

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

CUP C39B18000060006

CIG 7690329440

RIF. PERIZIA

P.3062

TITOLO PROGETTO

NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

TITOLO ELABORATO:

STUDIO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NELL'AREA
PORTUALE

ELABORATO N°:

MI046R-PF-D-I-R-021-01

NOME FILE:

MI046R-PF-D-I-R-021-01.docx

DATA	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
4/6/2021	M.Del Bianco	P.De Girolamo	A.Lizzadro
REVISIONE	N°	DATA	DESCRIZIONE
	00	30/4/2021	EMISSIONE PER APPROVAZIONE
	01	4/6/2021	REVISIONE A SEGUITO VERIFICA RINA CHECK

PROGETTISTI	PROGETTAZIONE
<p>Mandatario:  Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche Dott. Ing. Antonio Lizzadro</p> <p>   </p> <p>STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI  ALBERTO ALBERT INGEGNERE</p>	<p></p> <p>Dott. Ing. Antonio Lizzadro</p>

D.E.C.	VERIFICATO	VALIDATO R.U.P.	IL RESP. DELL'ATTUAZIONE
Ing. Francesca Arena	RINA CHECK	Ing. Marco Vaccari	Dott. Umberto Benezzoli
.....

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO DI SAMPIERDARENA

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ' TECNICA ED ECONOMICA

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

INDICE

1. PREMESSE	6
1.1. Introduzione	6
1.2. Obiettivi, percorso progettuale, metodologia di lavoro e sintesi dei risultati	6
1.2.1. Obiettivi	6
1.2.2. Sintesi del percorso progettuale che ha portato alla soluzione di progetto S3	9
1.2.3. Metodologia di lavoro	10
1.2.4. Sintesi dei risultati ottenuti e conclusioni	16
2. ANALISI DEL "DOWNTIME"	19
2.1. Moto ondoso	19
2.2. Metodologia di analisi	20
2.2.1. Criteri di riferimento per il "downtime"	20
2.2.2. Calcolo del "downtime"	22
3. ANALISI DELLE CONDIZIONI ESTREME	25
3.1. Moto ondoso	25
3.2. Metodologia di analisi	26
4. MODELLO NUMERICO UTILIZZATO	27
5. ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE	32
5.1. Analisi del "downtime"	34
5.2. Analisi delle condizioni estreme	38
6. ANALISI DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	40
6.1. Soluzione 3	40
6.1.1. Analisi del "downtime"	43
6.1.2. Analisi delle condizioni estreme	48
7. ANALISI COMPARATIVA TRA LA SOLUZIONE DI PROGETTO E LO STATO ATTUALE	49
7.1. Fase a)	49
7.2. Fase b)	51
8. ANALISI COMPARATIVA TRA LA SOLUZIONE DI PROGETTO PRELIMINARE E LA SOLUZIONE FINALE ADOTTATA DAL PFTE	54
9. CONCLUSIONI	60

ALLEGATO 1: Analisi del downtime nelle aree del bacino di Sampierdarena - Stato Attuale

ALLEGATO 2: Analisi del downtime nelle aree del bacino di Sampierdarena - Soluzione 3 fase realizzativa a)

ALLEGATO 3: Analisi del downtime nelle aree del bacino di Sampierdarena - Soluzione 3 fase realizzativa b)

ALLEGATO 4: Eventi estremi con tempo di ritorno 10 anni nelle aree del bacino di Sampierdarena – Stato Attuale

ALLEGATO 5: Eventi estremi con tempo di ritorno 10 anni nelle aree del bacino di Sampierdarena – Soluzione 3 fase realizzativa a)

ALLEGATO 6: Eventi estremi con tempo di ritorno 10 anni nelle aree del bacino di Sampierdarena – Soluzione 3 fase realizzativa b)

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1. Configurazione planimetrica della Soluzione 3 - Fase a) e Fase b).	8
Figura 2-1 - Direzioni di provenienza del moto ondoso a ridosso delle opere foranee per l'analisi del "downtime".	20
Figura 2-2 – Fase realizzativa a): Aree di riferimento per il calcolo del "downtime" delle banchine portuali.	22
Figura 2-3 - Fase realizzativa b): Aree di riferimento per il calcolo del "downtime" delle banchine portuali.	22
Figura 4-1 - Area simulata con il codice CGWAVE e relativa batimetria nella configurazione attuale.	28
Figura 4-2- Area simulata con il codice CGWAVE e relativa batimetria nella configurazione di progetto S3 (sinistra) costruttiva fase a) (destra) fase b).	30
Figura 5-1 - Inquadramento geografico del Porto di Genova.	32
Figura 5-2 Configurazione del porto di Genova dopo la seconda guerra mondiale prima della realizzazione della diga dell'aeroporto.	33
Figura 5-3 - Esposizione ondometrica del Porto di Genova a stati di mare con $H_s > 1,0$ m.	34
Figura 5-4 Stato attuale - coefficienti di riflessione delle opere portuali	35
Figura 5-5 – "downtime" delle banchine portuali per lo stato attuale (numero di ore medio all'anno di superamento della soglia H_s, lim): pannello A: $H_s, lim = 0,5$ m; pannello B: $H_s, lim = 1,0$ m.	35
Figura 5-6 – stato attuale frequenza di superamento dell'altezza d'onda significativa per l'area p8 – calata bettolo.	37
Figura 5-7 - Analisi del "downtime" per lo stato attuale: valori di H_s nel dominio di calcolo per le quattro condizioni di moto ondoso incidente riportate nei pannelli.	38
Figura 5-8 - Analisi delle onde estreme ($Tr=10$ anni) per lo stato attuale. massima H_{Q5} espressa in m per ogni banchina.	38
Figura 6-1 - Soluzione 3 Fase A (pannello superiore) e fase b (pannello inferiore) - coefficienti di riflessione delle opere portuali.	41
Figura 6-2 - Analisi del "downtime" per la Soluzione 3 in Fase a: valori di H_s nel dominio di calcolo per le quattro condizioni di moto ondoso incidente riportate nei pannelli.	42
Figura 6-3 - Analisi del "downtime" per la Soluzione 3 in Fase b: valori di H_s nel dominio di calcolo per le quattro condizioni di moto ondoso incidente riportate nei pannelli.	43
Figura 6-4 - "downtime" delle banchine portuali per la soluzione 3 in Fase A (numero di ore medio all'anno di superamento della soglia H_s, lim): pannello A: $H_s, lim = 0,5$ m; pannello B: $H_s, lim = 1,0$ m.	44
Figura 6-5 - "downtime" delle banchine portuali per la soluzione 3 in Fase b (numero di ore medio all'anno di superamento della soglia H_s, lim): pannello A: $H_s, lim = 0,5$ m; pannello B: $H_s, lim = 1,0$ m.	45
Figura 6-6-Soluzione di progetto S3. frequenza di superamento dell'altezza d'onda significativa per l'area di riferimento P8 - calata bettolo.	46

