

IMPATTI DELLE OPERE PORTUALI SUI LITORALI LIMITROFI

Convegno Nazionale

**Sviluppo ecosostenibile
dei porti**

Gli ingegneri e il mare

Ing. Antonino Viviano



DICA - Dipartimento di Ingegneria Civile
e Ambientale. Università di Catania

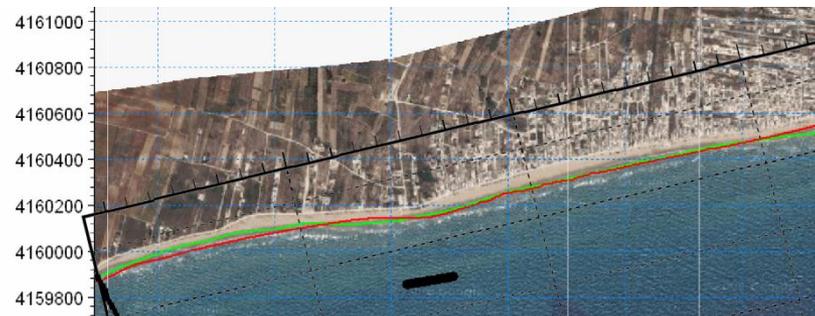
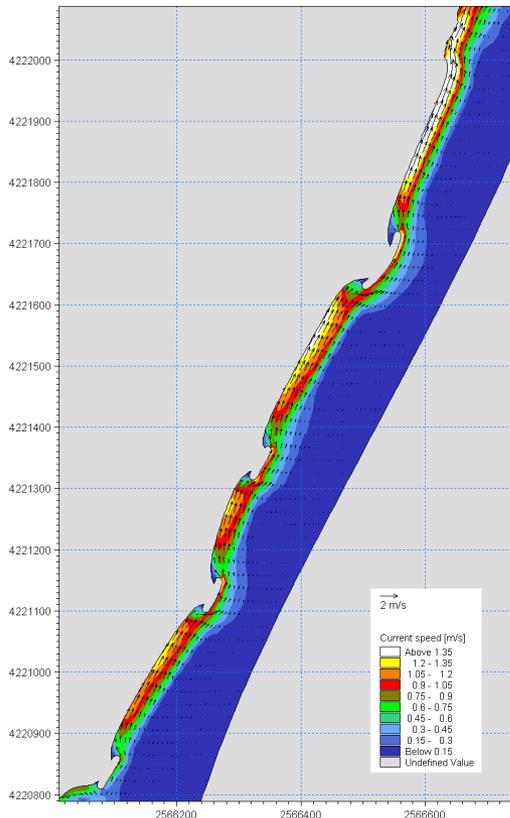


MecMat - Dipartimento Meccanica e Materiali.
Università "Mediterranea" di Reggio Calabria



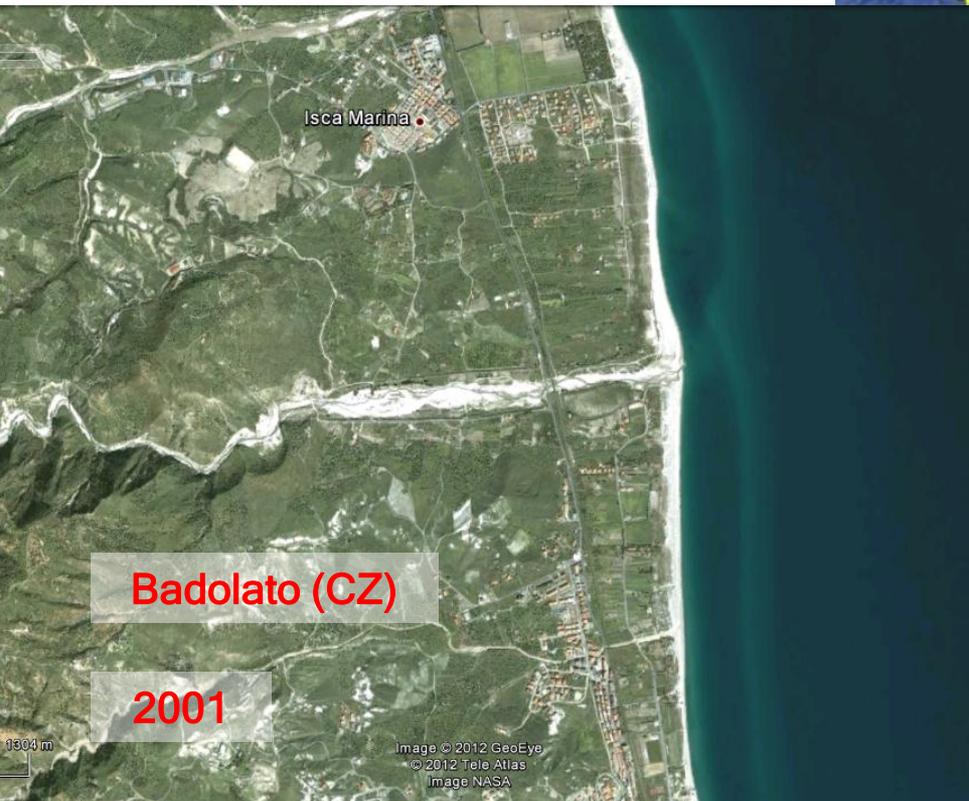
Trapani 22 giugno 2012

Sala Conferenze Istituto Nautico "Mariano Torre"



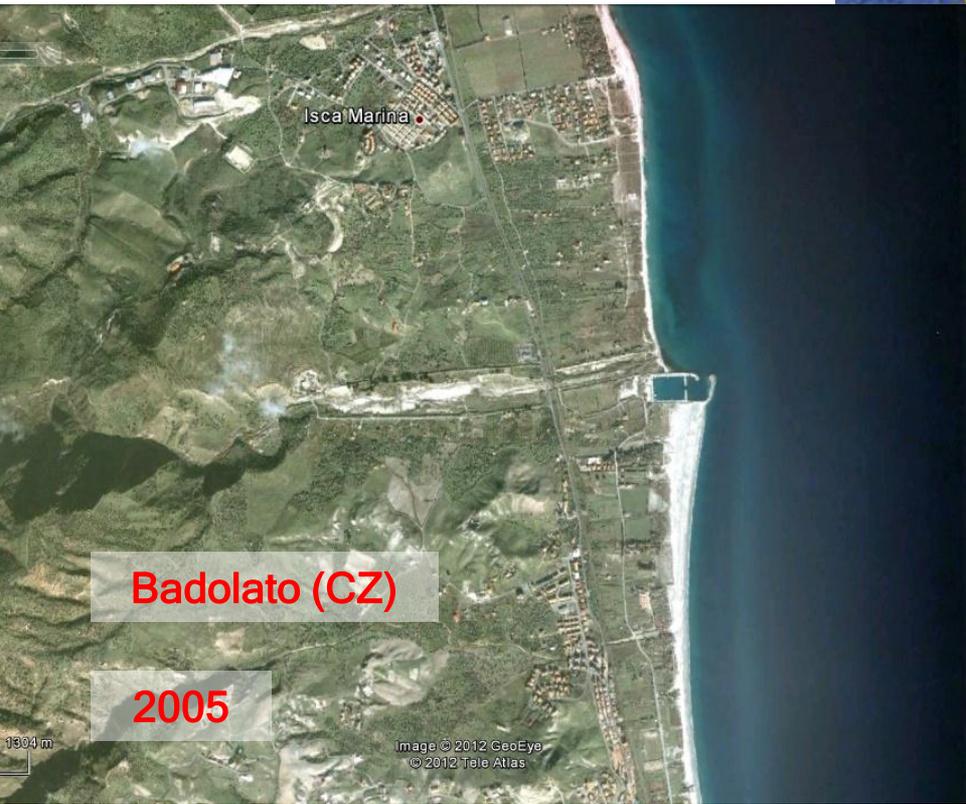
- *Opere portuali*
Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido

