

*Incontro pubblico
22 gennaio 2021*

La nuova diga foranea del Porto di Genova

- 1. I criteri funzionali e le soluzioni alternative, *Ing. A. Lizzadro***
- 2. La protezione dal moto ondoso per un'operatività ai terminali portuali in sicurezza, *Prof. P. De Girolamo***
- 3. Accesso in sicurezza delle grandi navi ai terminali portuali, *Ing. R. Riva***

Ing. Antonio Lizzadro, Technital

1. I CRITERI FUNZIONALI E LE SOLUZIONI ALTERNATIVE

La nuova diga foranea: sicurezza e sviluppo del porto

- Operatività portuale in sicurezza in relazione all'accesso delle grandi navi nel canale di Sampierdarena
- La realizzazione dell'intervento è prevista in **2 fasi funzionali**:

FASE

A

una **prima fase** che deve essere assicurare l'operatività in sicurezza del terminale di Calata Bettolo garantendo l'accesso alle navi più grandi di progetto e migliorare l'operatività degli altri terminali più a ponente, nel rispetto dei vigenti vincoli aeroportuali

FASE

B

una **seconda fase** che prevede il completamento dell'intervento e che deve assicurare l'operatività in sicurezza di tutti i terminali di Sampierdarena, anche a quelli più a ponente, garantendo l'accesso delle navi di progetto. Per questa fase dovranno essere stabiliti nuovi vincoli aeroportuali

Criteri funzionali per l'identificazione delle possibili soluzioni d'intervento



- **Accesso delle navi di progetto** nel bacino portuale di Sampierdarena **in sicurezza**



- **Protezione dal moto ondoso** dei terminali portuali di Sampierdarena ai fini dell'operatività in banchina in sicurezza



- Rispetto dei **vincoli aeroportuali**

Riferimenti per l'identificazione delle possibili soluzioni alternative

- **Larghezza dell'imboccatura portuale (5 B)** **310 m**
- **Larghezza del canale di transito interno (6,5 B)** **400 m**
- **Lunghezza della distanza di arresto delle navi (5 L)** **2.000 m**
- **Diametro del cerchio di evoluzione (2 L)** **800 m**
- **Altezza d'onda nelle aree di manovra** **< 1,5 m**
- **Altezza d'onda alle banchine** **< 0,5 m**

L = lunghezza nave di progetto = 400 m

B = larghezza nave di progetto = 62 m

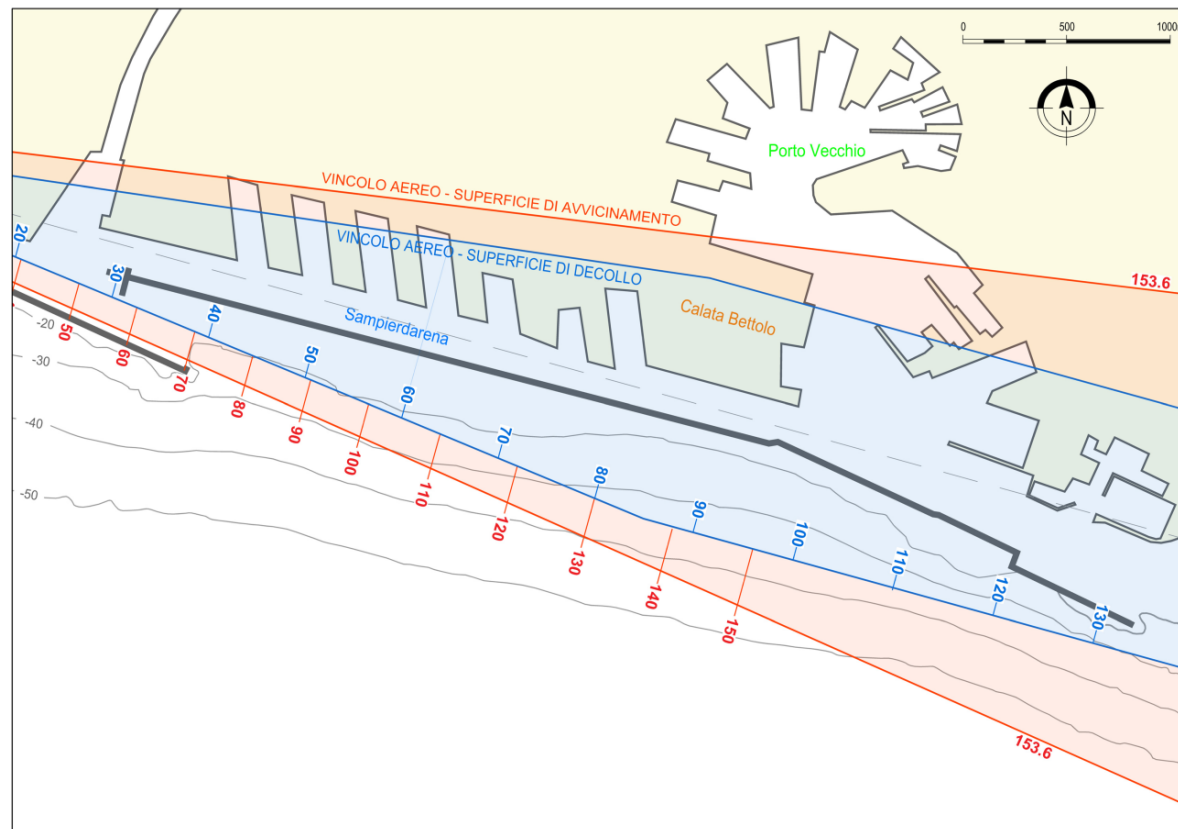
Il rispetto dei vincoli aeroportuali

In zona calata Bettolo:

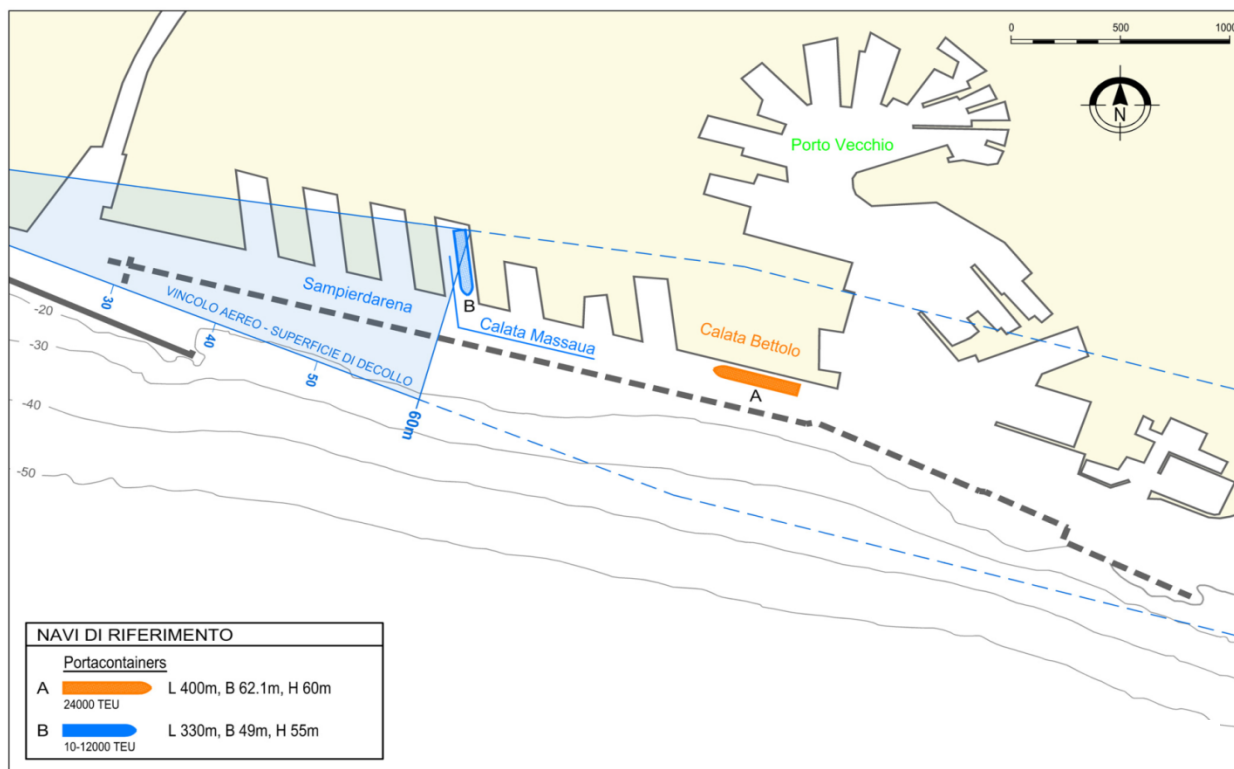
quota minima della superficie di avvicinamento 130 m e della superficie di decollo 80 m

In zona Sampierdarena:

in calo graduale: in avvicinamento da 130 a 55 m e in decollo da 80 a 30 m (procedendo da levante a ponente)

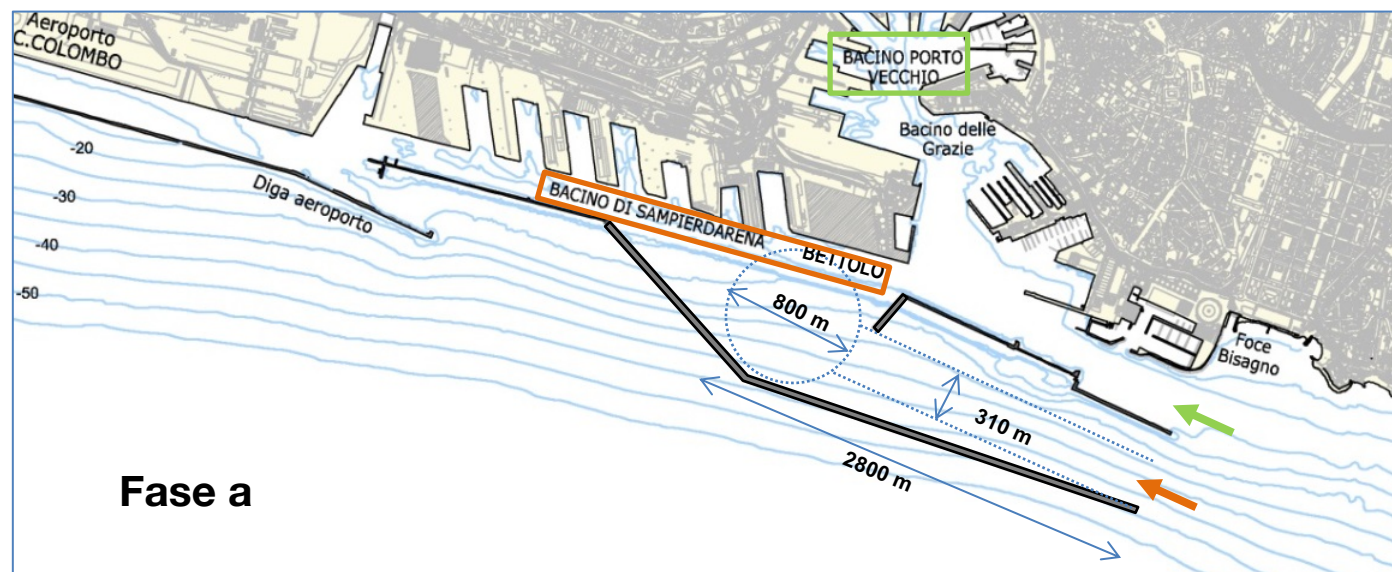


Le interferenze tra l'altezza delle navi e i vincoli aeroportuali

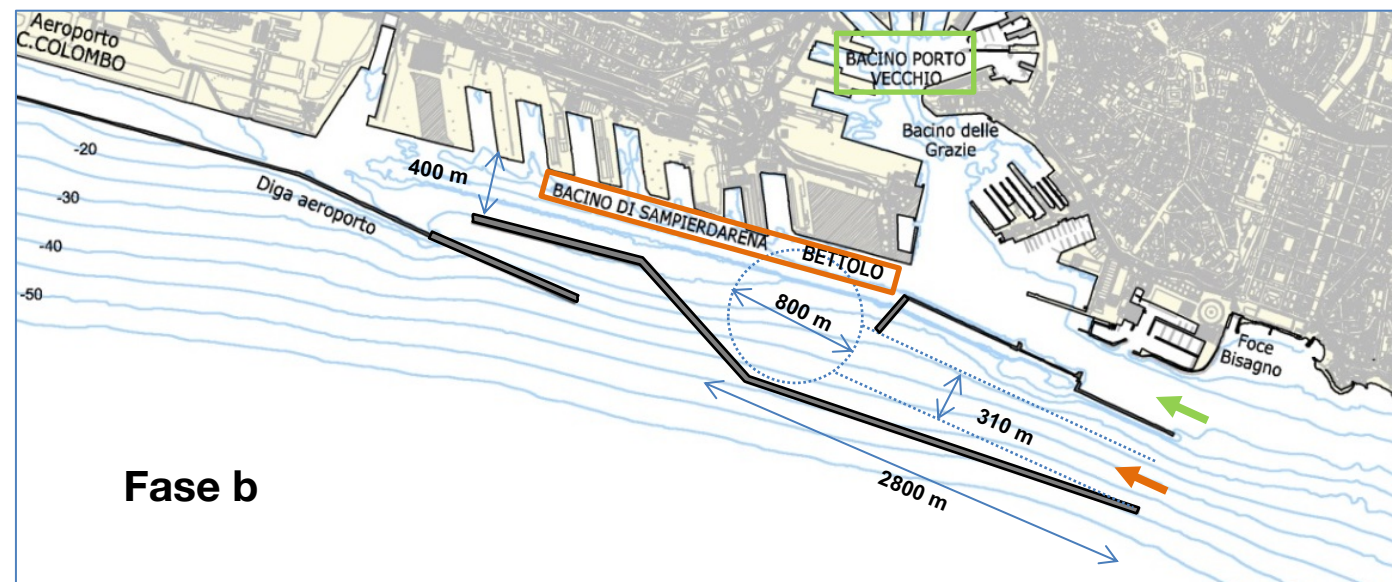


- ✓ **Nella fase a) di costruzione**, con i vincoli attuali le grandi navi portacontainer di altezza 60 m non possono accedere a ponente nell'area in cui la superficie di decollo è inferiore a 60 m
- ✓ **Nella fase b) di costruzione** si è assunto che vengano stabiliti e approvati nuovi vincoli aeroportuali, consentendo alle grandi navi di raggiungere i terminali a ponente

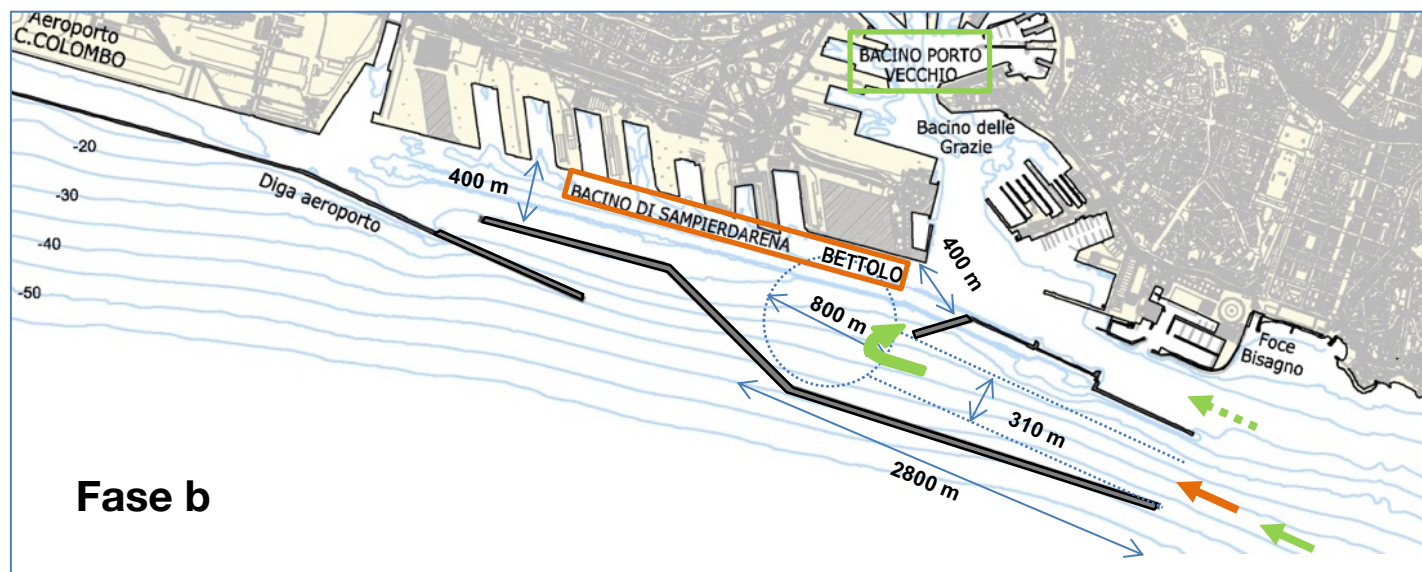
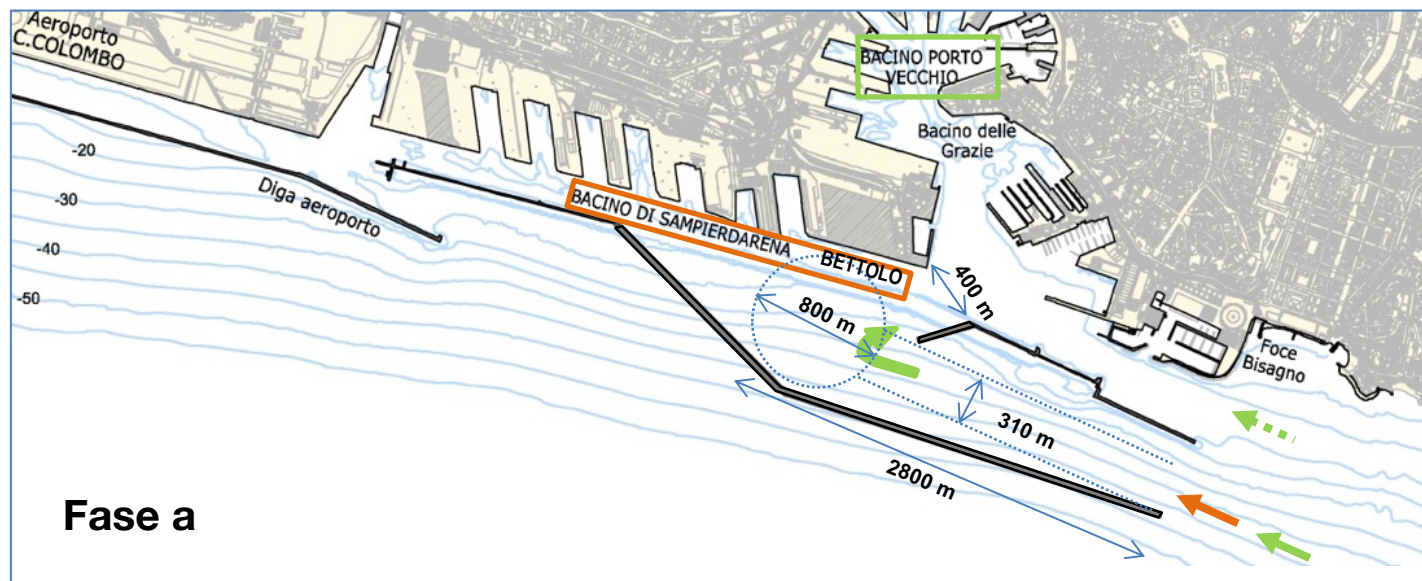
Soluzione alternativa n°2: nuovo accesso a levante