Figura 6-7 - Soluzione 3 – Fase A: “downtime” del canale di accesso (area A1) e del cerchio di evoluzione (area A2).	47
Figura 6-8 - Analisi delle onde estreme ($T_r=10$ anni) per la soluzione 3 in fase a) (pannello superiore) e in fase b) (pannello inferiore). massima H_{QS} espressa in m per ogni banchina.	48
Figura 7-1 - Fase a: operatività delle banchine portuali con $H_s, lim = 0,5 m$. Comparazione tra lo stato attuale e la Soluzione di progetto S3.	50
Figura 7-2 - Fase a: operatività delle banchine portuali con $H_s, lim = 1,0 m$. Comparazione tra lo stato attuale e la Soluzione di progetto S3.	50
Figura 7-3 - Fase a: sicurezza delle banchine con onde estreme. Comparazione tra lo stato attuale e la Soluzione di progetto S3.	51
Figura 7-4 - Fase B: operatività delle banchine portuali con $H_s, lim = 0,5 m$. Comparazione tra lo stato attuale e la Soluzione di progetto S3.	52
Figura 7-5 - Fase B: operatività delle banchine portuali con $H_s, lim = 1,0 m$. Comparazione tra lo stato attuale e la Soluzione di progetto S3.	52
Figura 7-6 - Fase b: sicurezza delle banchine con onde estreme. Comparazione tra lo stato attuale e la Soluzione di progetto S3.	53
Figura 8-1 – analisi comparativa del downtime. in alto stato di fatto, al centro soluzione 3 preliminare in fase a), in basso soluzione 3 finale in fase a) con canale di accesso $L=2725 m$.	57
Figura 8-2. analisi comparativa dei valori di altezza d’onda per un evento estremo con tempo di ritorno di 10 anni. in alto stato di fatto, al centro soluzione 3 preliminare in fase a), in basso soluzione 3 finale in fase a) con canale di accesso $L=2725 m$.	57
Figura 8-3- analisi comparativa del downtime. in alto stato di fatto, al centro soluzione 3 preliminare in fase b), in basso soluzione 3 finale in fase b) con canale di accesso $L=2725 m$.	58
Figura 8-4. analisi comparativa dei valori di altezza d’onda per un evento estremo con tempo di ritorno di 10 anni. in alto stato di fatto, al centro soluzione 3 preliminare in fase b), in basso soluzione 3 finale in fase b) con canale di accesso $L=2725 m$.	58
Figura 8-5 – Confronto tra il numero ore anno per cui H_s risulta superiore ai valori limite lungo il canale di accesso ($H_s > 2.0 m$) e nell’area di evoluzione ($H_s > 1.5 m$) per la soluzione s3 preliminare e la soluzione s3 finale con canale di accesso lungo 2725 m.	59
Figura 9-1 - Orientamento delle imboccature portuali e settore di provenienza del moto ondoso a largo del Porto con $H_s > 1,0 m$ per lo stato attuale e per la configurazione di progetto S3 in fase a) e in fase b).	61

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1 - a) Clima ondometrico incidente le opere foranee con $H_s > 1,0$ m; b) periodi del moto ondoso associati agli stati di mare con $H_s > 1,0$ m.	19
Tabella 3-1 Condizioni di moto ondoso incidenti con $T_r = 10$ anni prese in esame per simulare le condizioni di moto ondoso estreme.	25
Tabella 4-1. Lunghezza d'onda e numero di nodi per lunghezza d'onda utilizzati nel dominio di calcolo in funzione del periodo d'onda e della profondità.	29
Tabella 5-1- Stato Attuale. downtime per calata bettolo – area P8	37
Tabella 6-1. Soluzione di progetto S3 in fase a. Analisi del downtime con soglia $H_s, \lim \geq 0.5$ m. terminal calata bettolo – area P8.	46

1. PREMESSE

1.1. Introduzione

Il presente documento è stato redatto nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per la realizzazione della nuova diga foranea e riguarda lo studio dell'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale per la configurazione di progetto selezionata. Lo studio è stato eseguito dalla Modimar Sr.l. ed è stato curato dall'ing. Marco Del Bianco con il coordinamento tecnico-scientifico del Prof. Ing. Paolo De Girolamo e dell'Ing. Paolo Contini.

1.2. Obiettivi, percorso progettuale, metodologia di lavoro e sintesi dei risultati

1.2.1. Obiettivi

Il presente studio si è posto l'obiettivo di valutare le problematiche relative all'agitazione ondosa nel bacino portuale indotta dalle onde di breve periodo in relazione alla nuova configurazione portuale prevista per la realizzazione della nuova diga foranea del Porto di Genova che è stata scelta a valle dell'analisi tra le soluzioni alternative.

La conformazione planimetrica delle nuove opere foranee del Porto di Genova scelta, denominata Soluzione 3, è riportata in Figura 1-1, dove sono distinte le due fasi costruttive a) e b) indicate in seguito anche come S3.a e S3.b.

La Soluzione 3 è contraddistinta dai seguenti elementi distintivi fondamentali:

- una nuova diga foranea con imboccatura orientata a Levante lungo la direzione 115°N che risulta parallela rispetto a quella della attuale imboccatura portuale che viene conservata;
- un canale di accesso rettilineo, protetto dalla nuova diga foranea, che presenta una lunghezza di 2.725 km e una larghezza di 310 m; al termine del canale è posizionato il cerchio di evoluzione di diametro pari a 800 m con centro posizionato lungo l'asse del canale di accesso;
- un passaggio largo circa 400 m che mette in comunicazione il nuovo bacino portuale creato dalla nuova diga, con il porto antico.

La soluzione di progetto S3 conserva, oltre all'imboccatura attuale orientata verso Levante anche l'imboccatura di Ponente posta in prossimità della foce del Polcevera, la quale comunque non è destinata all'ingresso del naviglio maggiore a causa della tortuosità della rotta per l'accesso ai terminali di Sampierdarena.

Per quanto riguarda l'orientamento della nuova imboccatura di Levante, si è valutata la possibilità di orientarla maggiormente verso il largo al fine di rendere divergenti le due

rotte di accesso all'esterno del porto per ridurre l'interferenza reciproca. Tuttavia ciò non è risultato possibile perché avrebbe aumentato eccessivamente la penetrazione del moto ondoso nel porto. Pertanto si è optato per una soluzione di compromesso rendendo le due rotte tra di loro parallele.

L'interferenza tra le due rotte di accesso sarà adeguatamente regolamentata dall'Autorità Marittima per ridurre il rischio di collisione tra le navi.

Come evidenziato in seguito, l'apertura di una nuova imboccatura portuale determina inevitabilmente e comunque per definizione un maggior ingresso del moto ondoso nel bacino portuale rispetto alla situazione attuale. Con riferimento al clima del moto ondoso all'esterno del porto di Genova, la nuova imboccatura aperta a Levante comporta, in misura comunque compatibile con gli standard di operatività e sicurezza, la penetrazione degli stati di mare provenienti da Scirocco e Levante.

La valutazione dell'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale per la soluzione di progetto S3 è stata eseguita prendendo in esame:

- (i) i tempi medi annuali di non operatività ("downtime") delle banchine portuali;
- (ii) le condizioni di moto ondoso estreme che si determinano lungo le banchine portuali con stati di mare incidenti caratterizzati da un tempo di ritorno $T_r=10$ anni.

Le stesse valutazioni sono state eseguite per la situazione attuale allo scopo di verificare rispetto a quest'ultima le variazioni in termini di agitazione ondosa residua apportate dalle nuove opere foranee.

Come criteri di riferimento si è valutato ai fini dell'operatività dei terminali un 'downtime' non superiore a 150-200 ore all'anno per un'altezza d'onda limite in banchina di 0,5 m. Questi valori sono raccomandati nell'ambito della letteratura specialistica e dagli operatori portuali.