- *Opere portuali*
Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido



- *Opere portuali*

Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido

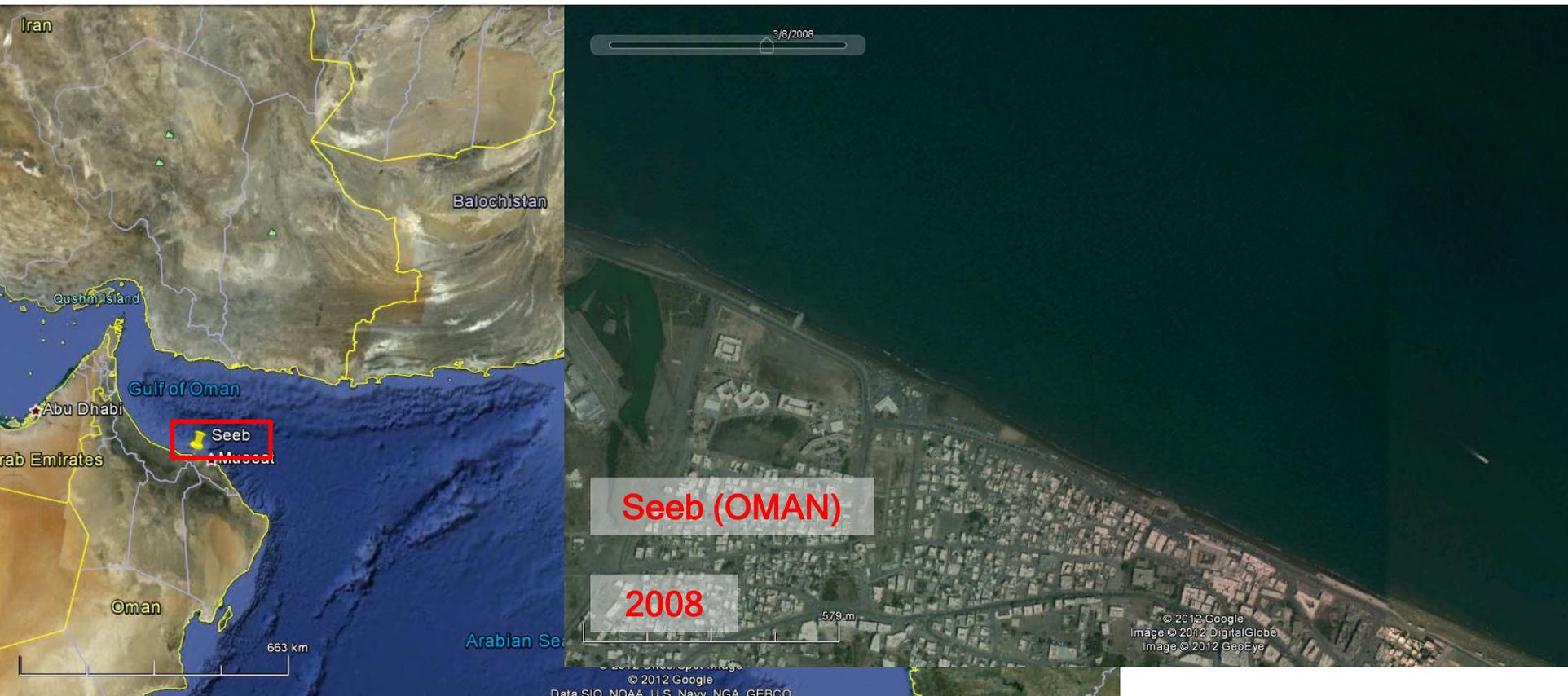


- *Opere portuali*

Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido

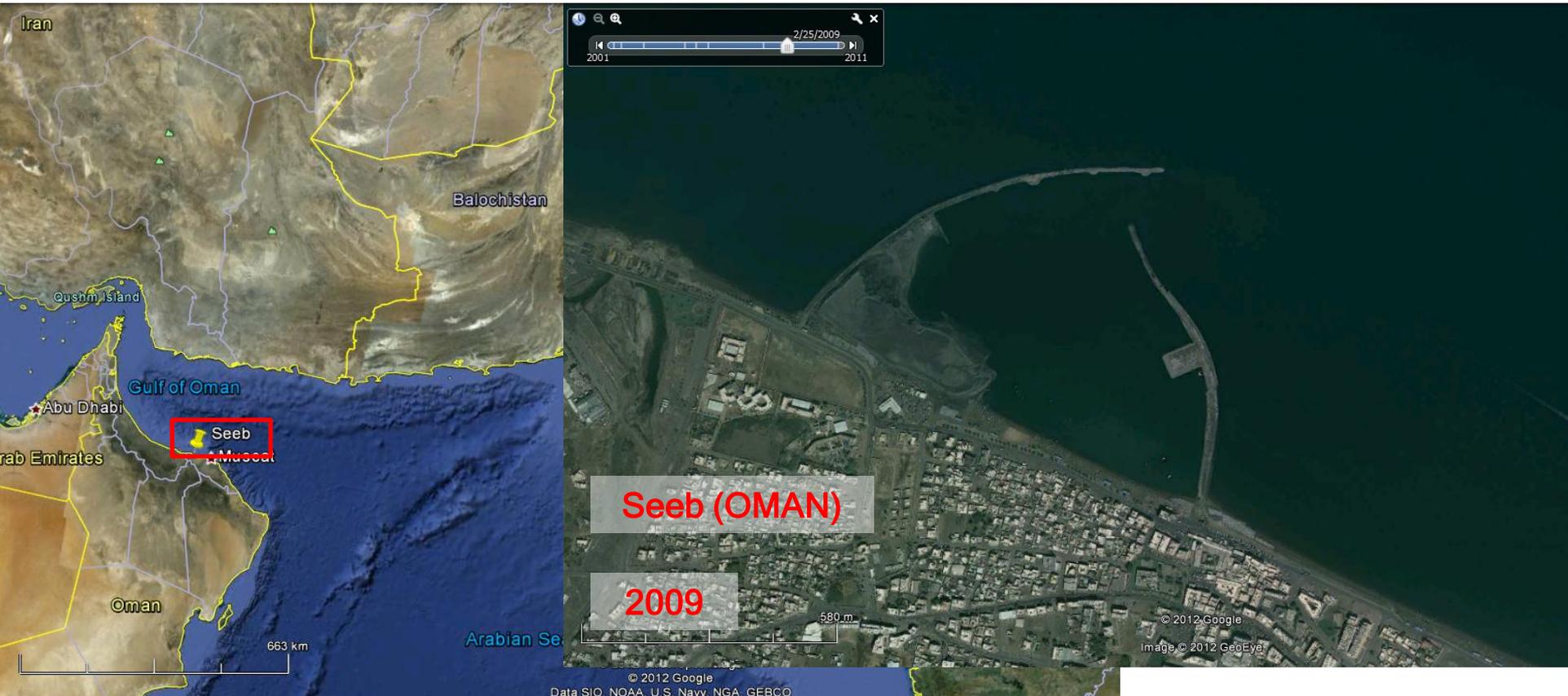


- *Opere portuali*
Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido



- *Opere portuali*

Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido



- *Opere portuali*

Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido



- *Opere portuali*

Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido



- *Opere portuali*

Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido



- **Opere portuali**
Causano la variazione nel regime delle correnti con conseguenti modifiche nel campo di trasporto solido
- **Come valutare i possibili impatti**
Stimare i campi di correnti e di trasporto solido di sedimenti con e senza opera
- Modelli bidimensionali: danno una **affidabile** stima delle correnti, risulta poco pratico utilizzare come onde in ingresso **l'intero il clima ondoso** medio annuo, si devono individuare onde **rappresentative**
- Modelli ad una linea: **non adeguati** a stimare gli effetti di strutture rigide in **zone a forte antropizzazione** perché non considerano le modifiche nella direzione del trasporto di sedimenti

Applicazioni:

Tremestieri (ME)
Modellazione bidimensionale



Tre Fontane (TP)
Modellazione ad una linea



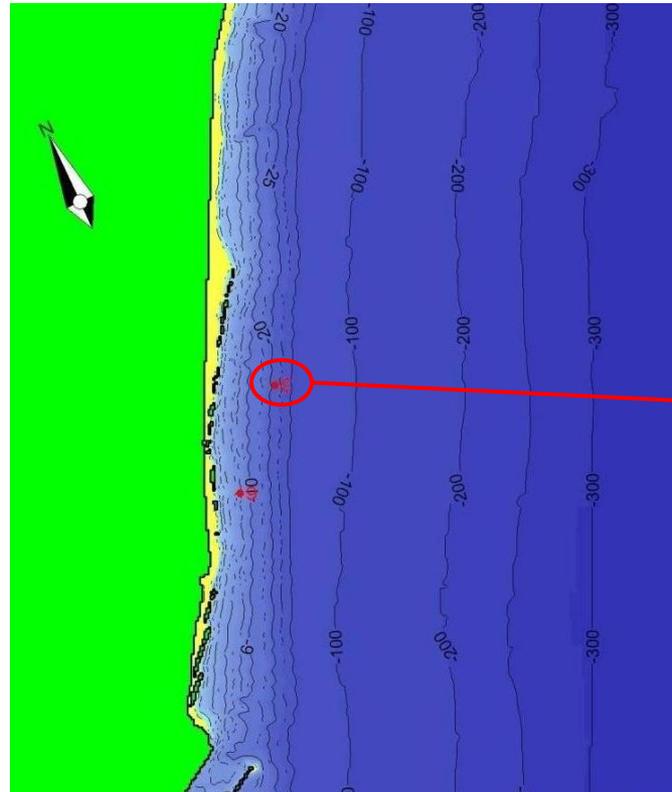
ONDE IN INGRESSO

- *Clima al largo*

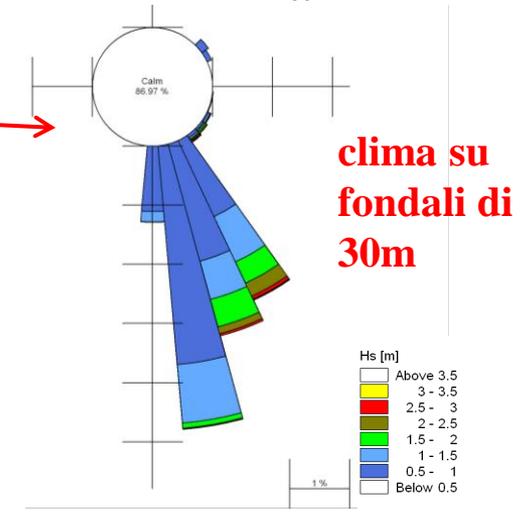
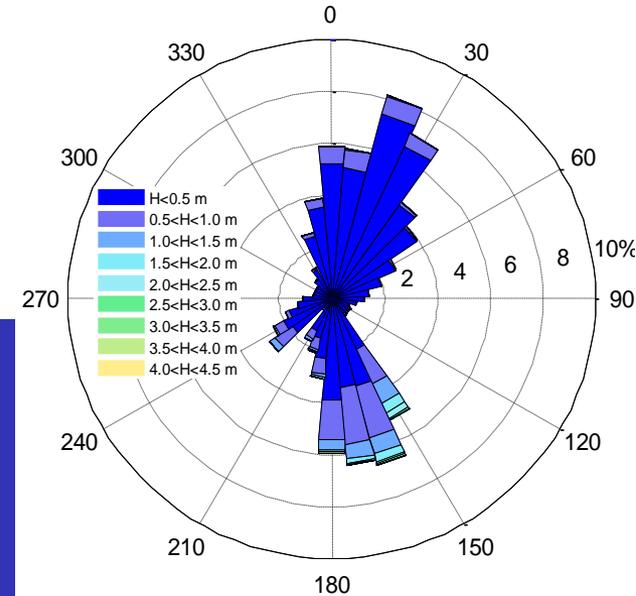
Frequenze di accadimento medie annue delle varie combinazioni tra l'altezza d'onda significativa (H_s) e la direzione media di provenienza degli eventi ondosi: dati UKMO per le direzioni meridionali, SMB per le onde provenienti dallo stretto di Messina

- *Clima sottocosta*

Avvicinamento sottocosta di tutte le condizioni ondose al largo ricadenti nel settore di traversia; applicazione modello rifrazione – shoaling

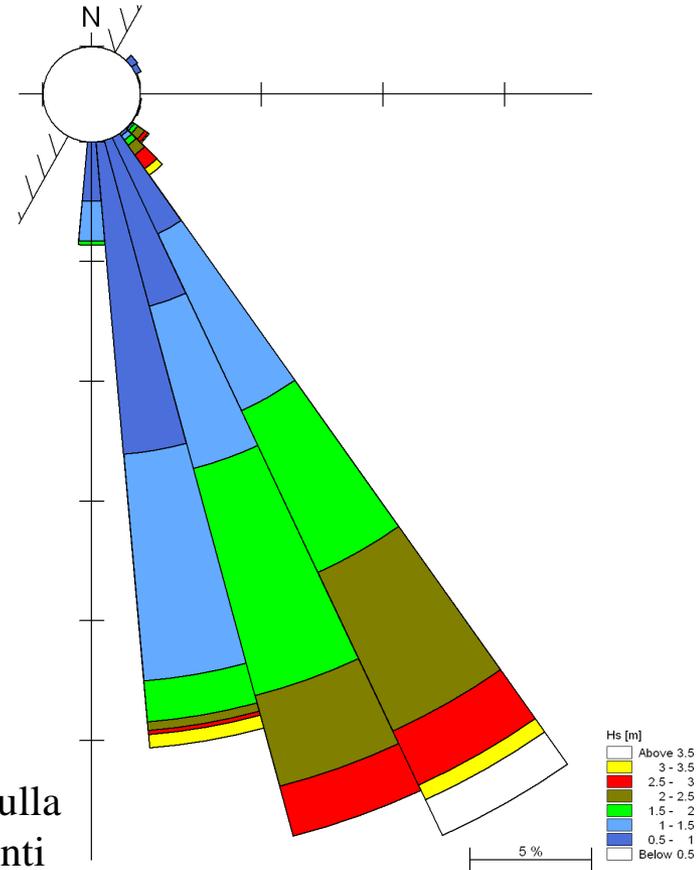
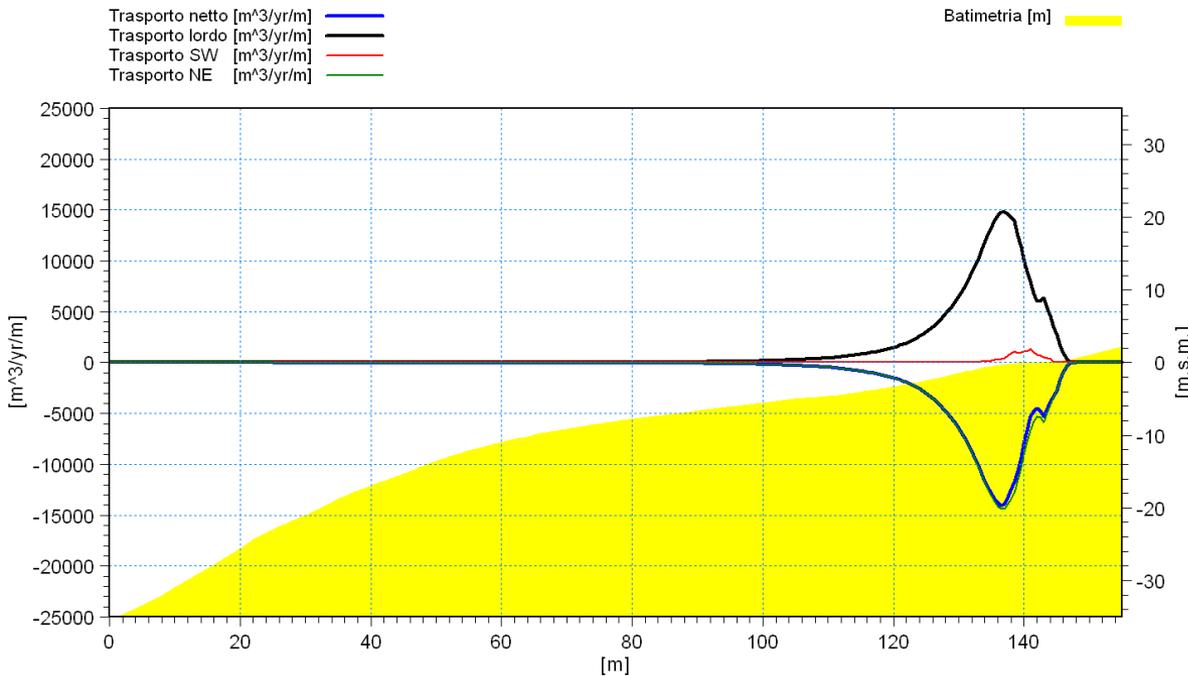