- ✓ nuovo avamporto (diametro 800 m)
- ✓ nuovo canale di accesso (larghezza 310 m e lunghezza 2800 m)
- ✓ nuovo canale interno (larghezza 400 m)

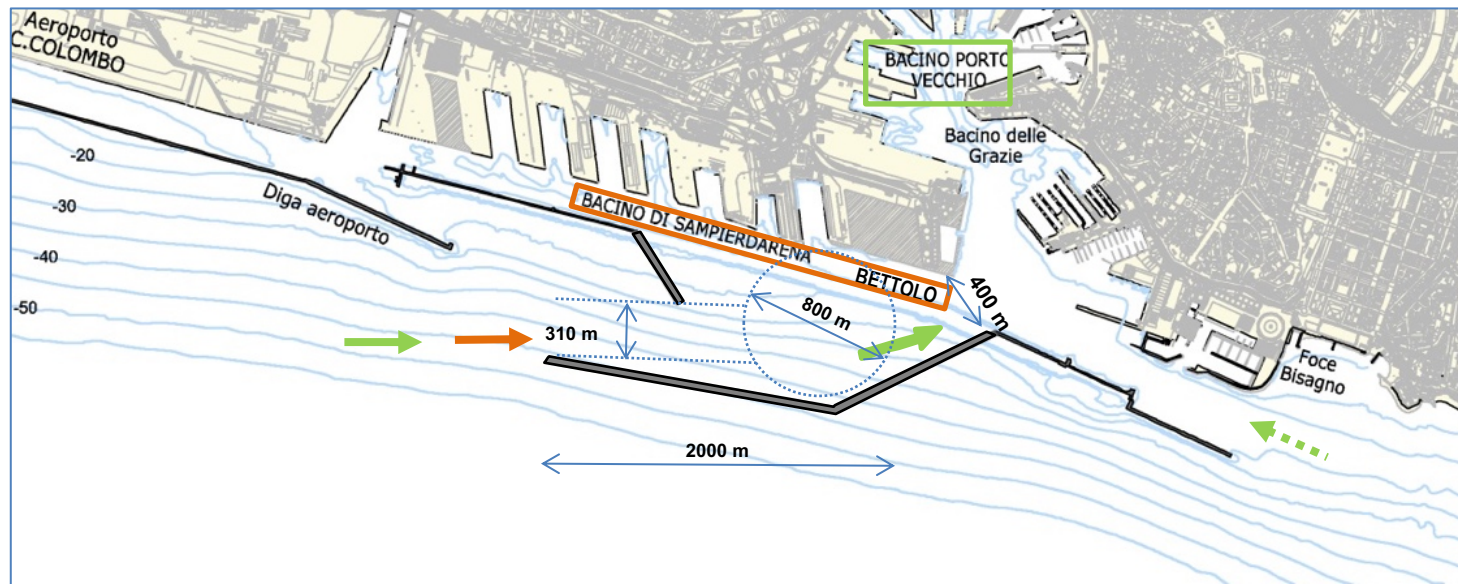


Soluzione alternativa n°3: nuovo accesso a levante

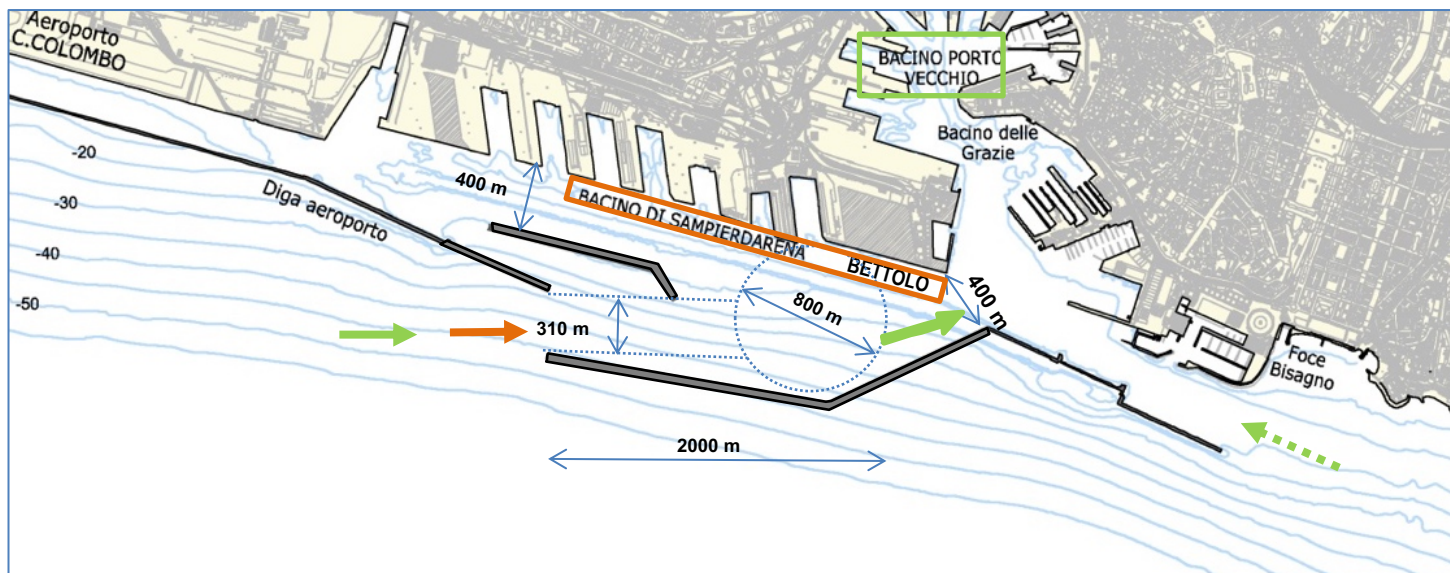


- ✓ nuovo avamporto (diametro 800 m)
- ✓ nuovo canale di accesso (larghezza 310 m e lunghezza 2800 m)
- ✓ nuovo canale interno (larghezza 400 m)
- ✓ varco in prossimità di C. Bettolo di larghezza 400 m per il transito delle navi verso il P. Antico

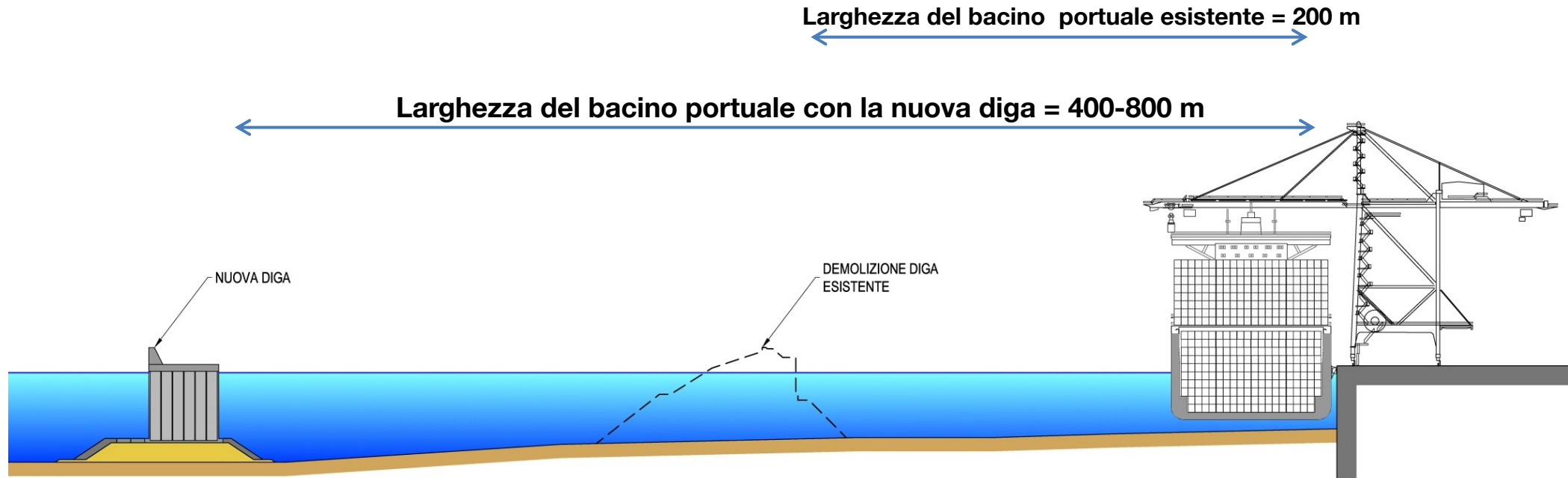
Soluzione alternativa n°4: nuovo accesso a ponente



- ✓ nuovo avamporto (diametro 800 m)
- ✓ nuovo canale di accesso (larghezza 310 m e lunghezza 2000 m)
- ✓ nuovo canale interno (larghezza 400 m)
- ✓ varco in prossimità di C. Bettolo di larghezza 400 m per il transito delle navi verso il P. Antico



Allargamento del bacino di Sampierdarena



**Il bacino di Sampierdarena viene ampliato per realizzare
il nuovo avamporto (area di diametro 800 per l'evoluzione delle navi) e il nuovo canale interno (larghezza 400 m)**

Sintesi delle verifiche di funzionalità e di impatto delle soluzioni

I criteri di operatività portuale in sicurezza sono rispettati per tutte e tre le soluzioni in relazione alla protezione dei terminali dalle mareggiate e alle manovre di navigazione delle grandi navi.



La soluzione 3 consente una maggiore flessibilità operativa nelle manovre di accesso in condizioni meteo non favorevoli e di mantenere senza oneri aggiuntivi l'imbarco del pilota a levante

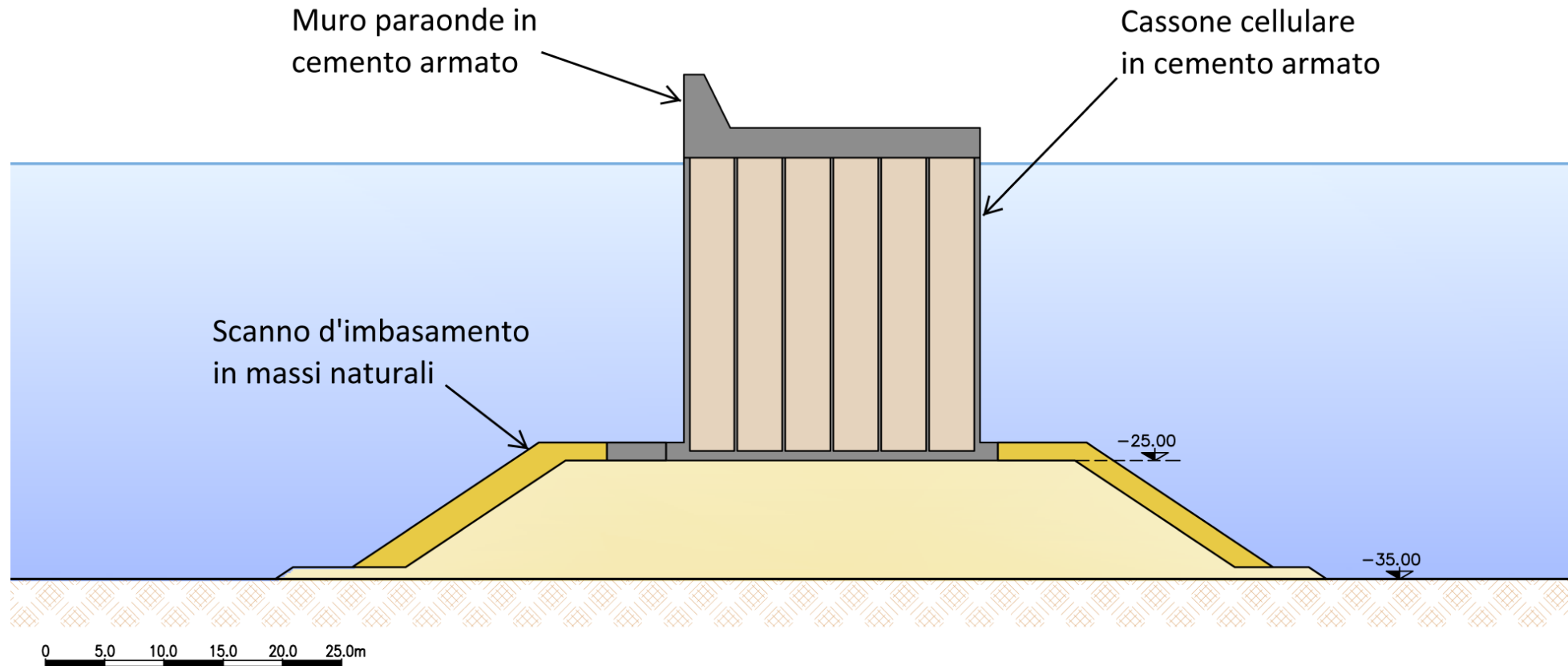


Le soluzioni 3 e 4 hanno effetti positivi sulla cantieristica e nautica da diporto a levante

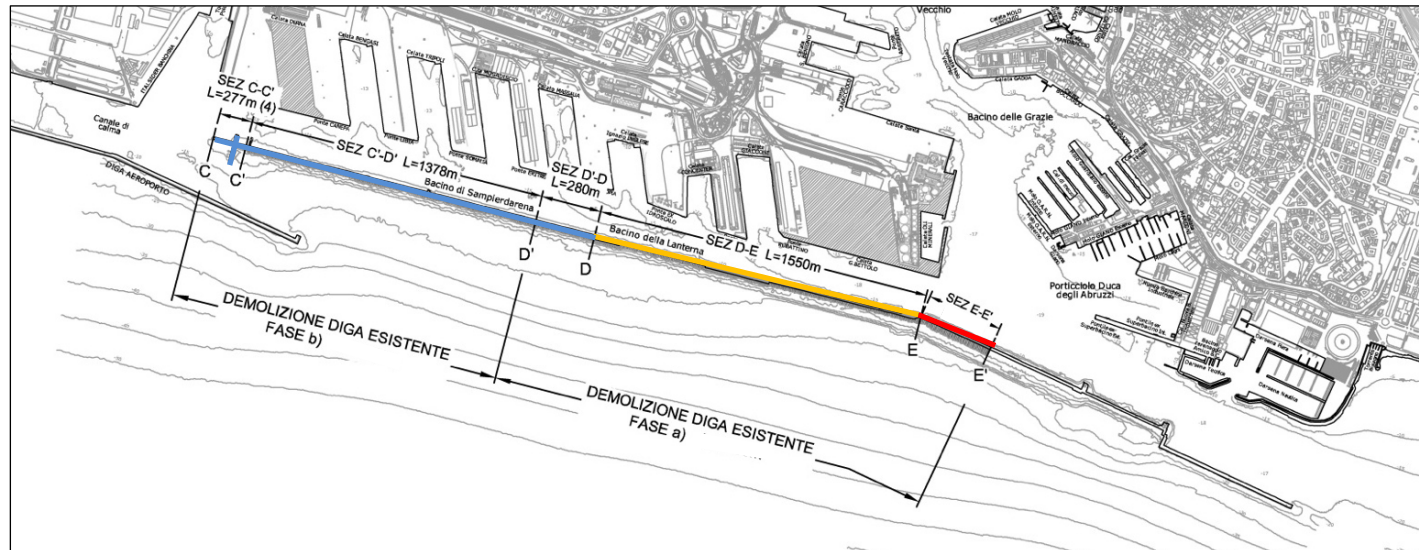
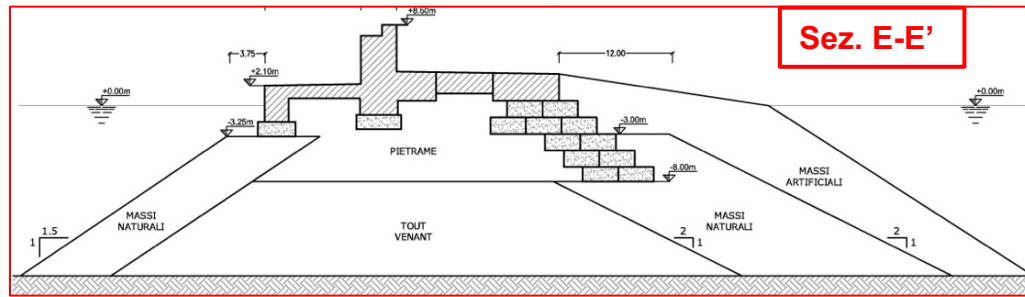
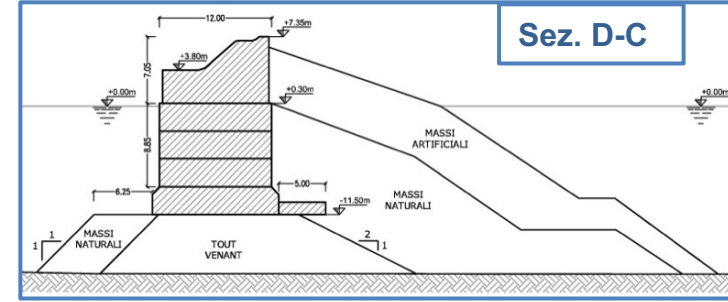
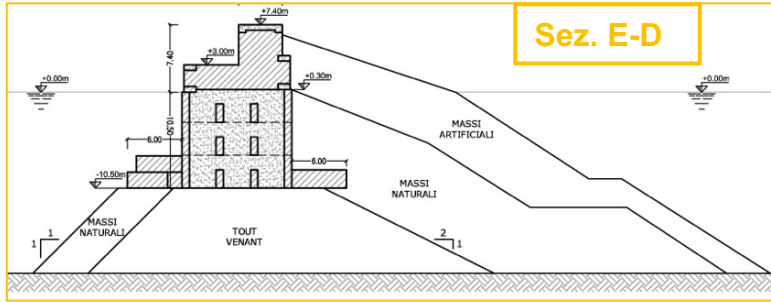


Gli effetti sui vari fattori ambientali (ricambio idrico, sedimentazione alle foci, spiagge a levante, habitat), **sugli elementi storico-archeologici e sul paesaggio, sono per tutte e tre le soluzioni equivalenti**

Tipologia costruttiva della nuova diga



Demolizioni della diga esistente e riuso del materiale per la nuova diga



Costi e tempi di realizzazione dell'intervento

- I **costi per la realizzazione delle soluzioni** (comprensivi delle due fasi di costruzione) sono compresi tra **1 e 1,3 miliardi di euro**

Soluzioni	Fase a) (milioni di euro)	Fase b) (milioni di euro)	Totale (milioni di euro)
2	950	350	1.300
3	950	350	1.300
4	750	250	1.000

- I **tempi per la realizzazione dell'intervento**, considerata l'urgenza dell'opera e l'inserimento nel Programma Straordinario di Rilancio Infrastrutturale, sono stati previsti in **8 anni** di cui 1 anno per la progettazione e 7 anni per la costruzione

Effetti del cantiere sull'operatività dei terminali

Criterio di riferimento: minimizzare le interferenze delle operazioni di cantiere con l'operatività portuale

- ✓ le lavorazioni verranno effettuate prevalentemente via mare
- ✓ verrà favorita la prefabbricazione dei manufatti pertanto lontano dal sito d'intervento:
ci si riferisce in particolare alla prefabbricazione dei cassoni cellulari
- ✓ demolizioni con l'uso di esplosivi depotenziati delle parti in calcestruzzo della diga
esistente

Soluzioni tecnologiche per le energie rinnovabili

Lo studio recepisce un'esigenza dell'Autorità di Sistema che già nel 2008 indicava nel Piano Energetico Ambientale del Porto di Genova (PEAP) obiettivi di copertura del fabbisogno energetico portuale con energia da fonti rinnovabili.

