di studiare:

  - tassi di sedimentazione attesi
  - concentrazioni massime di sedimento sospeso in colonna durante le operazioni di rimozione
  - variazioni del fondale a seguito delle operazioni
  - periodi più idonei allo svolgimento delle operazioni



Il database di riferimento per i dati di vento e onda nel Mediterraneo

MWM
MEDITERRANEAN WIND WAVE MODEL

HyMOLab
Hydrodynamics · MetOcean

(meteorological model)

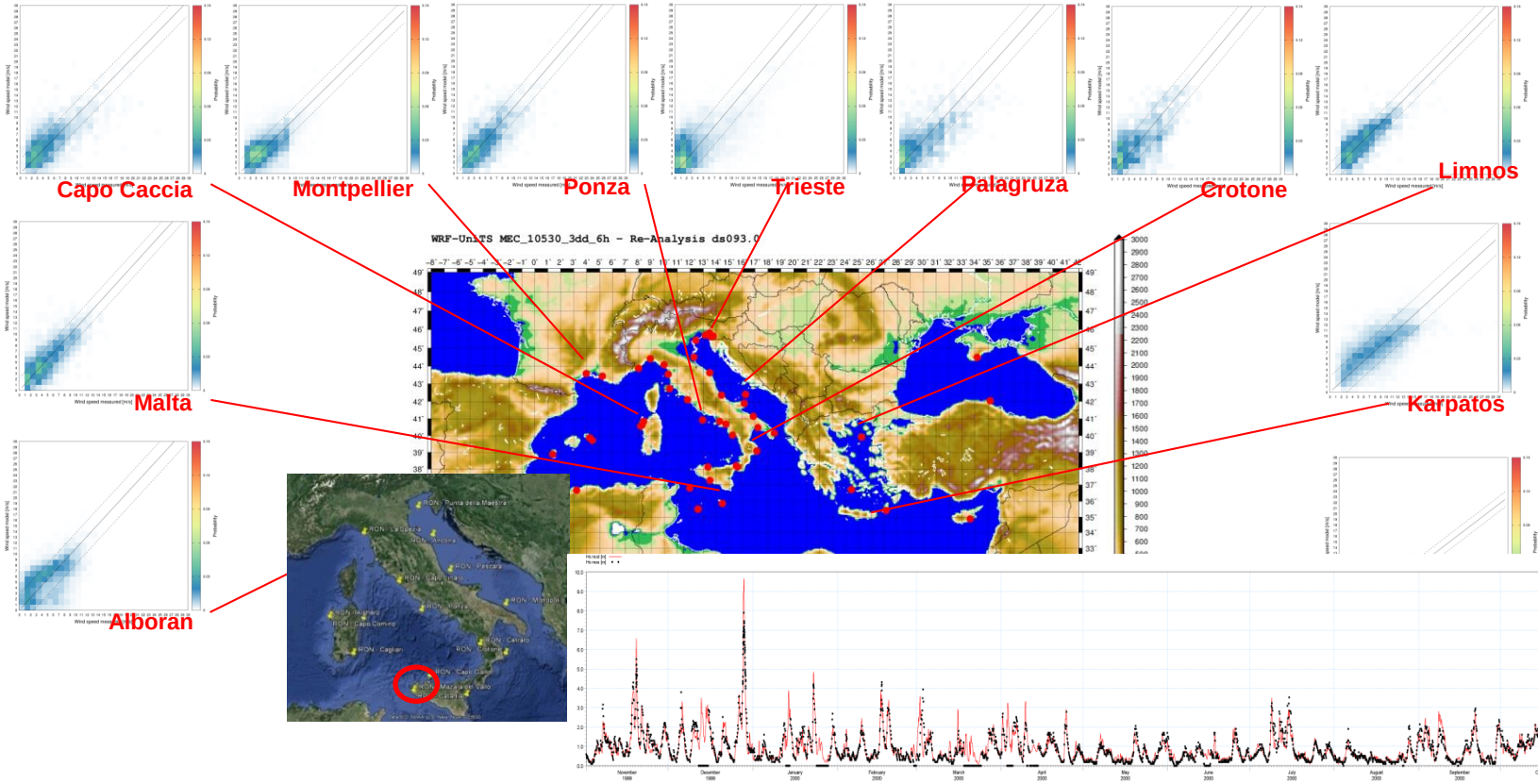
DHI

(wave modelling)

- number of years for hindcast: 37 (1979-2016)
- Spatial resolution: 0.1°(~10 km) for wind and up to 0.03°(~3km) for waves
- Development of a number of subdomains at higher resolution: 0.03°÷0.04° (3÷4 km) for wind and <0.01° (1km).