IMPATTI DELLE OPERE PORTUALI SUI LITORALI LIMITROFI



- Prime stime sul trasporto**

Modello monodimensionale LITDRIFT (Deigaard et al., 1988) del DHI per la stima del trasporto solido applicato a tutto il clima ondoso sottocosta nell'ipotesi di isobate rettilinee e parallele



Rosa pesata sul trasporto:

Influenza del clima medio sulla movimentazione dei sedimenti

- *Onde rappresentative*

Individuazione onde rappresentative del clima ondoso ai fini del trasporto:

- 2 intervalli di direzione ed altri 2 sulla base delle altezze significative = 4 settori
- a ciascun settore corrisponde una percentuale di occorrenza media annua ed un evento ondoso rappresentativo: $H_{s,repr}$ $T_{m,repr}$ MWD_{repr} .

$$H_{s,repr.} = \sqrt[3]{\frac{\sum_1^{N_{int}} p_i H_{s,i}^3}{\sum_1^{N_{int}} p_i}} \quad ; \quad T_{m,repr.} = \frac{\sum_1^{N_{int}} p_i H_{s,i}^3 T_{m,i}}{\sum_1^{N_{int}} p_i H_{s,i}^3} \quad ; \quad MWD_{repr.} = \frac{\sum_1^{N_{int}} p_i H_{s,i}^3 MWD_i}{\sum_1^{N_{int}} p_i H_{s,i}^3}$$

p_i è il peso dell'onda in termini di effetto sul trasporto solido (output di LITDRIFT)

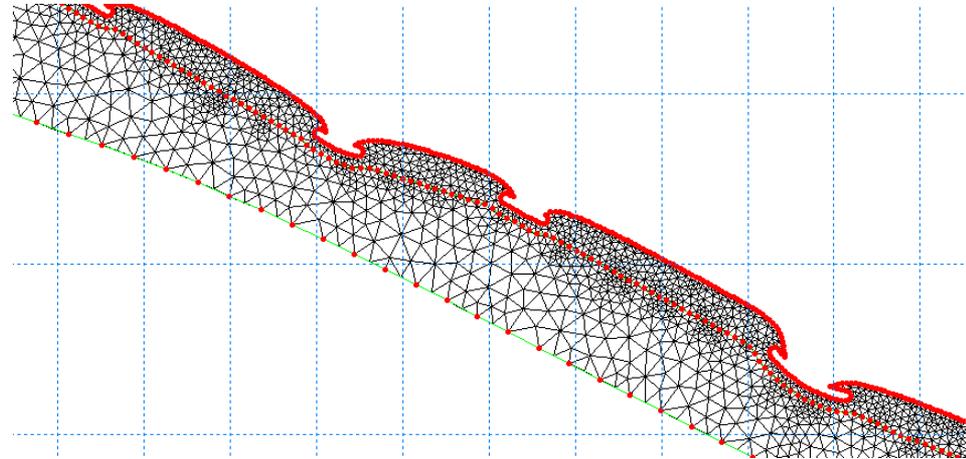
No.	Hs [m]	MWD [°N]	Tm [s]	Tp [s]	Occ. [%]	Peso [%]
1	0.56	57	3.1	3.9	0.787	0.052
2	1.28	158	4.4	5.7	12.261	30.247
3	1.79	101	5.3	6.8	0.025	0.195
4	2.60	150	6.1	7.8	0.575	69.505
Totale					13.649	100.000



input modelli bidimensionali

- *3 modelli accoppiati*

Piattaforma MIKE 21 FM a maglia flessibile (DHI, 2005)

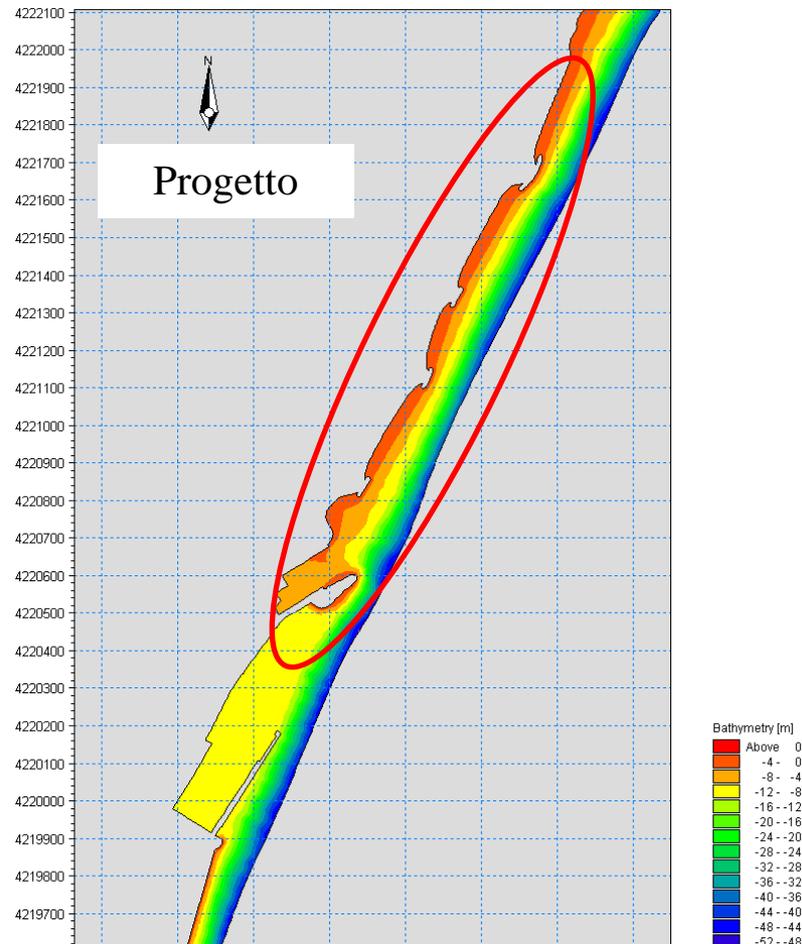
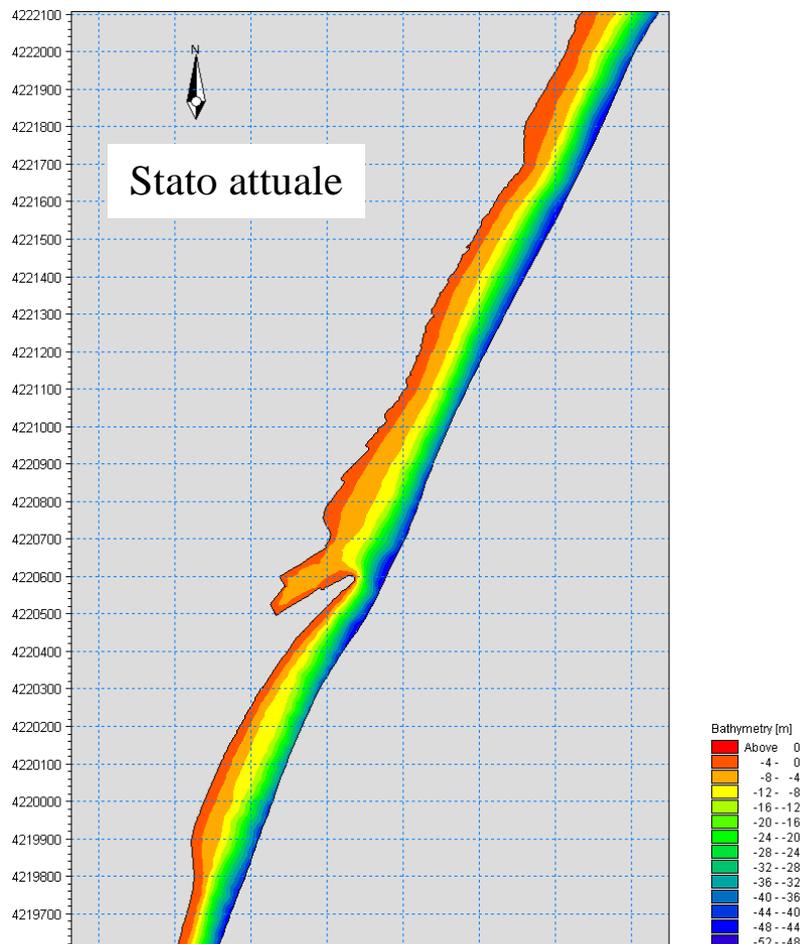


- *Spectral waves, SW* (Komen et al., 1994), consente l'avvicinamento delle onde sottocosta: rifrazione, shoaling e frangimento. Determina i Radiation Stresses
- *Hydrodynamic, HD*, determina il campo di correnti litoranee ed il livello medio di superficie sulla base delle forzanti ondose
- *Sediment transport, ST*, stima il campo di trasporto solido sulla base dell'andamento delle correnti



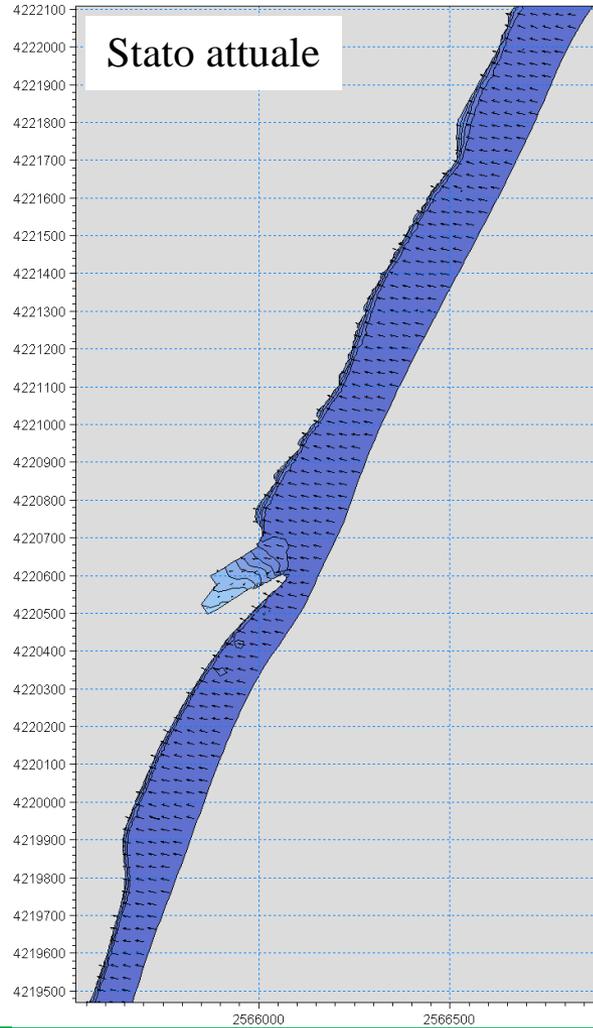
feedback: le onde causano la presenza di correnti che modificano il livello medio della superficie, il quale a sua volta può modificare la distribuzione delle onde