Sono state esaminate studiate 2 tecnologie :



La conversione eolica: sono stati esaminati generatori di varia altezza (25, 50, 100 m) su 3 km di diga, quelli da 100 m sono caratterizzati da una buona sostenibilità economica (90 euro/MWh) e consentirebbero di coprire il 30% del fabbisogno energetico del porto. I generatori da 50 m coprirebbero invece circa il 9% del fabbisogno, con un costo dell'energia di 115 euro/MWh



La conversione da moto ondoso: sono state esaminate le tecnologie più promettenti, tuttavia ancora in fase di sperimentazione. I risultati in termini di potenzialità di resa, in relazione alla risorsa di moto ondoso a Genova, hanno dimostrato una modesta copertura del fabbisogno energetico del porto, con un elevato costo dell'energia compreso tra 1200 e 1900 euro/MWh

Prof. Ing. Paolo De Girolamo, Modimar

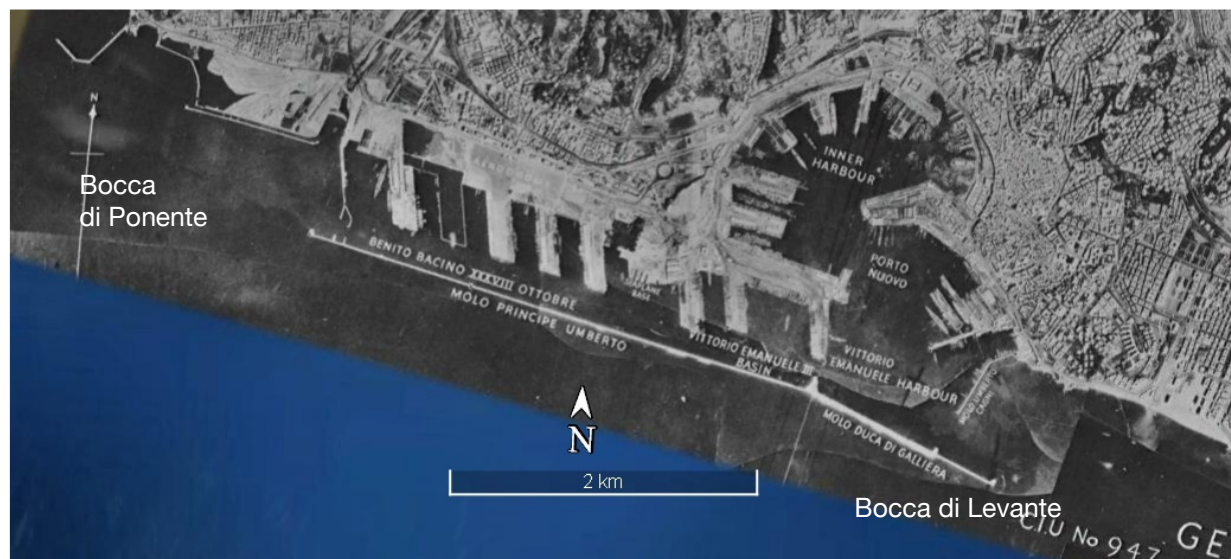
3. LA PROTEZIONE DAL MOTO ONDOSI IN RELAZIONE ALL'OPERATIVITÀ E ALLA SICUREZZA DEI TERMINALI PORTUALI

Obiettivi dell'analisi

Sono stati confrontati lo **stato di fatto** e **le diverse alternative** riguardo alla penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale con riferimento ai seguenti aspetti:

- **Operatività media annuale delle banchine portuali («downtime»)**
- **Sicurezza delle navi all'ormeggio in condizioni di moto ondoso estreme**

Stato attuale del porto di Genova

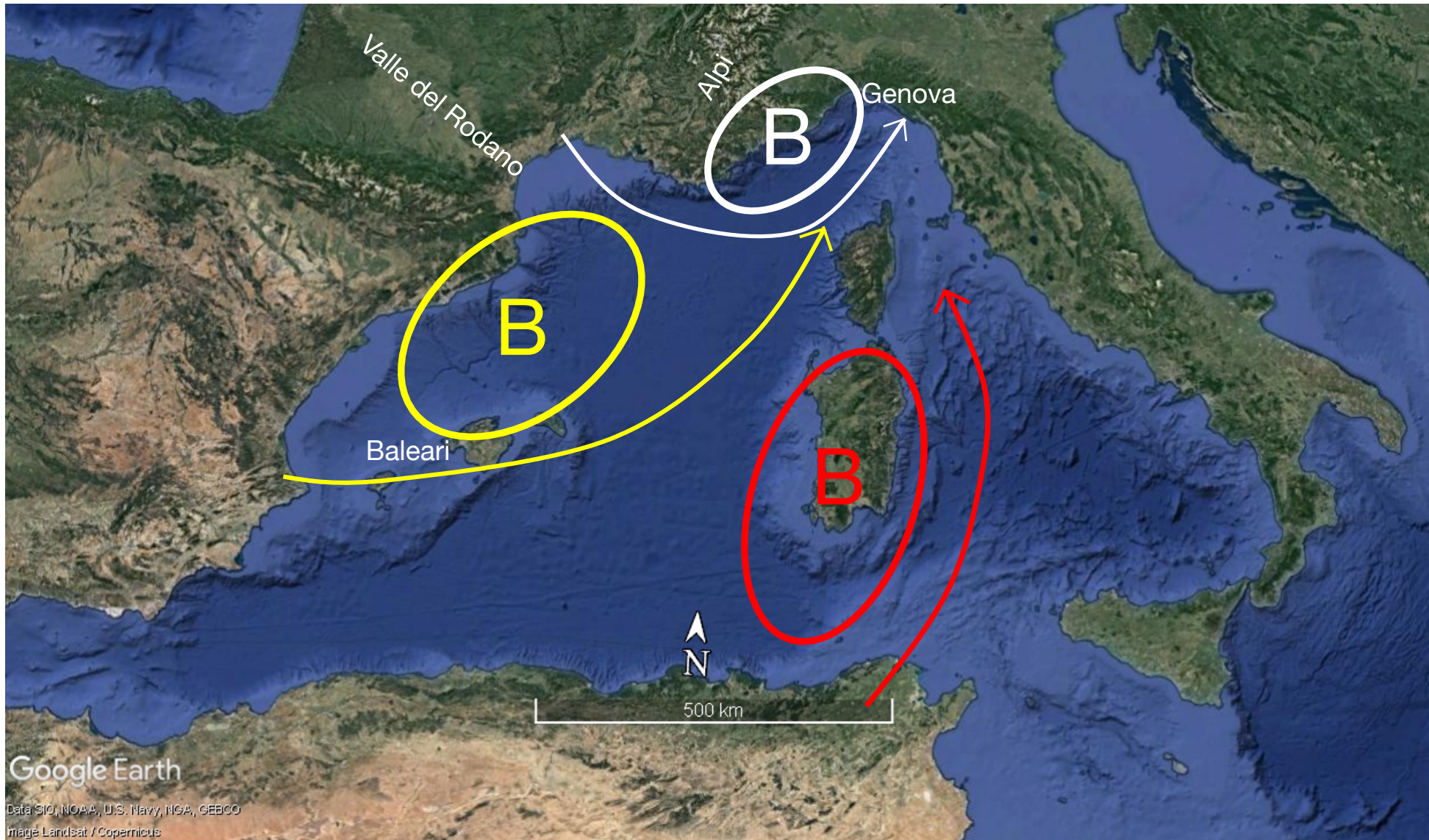


Il porto negli anni '40 del secolo scorso

L'aeroporto e la sua diga vennero realizzati alla fine degli anni 50



Genesi meteorologica delle mareggiate nel golfo di Genova



LIBECCIO
"Fetch limitato"

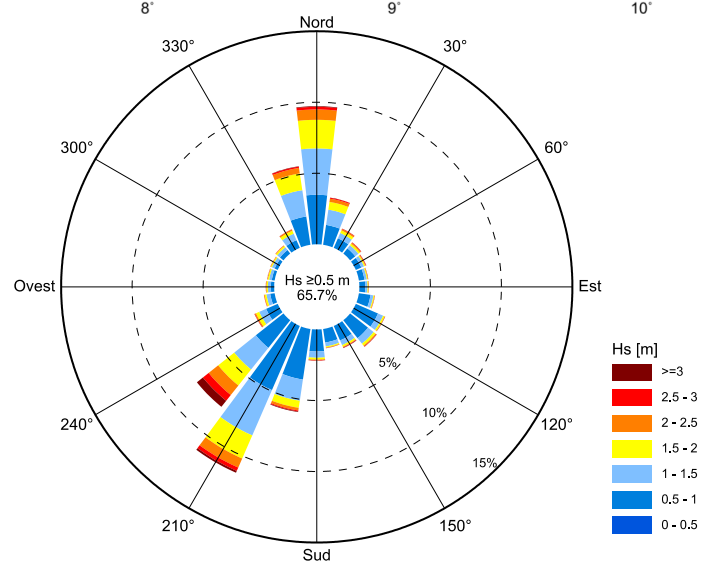


LIBECCIO
"Fetch esteso"

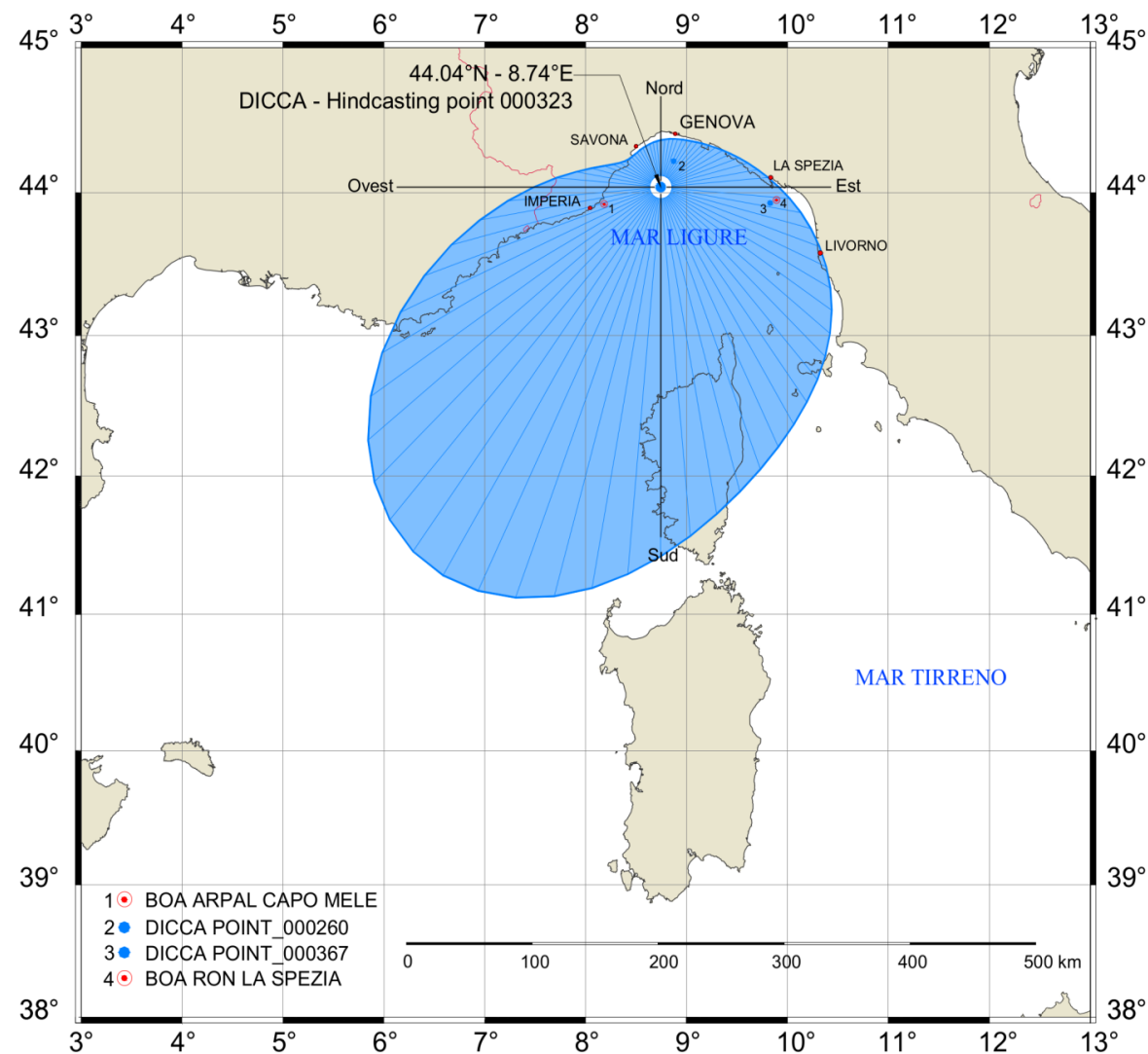


SCIROCCO

Inquadramento geografico e ondametrico



Rosa ondametrica media annuale
DICCA P_000323 (1979-2018)



Criteri di valutazione



Operatività media annuale delle banchine portuali

Sono state esaminate le **condizioni di moto ondoso medie annuali** all'interno del porto determinando, lungo le banchine, la frequenza di superamento dell'altezza d'onda $H_s = 0,5$ m.

Si è assunto un valore limite accettabile della frequenza di superamento della soglia $H_s = 0,5$ m di circa 150-200 ore/anno.

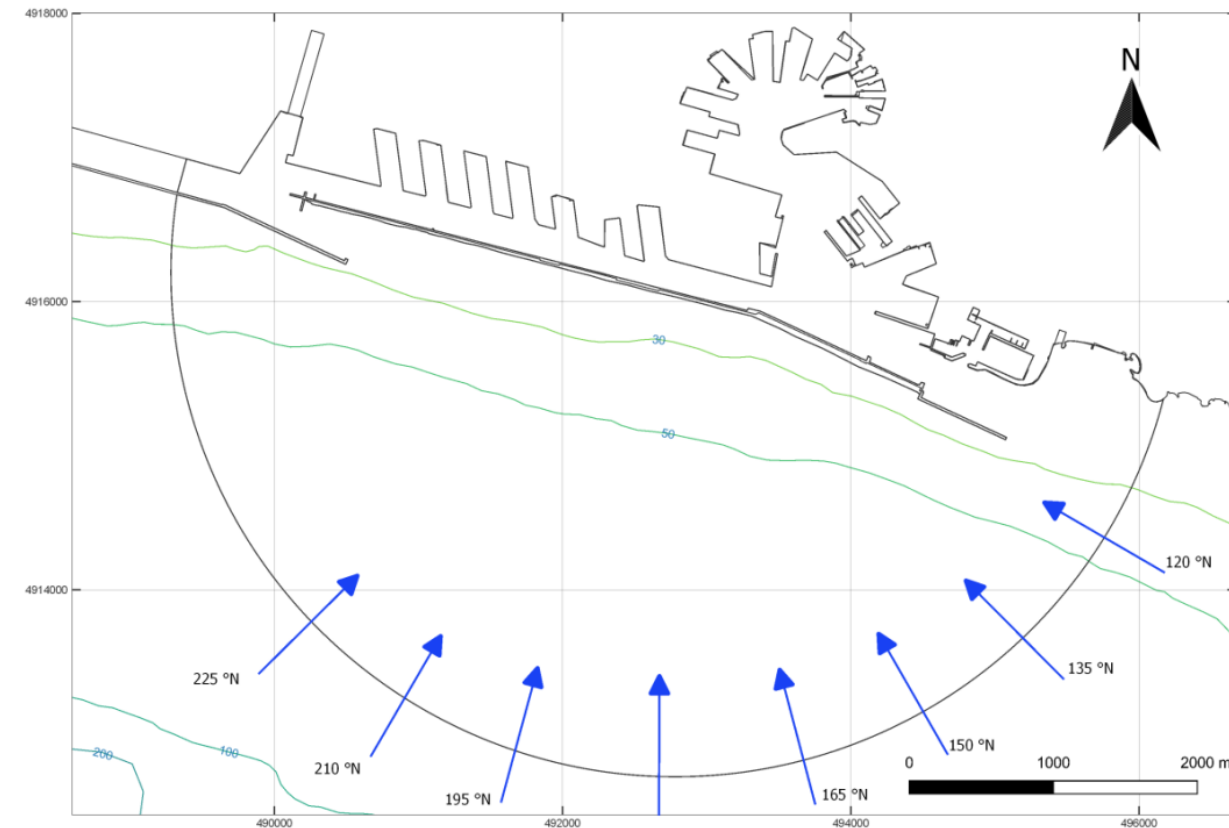
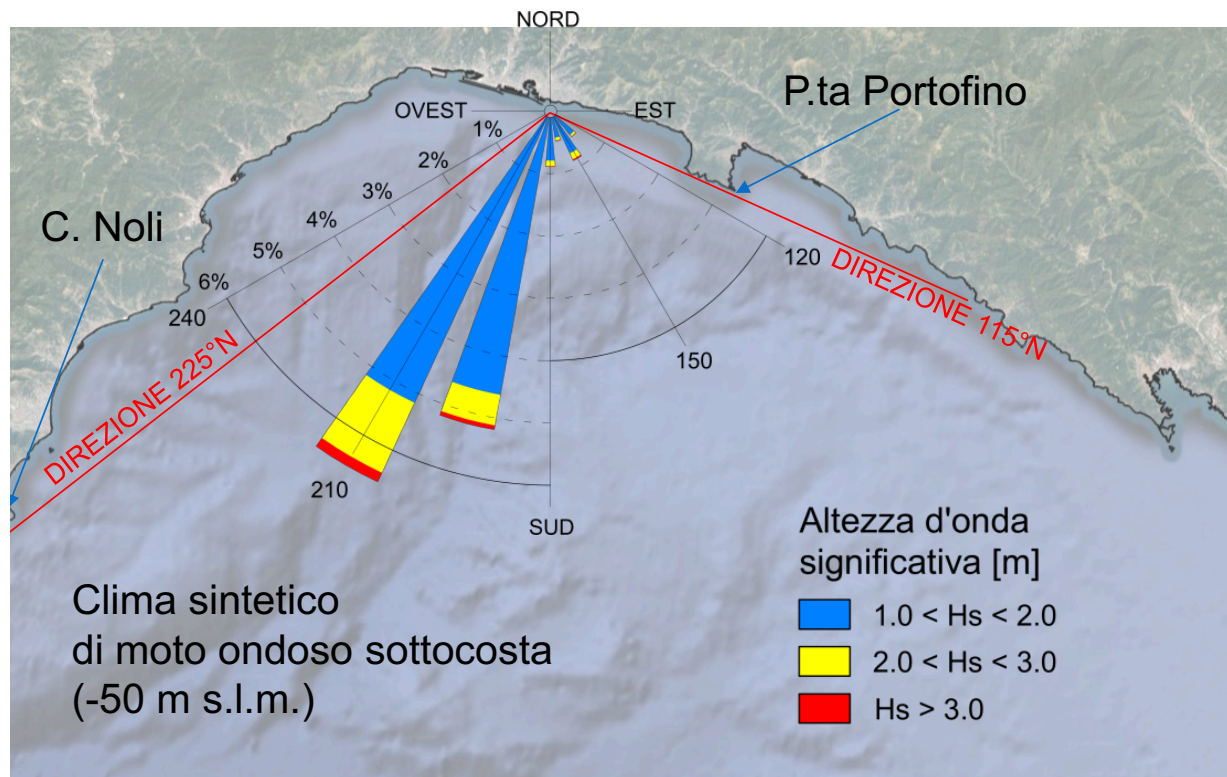


Sicurezza delle navi all'ormeggio in condizioni di moto ondoso estreme

Sono state esaminate le **condizioni di moto ondoso estreme** lungo le banchine portuali che si verificano in presenza di stati di mare associati a tempi di ritorno di 10 anni.