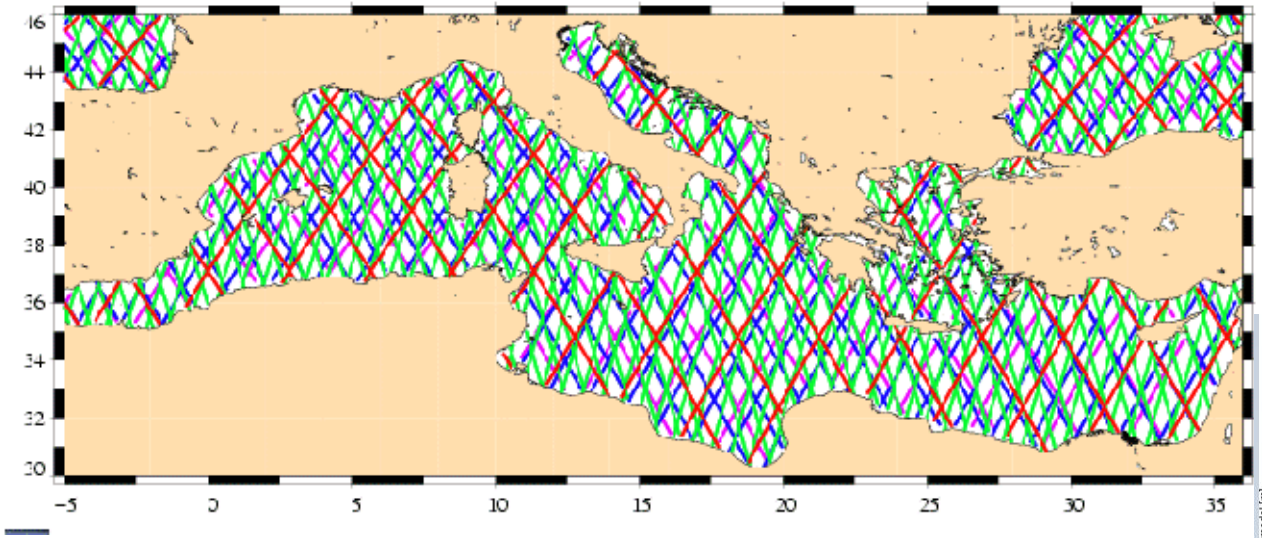
MWM – validazione vs. dati di boa

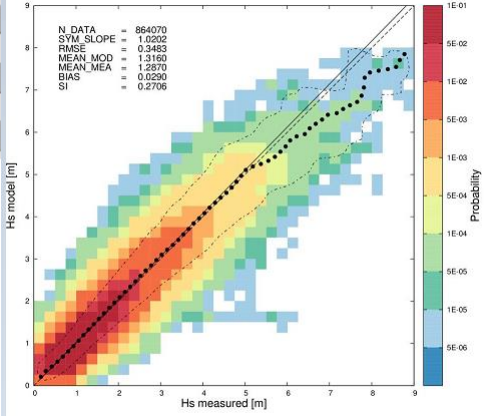
MEDITERRANEAN WIND WAVE MODEL



MWM – validazione vs. dati satellitari

MEDITERRANEAN WIND WAVE MODEL





data from six missions:

- ENVISAT
- ERS2
- GEOSAT
- Jason1
- Jason2
- TOPEX

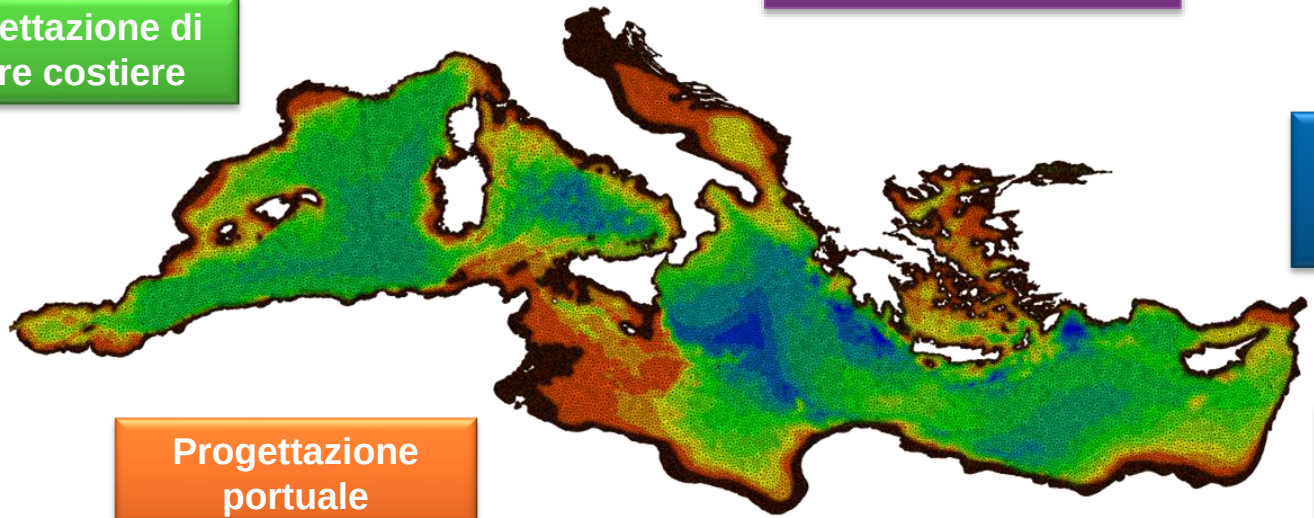
MWM – utilizzo dei dati storici

MEDITERRANEAN WIND WAVE MODEL

Ricostruzione di eventi storici

Progettazione di opera ofshore

Progettazione di opere costiere

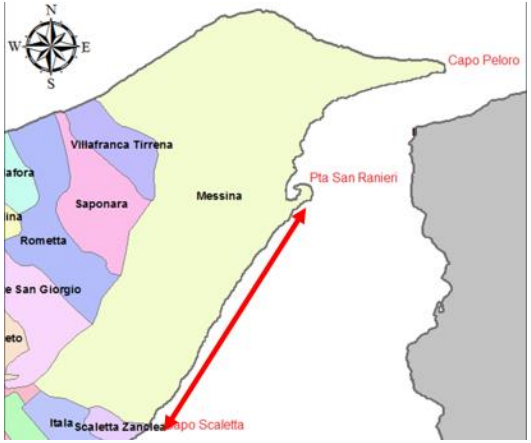


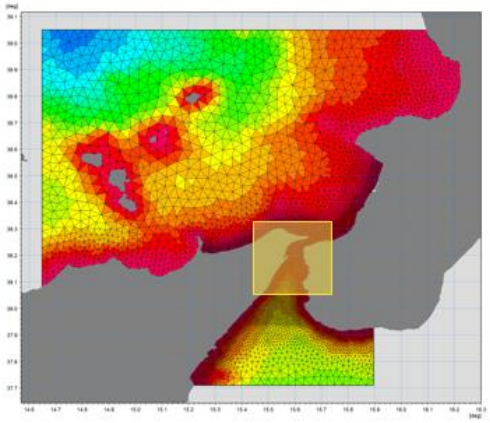
Analisi del potenziale energetico

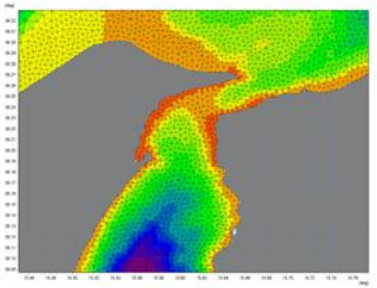
Progettazione portuale

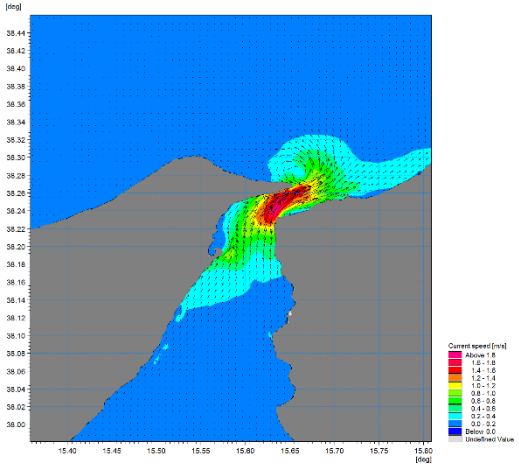
Valutazioni di impatto ambientale

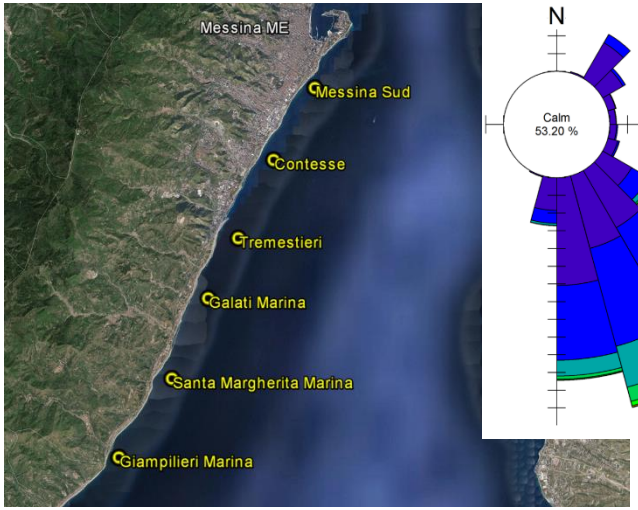
Caratterizzazione di dettaglio del clima d'onda nel litorale del Comune di Messina