● Griglie di calcolo Tremestieri

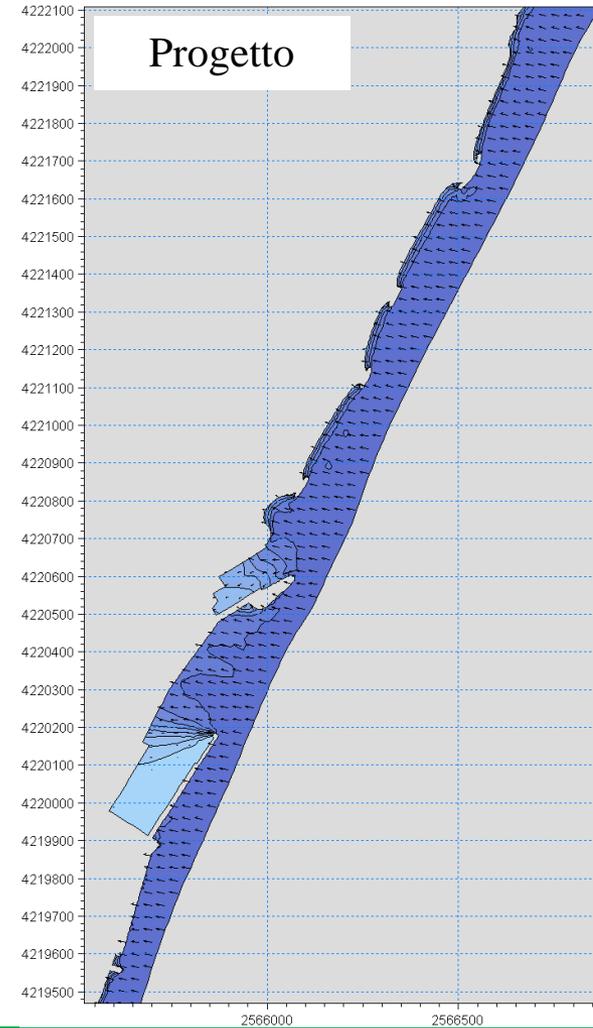


caratteristiche dei sedimenti (D50) compresa l'eventuale presenza di rocce e **opere costiere**

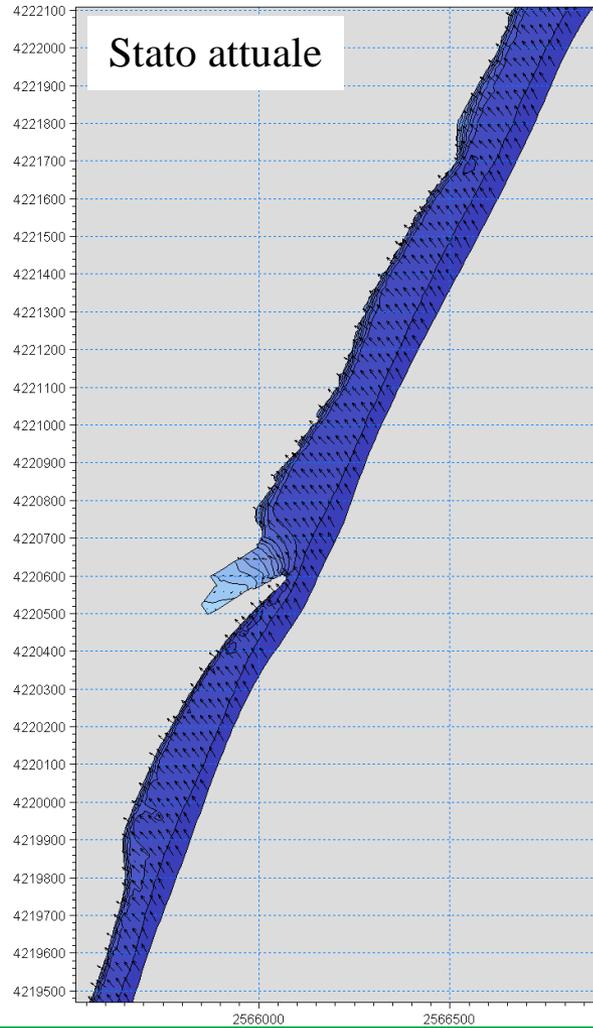
● *Propagazione delle onde rappresentative*



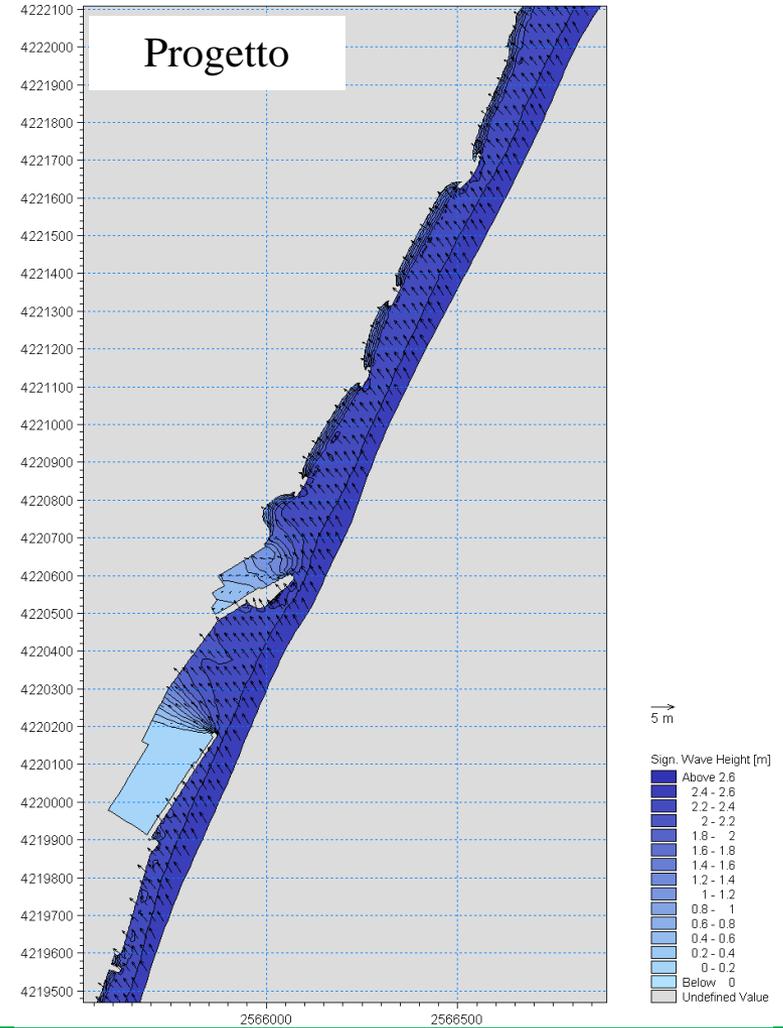
Onda n. 3
 $H_s = 1.79 \text{ m}$
 $Dir = 101^\circ N$
 $T_p = 6.8 \text{ s}$



● *Propagazione delle onde rappresentative*



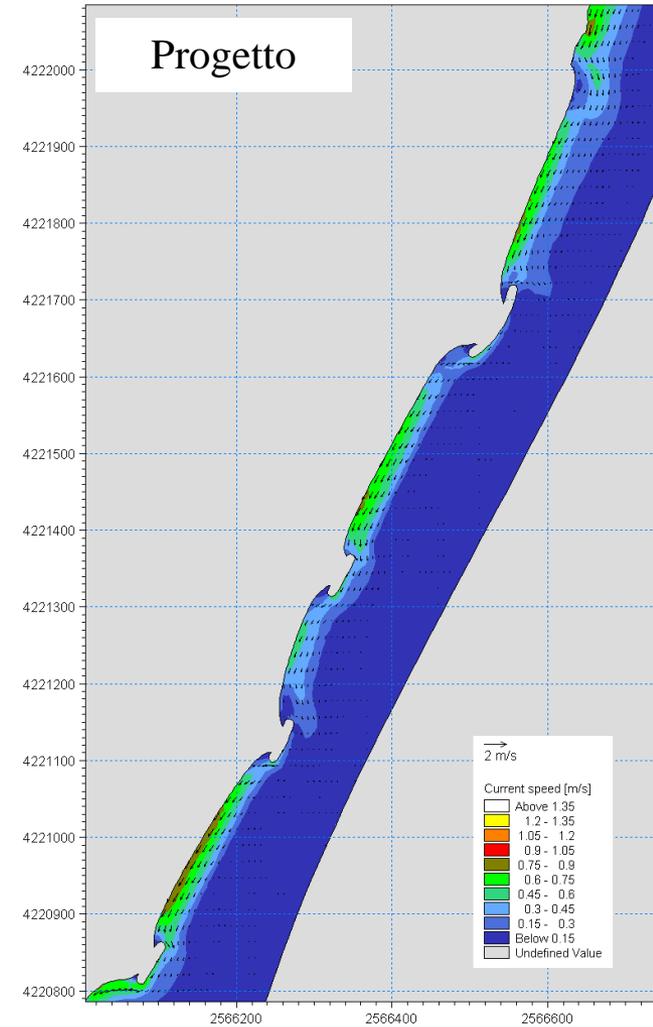
Onda n. 4
 $H_s = 2.60 \text{ m}$
 $Dir = 150^\circ N$
 $T_p = 7.8 \text{ s}$



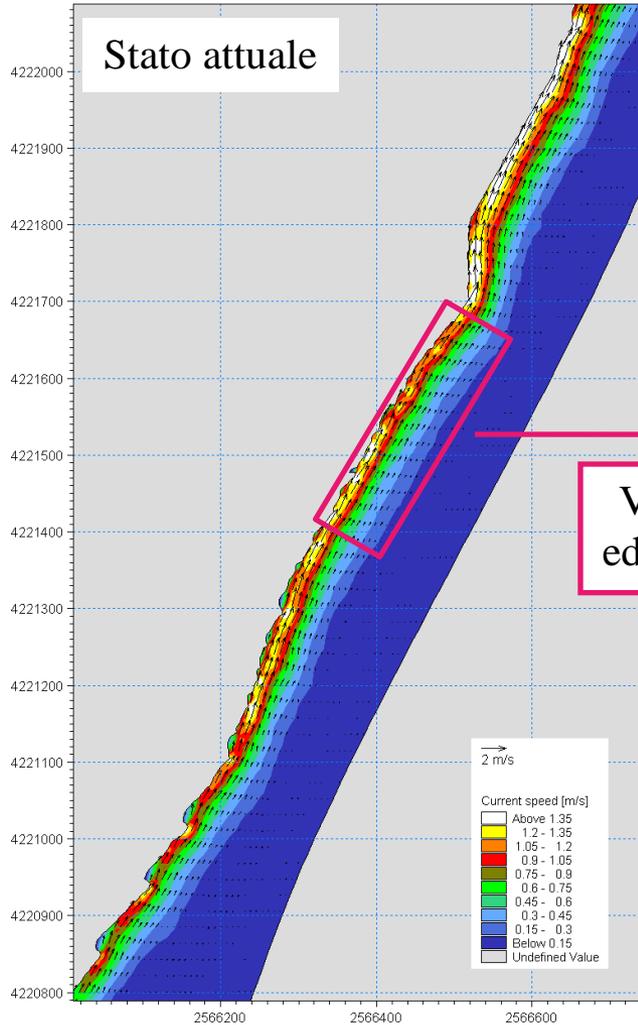
● *Correnti litoranee – zona a Nord del porto di Tremestieri*