Si è assunto un valore limite accettabile in banchina non superiore a $H_s = 2,5$ m.

Clima ondametrico medio annuale per l'analisi del *downtime* alle banchine



Moto ondoso estremo per l'analisi della sicurezza delle banchine portuali

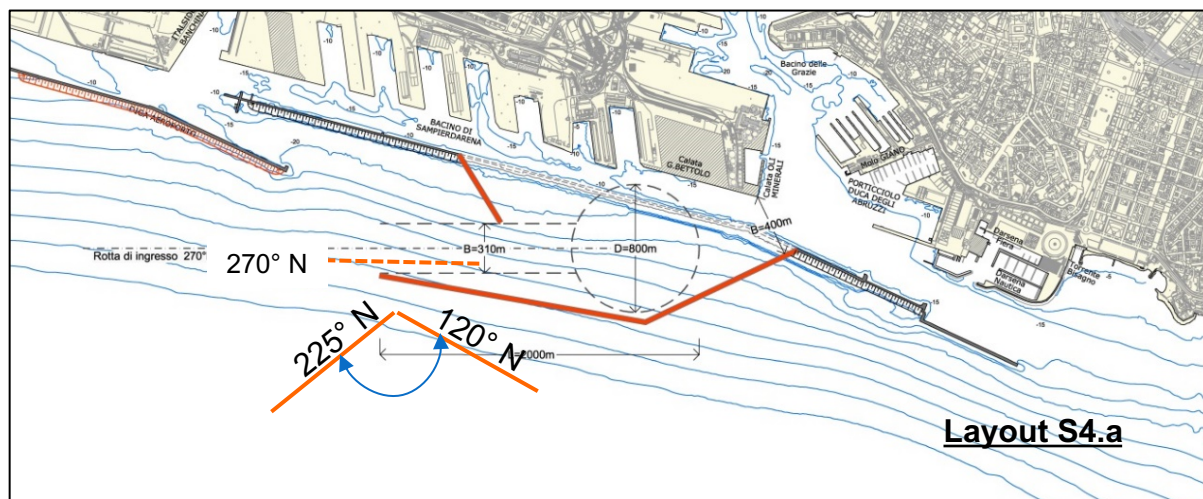
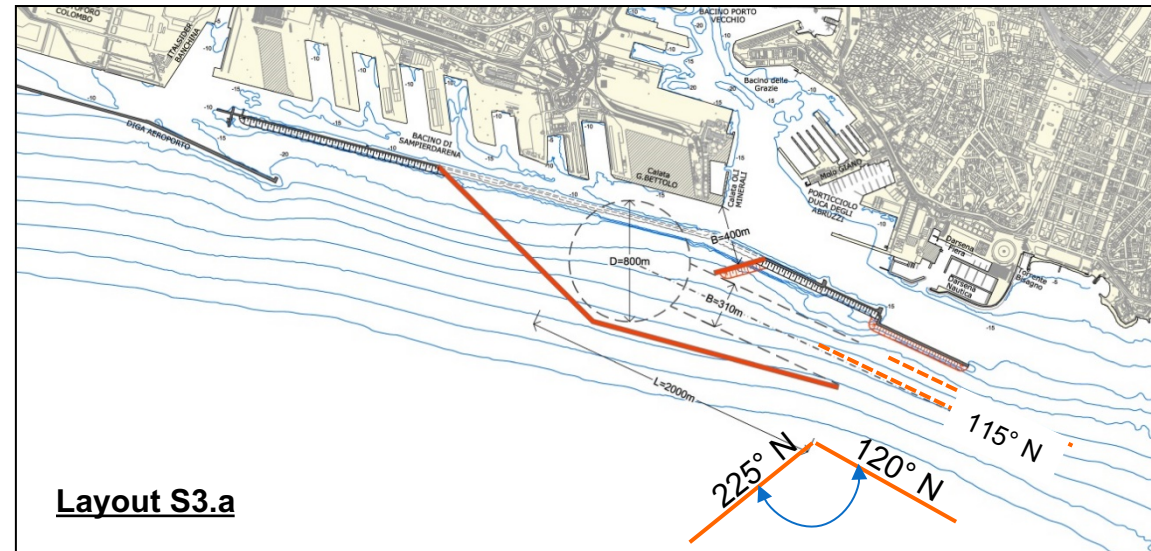
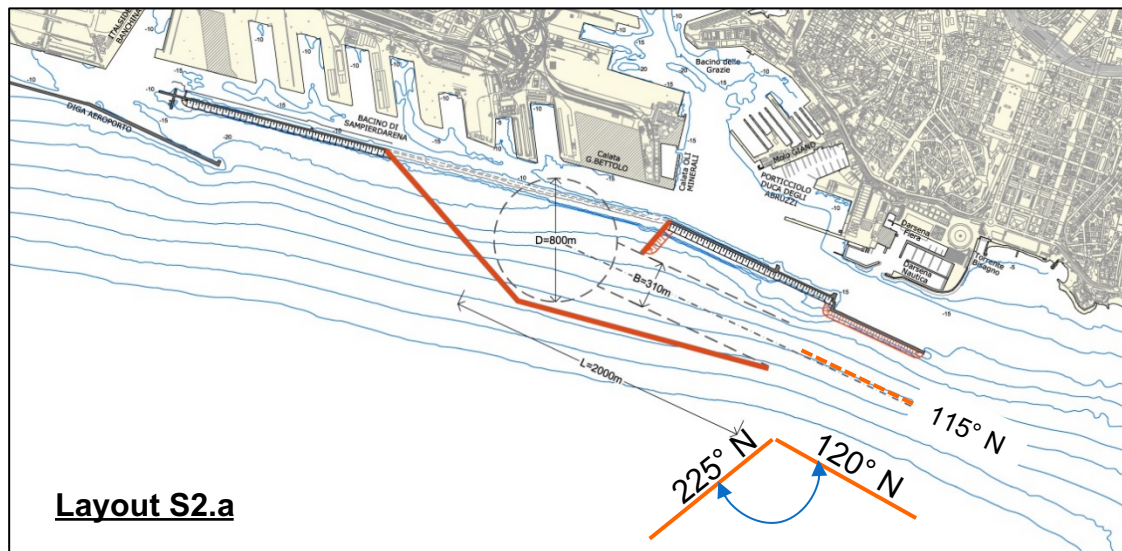
Scirocco

Settore 105-180 °N						
al largo				sottocosta punto P1 (-50 m s.l.m.)		
TR [anni]	H _s [m]	T _p [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _p [s]	Dir [°N]
10	4.6	8.8	120	4.0	9.1	131
	4.6	8.8	150	4.5	9.1	152
	4.6	8.8	180	4.5	9.1	179

Libeccio - Mezzogiorno

Settore 180 - 240 °N						
al largo				sottocosta nel punto P1 (-50 m s.l.m.)		
TR [anni]	H _s [m]	T _p [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _p [s]	Dir [°N]
10	6.4	10.3	180	6.3	10.6	179
	6.4	10.3	210	5.9	10.6	203
	6.4	10.3	240	4.0	9.8	216

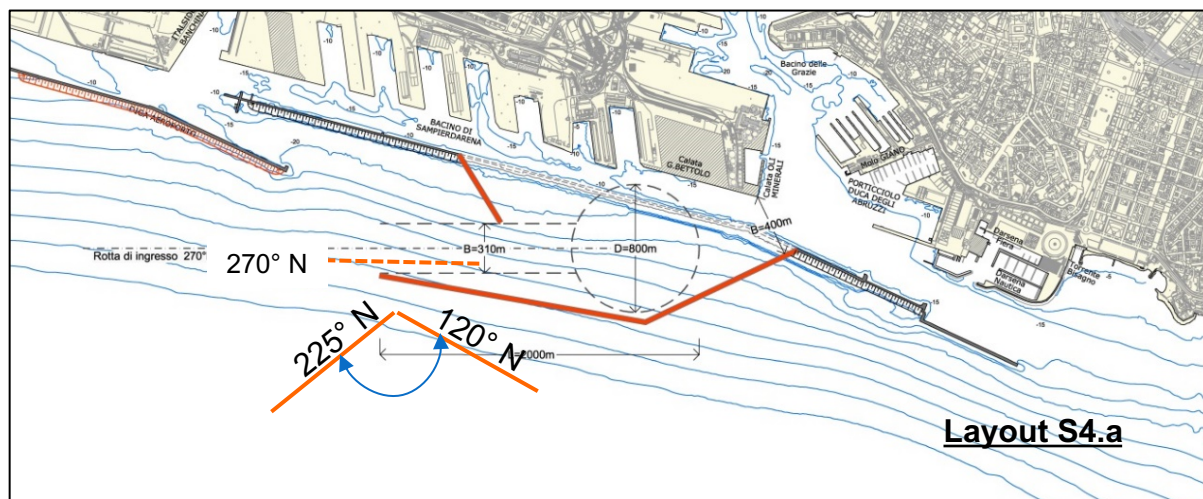
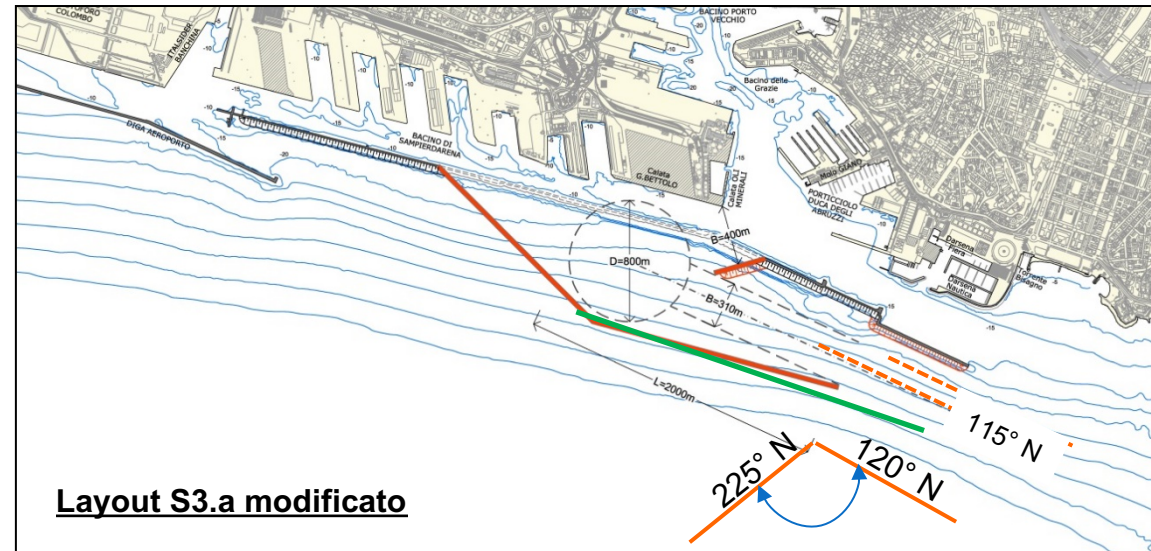
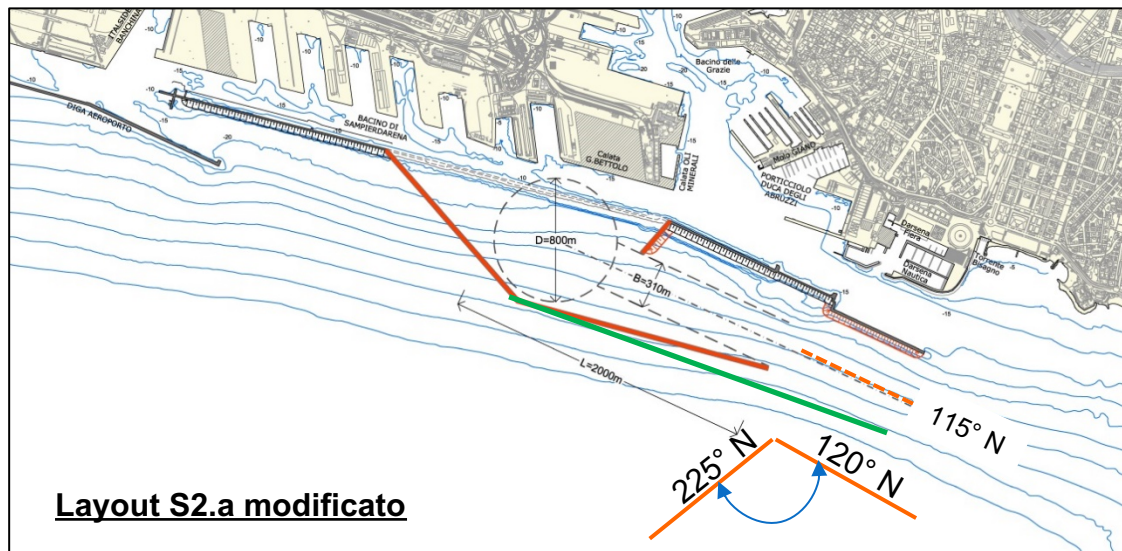
Configurazioni delle nuove opere foranee da cui si è partiti



Criteri navigazionali di riferimento

- Larghezza imboccatura portuale (5 B) 310 m
- Larghezza canale di accesso (4-6,5 B) 250-400 m
- Spazio di arresto delle navi (5 L) 2.000 m
- Diametro del cerchio di evoluzione (2 L) 800 m

Configurazioni modificate

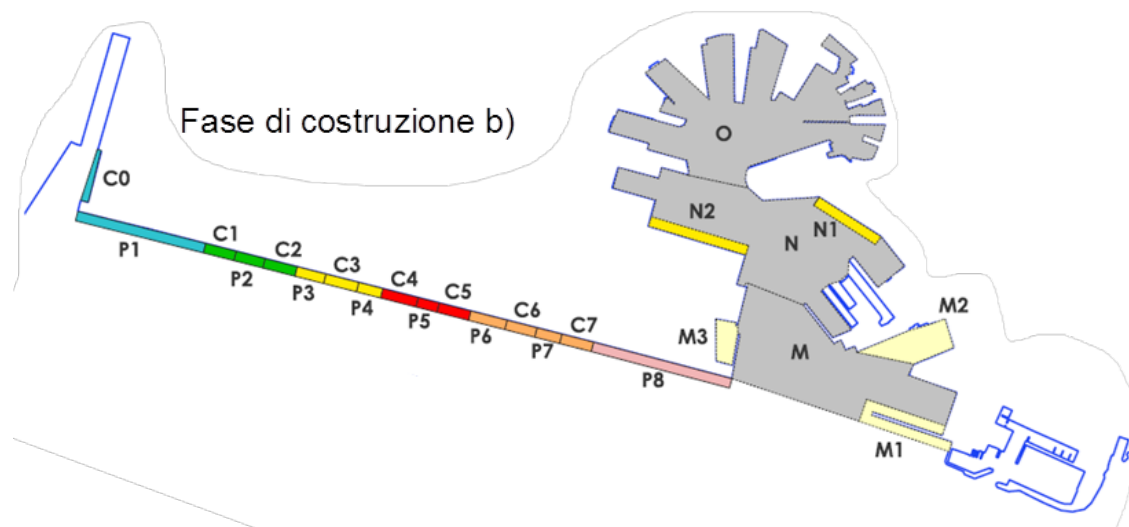
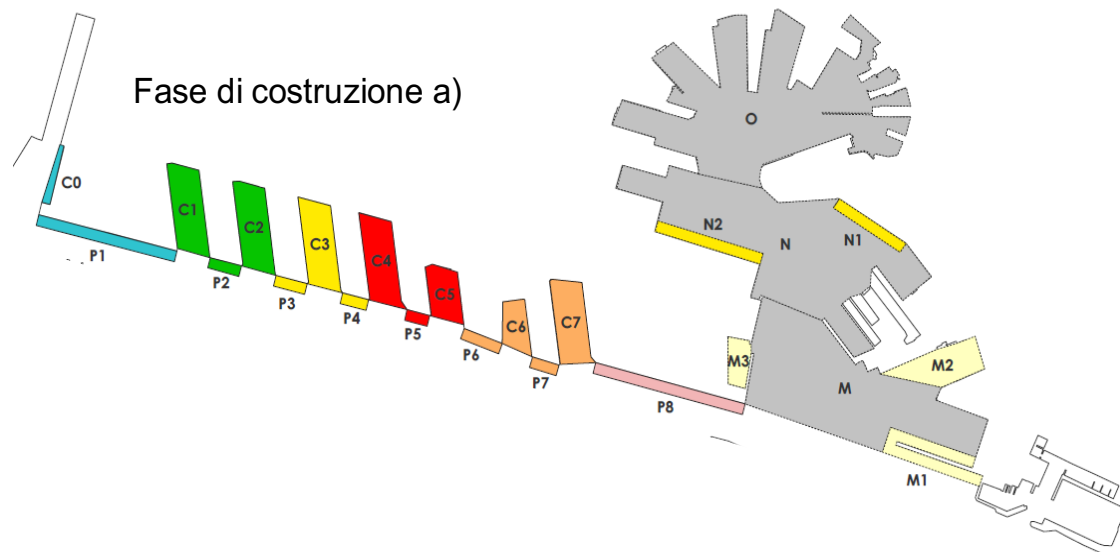


Criteri navigazionali di riferimento

- Larghezza imboccatura portuale (5 B) 310 m
- Larghezza canale di accesso (4-6,5 B) 250-400 m
- Spazio di arresto delle navi (5 L) 2.000 m
- Diametro del cerchio di evoluzione (2 L) 800 m

Si è dovuta allungare la diga foranea delle soluzioni 2 e 3 di circa 800 m per ridurre l'agitazione ondosa nel porto a valori accettabili