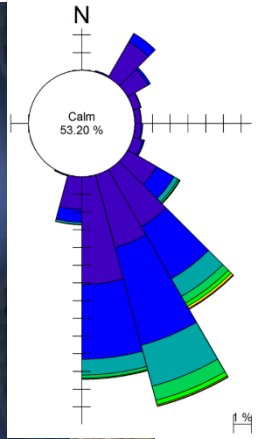


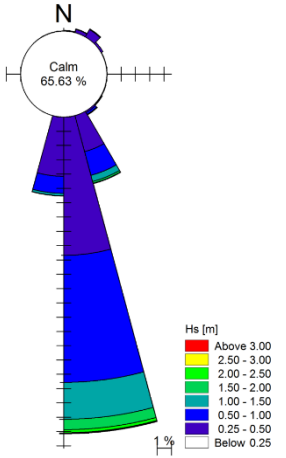












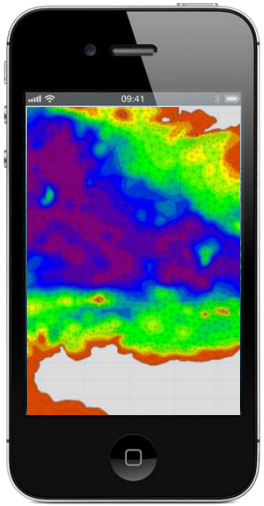
MWM – sistema previsionale

MEDITERRANEAN WIND WAVE MODEL

Gestione di sversamenti

Supporto alle operazioni offshore

Supporto a operazioni portuali

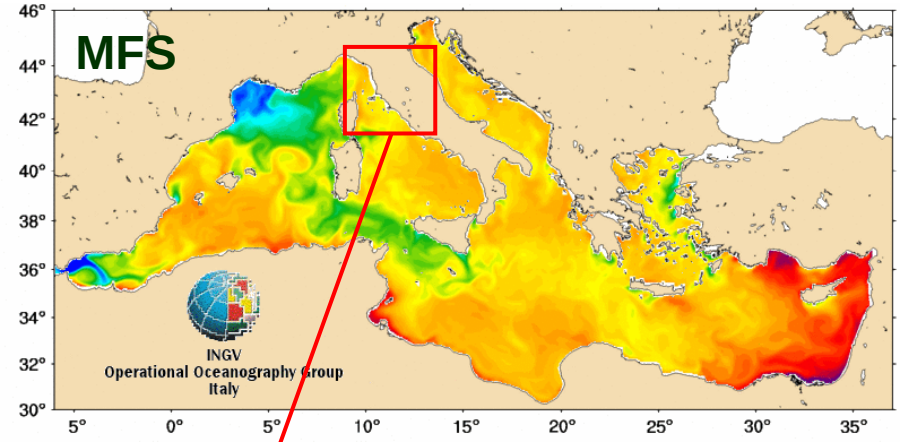


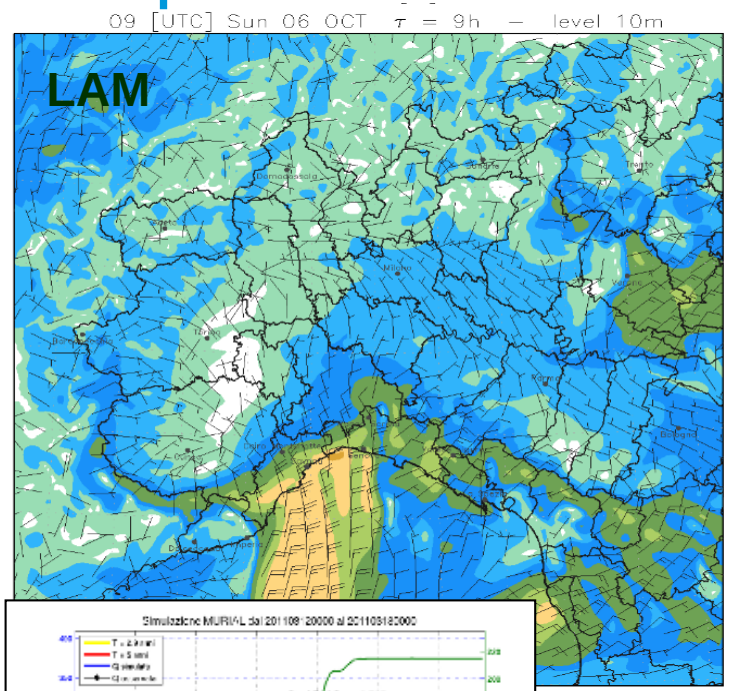
Supporto a dragaggi

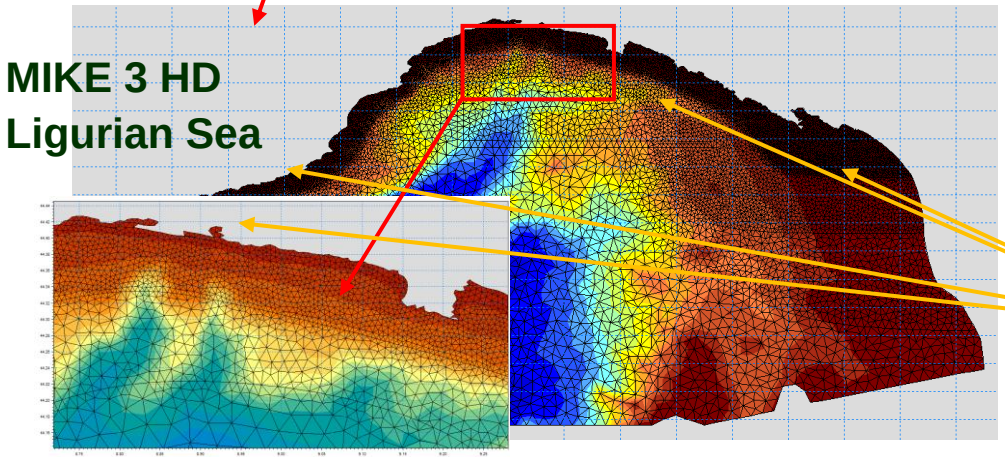