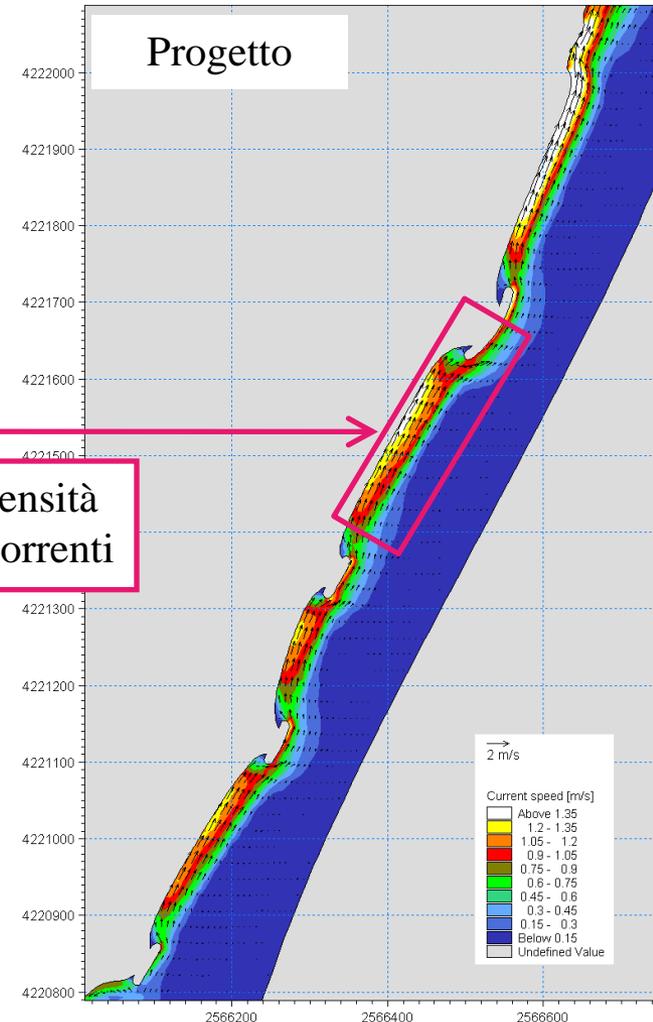
Onda n. 3
 $H_s = 1.79$ m
 Dir = 101° N
 $T_p = 6.8$ s



- Correnti litoranee – zona a Nord del porto di Tremestieri

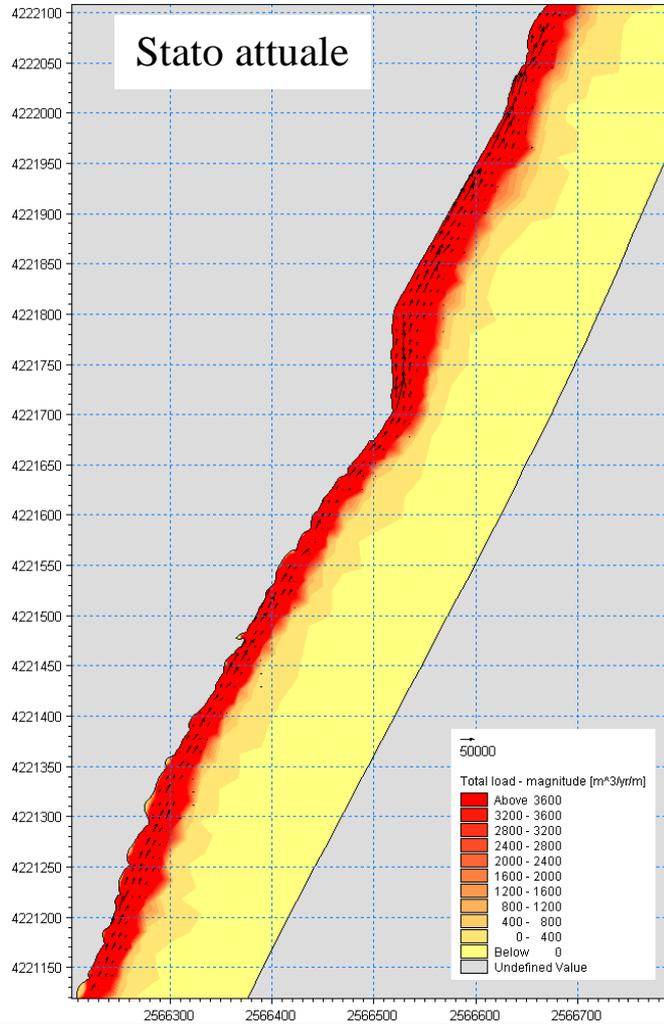


Onda n. 4
 $H_s = 2.60$ m
 Dir = 150° N
 $T_p = 7.8$ s

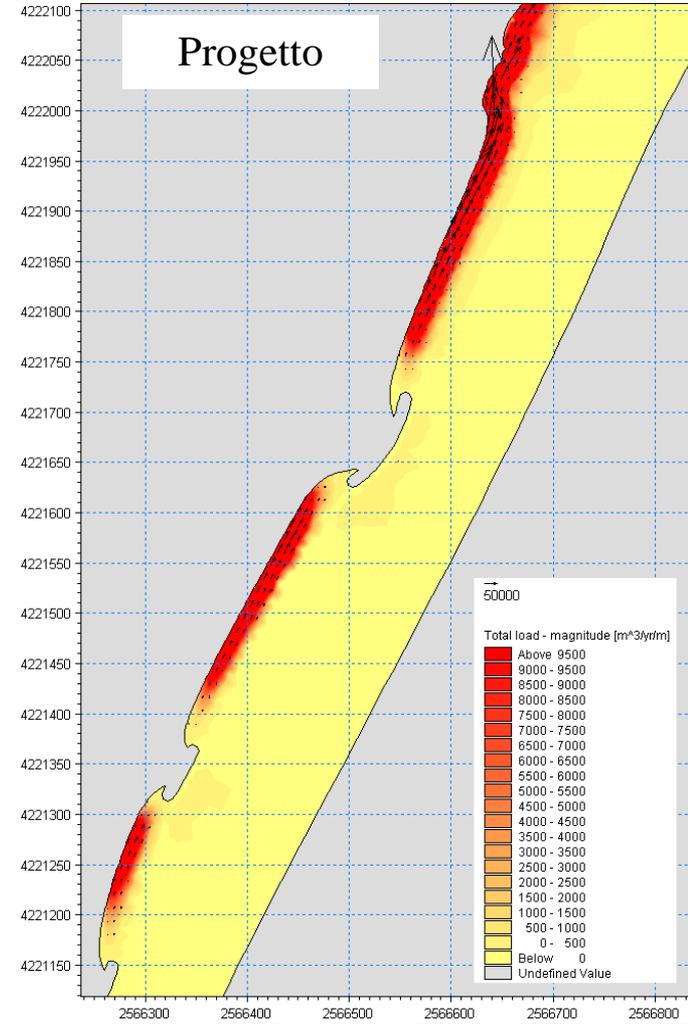


Vengono ridotte intensità ed estensione delle correnti

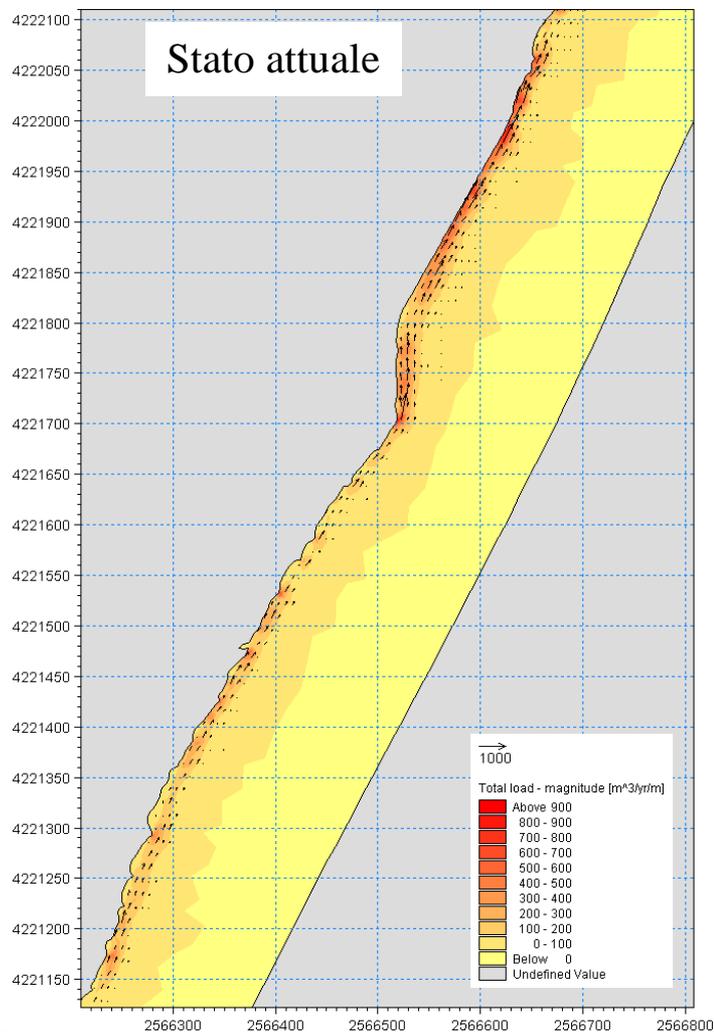
● *Campo di trasporto solido – zona a Nord del porto di Tremestieri*



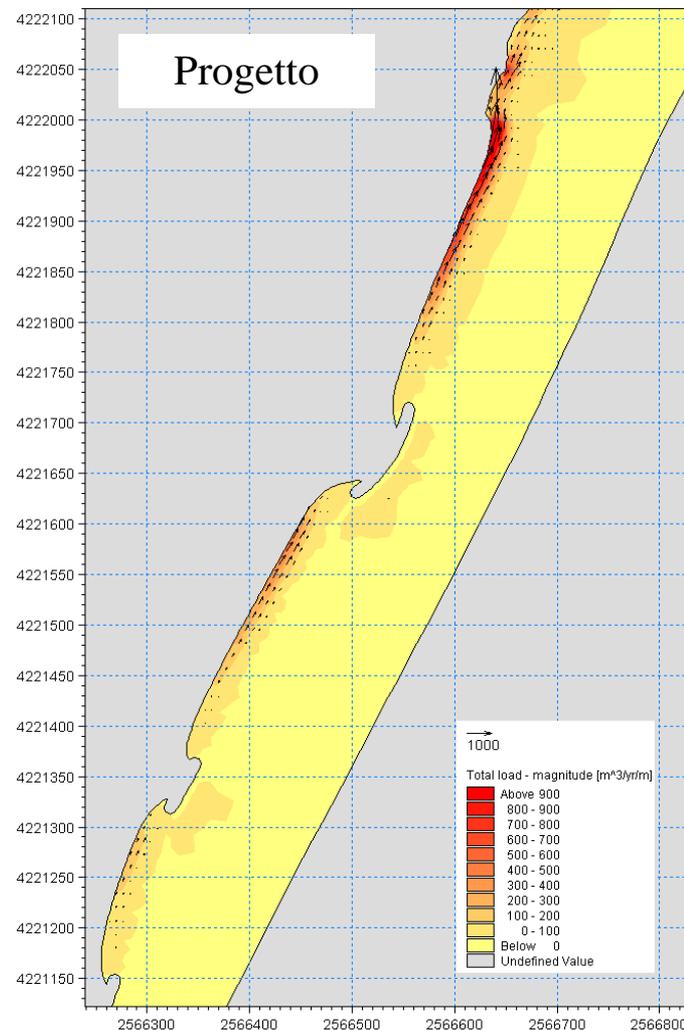
Onda n. 4
 $H_s = 2.60 \text{ m}$
 $Dir = 150^\circ N$
 $T_p = 7.8 \text{ s}$