Downtime: altezza d'onda significativa di riferimento HQs

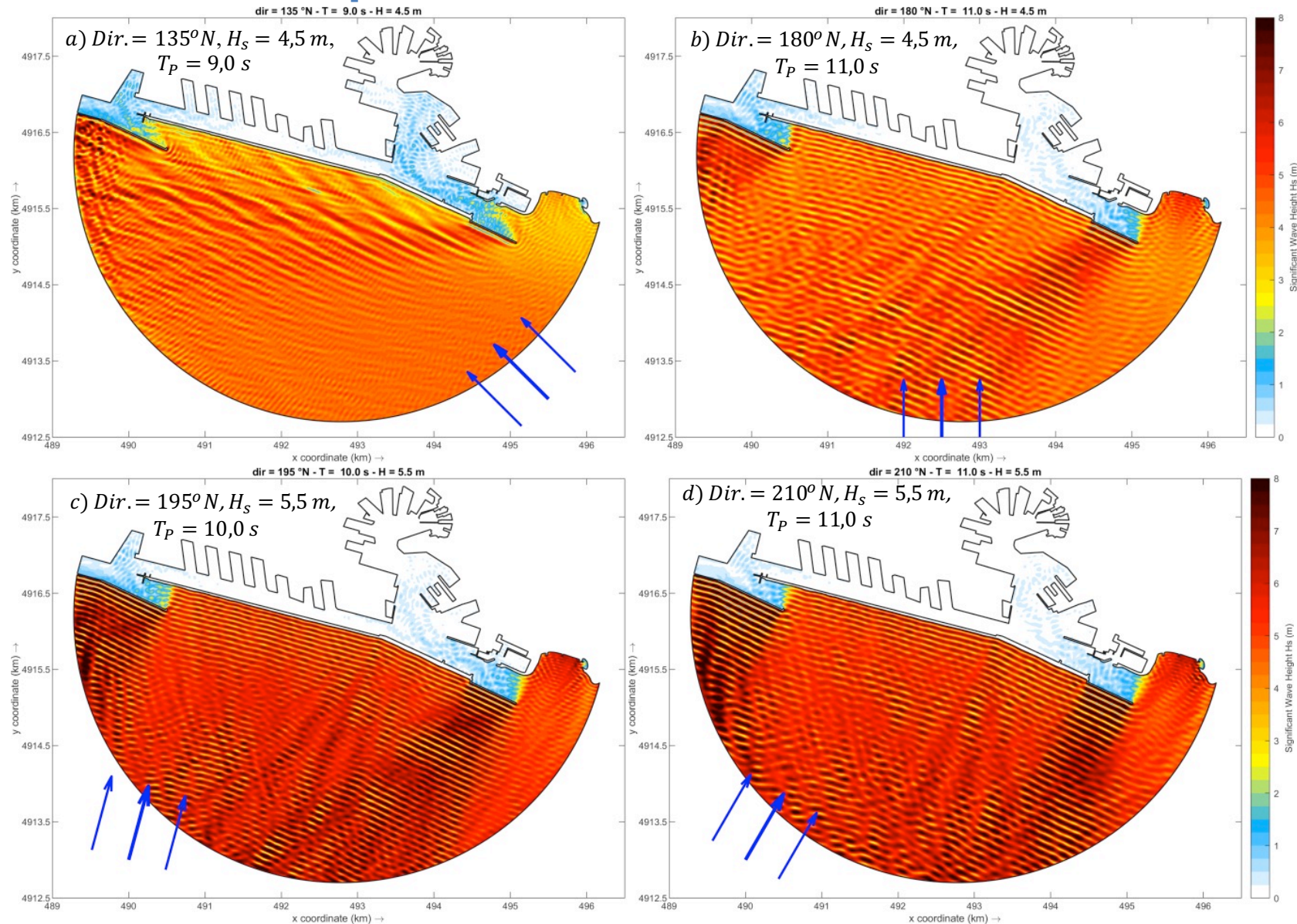


$$HQ_s = \overline{H_s} + \alpha \cdot \sigma(H_s)$$

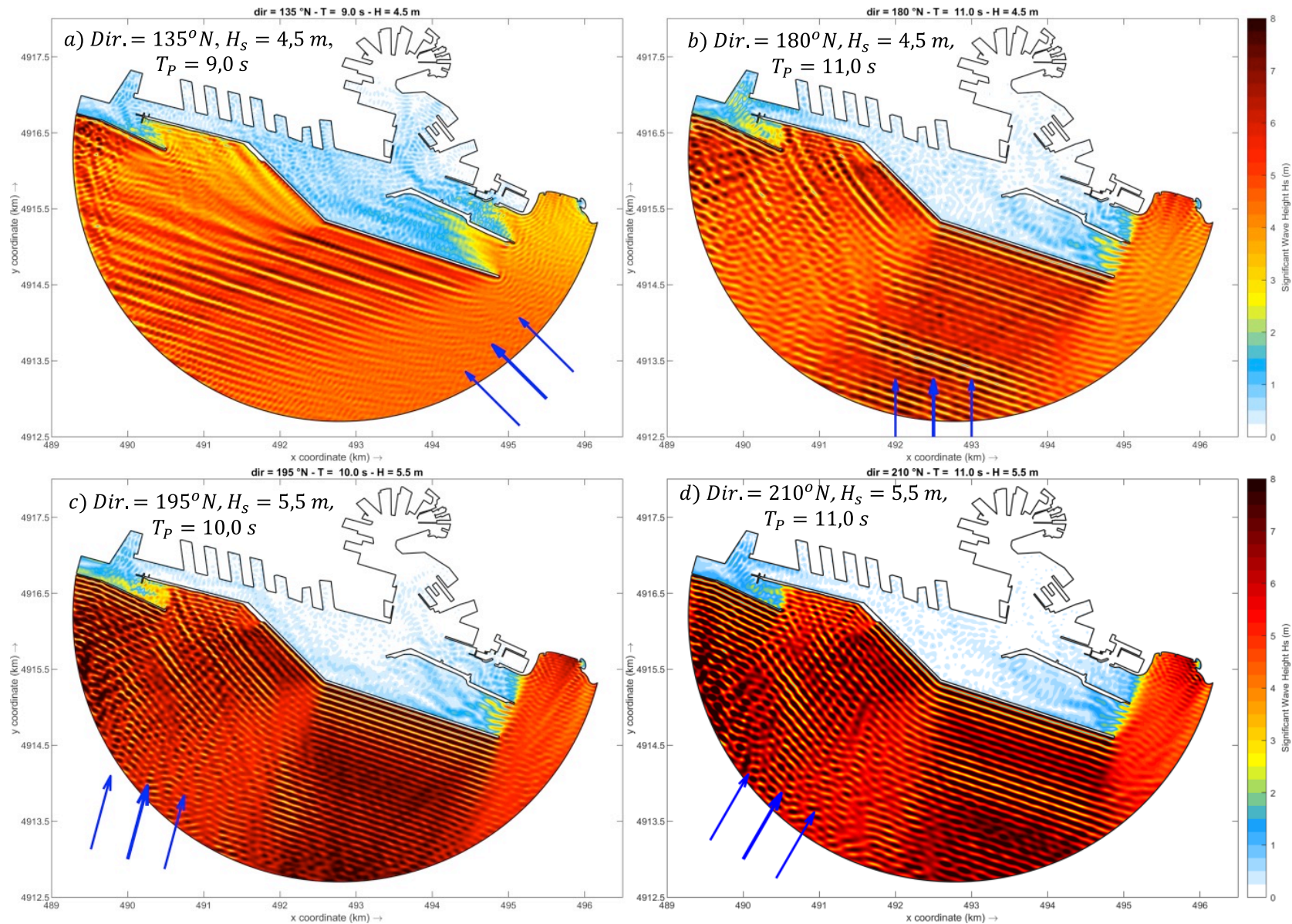
dove:

- $\overline{H_s}$ è l'altezza d'onda significativa media calcolata sull'area di riferimento;
- $\sigma(H_s)$ è la deviazione standard dei valori di H_s calcolati sull'area di riferimento;
- α è una costante calcolata per ogni area, tale che HQ_s venga superato solo dal 5% dei valori maggiori di H_s calcolati sull'area di riferimento.

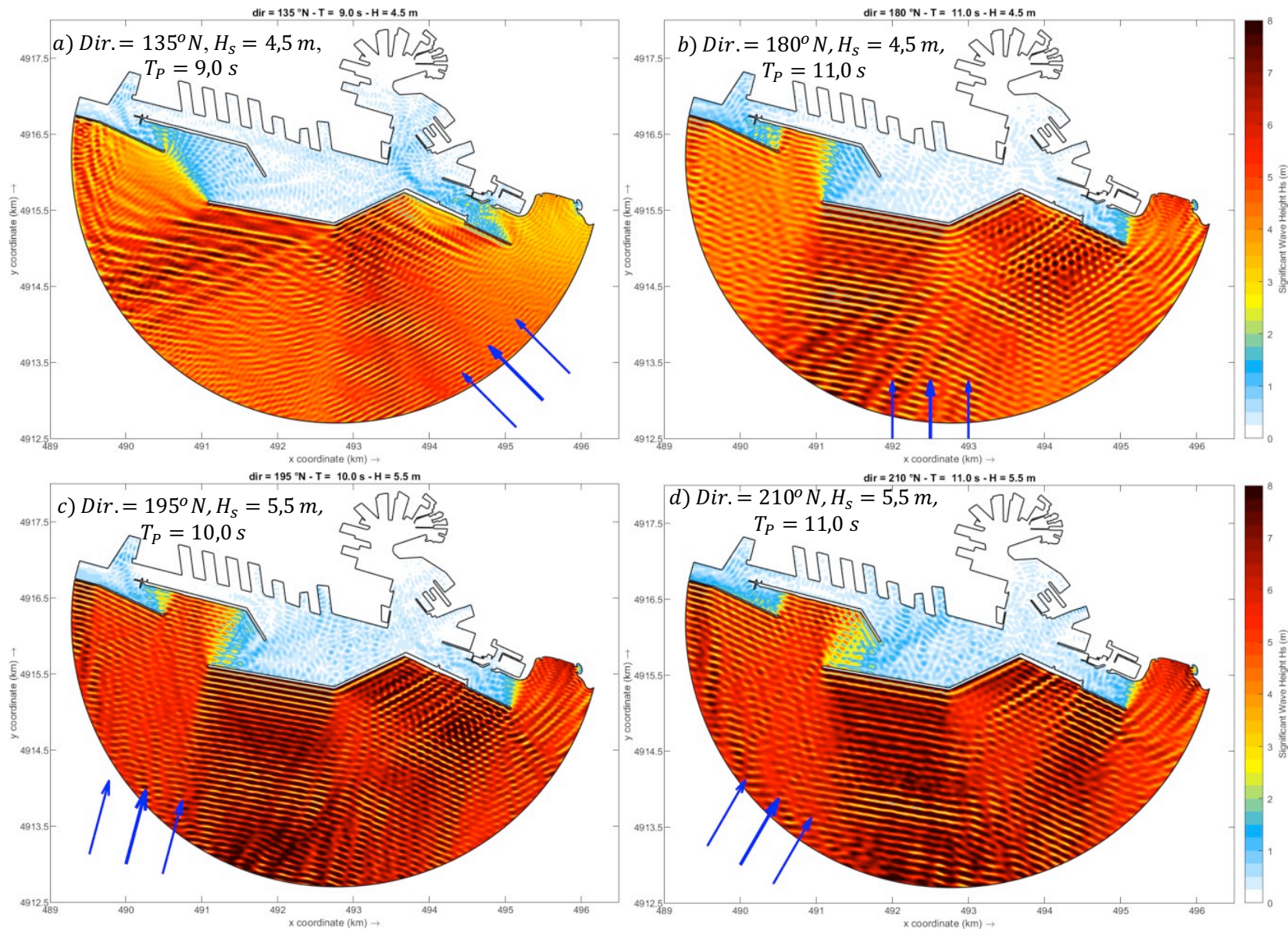
Simulazioni per vari attacchi ondosi – stato attuale



Simulazioni per vari attacchi ondosi – soluzione 3

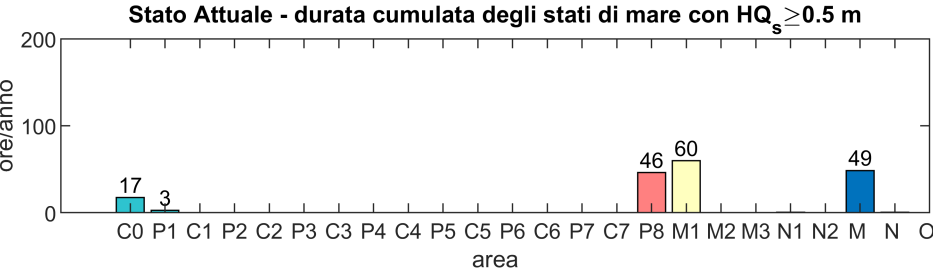
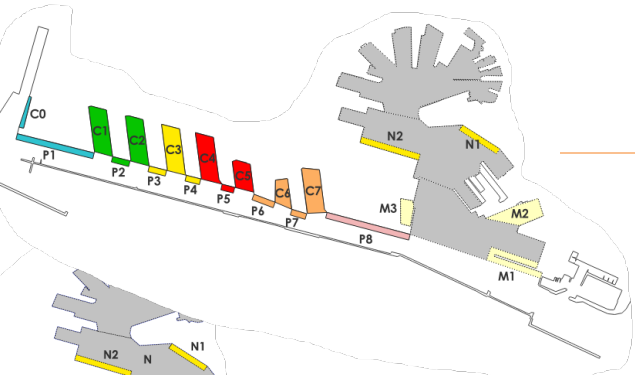


Simulazioni per vari attacchi ondosi – soluzione 4

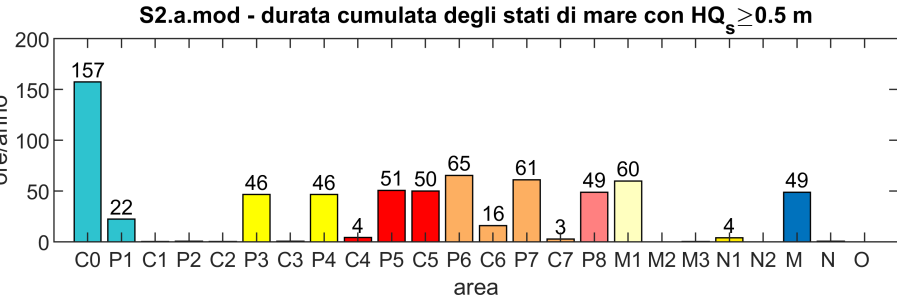
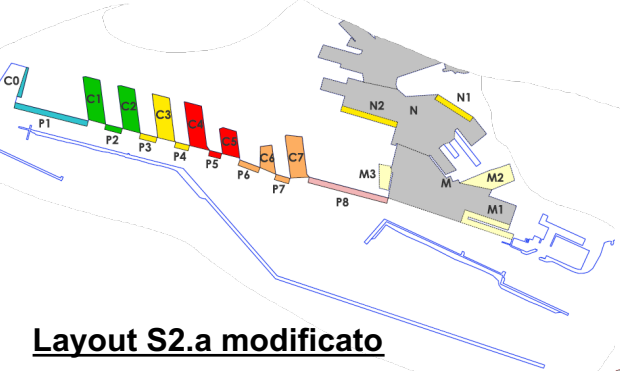


Operatività delle banchine – risultati per la fase a)

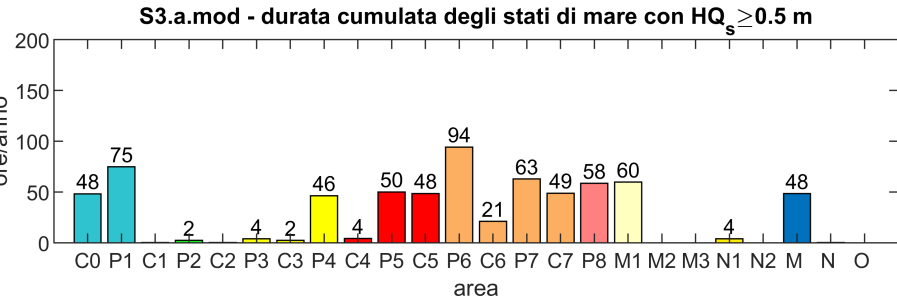
Stato Attuale



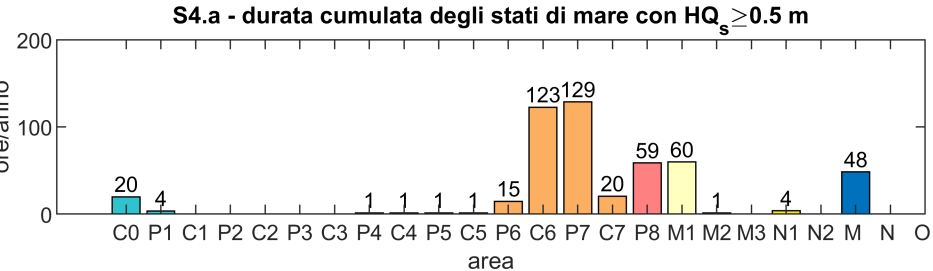
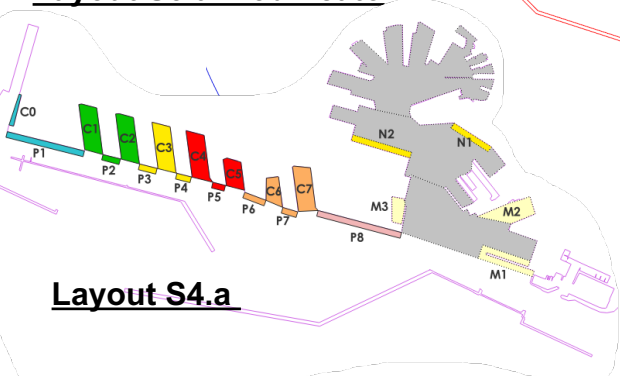
Layout S2.a modificato



Layout S3.a modificato

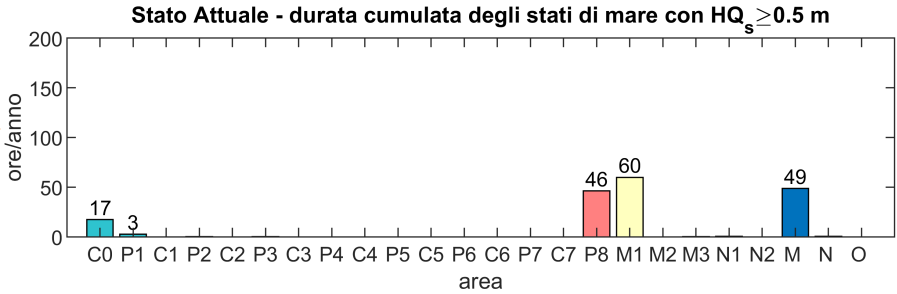
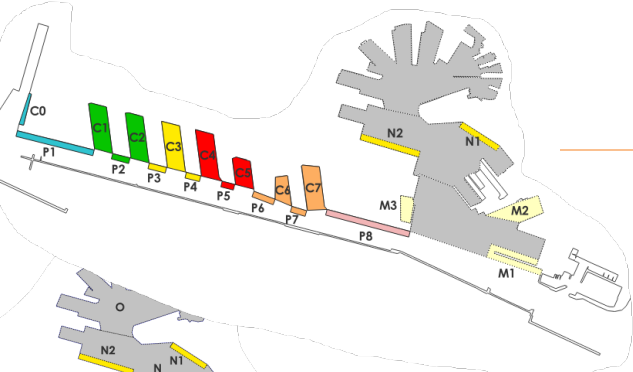