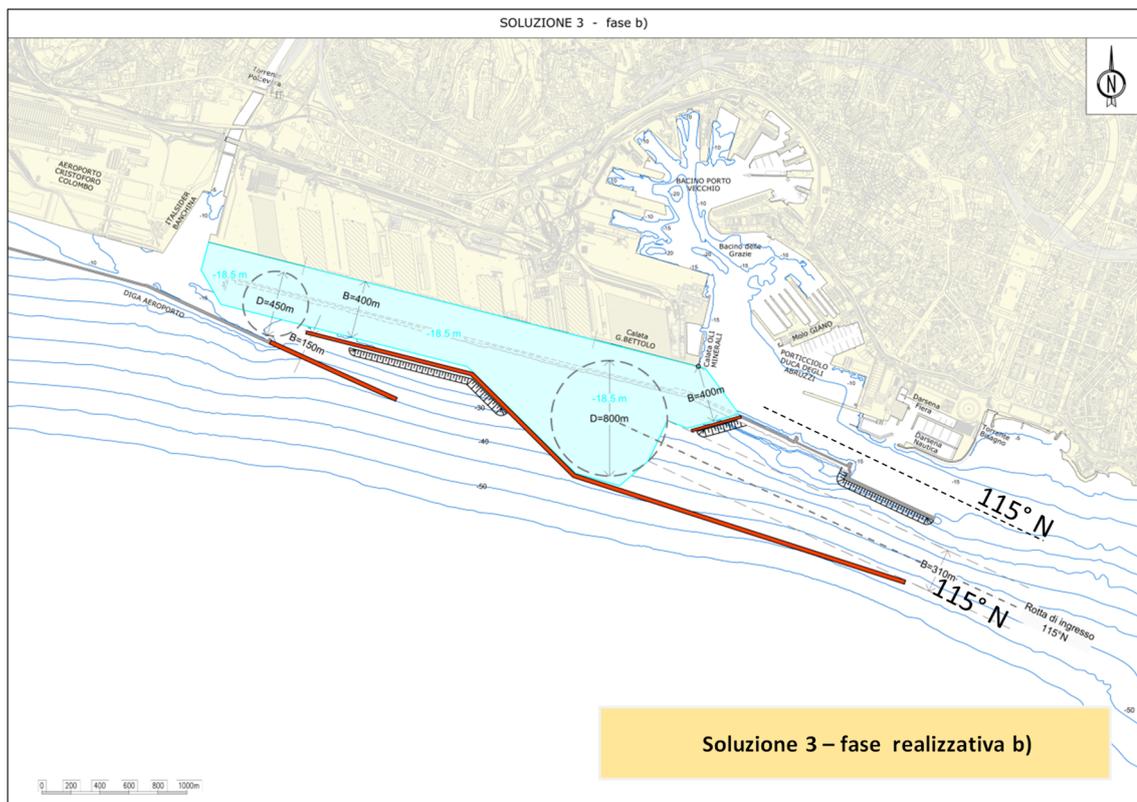
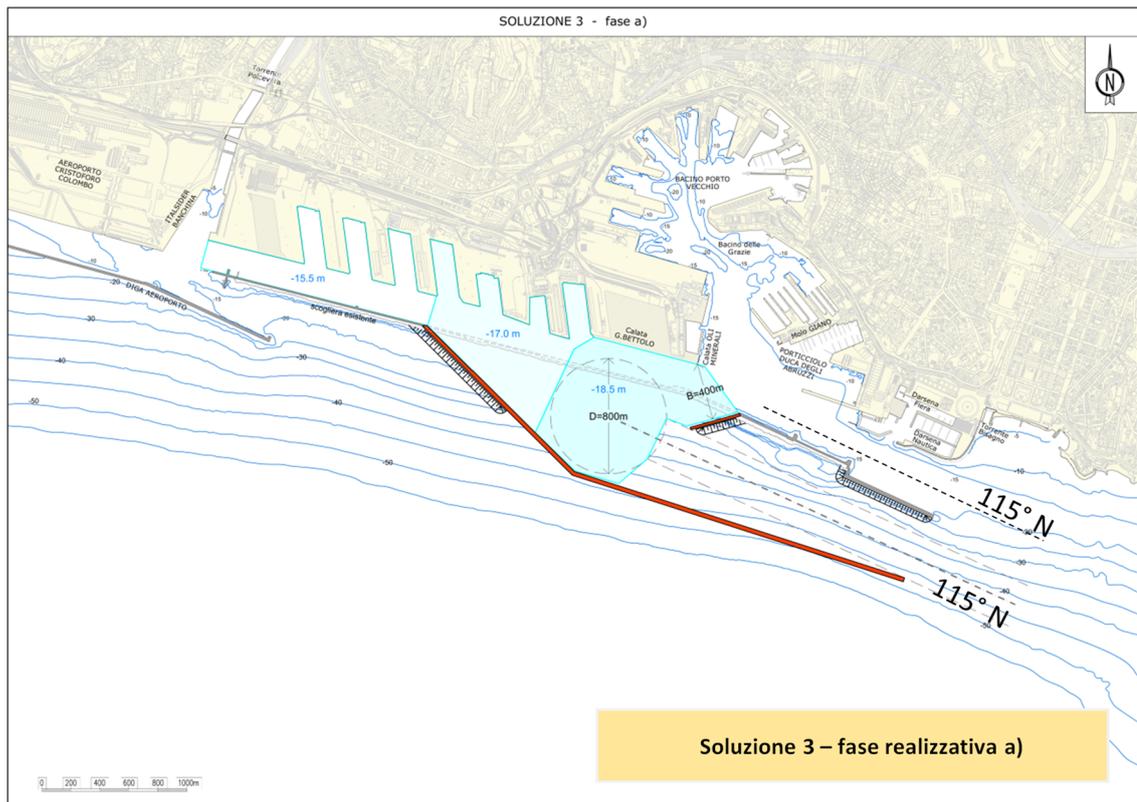


FIGURA 1-1. CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA DELLA SOLUZIONE 3 - FASE A) E FASE B).

1.2.2. Sintesi del percorso progettuale che ha portato alla soluzione di progetto S3

La configurazione portuale delle opere foranee prevista dalla Soluzione 3 è stata ottenuta a seguito di un lungo percorso progettuale che ha visto dapprima l'individuazione di 5 famiglie di soluzioni che hanno consentito di selezionare tre diverse soluzioni alternative: la soluzione 2 e la soluzione 3 rappresentative di famiglie che prevedono l'accesso al porto da Levante; la soluzione 4 che prevede invece l'accesso da Ponente.

Queste tre soluzioni sono state disegnate in modo tale che tutte rispettassero i requisiti minimi previsti dall'AIPCN concernenti gli aspetti navigazionali di seguito sintetizzati:

- rotta e canale di accesso al porto perfettamente rettilinei;
- lunghezza del canale di accesso in acque protette dalle opere foranee pari a 5 volte la lunghezza della nave di progetto (2000 m);
- larghezza del canale di accesso pari a cinque volte la larghezza della nave di progetto (310 m);
- cerchio di evoluzione posizionato al termine del canale di accesso con diametro pari a due volte la lunghezza della nave di progetto (800 m).

I valori numerici sopra riportati sono stati ottenuti tenendo conto delle dimensioni della nave di progetto (portacontaineri da 24.000 TEU) che risultano essere: lunghezza 400 m e larghezza 62 m.

Successivamente queste tre soluzioni che in questa sede definiamo "preliminari" sono state sottoposte ad una verifica, mediante l'impiego di strumenti di modellazione numerica per la valutazione dell'agitazione ondosa, allo scopo di assicurare da parte delle diverse alternative i livelli di prestazione e sicurezza prefissati in relazione all'agitazione ondosa lungo le banchine portuali. Questa analisi preliminare, che ha riguardato anche la situazione attuale e che è stata utilizzata a scopo comparativo, ha evidenziato quanto segue:

- attualmente le opere esterne del porto di Genova garantiscono una elevata protezione dello specchio acqueo portuale dal moto ondoso incidente, tanto che, da questo punto di vista, il porto può essere considerato, a ragione, un «porto rifugio»;
- i risultati ottenuti per le tre soluzioni preliminari selezionate, sia per l'operatività in banchina, sia per la sicurezza delle navi all'ormeggio descritte nel seguito, hanno mostrato che per garantire una adeguata protezione dal moto ondoso incidente le soluzioni 2 e 3 con imboccatura orientata a Levante, dovevano essere modificate perché soggette ad una rilevante penetrazione del moto ondoso rispetto alla situazione attuale, specialmente per gli stati di mare provenienti dal settore di Scirocco.