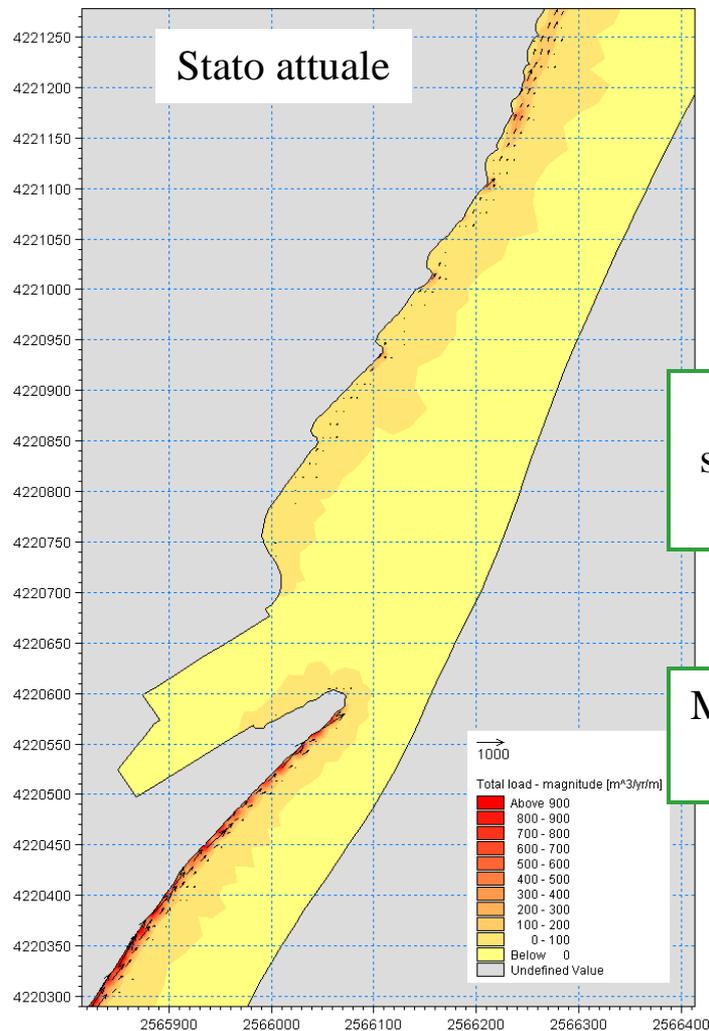
● *Campo di trasporto solido pesato sulle onde rappresentative*



Zona a Nord
del porto di
Tremestieri



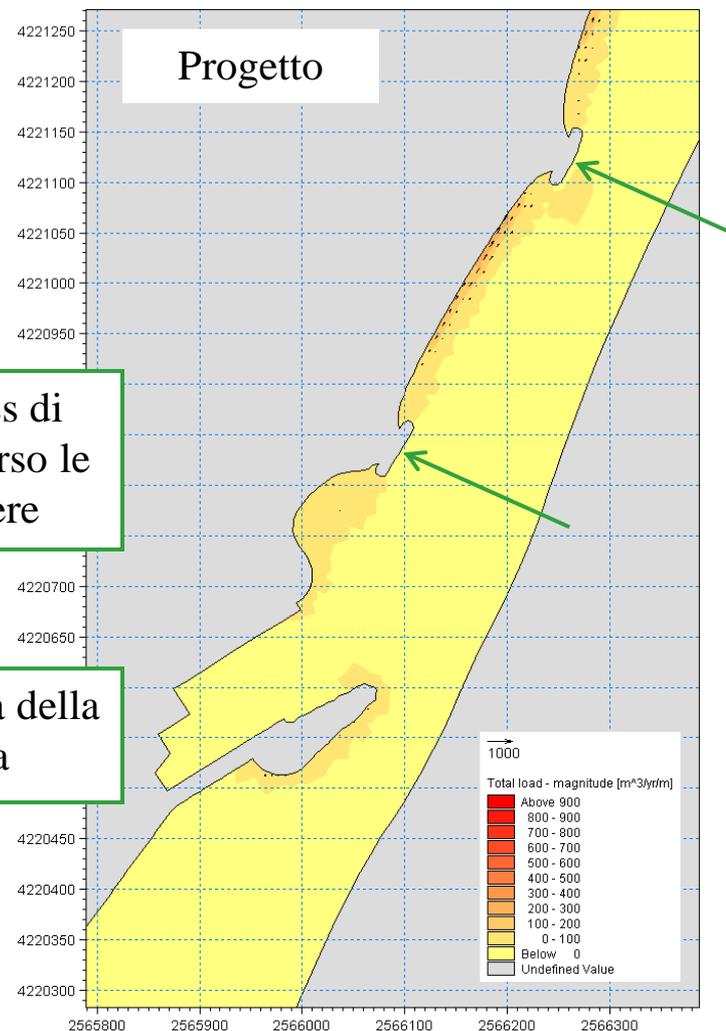
● *Campo di trasporto solido pesato sulle onde rappresentative*



Nelle
vicinanze
del porto di
Tremestieri

Limitato by-pass di
sedimenti attraverso le
strutture costiere

Maggiore stabilità della
linea di costa



- *Descrizione del modello LITLINE del DHI*

Simula le **variazioni** che intervengono nella **linea di costa** in funzione del **trasporto litoraneo** dovute a:

- presenza di strutture;
- variazioni nelle condizioni medie del moto ondoso;
- orientazione della costa;
- a cambiamenti nel profilo di costa.

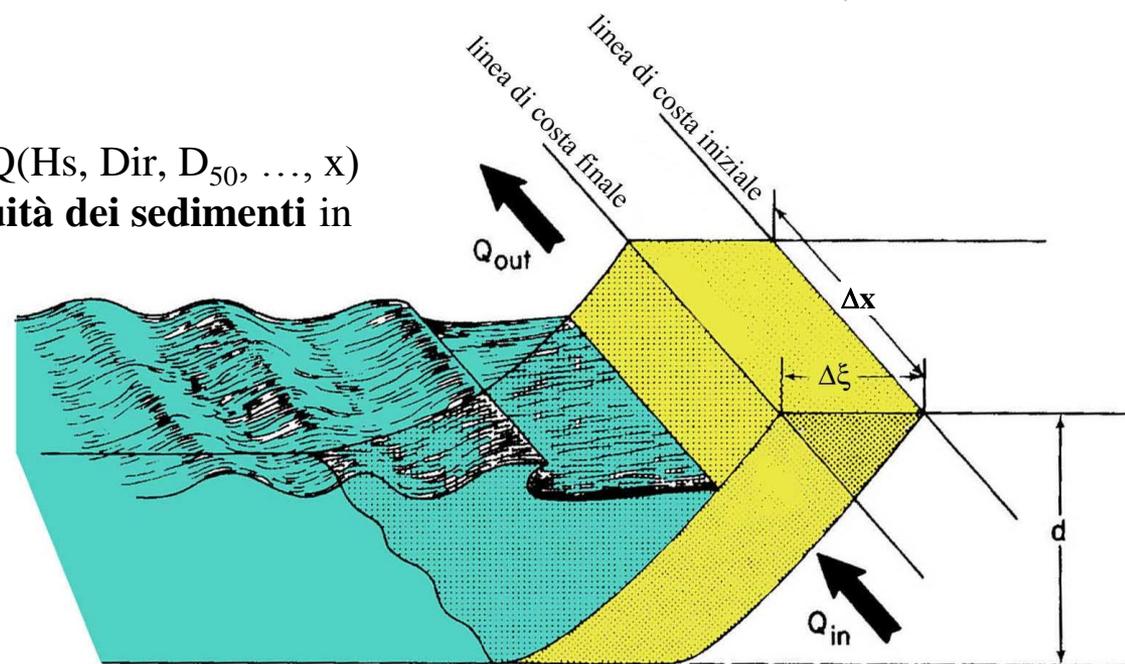
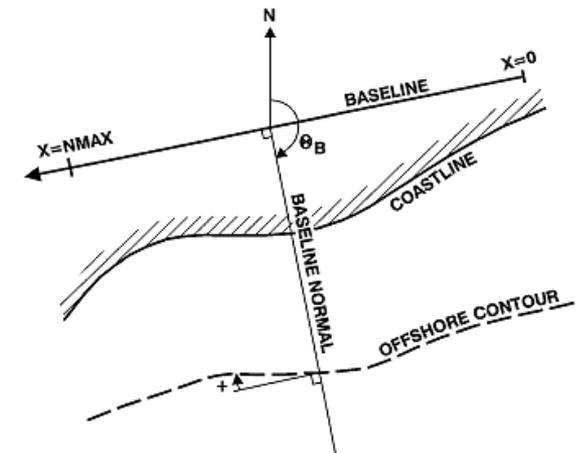
- *Equazioni di base*

Formulazione del **trasporto solido** $Q(H_s, Dir, D_{50}, \dots, x)$ accoppiata alla equazione di **continuità dei sedimenti** in direzione parallela alla costa

$$\Delta V = (Q_{in} - Q_{out}) \Delta t$$

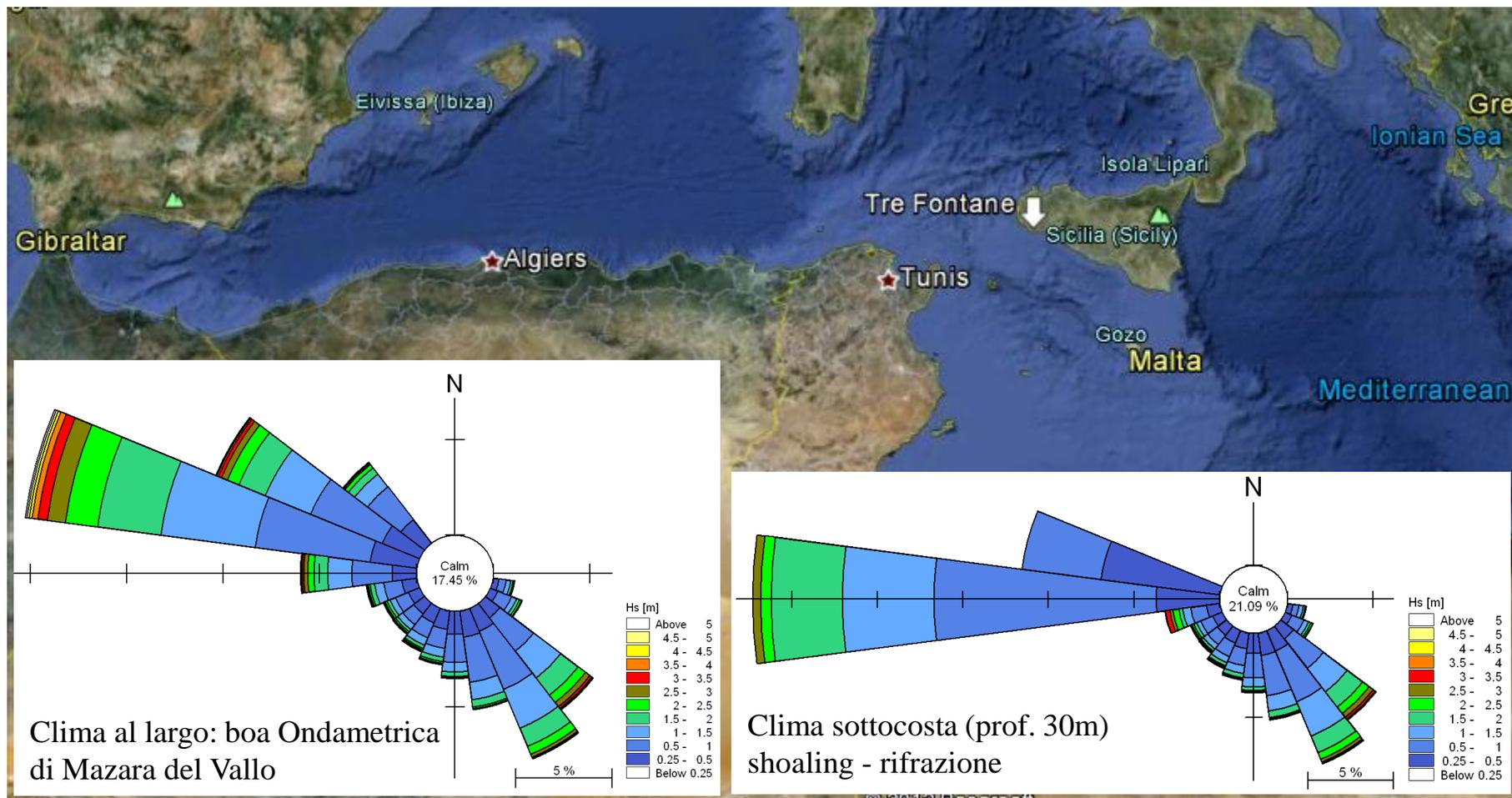
in cui:

$$\Delta V = d \cdot \Delta \xi \cdot \Delta x$$



- Caso di studio: litorale di Tre Fontane**

Comune di Campobello di Mazara, litorale sud-occidentale della Sicilia



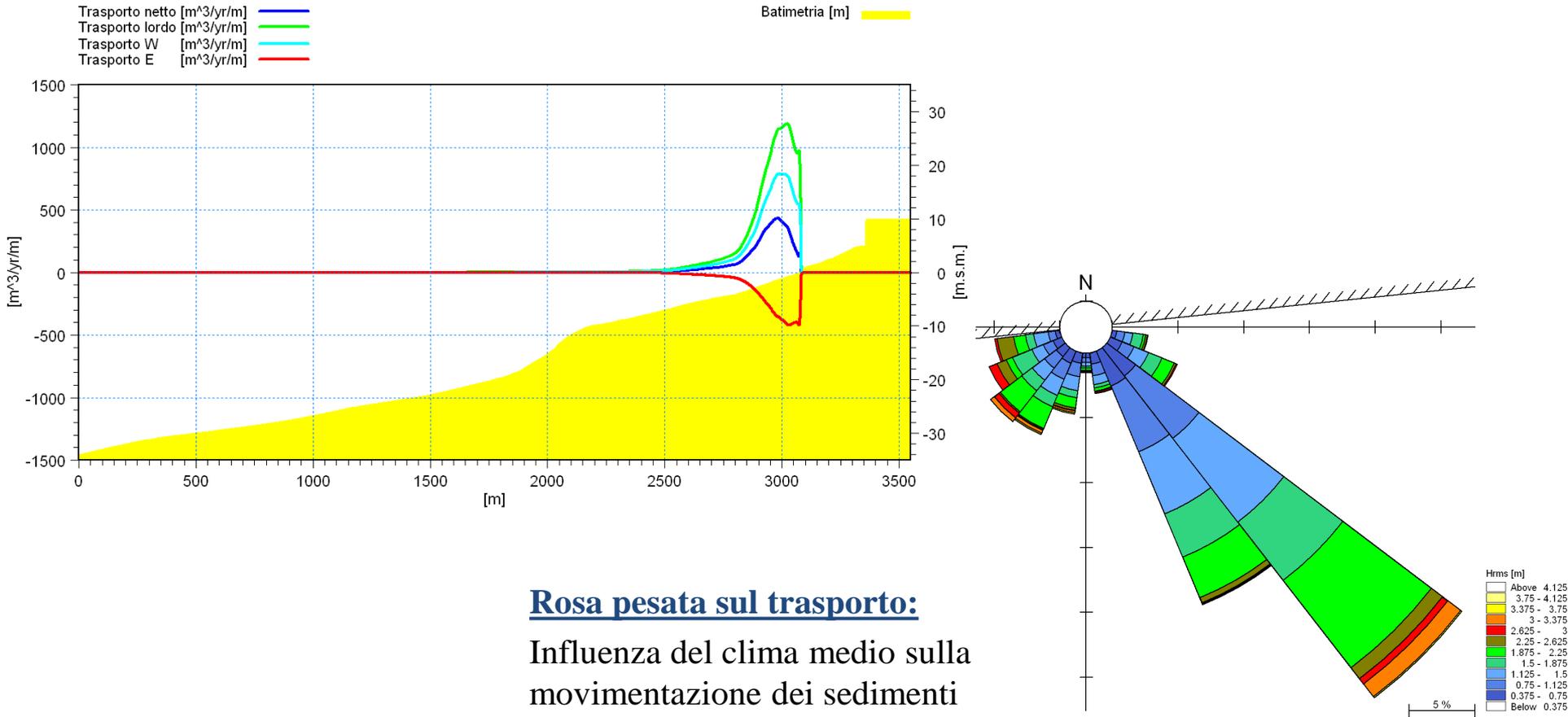
- *Caso di studio: litorale di Tre Fontane*

Risulta essere **poco antropizzato**, nonostante la presenza di una strada litoranea, degna di nota è la presenza di **dune**. Le **linee batimetriche** possono assumersi **rettilinee e parallele**

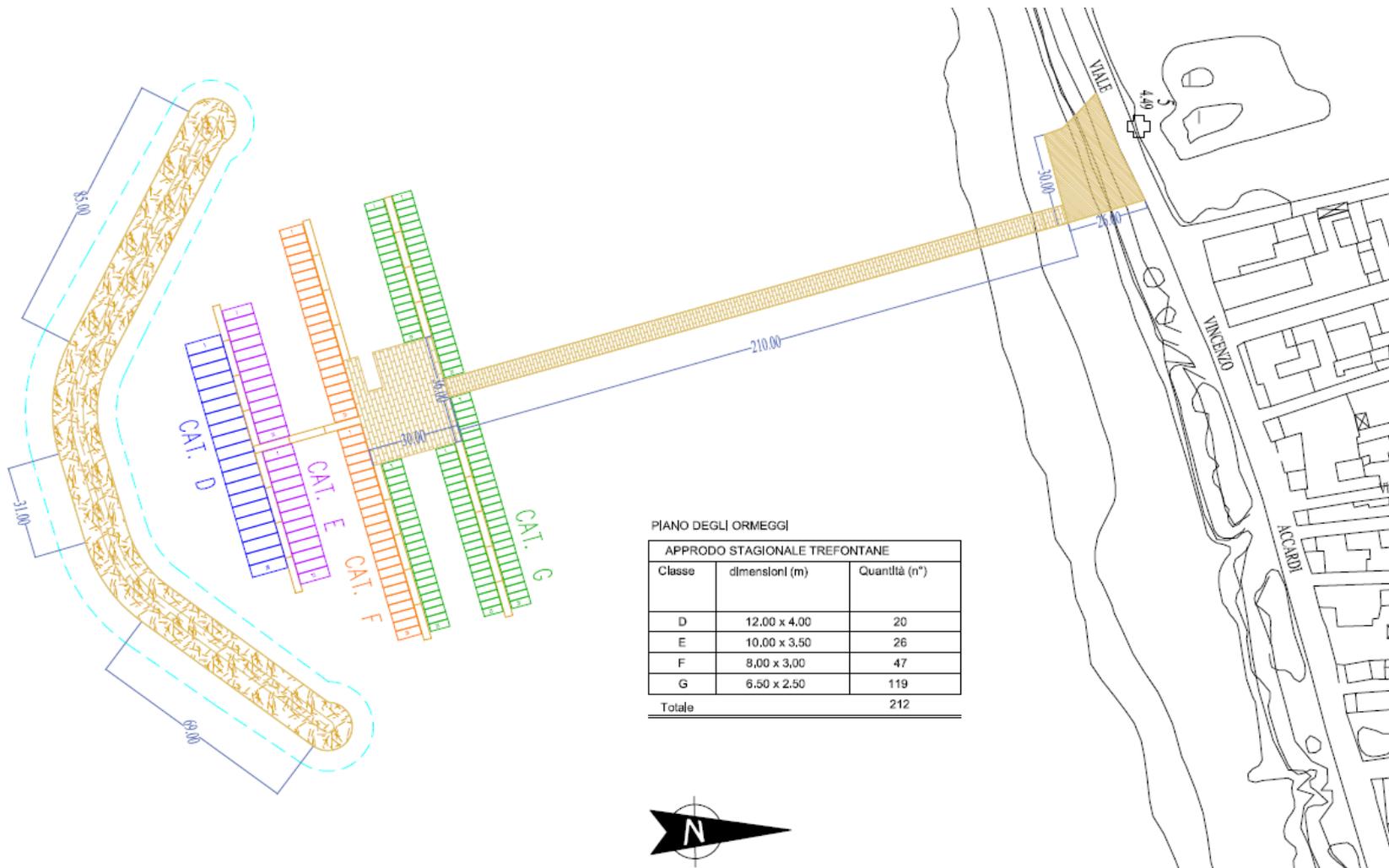


- *Prime stime sul trasporto*

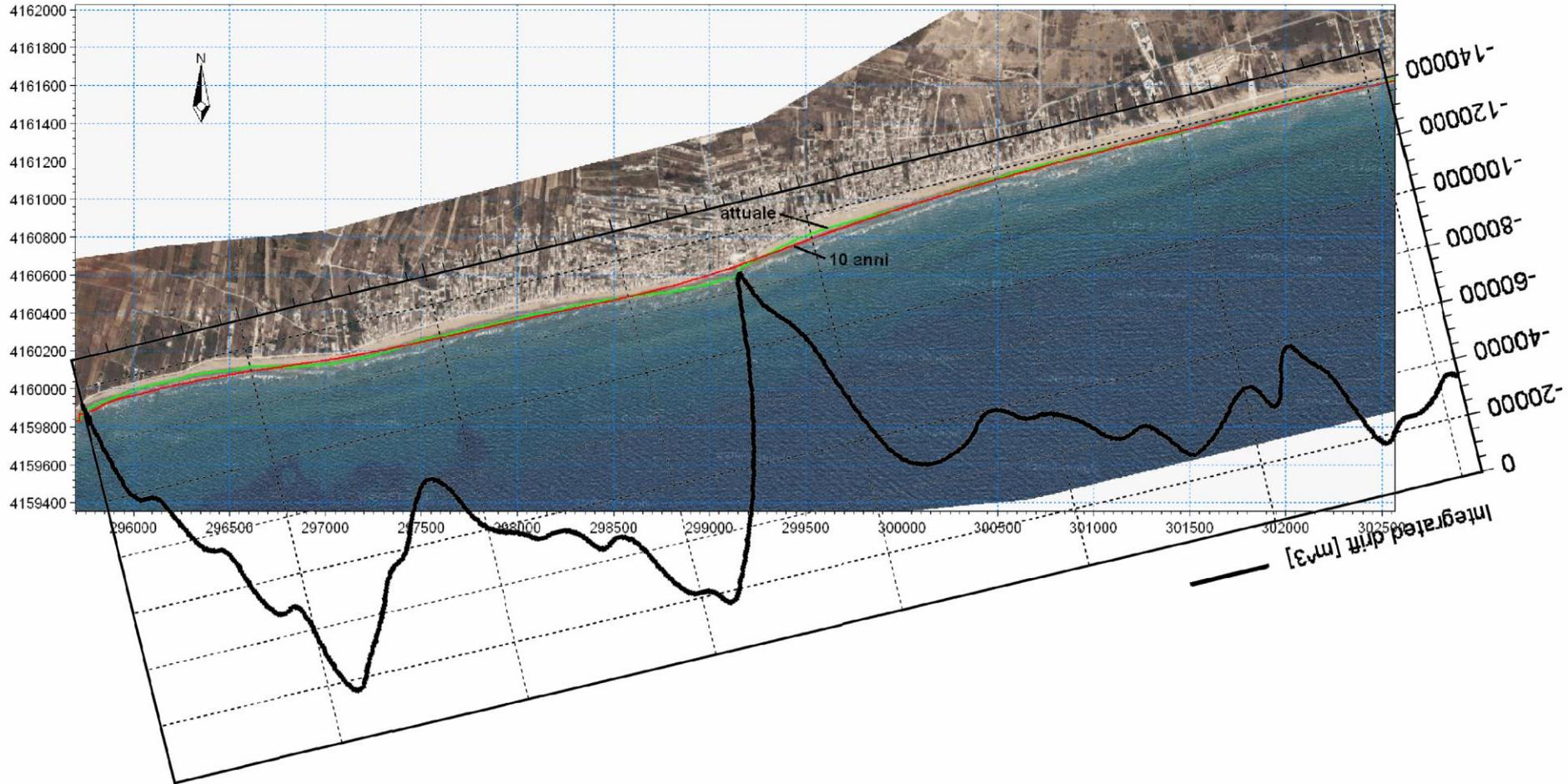
Modello monodimensionale LITDRIFT del DHI per la stima del trasporto solido applicato a tutto il clima ondoso sottocosta nell'ipotesi di isobate rettilinee e parallele e assenza di strutture