Layout S4.a

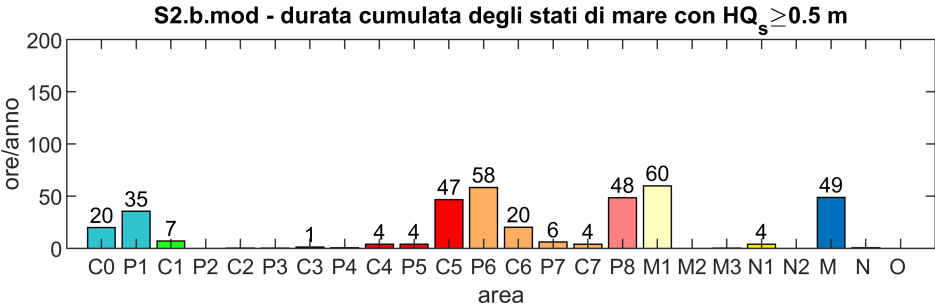
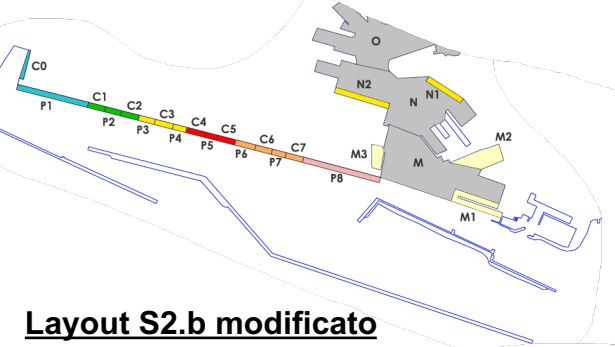


Operatività delle banchine – risultati per la fase b)

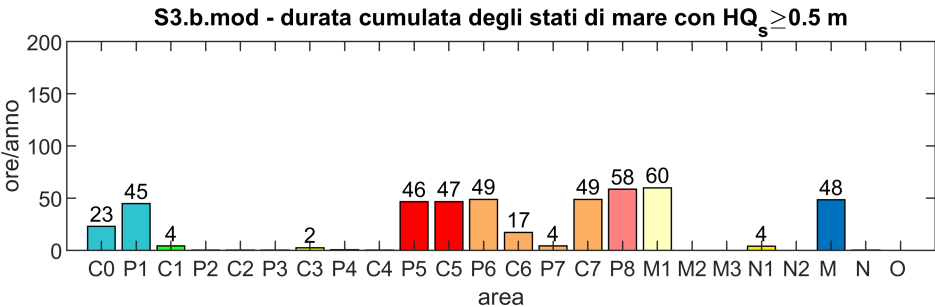
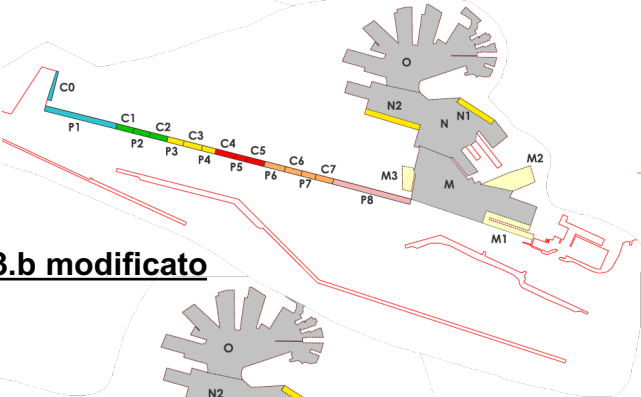
Stato Attuale



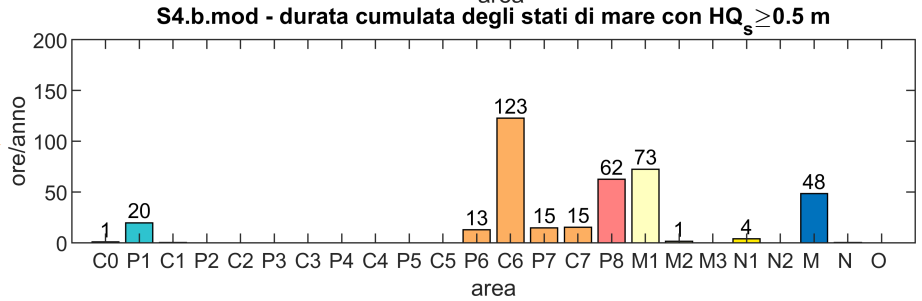
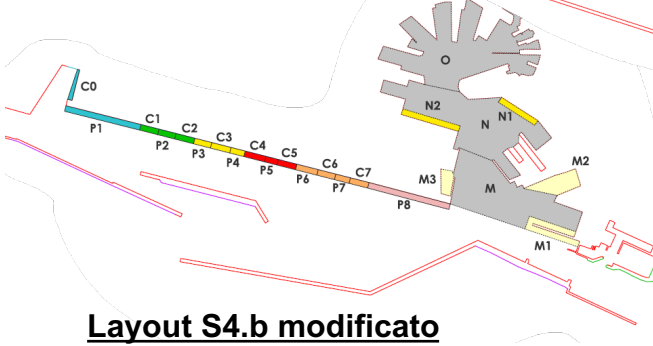
Layout S2.b modificato



Layout S3.b modificato



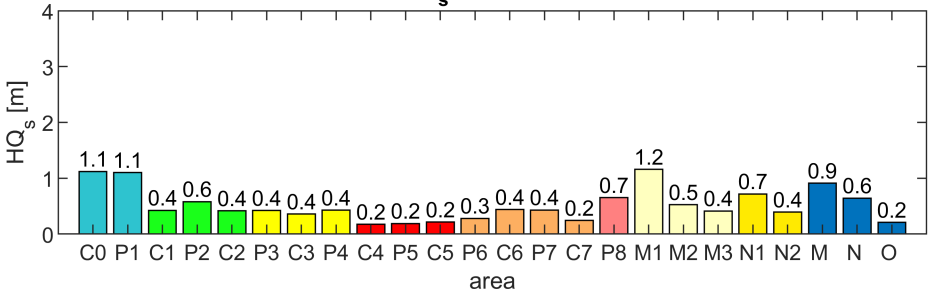
Layout S4.b modificato



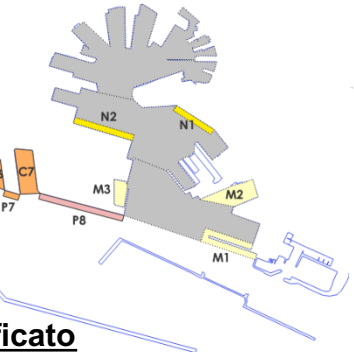
Stato Attuale



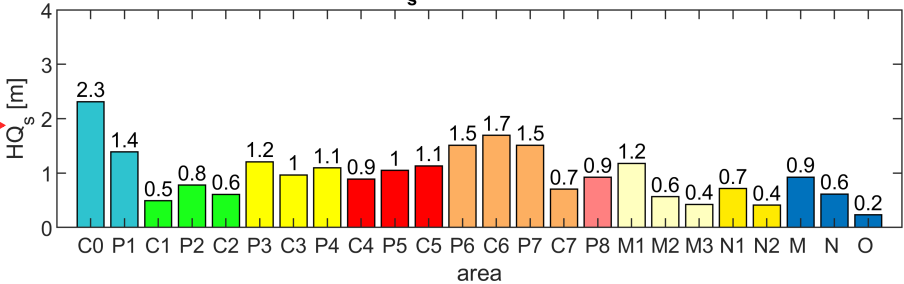
Stato Attuale - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con $Tr = 10$ anni



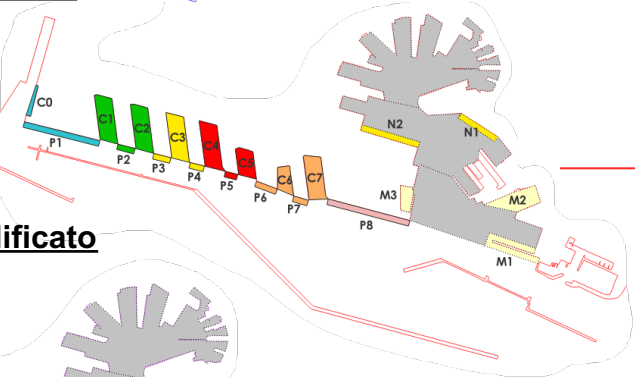
Layout S2.a modificato



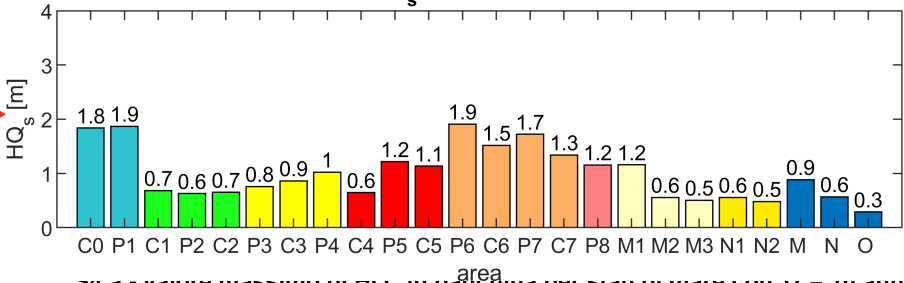
S2.a.mod - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con $Tr = 10$ anni



Layout S3.a modificato



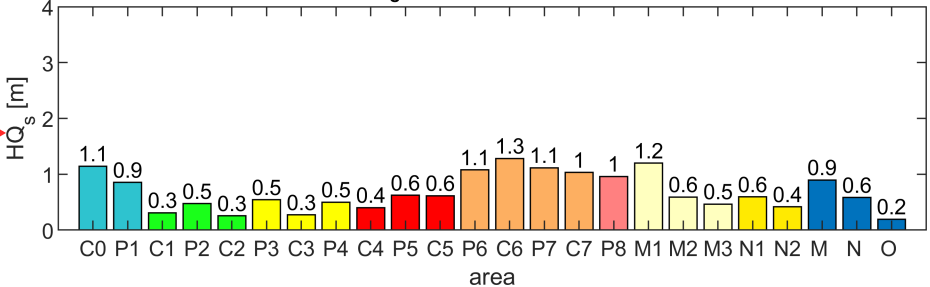
S3.a.mod - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con $Tr = 10$ anni



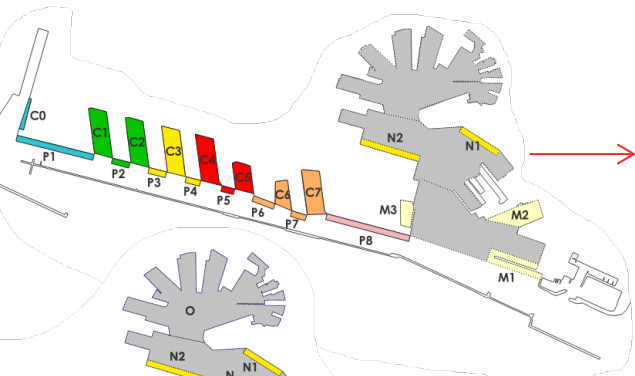
Layout S4.a



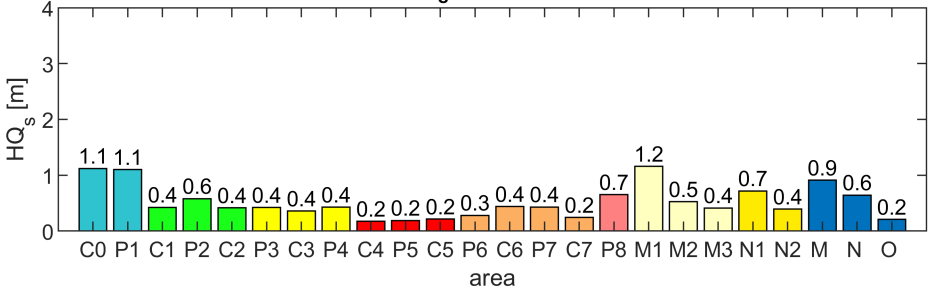
S4.a - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con $Tr = 10$ anni



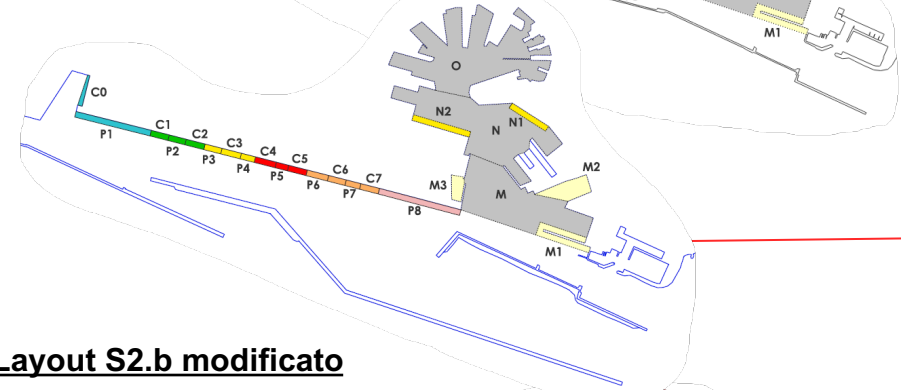
Stato Attuale



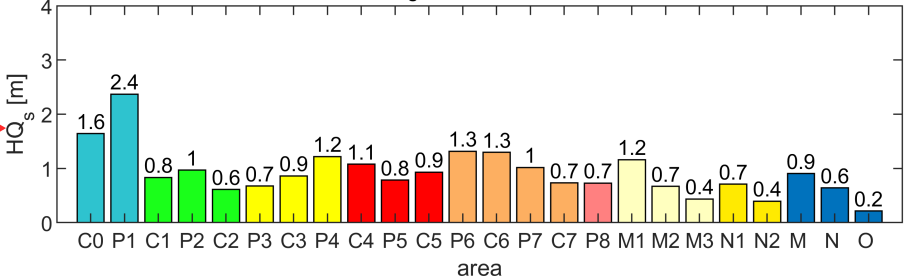
Stato Attuale - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con Tr = 10 anni



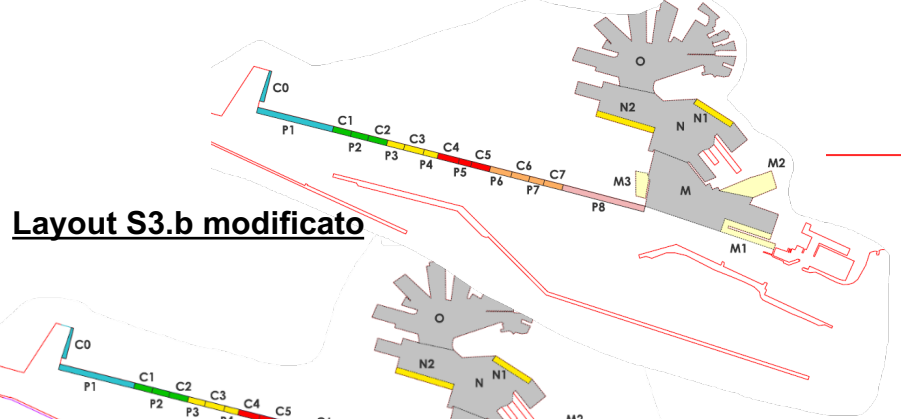
Layout S2.b modificato



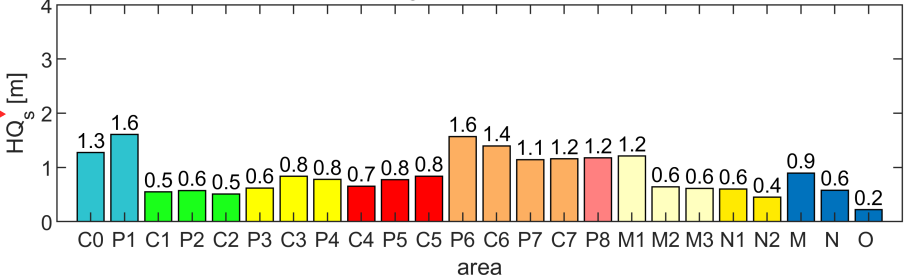
S2.b.mod - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con Tr = 10 anni



Layout S3.b modificato



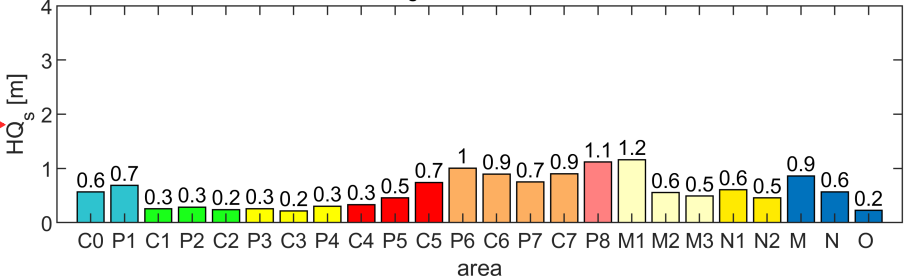
S3.b.mod - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con Tr = 10 anni



Layout S4.b modificato



S4.b.mod - valore massimo di HQ_s in banchina per stati di mare con Tr = 10 anni



Protezione dei terminali dalle onde per le tre soluzioni - Conclusioni

- Tutte le soluzioni consentono una **adeguata protezione dal moto ondoso** anche in relazione allo stato attuale.
- per tutte le soluzioni si è valutato ai fini dell'operatività ai terminali un '**downtime**' **non superiore a 150-200 ore all'anno** per un'altezza d'onda significativa limite in banchina di 0,5 m e per la sicurezza all'ormeggio un'altezza d'onda significativa inferiore a 2,5 m per un evento che si verifica mediamente una volta ogni 10 anni. Questi valori sono raccomandati nell'ambito della letteratura specialistica e dagli operatori portuali locali.
- tutte e tre le **soluzioni non determinano nel Porto Vecchio un aumento dell'agitazione ondosa** rispetto allo stato attuale.

Ing. Roberta Riva, HR Wallingford

2. ACCESSO IN SICUREZZA DELLE GRANDI NAVI AI TERMINALI PORTUALI

I partecipanti ai test di navigazione con il simulatore

Western Ligurian Sea Port Authority – Port of Genoa

■ Marco Vaccari	AdSPdMLO
■ Alberto Battaglini	Harbour Master Coast Guard
■ Valerio Berardi	Harbour Master Coast Guard
■ Danilo Fabricatore	Chief Pilot and Pilot Manager
■ Albert Sturlese	Tug Master
■ Paolo Oneto	Linesman.

Technital

■ Antonio Lizzadro	Project Manager
--------------------	-----------------

Modimar (remotely)

■ Paolo De Girolamo	Modimar – Project Manager
■ Marco Tartaglini	Modimar – CEO, Technical manager

HR Wallingford

■ Captain Ian Love	HR Wallingford Pilot
■ Roberta Riva	Project Engineer
■ Jonathan Woodhams	Principal Engineer
■ Jessica Carter	Simulator Operator
■ Giulia Sforzi	Principal Engineer
■ Dr Mark McBride	Task Manager.