I risultati ottenuti hanno anche indicato che lungo il canale di accesso e nel cerchio di evoluzione delle tre Soluzioni esaminate non si riscontra una agitazione ondosa tale da condizionare gli aspetti navigazionali.

Le modifiche apportate alle configurazioni 2 e 3 sono state eseguite in modo tale da garantire:

- la stessa larghezza e lo stesso orientamento (115°N) del canale di accesso delle soluzioni preliminari allo scopo di non modificare gli aspetti navigazionali delle stesse soluzioni originali;
- la massima protezione del bacino portuale interno senza introdurre alcuna forma di impatto morfologico delle nuove opere sulla costa posta a Levante del porto.

Per garantire un accettabile livello di agitazione ondosa al bacino portuale e in particolar modo a quello di Sampierdarena, le Soluzioni 2 e 3 “Modificate” hanno richiesto di incrementare, fin dalla Fase a), la lunghezza della diga foranea (circa 800 per la Soluzione 2 e circa 700 m per la Soluzione 3) prevista da queste due soluzioni incrementando in tal modo la lunghezza del canale di accesso protetta dalle opere foranee rispetto ai requisiti minimi suggeriti dall’AIPCN sopra richiamati.

Per quanto riguarda la Soluzione 4 con imboccatura orientata a Ponente, le analisi eseguite di penetrazione del moto ondoso non hanno mostrato la necessità di modificare la lunghezza della diga foranea della soluzione “preliminare” e quindi del canale di accesso che è rimasto pari a 2.000 m.

Le tre soluzioni 2, 3 e 4 finali sono state quindi oggetto di una verifica eseguita con il simulatore di manovra in tempo reale di HR Wallingford.

A seguito del “dibattito pubblico” come illustrato nella Relazione Illustrativa, è stata selezionata come soluzione di progetto finale la 3 con la diga prolungata.

Pertanto in questa sede sono riportati solo i risultati ottenuti per la Soluzione 3 finale i quali vengono posti a confronto con quelli relativi alla situazione attuale.

Per completezza al capitolo 8 si riportano i risultati relativi alla soluzione 3 “preliminare” mettendoli a confronto con lo stato attuale e con la soluzione di progetto.

1.2.3. Metodologia di lavoro

In generale le opere esterne di un porto svolgono la funzione di garantire due requisiti fondamentali, ovvero:

- I. devono rendere agevoli e sicure le manovre e le evoluzioni delle navi in ingresso e uscita dal porto (aspetti navigazionali);

- II. devono creare uno specchio d'acqua sufficientemente protetto dal moto ondoso incidente per limitare i movimenti delle navi all'ormeggio indotti dalle onde che riescono a penetrare nel porto e quindi per consentire sia di eseguire le operazioni di carico/scarico delle navi, sia lo stazionamento in sicurezza delle stesse navi anche in presenza di mareggiate.

Generalmente questi due requisiti risultano tra di loro antitetici, ovvero il miglioramento di uno può comportare il peggioramento dell'altro. Ciò è dovuto al fatto che per garantire una buona capacità di manovra alla nave in ingresso al porto (requisito I) è necessario assicurare: (i) una rotta di accesso il più possibile rettilinea; (ii) che il moto ondoso provenga prevalentemente dai settori di giardinetto della nave ("quarter"). Il soddisfacimento di queste due esigenze può dar luogo ad una sensibile penetrazione delle onde all'interno del porto a discapito del requisito II.

Pertanto lo studio della configurazione ottimale delle opere esterne di un porto è finalizzato a definire una soluzione di compromesso in grado di mediare tra le esigenze contrapposte necessarie per perseguire i requisiti I e II.

L'analisi del primo requisito, ovvero quello relativo alla sicurezza delle navi in ingresso e uscita dal porto, è stata oggetto di valutazione impiegando il simulatore di manovra "in tempo reale" del centro di ricerca inglese HR Wallingford, mentre l'analisi del secondo requisito, inerente le condizioni di stazionamento all'ormeggio delle navi, è stata eseguita mediante l'applicazione di codici numerici e costituisce l'obiettivo del presente studio.

Come accennato, la penetrazione del moto ondoso all'interno di un porto determina i movimenti delle navi all'ormeggio, i quali, a loro volta, influenzano le operazioni di carico e scarico delle merci. In generale le operazioni di carico/scarico vengono rallentate al crescere dei movimenti della nave e quindi all'aumentare delle condizioni di esposizione al moto ondoso lungo le banchine di ormeggio.

Quando i movimenti della nave superano determinate soglie, che dipendono dalle caratteristiche operative dei mezzi impiegati per la movimentazione delle merci oltre che dalle dimensioni delle navi, le attività di carico/scarico devono essere sospese, anche se le navi possono rimanere ormeggiate alle stesse banchine. La sospensione delle attività di movimentazione delle merci causa la riduzione dell'operatività della banchina.

Al crescere ulteriormente del moto ondoso che investe la nave all'ormeggio, i movimenti della nave possono aumentare fino a raggiungere valori tali da produrre, ad esempio, la rottura dei dispositivi di ormeggio e quindi determinare condizioni di rischio per la sicurezza delle navi e degli operatori portuali. Ovviamente prima di raggiungere le

condizioni di moto ondoso limite per la sicurezza, la nave è costretta ad abbandonare l'ormeggio e in alcuni casi il porto.

Nei porti molto protetti dal moto ondoso incidente, come attualmente è il Porto di Genova, le condizioni limite per la sicurezza delle navi vengono raggiunte raramente o addirittura mai. Questi porti vengono anche chiamati porti rifugio.

I terminali la cui operatività è maggiormente condizionata dai movimenti delle navi ormeggiate, sono quelli Contenitori e Ro-Ro, che a Genova sono localizzati prevalentemente nel bacino di Sampierdarena.

Oltre all'altezza delle onde, anche l'angolo formato tra la direzione di propagazione del moto ondoso che investe la nave e il suo asse longitudinale, ha una influenza rilevante nel determinare i movimenti della stessa nave. In particolare i movimenti della nave tendono ad aumentare all'aumentare di questo angolo e raggiungono valori massimi quando il moto ondoso incide al traverso la nave. Infatti in queste condizioni le onde eccitano facilmente il movimento di rollio il quale, peraltro, è quello che risulta più difficile da contrastare con i sistemi di ormeggio. Inoltre i periodi propri di rollio delle navi rientrano nel campo dei periodi delle onde che penetrano nei porti e pertanto possono essere facilmente eccitati dal moto ondoso residuo.

Per quanto riguarda gli spostamenti verticali causati dal moto di rollio della nave si osserva che per la nave contenitori di progetto, caratterizzata da una larghezza di circa 60 m, anche un solo grado di rollio produce in corrispondenza delle fiancate della nave uno spostamento verticale di circa 50 cm, che supera il metro per un angolo di rollio di soli due gradi. Spostamenti di questa entità possono risultare non compatibili con le operazioni di carico e scarico delle navi a causa della difficoltà che incontra l'operatore della "portainer", installata a terra, per agganciare con lo "spreader" i golfari dei contenitori in movimento con la nave.

In via preliminare i movimenti delle navi possono essere correlati alle condizioni di moto ondoso di breve periodo che interessano le banchine portuali.