Ship routing

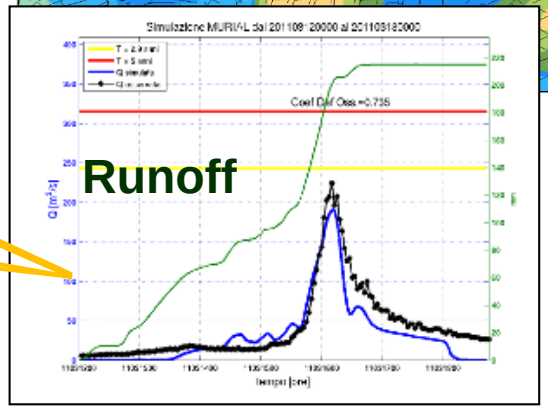
Search & rescue

Modelli operativi – correnti e qualità delle acque in modalità previsionale



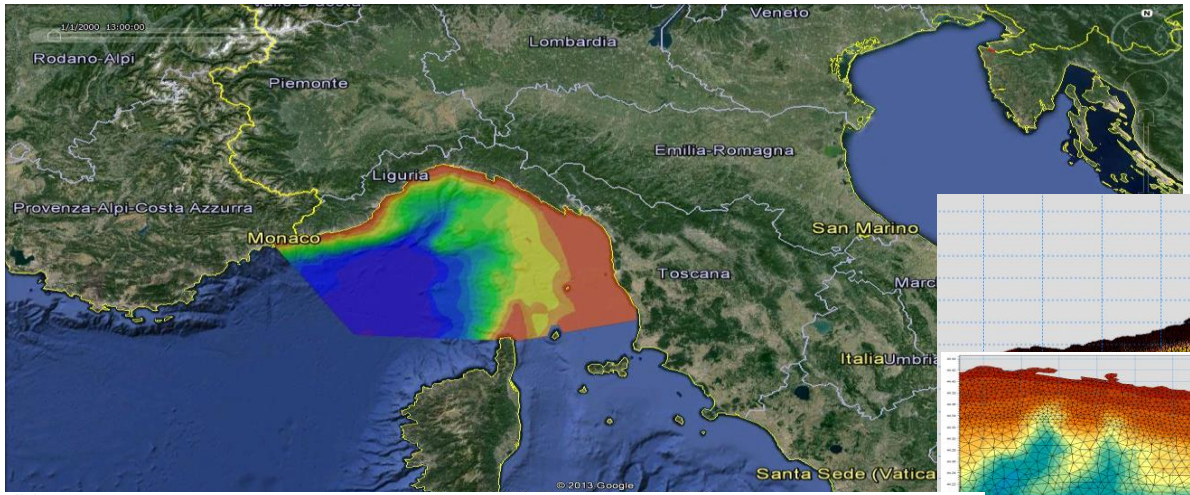


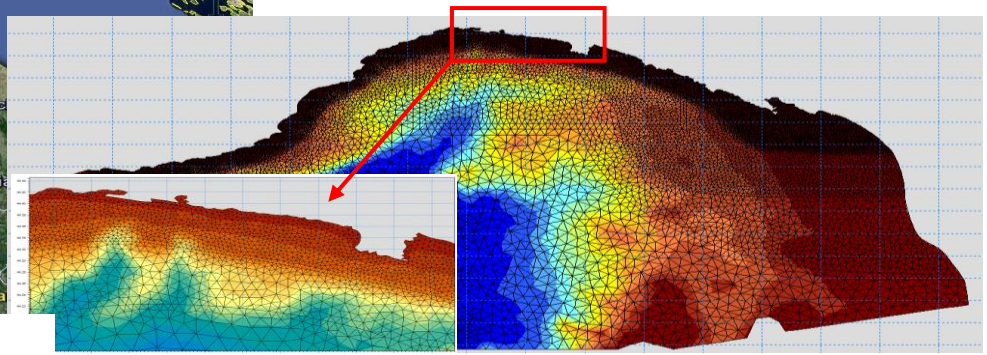


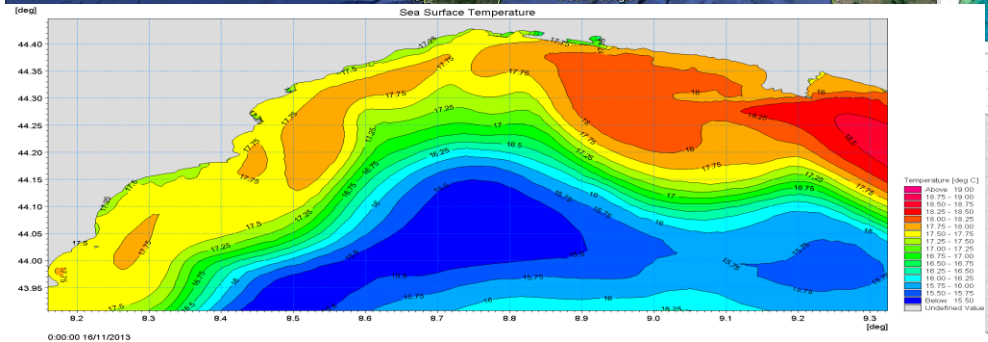


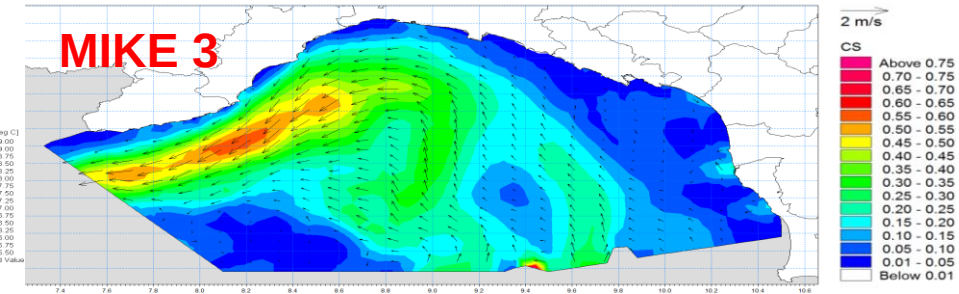
Modelli operativi – correnti e qualità delle acque in modalità previsionale

La catena operativa “Mar Ligure”