Il simulatore inglese di navigazione *real time* di HR Wallingford



Navi portacontaineri prese in considerazione per le manovre

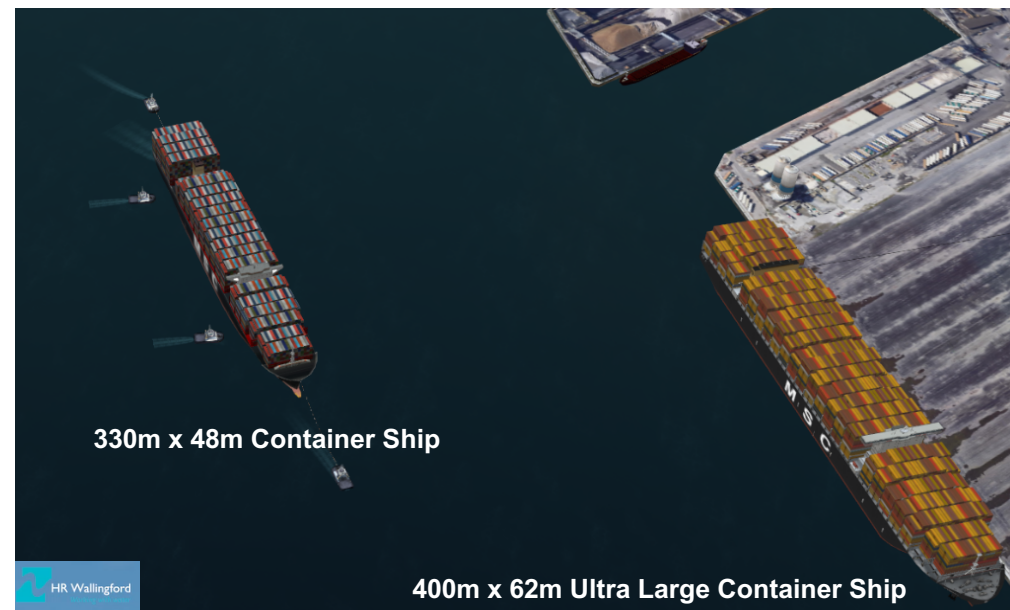
Nave da 400m x 62m Ultra Large Container Ship (ULCS - tipo "MSC MegaMax"):

- Lunghezza: 399,9 m
- Larghezza: 61,5m
- Pescaggio: 16,5m / 14,5m
- Dislocamento a pieno carico: 293.000t
- Capacità: 23.756 TEU
- Elica principale a passo fisso singola Motore MAN BW 11G95ME C9.5 ed elica di prua 6.000 kW (8.040 CV).



Nave da 330m x 48,2m Container Ship

- Lunghezza complessiva: 330m
- Larghezza: 48,2m
- Pescaggio: 13,5/11,0m
- Dislocamento a pieno carico: 143.000t
- Capacità: 9.400 TEU
- Elica principale a passo fisso singola Motore MAN BW 8G95ME C9.5 ed elica di prua 3.000 kW (4.020 CV).



Flotta di rimorchiatori utilizzati per le manovre variano da 70t a 80t ASD (disponibili nel porto di Genova rimorchiatori fino a 82 ton)

Piano di manovre di navigazione condotto con il simulatore

31 simulazioni di manovra per le 3 soluzioni d'intervento

1. Fase a) :

- Riferimento: **Calata Bettolo**
- Nave portacontaineri - lunghezza 400 m.

2. Fase a) :

- Riferimento: **Calata Massaua**
- Nave portacontaineri - lunghezza 330 m.

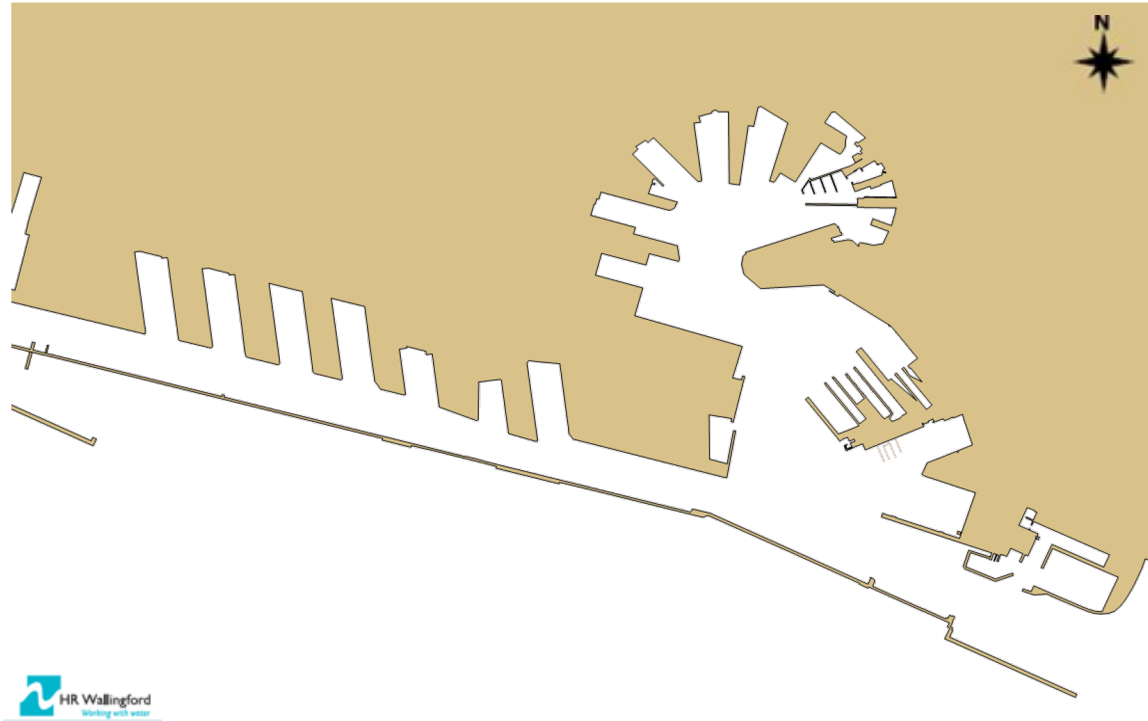
3. Fase b) :

- Riferimento: **Ponte Canepa**
- Nave portacontaineri - lunghezza 400 m.

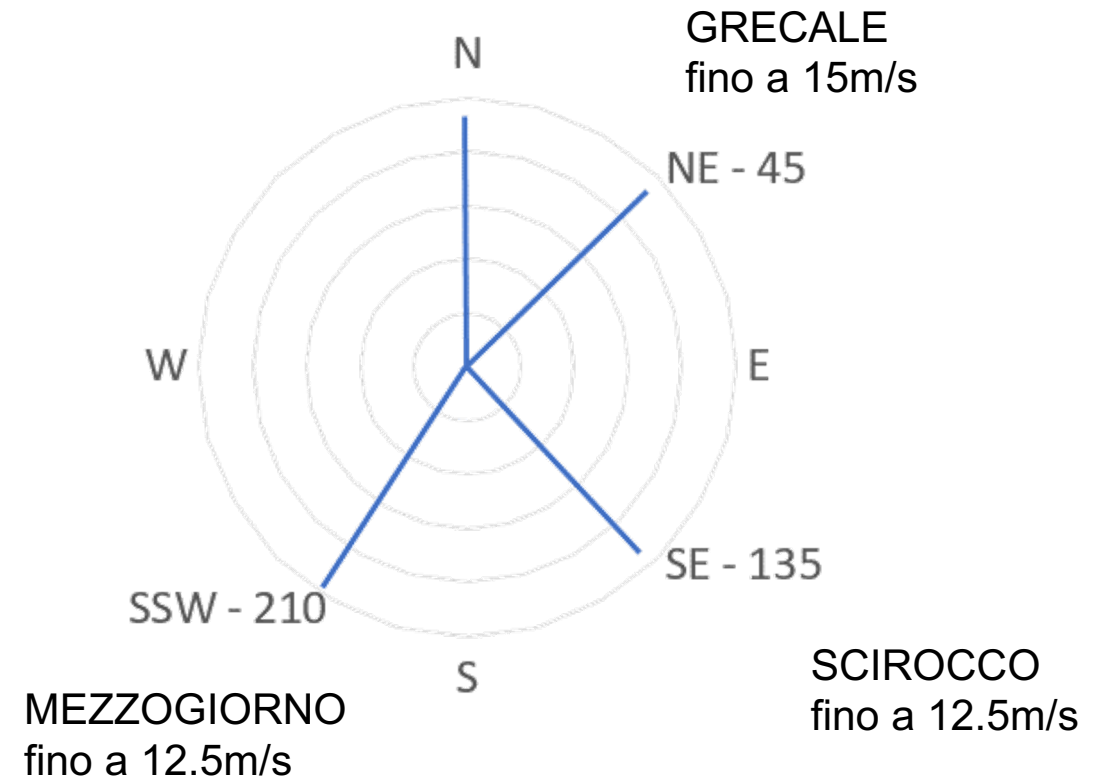


4. Fase a-b): manovre di emergenza: avaria del motore e utilizzo entrata esistente.

Condizioni meteomarine limite considerate per le manovre

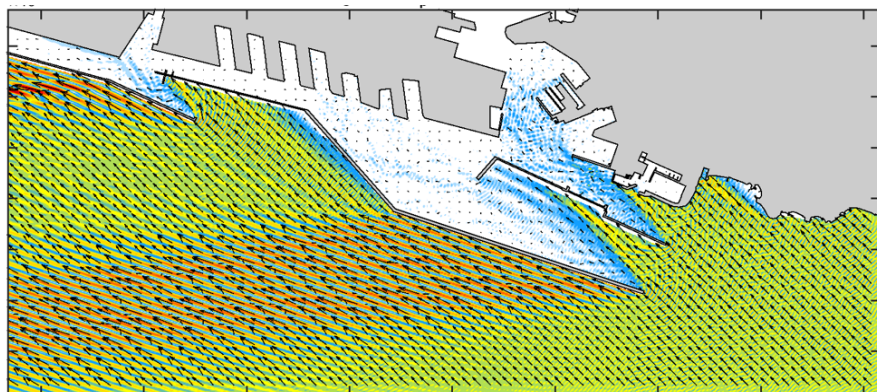


Direzioni di provenienza del vento

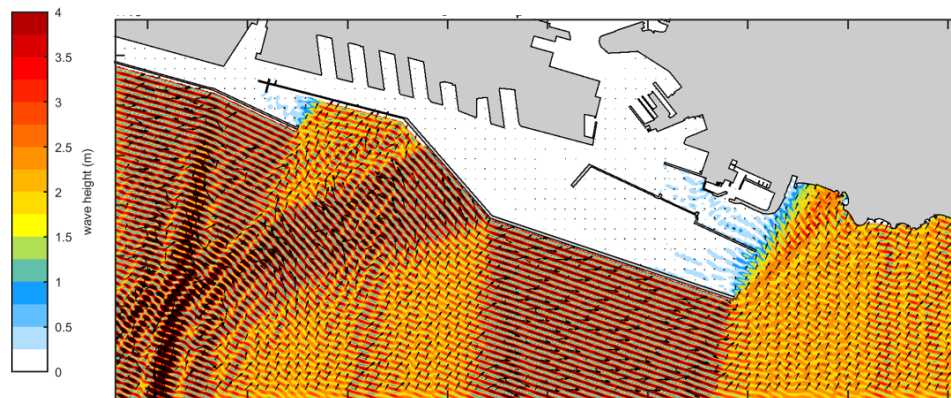


Moto ondoso e correnti per la soluzione 2

**Vento da scirocco
SE**

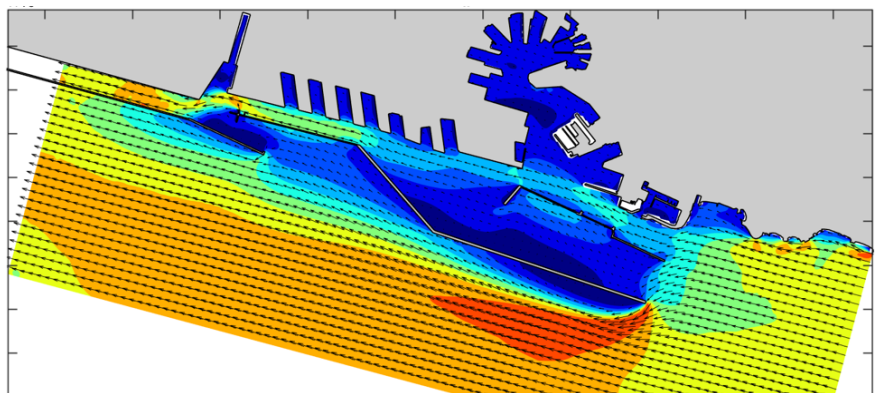


**Vento da mezzogiorno-libeccio
SSW**

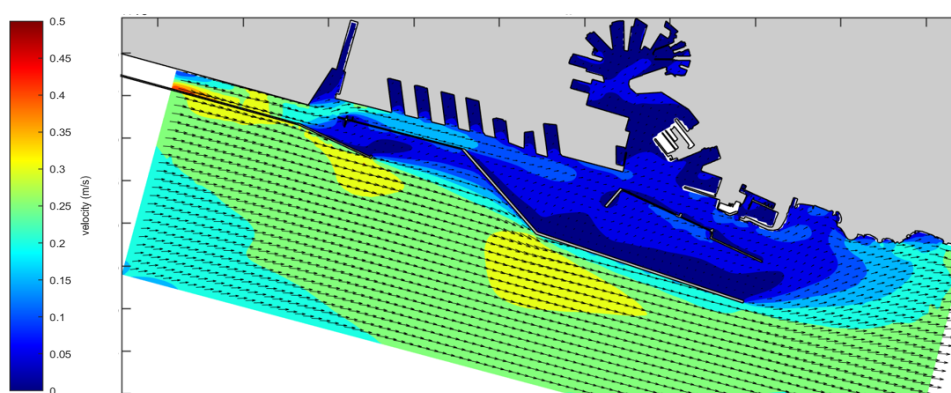


**Vento da nord-
grecale
N-NE**

Onde e correnti
trascurabili a causa
dell'orografia



Hs al largo 1,5 m da scirocco
Correnti generate con vento da 12,5 m/s da
scirocco e marea ordinaria

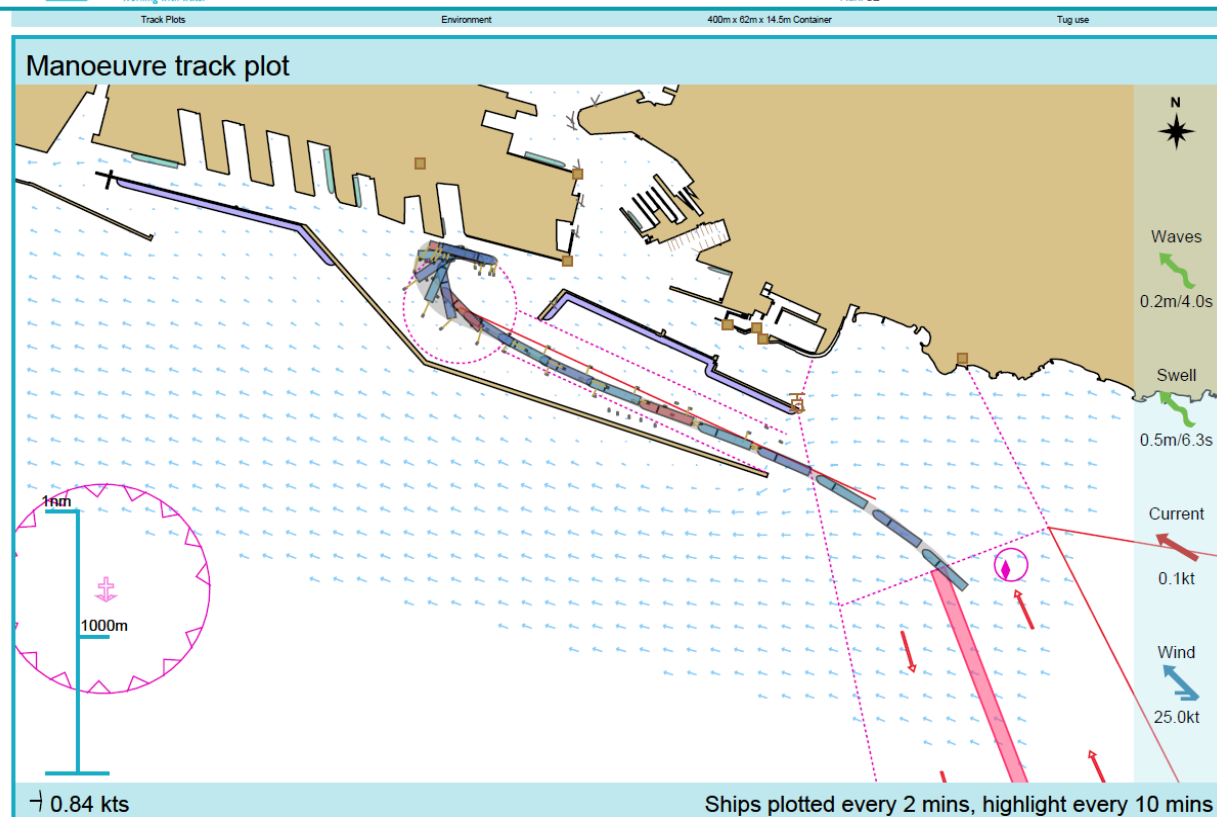


Hs al largo 2,5 m da mezzogiorno-libeccio
Correnti generate con vento da 12,5 m/s da
mezzogiorno-libeccio e marea ordinario

Fase a) Manovre di accesso e di arrivo a Calata Bettolo - soluzione 2 e 4



Project: Genoa
Session: Approved solutions September 2020
Configuration: Sol2_PhaseA_Condition_SE
Run: 02