Per le contenitori e per le Ro-Ro la letteratura specializzata (ad esempio le raccomandazioni marittime spagnole "ROM 3.1-99" del 2007 e le raccomandazioni dell'AIPCN-PIANC Report 121-2014) è concorde nell'indicare quali valori di soglia per l'altezza d'onda significativa H_s oltre il quale le operazioni di carico/scarico delle navi vengono rallentate o sospese, i seguenti valori:

- $H_{s,lim} = 0,5$ m per onde che incidono con un angolo compreso tra 0 e 45° rispetto all'asse longitudinale della nave;

- $H_{s,lim} = 0,3$ m per onde che incidono con un angolo compreso tra 45° e 90° rispetto all'asse longitudinale della nave.

Dal punto di vista operativo, l'analisi di operatività di una banchina portuale viene eseguita calcolando il numero di ore l'anno durante le quali, mediamente, viene superata la soglia di altezza d'onda significativa massima ammissibile $H_{s,lim}$ per consentire le operazioni di carico e scarico. Il calcolo ovviamente riguarda le zone di ormeggio della nave, ovvero i fronti di accosto delle singole banchine. Il tempo durante il quale viene superata la soglia $H_{s,lim}$ per ciascuna banchina, viene denominato "downtime" o, in italiano, tempo di non operatività della banchina. Il "downtime" delle banchine genera un danno economico per il porto.

Il calcolo del "downtime" viene eseguito prendendo in esame il clima ondometrico medio annuale che incide sulle opere foranee.

Come descritto in dettaglio nel seguito, nel presente studio il clima ondometrico medio annuale ottenuto a ridosso del porto (vedi Studio meteomarino) è stato schematizzato tramite 28 stati di mare distinti per classi di altezza d'onda significativa e direzioni di provenienza.

Le banchine portuali sono state suddivise in opportune aree di riferimento che coprono le zone destinate all'ormeggio delle navi. Per ciascuna di queste aree è stato eseguito il calcolo del "downtime" medio annuale. Le aree di riferimento analizzate coprono tutto il porto di Genova e quindi anche le zone del porto non oggetto di interventi diretti apparentemente non interessate dagli interventi per la nuova diga foranea. Ciò ha consentito di valutare, prendendo come riferimento la situazione attuale, sia i miglioramenti, sia i peggioramenti in termini di agitazione ondosa residua, indotti dal nuovo assetto planimetrico delle opere foranee sull'intero porto.

Per eseguire il calcolo del "downtime" di ciascuna area di riferimento, si è presa in esame un'altezza d'onda significativa rappresentativa dell'area, che è stata denominata HQ_5 la quale è stata confrontata con il valore $H_{s,lim}$ secondo la metodologia che viene descritta nel Capitolo 2.

Per quanto riguarda l'analisi della sicurezza delle navi all'ormeggio, Ligteringen e Velsink ("Ports and Terminals", VSSD, Delft, The Netherlands) ed altri testi specializzati, suggeriscono di fare riferimento agli stati di mare, incidenti le opere foranee del porto, caratterizzati da un tempo di ritorno di 10 anni. Si tratta di mareggiate, che pur essendo estreme, hanno una probabilità elevata di ripetersi più volte durante la vita economica dell'opera. Gli stessi autori però non definiscono, a differenza di quanto invece indicato per

l'operatività delle banchine, valori di H_s da assumere come limite in queste condizioni, poiché essi dipendono in modo rilevante dalla geometria del sistema di ormeggio utilizzato, che a sua volta risulta funzione dalla tipologia e destinazione d'uso del terminale in analisi.

Ad esempio, per l'ormeggio delle rinfusiere liquide, che possono essere soggette anche a movimenti rilevanti durante il loro stazionamento al terminale, si utilizzano dispositivi di accosto flessibili e dispositivi di ormeggio la cui posizione plano-altimetrica è ottimizzata in modo tale da poter realizzare geometrie per i cavi di ormeggio in grado di poter contrastare i movimenti della nave in un ampio campo di variabilità (che può raggiungere anche l'ordine di alcuni metri) senza causare la rottura degli stessi cavi.

Per ottenere questo risultato è necessario disporre:

- (i) di linee di ormeggio di diversa lunghezza poiché la deformabilità dei cavi dipende, a parità di carico di rottura, dalla loro lunghezza;
- (ii) di una geometria delle linee di ormeggio tale da poter assicurare, anche ai cavi più lunghi, angoli di lavoro adeguati rispetto all'asse longitudinale della nave.

Invece per l'ormeggio delle navi contenitori essendo contraddistinte da un "fronte longitudinale" di carico/scarico è necessario utilizzare banchine continue ("marginal quays"), per le quali non è possibile realizzare sistemi di ormeggio simili a quelli sopra descritti, a causa delle seguenti ragioni:

- i parabordi sono posizionati direttamente sulla banchina e quindi non è possibile dotare i dispositivi di accosto di una adeguata flessibilità strutturale. Inoltre per le banchine continue sussiste un vincolo sulla quota massima di posizionamento dei parabordi che è costituito dalla quota di coronamento delle stesse banchine;
- le bitte sono poste a margine del fronte di accosto della banchina allo scopo di non interferire con le gru. Di conseguenza i cavi di maggiore lunghezza ("cavi alla lunga" o "head and stern lines") essendo caratterizzati da un angolo di lavoro molto piccolo rispetto all'asse longitudinale della nave, contrastano in modo poco efficace i movimenti trasversali della nave.

Per ovviare parzialmente a questi problemi si può aumentare la lunghezza dei cavi durante le mareggiate, garantendo allo stesso tempo un angolo di lavoro adeguato, posizionando "bitte di tempesta" all'interno del terrapieno di banchina che vengono rese operative quando le operazioni di carico e scarico sono sospese.

Tuttavia nonostante questo accorgimento i massimi movimenti che si riescono a garantire alla nave risultano notevolmente inferiori rispetto a quelli ottenibili per i terminali per prodotti liquidi.

Un requisito che deve essere imposto per le banchine continue che può introdurre una maggiore limitazione rispetto ai movimenti massimi accettabili per la nave, è costituito dal limitare le altezze d'onda che si verificano lungo le banchine al fine di evitare che le onde possano causare fenomeni di allagamento delle stesse banchine e dei terrapieni retrostanti.

Nel presente studio, per eseguire le simulazioni numeriche rivolte a definire le condizioni di moto ondoso estreme che si verificano lungo le banchine portuali, si sono in primo luogo definite le condizioni di moto ondoso incidenti sulle opere foranee caratterizzate dal tempo di ritorno T_r di 10 anni. Per ciascuna configurazione e fase realizzativa sono stati simulati sei stati di mare, ciascuno caratterizzato da $T_r=10$ anni con direzioni di provenienza delle onde al largo differenti e tali da coprire l'intero settore di traversia del Porto di Genova. Per ciascuna area di riferimento definita in precedenza e per ciascuno stato di mare incidente a largo, si è determinato il valore dell'altezza d'onda significativa rappresentativa della stessa area denominata HQ_5 .

Eseguite tutte le simulazioni si sono quindi assunti, per ciascuna area di riferimento, i valori massimi di HQ_5 ottenuti per le diverse condizioni di moto ondoso analizzate, i quali sono stati utilizzati per caratterizzare il livello di agitazione ondosa di ciascuna area in relazione alle condizioni estreme esaminate.

Per quanto riguarda i codici numerici da impiegare per lo studio della penetrazione ondosa all'interno di un porto, in generale questi devono essere in grado di simulare i fenomeni fisici che dominano la penetrazione del moto ondoso nei bacini portuali, ovvero, in assenza di frangimento come accade per Genova, i fenomeni combinati di diffrazione, riflessione e rifrazione.