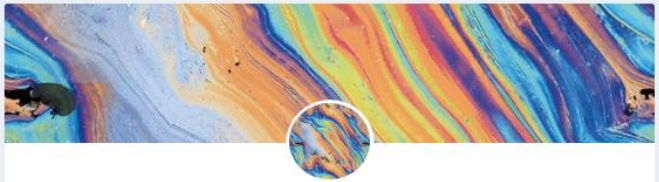






Modelli operativi – correnti e qualità delle acque in modalità previsionale

- supporto gestione di oil spill
- previsione qualità acque di balneazione
- supporto monitoraggio a mare
- analisi impatti operazione a mare (itticoltura)
- rischio bloom algali
- torbidità delle acque
- …



Oil and floating forecast

In questa sezione è possibile sia verificare lo stato e il risultato delle simulazioni, che inserire nuovi fenomeni di oil o di floating. Modificando i valori è possibile indicare le posizioni di un nuovo avvistamento ed analizzare la sua evoluzione

ENTRA

Marine Forecast

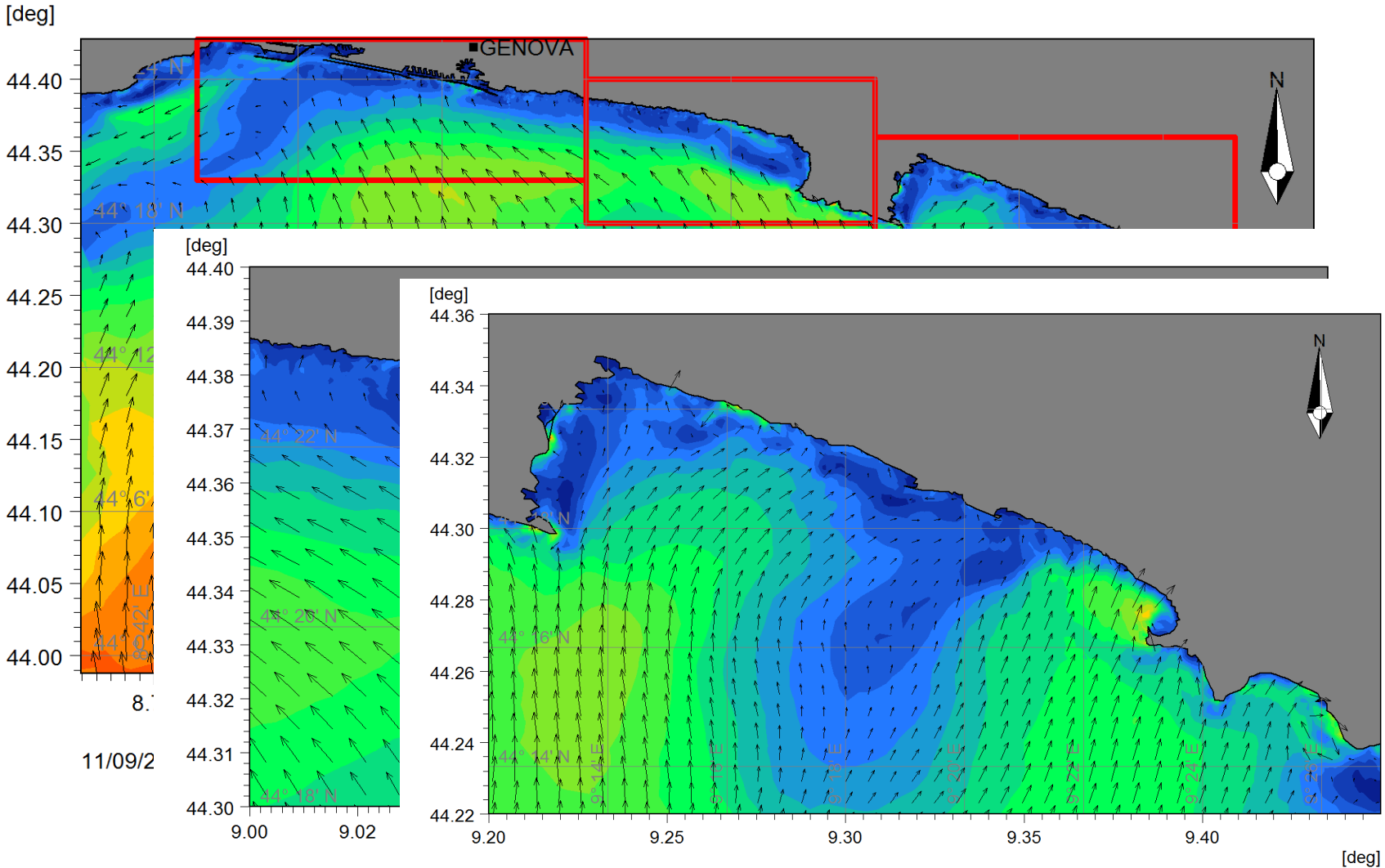
In questa sezione è possibile supervisionare e controllare le mappe di previsione delle variabili meteo marine presenti all'interno del sistema. Inoltre, sono sempre accessibili da questa sezioni le time series riportanti la concentrazione di sedimento sospeso