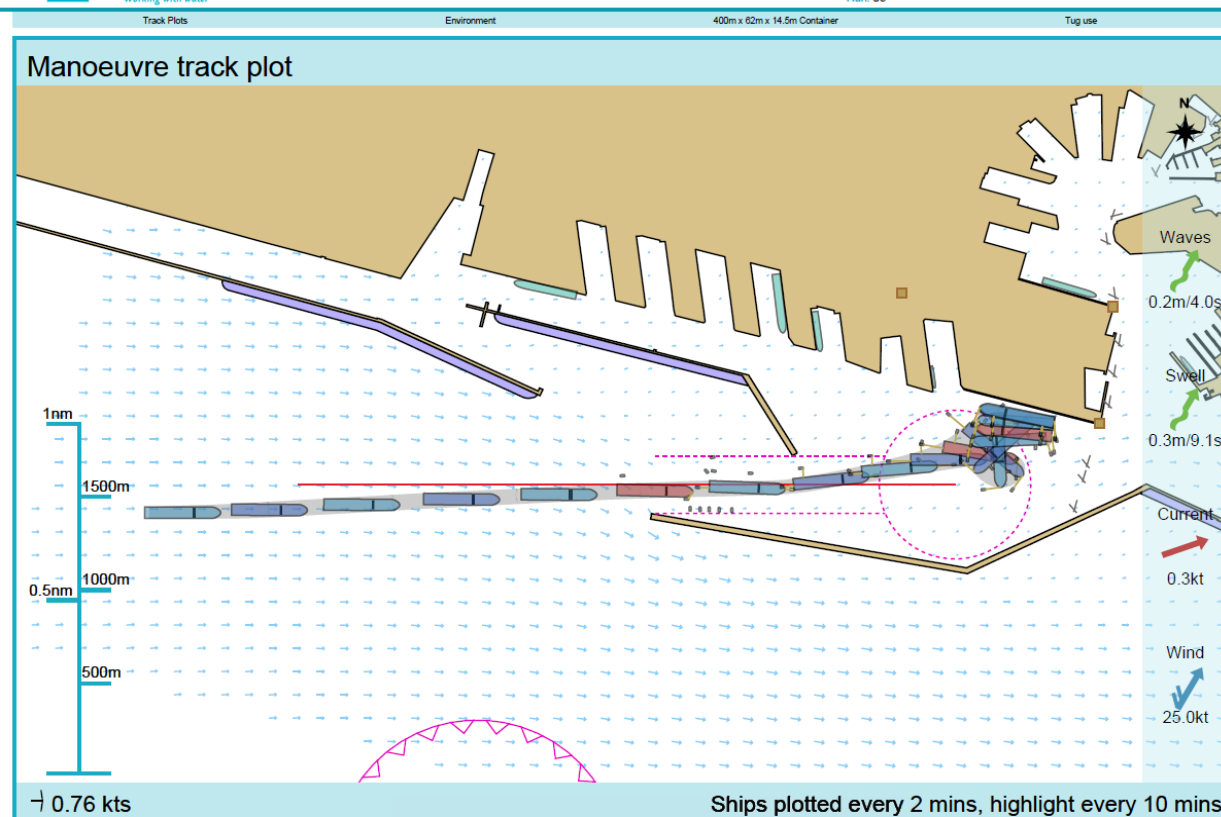


Pilot: DF
Manoeuvre: Arrival

Page: 1 / 7



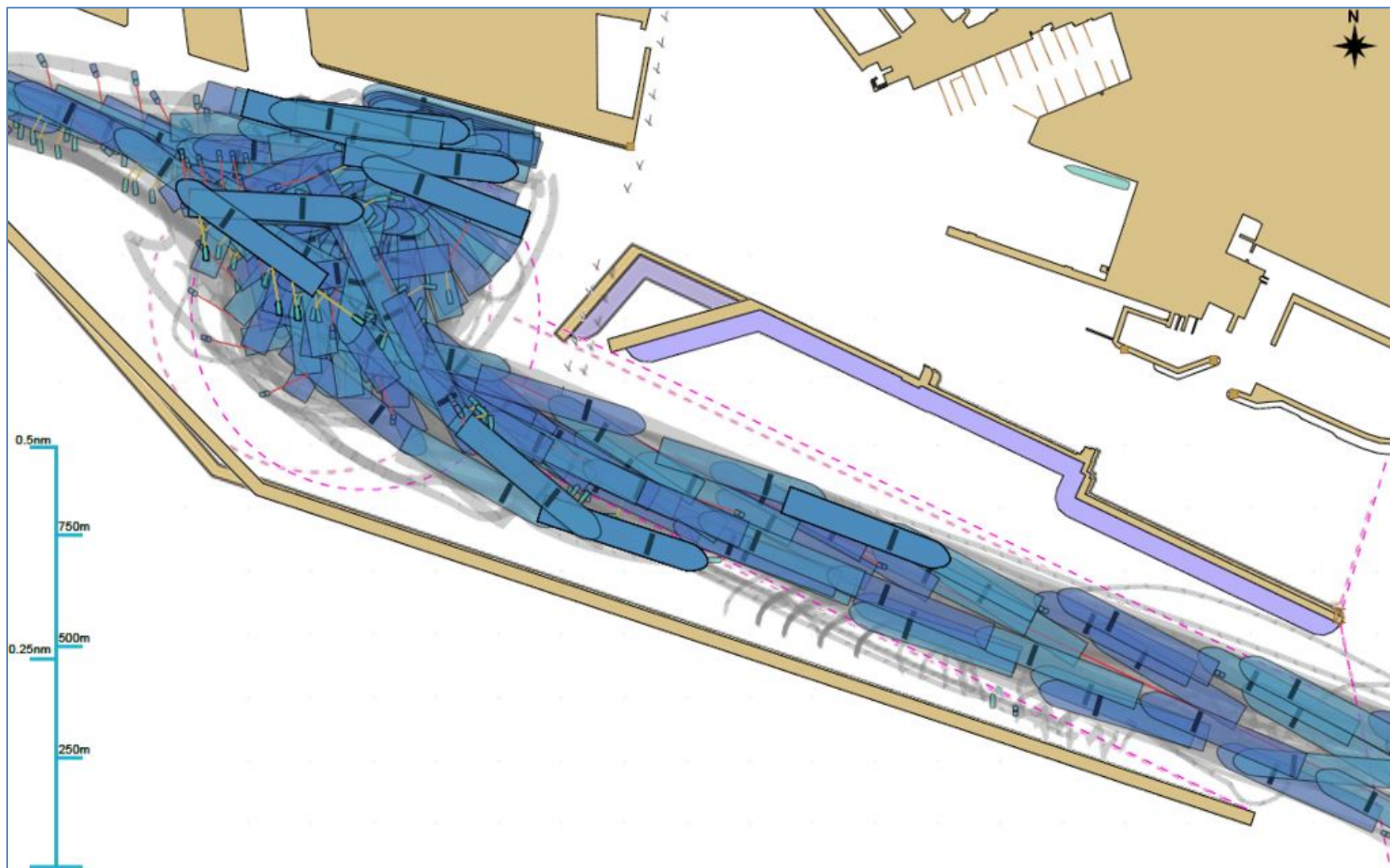
Project: Genoa
Session: Approved solutions September 2020
Configuration: Sol4_PhaseA_Condition_SSW
Run: 09



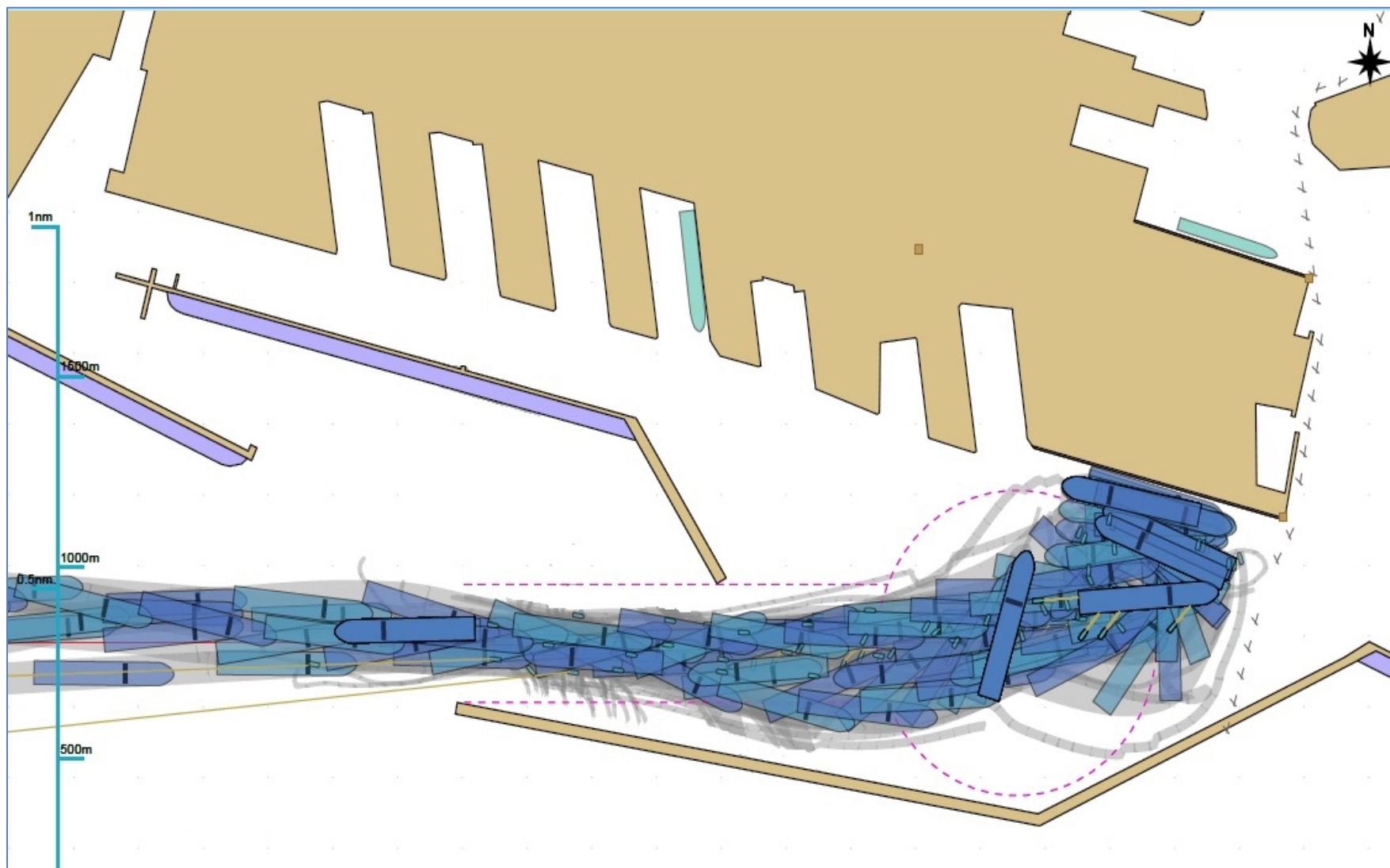
Pilot: DF
Manoeuvre: Arrival

Page: 1 / 7

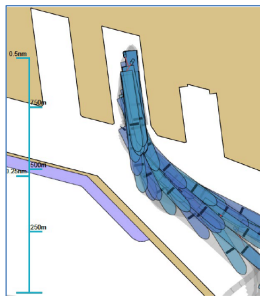
Fase a) Soluzione 2 e 3 – inviluppo manovre



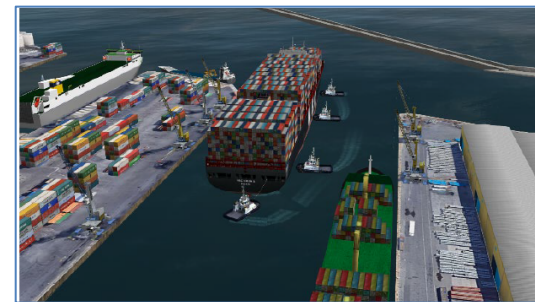
Fase a) Soluzione 4 – involucro manovre



Fase a) Manovre di accesso e di arrivo a Calata Massaua - soluzione 3 e 4



Project: Genoa
Session: Approved solutions September 2020
Configuration: Sol3_PhaseA_Condition_SE
Run: 14



Project: Genoa
Session: Approved solutions September 2020
Configuration: Sol4_PhaseA_Condition_SSW
Run: 17



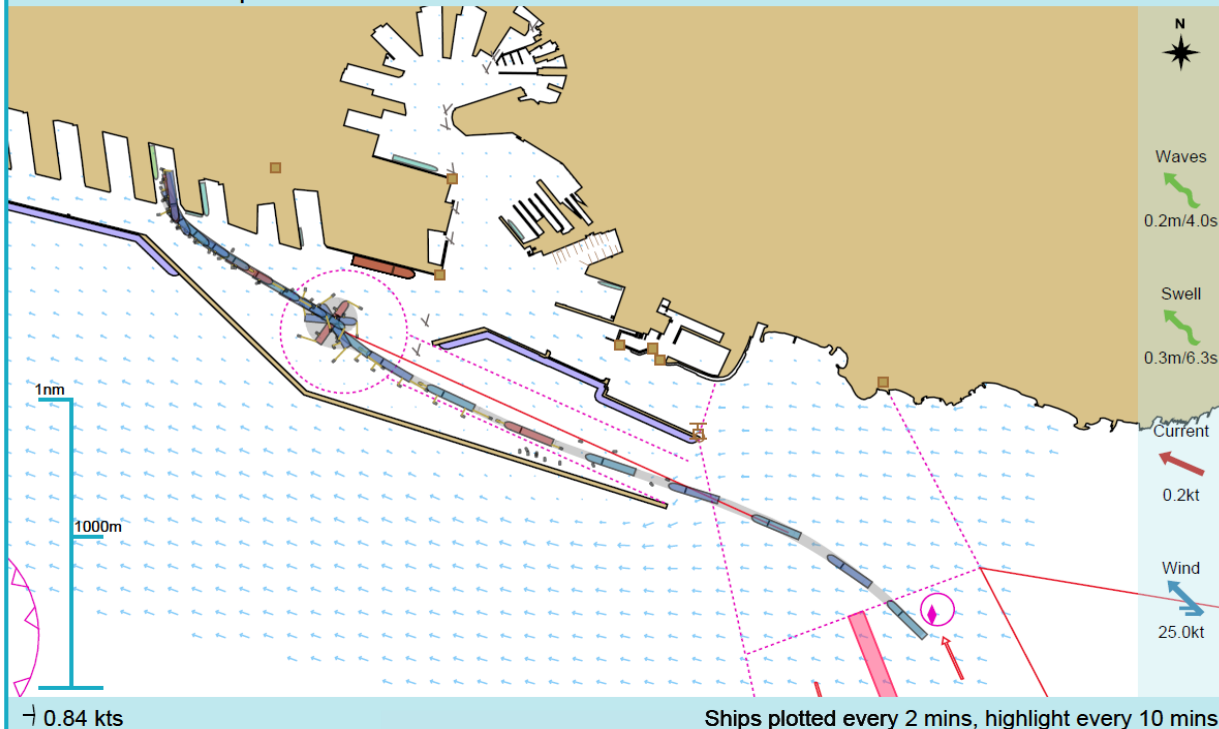
Track Plots

Environment

330m x 48m x 11m Container

Tug use

Manoeuvre track plot



Pilot: DF
Manoeuvre: Arrival

Page: 1/7



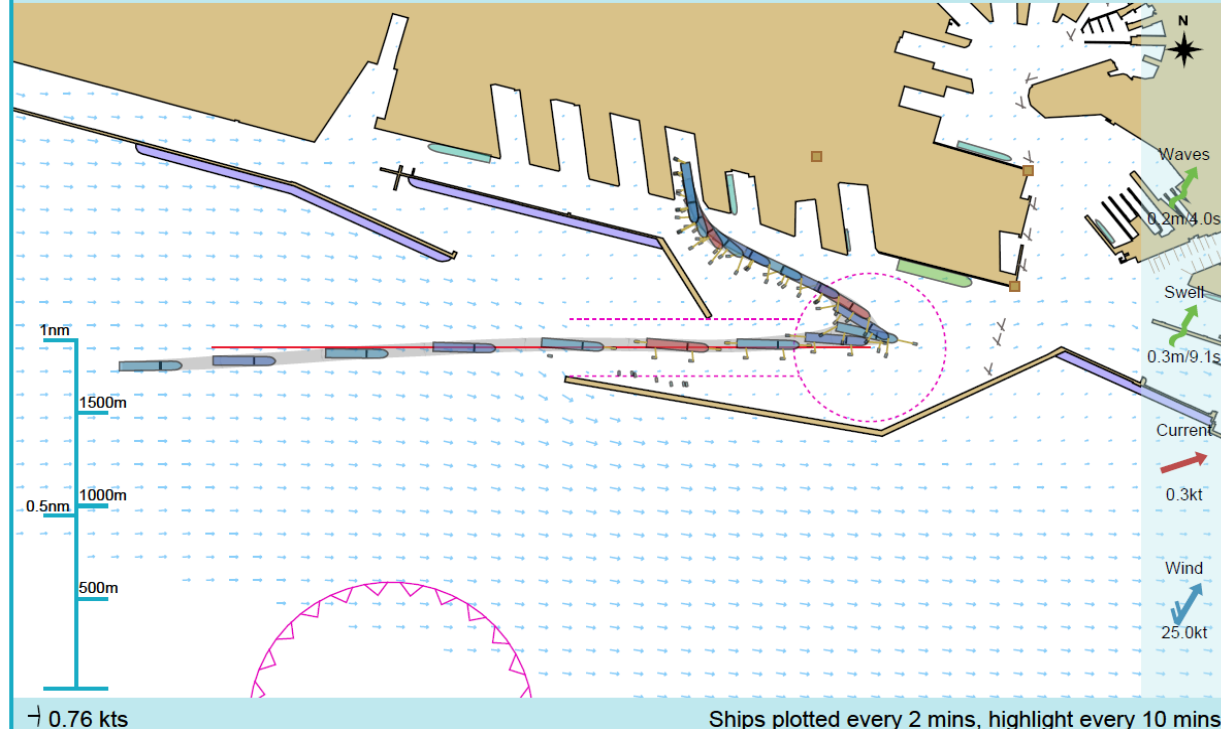
Track Plots

Environment

330m x 48m x 11m Container

Tug use

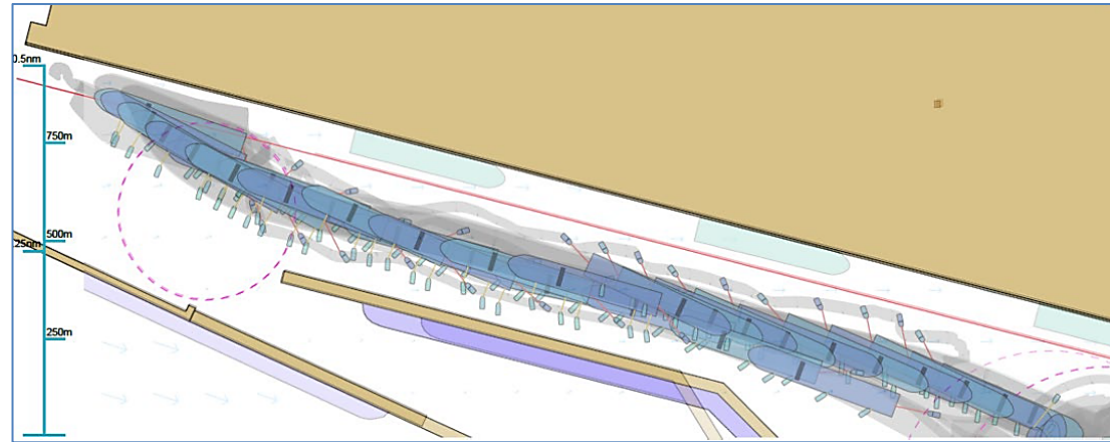
Manoeuvre track plot



Pilot: DF
Manoeuvre: Arrival

Page: 1/7

Fase b) Manovre di partenza da Ponte Canepa con uscita dal porto - soluzione 3 e 4



Risultati dei test di navigazione e conclusioni per le tre soluzioni

➤ 3 SOLUZIONI SICURE

La **Capitaneria di porto e i servizi nautici del Porto di Genova** hanno espresso preferenza per la **soluzione 3**

- Dimensione canale accesso

 - canale di accesso soluzione 3: 2800 m

 - canale di accesso soluzione 4: 2000 m

- Maggiore versatilità di gestione dell'accesso alle aree portuali e delle manovre di emergenza

➤ RIMORCHIATORI UTILIZZATI NELLA SIMULAZIONE

Navi portacontaineri ULCS

5 Azimut Stern Driver (**ASD**) da **80 t** (o di simile caratteristiche di potenza e manovrabilità)

Navi portacontaineri da 330m x 48m

4 Azimut Stern Driver (**ASD**) da **70 t** (o di simili caratteristiche di potenza e manovrabilità)

➤ CALATA MASSAUA

In sicurezza

senza navi ormeggiate su Ponte Eritrea

Conclusioni sull'accesso delle grandi navi ai terminali portuali

➤ FASE B

Condizioni di vento fino a 25 nodi è possibile manovrare in sicurezza in presenza di navi ormeggiate

In una fase di progettazione definitiva, approfondimento degli effetti idrodinamici sulle navi ormeggiate

➤ IMBARCO PILOTA

L'imbarco del pilota deve essere ripensato per le nuove navi e specialmente per la soluzione 4 con accesso a ponente

In base alle osservazioni dai servizi nautici del porto, si prevedono costi aggiuntivi di pilotaggio per la Soluzione 4 per mantenere l'imbarco da levante.



Grazie per l'attenzione