Per condurre il presente studio è stato utilizzato il codice numerico CGWAVE che risolve l'equazione detta di "mild-slope", di tipo ellittico, mediante la tecnica numerica degli elementi finiti utilizzando, per discretizzare l'area di calcolo, elementi di forma triangolare con geometria comunque variabile nello spazio. L'equazione di mild-slope (Berkhoff, 1972¹, De Girolamo et al. (1988)², Beltrami et al. 2001³, Bellotti et al. 2003⁴) regola la

¹ Berkhoff, J.C.W., (1972), "Computation of combined refraction-diffraction", Proc., 13th Int. Conf. On Coast. Eng., ASCE, New York, 471-490.

² De Girolamo, P., Kostense, J.K., Dingemans, M.W. (1988), "Inclusion of wave breaking in a mild slope model", Proc. Int. Con. Computer model in Ocean Eng., Schrefler & Zienkiewicz, Balkema, Rotterdam, the Netherlands.

³ Beltrami, G.M., Bellotti, G., De Girolamo, P. and Sammarco, P. (2001) "Treatment of Wave Breaking and Total Absorption in a Mild-slope Equation FEM model", Jour. Of Waterway, Port, Coastal and ocean Eng., ASCE, Sept.-Oct. 2001, pp. 263-271.

⁴ Bellotti, G., Beltrami, G.M., and De Girolamo, P. (2003), "Internal generation of waves in 2D fully elliptic mild-slope equation FEM models", Coastal Engineering, 49 (2003) pp. 71-81.

propagazione di onde regolari in presenza dei fenomeni fisici citati in precedenza. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 4.

La griglia di calcolo è stata definita sulla base dei più recenti dati batimetrici a disposizione, compresi quelli forniti dal recente rilievo batimetrico condotto nell'ambito del presente progetto di fattibilità, che ha riguardato lo specchio di mare prospiciente alla diga foranea del Porto di Genova.

Le simulazioni per lo scenario di intervento sono state condotte considerando anche i necessari interventi di dragaggio previsti in futuro per adeguare le profondità degli specchi acquei all'interno del bacino portuale alle nuove esigenze operative dettate dalla nave di progetto.

1.2.4. Sintesi dei risultati ottenuti e conclusioni

I risultati ottenuti per lo stato attuale confermano che oggi le opere esterne del Porto di Genova garantiscono una elevata protezione dello specchio d'acqua portuale dal moto ondoso incidente, tanto che, da questo punto di vista, il porto può essere considerato, a ragione, un "porto rifugio". In relazione a tale aspetto l'apertura di una nuova imboccatura determina inevitabilmente un aumento della penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale.

L'orientamento e la lunghezza del nuovo canale di accesso, che risulta parallelo rispetto a quello dell'attuale imboccatura che viene conservata, sono stati definiti al fine di garantire il rispetto contemporaneo dei seguenti requisiti:

- a) rispettare i requisiti minimi suggeriti dall'AIPCN per gli aspetti navigazionali in termini di lunghezza e larghezza del canale di accesso e di dimensioni del cerchio di evoluzione;
- b) limitare l'interferenza tra le rotte di accesso al porto (le rotte di accesso non si devono incrociare all'esterno del porto);
- c) limitare la penetrazione del moto ondoso nel porto specialmente in relazione alle condizioni di moto ondoso che si verificano attualmente;
- d) evitare che le nuove opere possano indurre un impatto morfologico sulla costa posta a Levante del Porto.

Per quanto riguarda il requisito a) inerente la lunghezza del canale di accesso, il soddisfacimento del requisito c) ha portato ad incrementare di circa 800 m la lunghezza della diga foranea e quindi la lunghezza del canale di accesso in acque protette rispetto al valore minimo di 2.000 m richiesto dall'AIPCN, ottenendo un indubbio vantaggio anche

dal punto di vista navigazionale. Questo ulteriore vantaggio in termini di sicurezza alla navigazione ovviamente è stato pienamente accolto dall'Autorità Marittima e dal Corpo dei Piloti che hanno preferito la soluzione 3 "ottimizzata" rispetto alle altre due soluzioni.

Per completezza si osserva che è stata valutata anche la possibilità di fare in modo che l'orientamento della nuova imboccatura risultasse, all'esterno del porto, divergente rispetto a quello dell'imboccatura esistente, al fine di ridurre ulteriormente l'interferenza reciproca tra le due rotte, ma tale scelta non è stata perseguita perché avrebbe comportato un aumento eccessivo della penetrazione del moto ondoso nel porto.

I risultati ottenuti per la soluzione S3 di progetto, sia per il "downtime", sia per la sicurezza delle navi all'ormeggio, hanno mostrato che:

- i. il livello di agitazione ondosa per la soluzione S3, sia in Fase a), sia in Fase b) consente di garantire una adeguata ed idonea operatività delle banchine portuali, risultando tuttavia moderatamente più elevato rispetto allo stato attuale;
- ii. lungo il canale di accesso e all'interno del cerchio di evoluzione non si è riscontrata una agitazione ondosa tale da condizionare l'operatività delle aree di manovra;
- iii. in occasione di eventi estremi con tempo di ritorno elevati (rif. 10 anni) i massimi valori di altezza d'onda significativa in banchina, ottenuti per la soluzione S3, sia in Fase a), sia in Fase b), risultano compatibili con i criteri e le procedure di sicurezza, sebbene moderatamente più elevati rispetto alla situazione attuale.

La ragione per cui la Soluzione 3 dà luogo ad una agitazione ondosa portuale marginalmente più elevata rispetto alla situazione attuale, è dovuta alla ridotta differenza angolare tra l'orientamento dell'imboccatura portuale (115 °N) e quella più angolata del moto ondoso proveniente da Levante-Scirocco (120 °N).

Per quanto riguarda gli stati di mare estremi provenienti da Levante-Scirocco, lo Studio Meteorologico, al quale si rimanda per maggiori dettagli, ha evidenziato che negli ultimi anni la frequenza di accadimento di questi eventi sembra essere aumentata tanto che ben quattro dei cinque eventi estremi che si sono verificati tra il 1979 e il 2018 ricadenti nel settore 105° N - 180° N, si sono verificati tra il 2011 e il 2018. L'ultimo di questi eventi, che si è verificato il 29 ottobre 2018, ha causato ingenti danni a numerosi porti della Liguria (ad esempio ai porti di Rapallo e di Santa Margherita Ligure) compreso il Porto di Genova, come è stato peraltro evidenziato da numerosi operatori portuali nell'ambito del dibattito pubblico.

Anche l'imboccatura secondaria è aperta al moto ondoso proveniente da Levante e risulta inoltre soggetta all'ingresso del moto ondoso riflesso dalla nuova diga foranea e per questa

ragione si ottiene una agitazione interna portuale più elevata anche lungo le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera.

I risultati mostrano che, all'interno del bacino Sampierdarena, la soglia di altezza d'onda pari 0,5 m in banchina, viene superata in media 50-90 ore/anno. La soglia di 1,0 m di altezza d'onda viene superata solo in poche occasioni (in media non più di 4 ore per anno).

I valori massimi di altezza d'onda ottenuti per eventi estremi con $T_r = 10$ anni sono risultati compresi tra 1,5 e 1,9 m; si sottolinea che tali eventi costituiscono estremi di brevissima durata e altissima probabilità di NON superamento e non implicano allagamenti di banchina, né sollecitazioni strutturali incompatibili per le banchine moderne congruamente dimensionate.

Le simulazioni condotte hanno inoltre mostrato che la fase realizzativa b), contraddistinta da un ampliamento degli specchi acquei interni e dalla realizzazione di un fronte di banchina continuo dotato di celle antiriflettenti, consentirà una attenuazione del moto ondoso residuo all'interno del bacino di Sampierdarena con una conseguente riduzione del "downtime" e un aumento delle condizioni di sicurezza all'ormeggio.