ENTRA

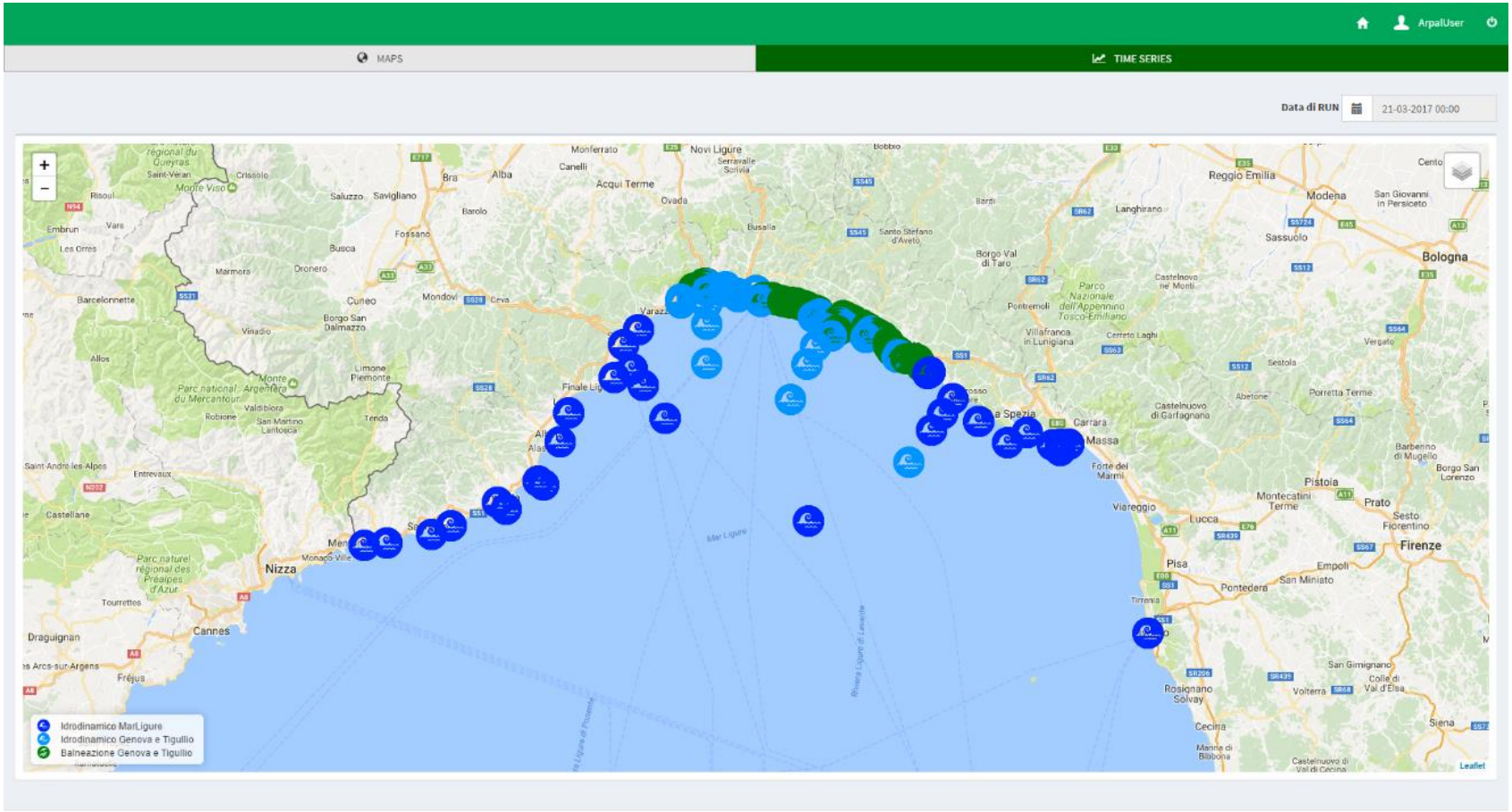
Strumenti di amministrazione

In questa sezione è possibile controllare gli utenti registrati, validarli ed associare un ruolo, al fine di abilitarli all'ingresso del sistema

ENTRA

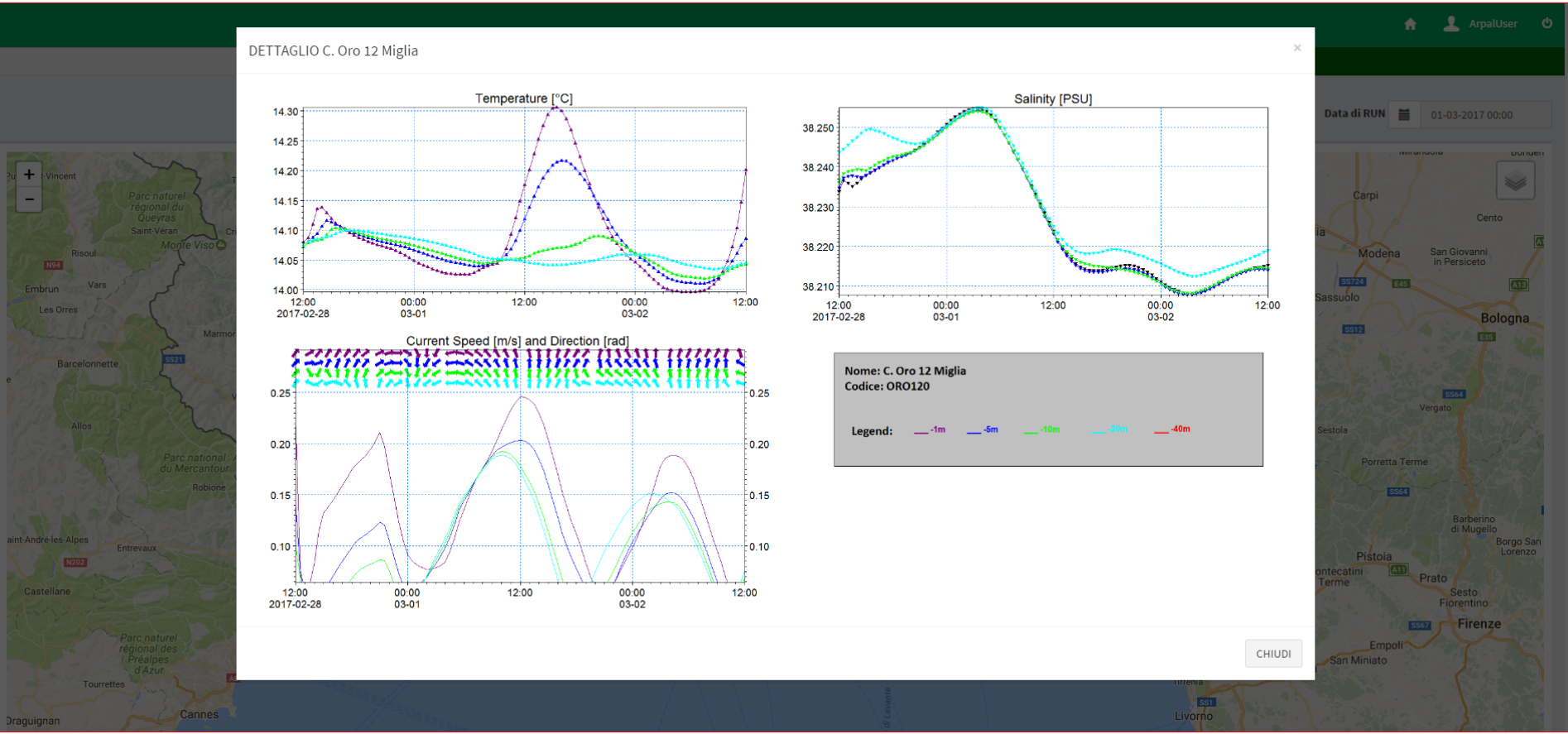

[deg]
GENOVA
N
44.40
44.35
44.30
44.25
44.20
44.15
44.10
44.05
44.00
44° 13' N
[deg]
44.40
44.39
44.38
44.37
44.36
44.35
44.34
44.33
44.32
44.31
44.30
44° 22' N
44° 20' N
44° 18' N
9.00
9.02
[deg]
44.36
44.34
44.32
44.30
44.28
44.26
44.24
44.22
44° 16' N
44° 14' N
9.20
9.25
9.30
9.35
9.40
[deg]