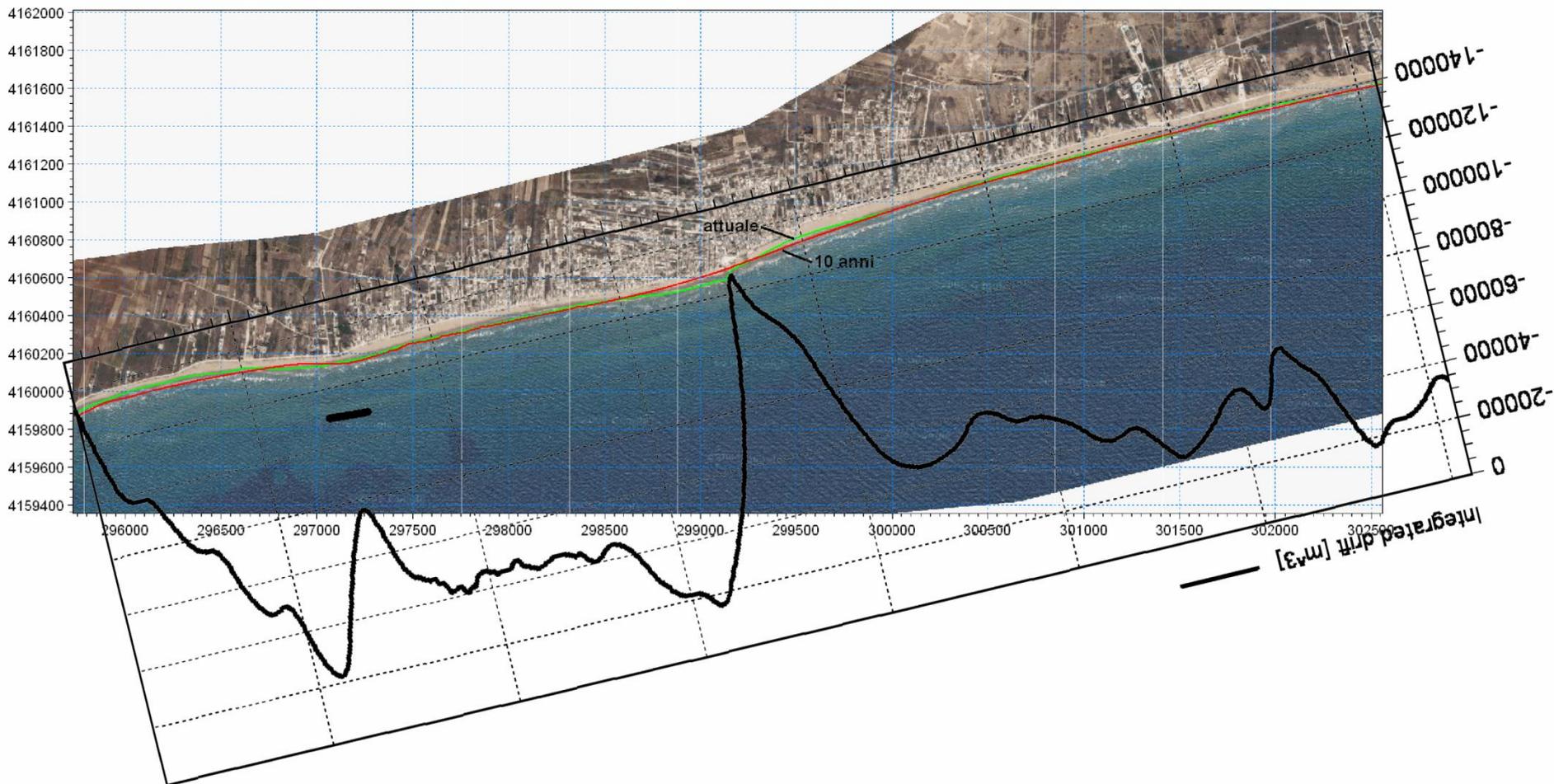
- *Descrizione dell'opera prevista dal PUDM: porto isola*



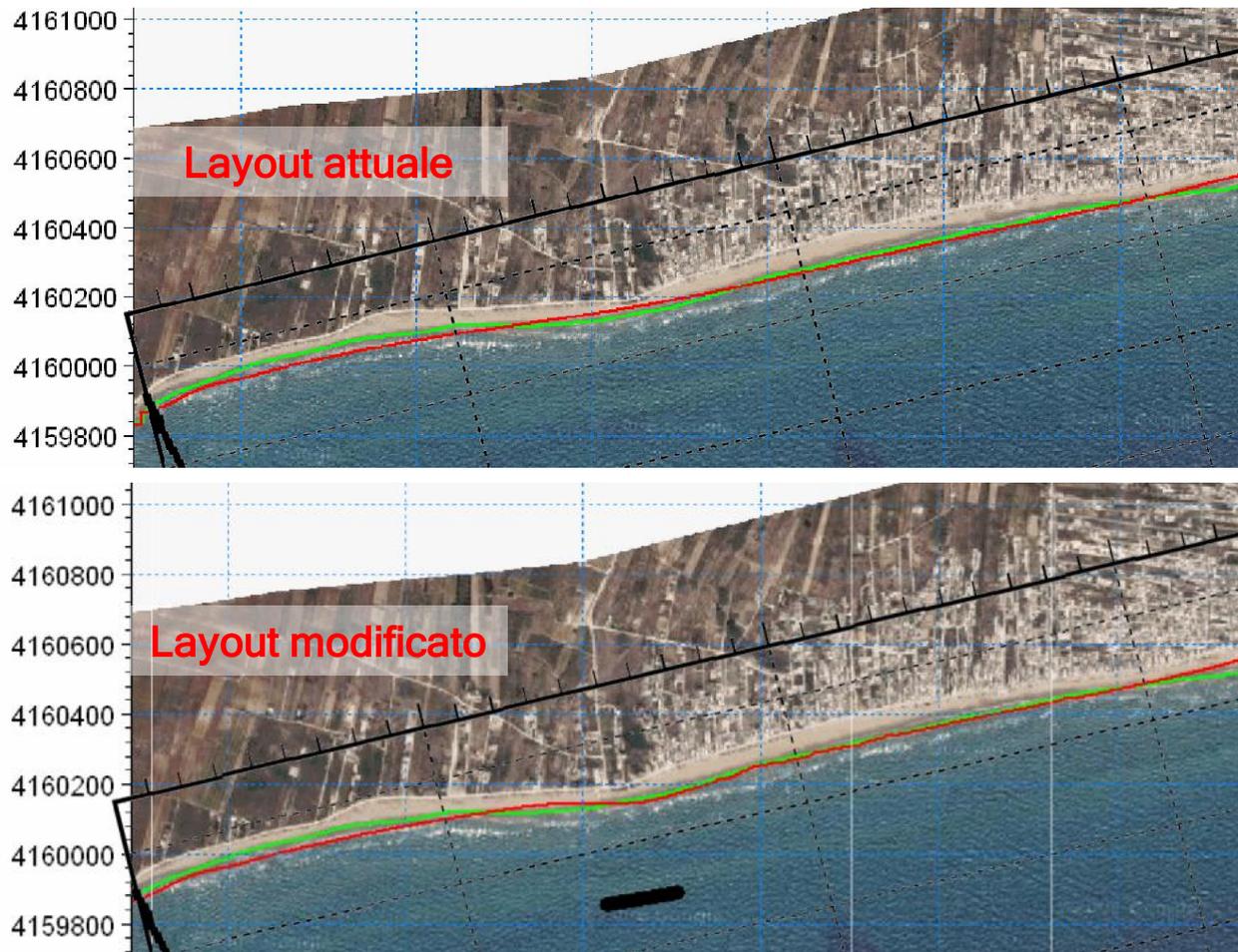
● *Evoluzione della linea di costa dopo 10 anni – stato attuale*



- *Evoluzione della linea di costa dopo 10 anni – stato modificato*



- *Comparazione di dettaglio nella zona di interesse*



- Avanzamento della linea di costa ad Est dell'opera
- Arretramento ad Ovest dell'opera
- Entità dello spostamento dell'ordine di 10m
- La presenza dell'opera **non causa modifiche di rilievo** nel litorale circostante rispetto a quanto previsto nello stato attuale

- E' stata mostrata una **metodologia** per la stima **del trasporto solido potenziale** medio annuo in presenza di batimetrie complesse, applicandola al caso di **Tremestieri**
 - L'individuazione delle **onde rappresentative** ai fini del trasporto è stata eseguita tramite l'applicazione di un semplice modello monodimensionale nell'ipotesi di batimetriche rettilinee e parallele
 - La modellazione bidimensionale è stata condotta tramite **l'utilizzo accoppiato di tre modelli SW** (propagazione onde), HD (correnti), ST (trasporto solido) afferenti alla piattaforma MIKE21 a Maglia Flessibile del DHI
 - Sono state ottenute le correnti litoranee legate a ciascuna onda rappresentativa ed il **trasporto solido cumulato** sull'intero anno per lo **stato attuale** e per il layout di **progetto**
 - I risultati di tale metodologia applicata al litorale adiacente al porto di Tremestieri ha consentito **l'ottimizzazione della soluzione progettuale**, garantendo elevata stabilità della costa
- E' stata simulata la evoluzione della linea di costa nel litorale di **Tre Fontane**, che risulta essere poco antropizzato (presenza di dune) e con **linee batimetriche rettilinee e parallele**
 - E' stato applicato il modello ad una linea LITLINE del DHI basato sulla equazione di **continuità dei sedimenti** in direzione parallela alla costa
 - Dalla comparazione con l'evoluzione della costa nella configurazione attuale si è ottenuto che la presenza dell'**opera non causa modifiche di rilievo** nel litorale circostante

Grazie per l'attenzione



MOTIVAZIONI

ONDE IN
INGRESSO

MODELLAZIONE
BIDIMENSIONALE

MODELLAZIONE
AD UNA LINEA

CONCLUSIONI



Convegno Nazionale
Sviluppo ecosostenibile dei porti
Gli ingegneri e il mare