Un'ultima osservazione riguarda la penetrazione del moto ondoso nell'attuale avamporto, nel bacino delle Grazie e nel Porto Vecchio. I risultati ottenuti hanno permesso di verificare che le nuove opere in progetto, previste per la realizzazione della nuova diga foranea del Porto di Genova, non comportano un aumento dell'agitazione ondosa nei suddetti specchi acquei.

2. ANALISI DEL “DOWNTIME”

2.1. Moto ondoso

L'analisi del “downtime” è stata eseguita sulla base dei dati di moto ondoso ottenuti, nell'ambito dello Studio Meteomarinò a cui si rimanda per i dettagli, per un punto posto a largo del Porto di Genova posto alla profondità di -75 m s.l.m.m..

Per definire gli stati di mare per le simulazioni sono stati presi in esame solo gli stati di mare incidenti caratterizzati da $H_s > 1,0$ m, ovvero quelli dotati di maggiore energia che risultano di interesse ai fini dell'agitazione interna portuale.

Nella Tabella 2-1 è riportato sulla sinistra, pannello A), il clima di moto ondoso medio annuale elaborato per classi di altezza significativa H_s di ampiezza pari a 1 m e classi di direzione di 15° di ampiezza. I valori riportati nel pannello A esprimono le frequenze medie annuali di accadimento “assolute” degli stati di mare (tenendo conto anche della frequenza di accadimento degli eventi provenienti da terra). Per eseguire il calcolo del “downtime”, ciascuna classe della tabella è stata rappresentata da uno stato di mare avente: (i) direzione di provenienza della classe; (ii) altezza H_s pari all'altezza d'onda media della classe; (iii) frequenza media annuale di accadimento della classe. In totale quindi si sono presi in esame 28 stati di mare.

Nel pannello di destra della Tabella 2-1, pannello B), sono indicati i periodi di picco T_p , espressi in secondi, che sono stati associati a ciascuno stato di mare utilizzato per riprodurre il clima ondometrico. Per definire il periodo di picco si è fatto riferimento ai valori attesi di T_p riportati nello studio meteomarinò (vedi Tabella 10-7), mediati e arrotondati al più prossimo numero intero.

TABELLA 2-1 - A) CLIMA ONDAMETRICO INCIDENTE LE OPERE FORANEE CON $H_s > 1,0$ M; B) PERIODI DEL MOTO ONDOSO ASSOCIATI AGLI STATI DI MARE CON $H_s > 1,0$ M.

A) ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA H_s [m]						
Dir °N	1.00 2.00	2.00 3.00	3.00 4.00	4.00 5.00	>5.00	Tot $H_s > 1$
120	0.01					0.0
135	0.49	0.04	0.002	0.0003		0.5
150	0.74	0.11	0.02	0.002		0.9
165	0.43	0.05	0.003	0.002		0.5
180	0.79	0.09	0.009	0.0003		0.9
195	4.62	0.50	0.06	0.007	0.0003	5.2
210	5.16	1.24	0.15	0.01	0.0003	6.6
225	0.007					0.0
Totale	12.2	2.03	0.2	0.025	0.001	14.5

B) VALORE DI T_p ASSOCIATO ALLE CLASSI DI H_s					
Dir °N	Altezza d'onda significativa H_s (m)				
	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5
120	9	0	0	0	0
135	7	8	9	9	0
150	7	8	9	9	0
165	7	8	9	10	0
180	7	8	10	11	0
195	7	9	10	10	10
210	8	9	10	11	11
225	11	0	0	0	0

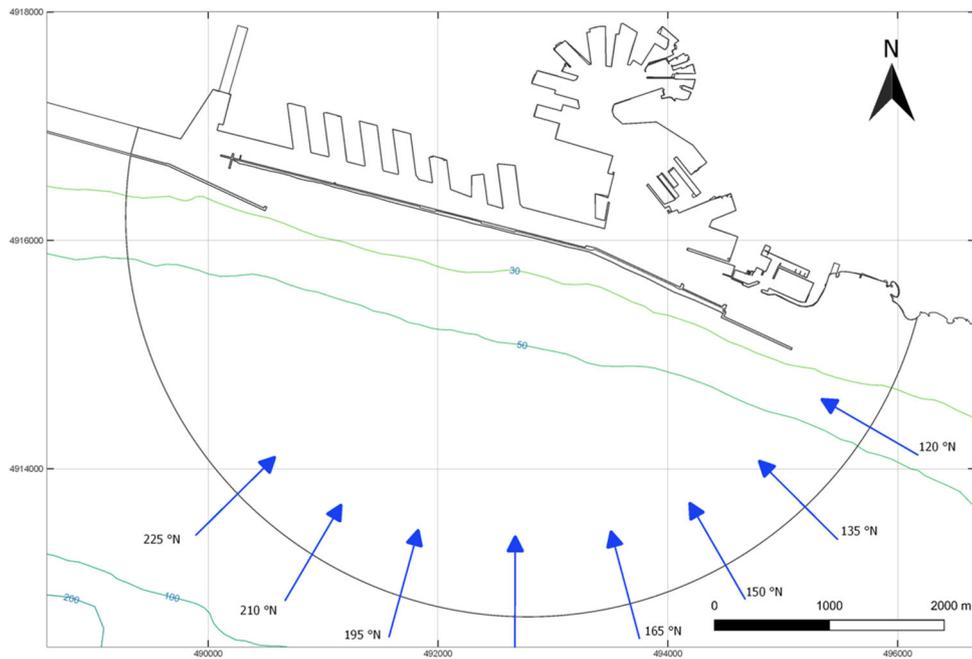


FIGURA 2-1 - DIREZIONI DI PROVENIENZA DEL MOTO ONDO SO A RIDOSSO DELLE OPERE FORANEE PER L'ANALISI DEL "DOWNTIME".

Gli stati di mare incidenti, caratterizzati dalle direzioni di provenienza rappresentate graficamente nella Figura 2-1, sono stati simulati tenendo conto della dispersione in direzione dell'energia in un settore direzionale di $\pm 15^\circ$ rispetto alla direzione centrale di provenienza delle onde.

2.2. Metodologia di analisi

Come già scritto nelle premesse, l'analisi di operatività di una banchina portuale viene eseguita calcolando il numero di ore l'anno durante le quali, mediamente, viene superata la soglia di altezza d'onda significativa massima ammissibile, $H_{s,lim}$, per consentire le operazioni di carico e scarico. Il calcolo ovviamente riguarda le zone di ormeggio della nave, ovvero i fronti di accosto delle singole banchine. Il tempo durante il quale viene superata la soglia $H_{s,lim}$ per ciascuna banchina, viene denominato "downtime" o, in italiano, tempo di non operatività della banchina. Il "downtime" delle banchine genera un danno economico per il porto.

2.2.1. Criteri di riferimento per il "downtime"

In accordo con la letteratura specializzata per il calcolo del "downtime" delle banchine si è assunto il valore di soglia $H_{s,lim} = 0,5$ m, valido per navi Contenitori e Ro-Ro. Il "downtime" delle banchine è stato determinato anche in relazione alla soglia meno cautelativa $H_{s,lim} = 1,0$ m.

A tal riguardo le raccomandazioni ROM 3.1-99 (2007), riprese nel report PIANC n. 121-2014 indicano, per le operazioni di carico e scarico di navi porta contenitori, Ro-Ro e traghetti, un valore limite di $H_s = 0.5$ m per moto ondoso che incide prevalentemente lungo l'asse longitudinale della nave (angoli compresi tra 0 e 45°) e il valore limite di $H_s = 0,3$ m per moto ondoso che incide prevalentemente lungo la direzione trasversale rispetto all'asse longitudinale della nave (angoli compresi tra 45° e 90°).