Qualità delle acque di balneazione

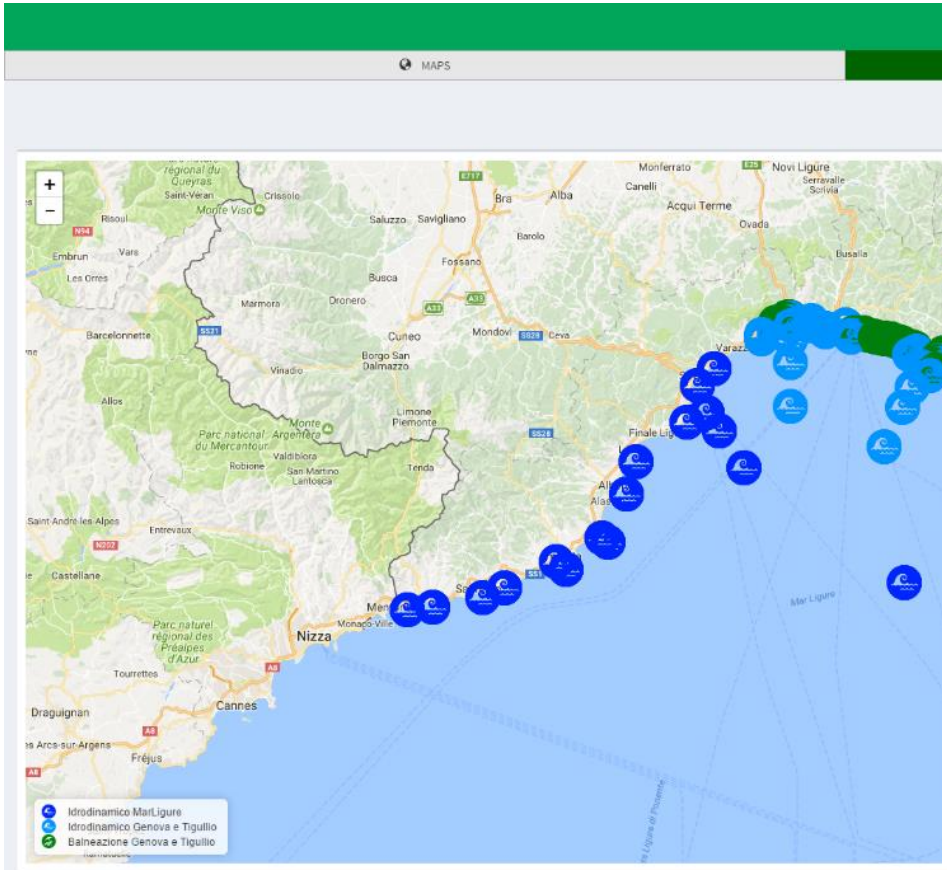


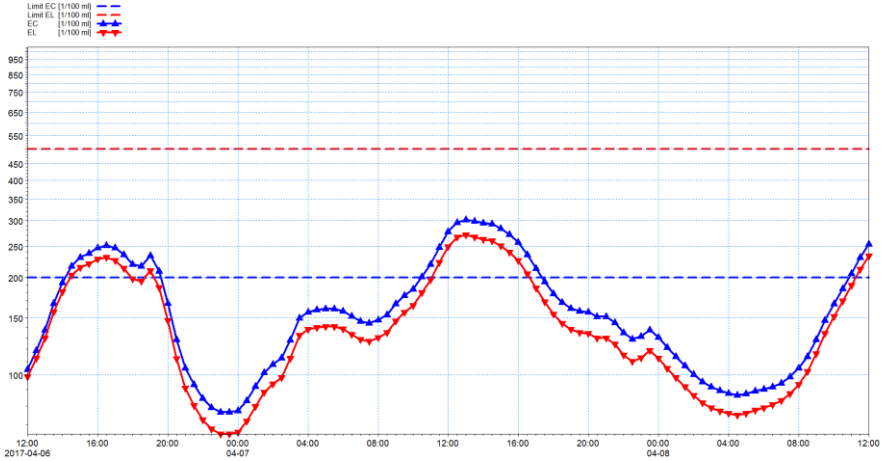
Copyright © 2017-2018 Gruppo SIGLA S.r.l. All rights reserved.

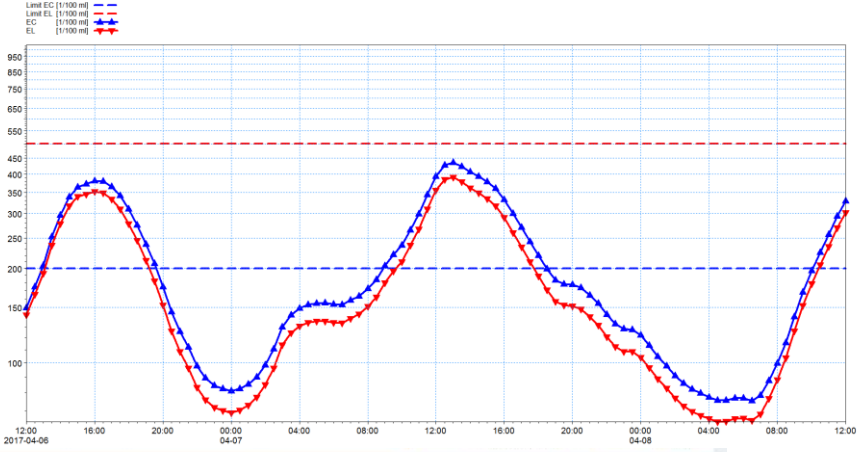
Qualità delle acque di balneazione – variabili fisiche



Qualità delle acque di balneazione – parametri di qualità

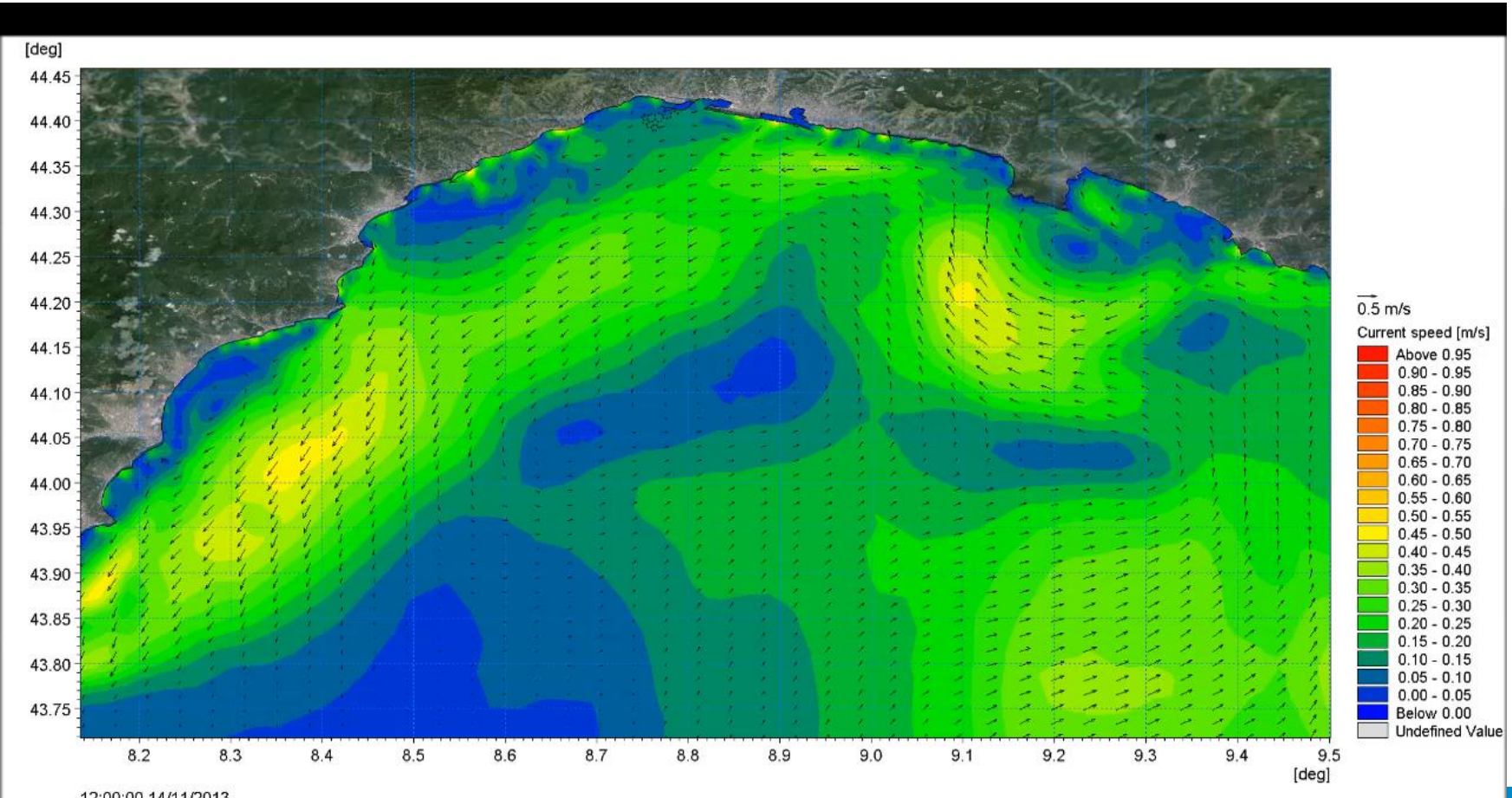
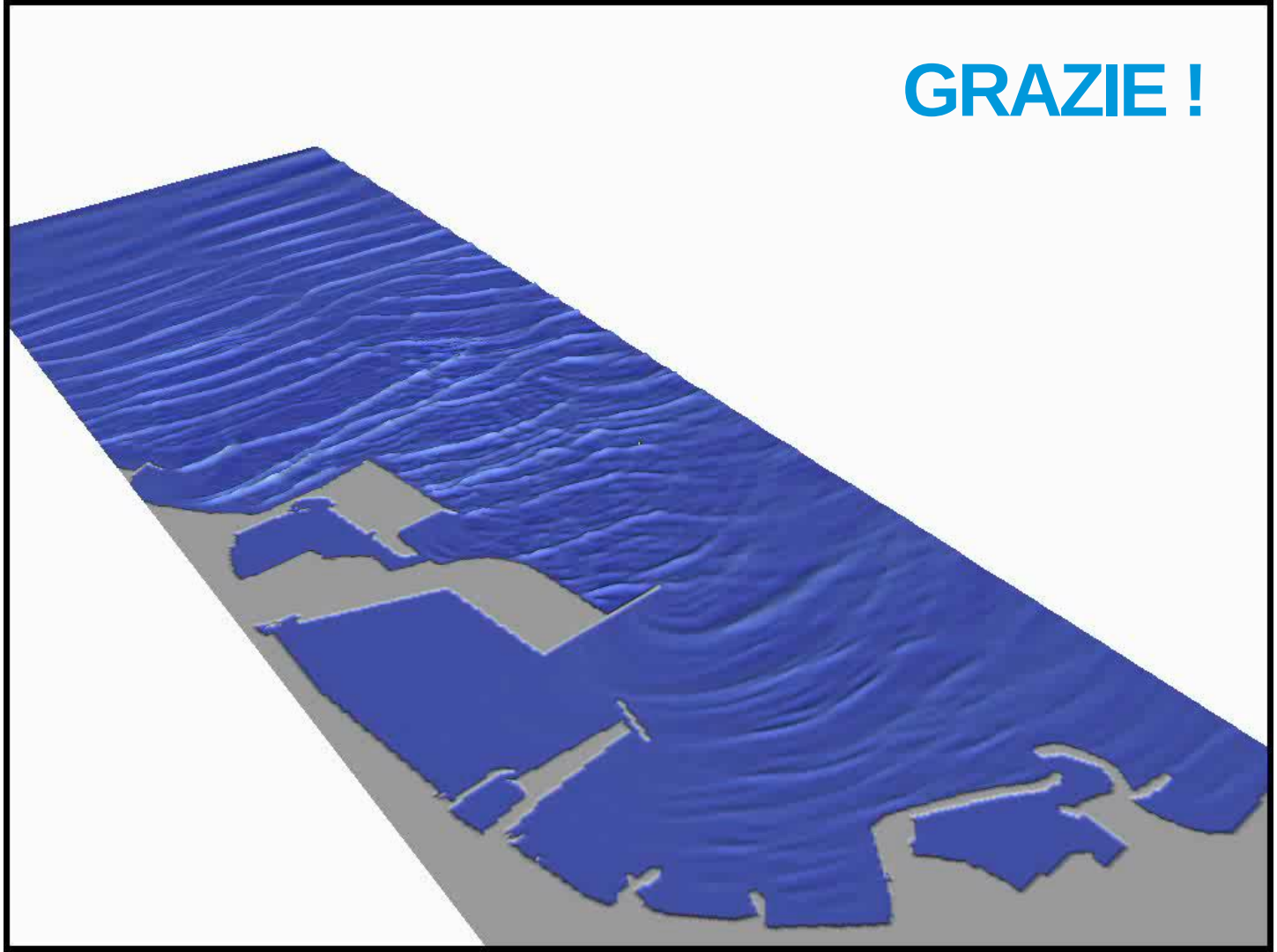






Copyright © 2017-2018 Gruppo SIGLA S.r.l. All rights reserved.

Qualità delle acque di balneazione – supporto alla gestione di sversamenti



GRAZIE !