La decisione di prendere in esame un solo valore della $H_{s,lim} = 0,5$ m a prescindere dalla direzione di incidenza delle onde rispetto all'asse longitudinale della nave è scaturita dalle seguenti considerazioni:

- il calcolo della direzione di propagazione del moto ondoso in presenza di stati di mare stazionari o parzialmente stazionari come quelli che si verificano in prossimità delle banchine portuali può dar luogo a valori indeterminati della direzione delle onde (per un'onda perfettamente stazionaria si ottiene che l'oscillazione della superficie libera è in fase nello spazio e quindi risulta priva di direzione di propagazione⁵);
- nel caso in questione, la presenza di numerose banchine nel bacino di Sampierdarena con diverso orientamento rispetto alla direzione di provenienza delle onde avrebbe reso inutilmente complicato il calcolo del "downtime" se si fosse voluta distinguere la soglia $H_{s,lim}$ in funzione della direzione del moto ondoso.

Alla luce di queste considerazioni si è deciso di utilizzare una sola soglia per $H_{s,lim}$ senza distinguere il valore della stessa soglia in funzione della direzione delle onde rispetto all'asse della nave.

Pertanto i risultati espressi in termini di "downtime" devono essere considerati in valore assoluto indicativi, mentre il risultato che deve essere considerato oggettivo è quello fornito dalle differenze tra una soluzione e l'altra e in particolare rispetto alla situazione attuale. La stessa cosa si può affermare per il metodo utilizzato per il calcolo dell'altezza d'onda significativa media lungo le banchine descritta nel seguito.

Per quanto riguarda le condizioni limite di navigabilità le raccomandazioni ROM e PIANC assumono i seguenti valori:

- nel canale di accesso al porto: $H_s \leq 2,0$ m
- nel bacino di evoluzione e manovra: $H_s \leq 1,5$ m

⁵ Vedi De Girolamo (1995), *Computation of Sea-Wave direction of propagation of Random Waves*, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE Vol. 121, n. 4, 1995.

2.2.2. Calcolo del “downtime”

Con riferimento alla Figura 2-2 relativa alla fase realizzativa a) e alla Figura 2-3 relativa alla fase realizzativa b), le banchine portuali sono state suddivise in opportune aree di riferimento che coprono le zone destinate all'ormeggio delle navi.

Come si evince dalle figure, le aree di riferimento coprono tutto il Porto di Genova e quindi anche le zone più interne del porto non oggetto di interventi diretti, apparentemente non interessate dagli interventi per la nuova diga foranea.

Ciò ha consentito di valutare, prendendo come riferimento la situazione attuale, sia i miglioramenti, sia i peggioramenti in termini di agitazione ondosa residua, indotti dal nuovo assetto planimetrico delle nuove opere foranee.

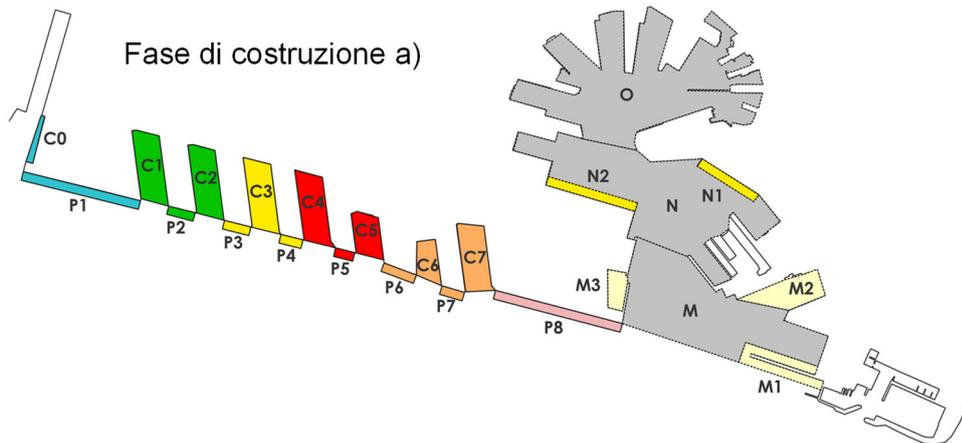


FIGURA 2-2 – FASE REALIZZATIVA A): AREE DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DEL “DOWNTIME” DELLE BANCHINE PORTUALI.

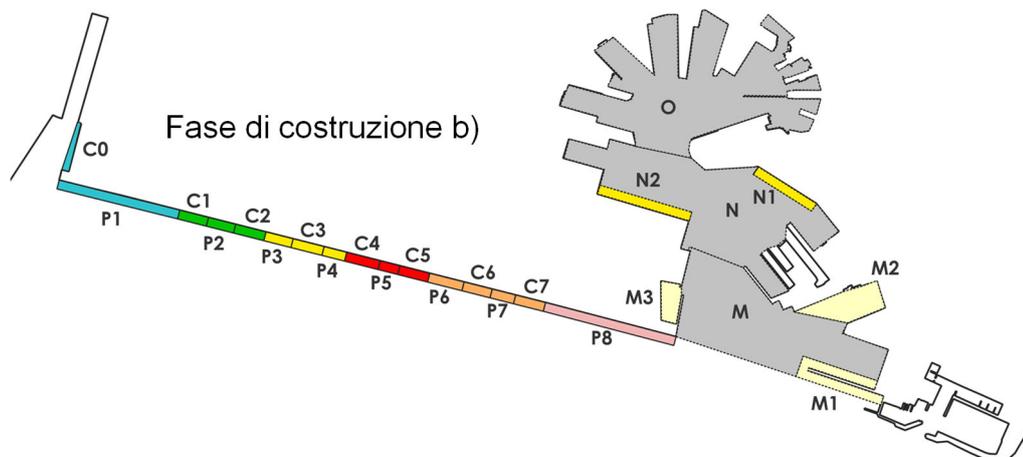


FIGURA 2-3 - FASE REALIZZATIVA B): AREE DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DEL “DOWNTIME” DELLE BANCHINE PORTUALI.

Le aree di riferimento in corrispondenza degli attuali “ponti” (P1, P2, P3,...) del bacino Sampierdarena, presentano una larghezza di 50 m e una lunghezza equivalente al fronte di banchina. Le aree di riferimento all'interno delle “calate” (C1, C2, C3...) hanno una larghezza di circa 140-150 m e una lunghezza di circa 380-390 m.

Confrontando la Figura 2-2 con la Figura 2-3, si osserva che la differenza tra la fase di costruzione *a*) e quella *b*) inerente le opere interne portuali, riguarda l'eliminazione nella fase *b*) delle darsene a forma di parallelogramma attualmente presenti a Sampierdarena, ottenuta mediante la rettificazione dei fili banchina che attualmente si aggettano maggiormente verso il mare e colmamento delle stesse darsene trapezie.

In fase di costruzione *b*) le aree di riferimento, all'interno del bacino Sampierdarena, assumono tutte una larghezza di 50 m, con una lunghezza corrispondente al tratto di banchina rappresentato.

Per ciascuna delle aree di riferimento è stato eseguito il calcolo del “downtime” medio annuale. Per eseguire il calcolo del “downtime” di ciascuna area di riferimento, si è presa in esame un'altezza d'onda significativa rappresentativa dell'area, che è stata denominata HQ_s la quale è stata confrontata con il valore $H_{s,lim}$ sopra introdotto. Tale altezza d'onda è stata definita:

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

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, e per ogni evento, tale che HQ_s venga superato solo dal 10% dei valori maggiori di H_s calcolati sull'area di riferimento.

Sostanzialmente HQ_s , essendo superata da un numero limitato di altezze d'onda, rappresenta la popolazione dei valori più elevati delle H_s che si verificano sull'area di riferimento. Si osserva che se l'area di riferimento fosse caratterizzata in tutti i nodi di calcolo del modello di propagazione del moto ondoso utilizzato, da un valore costante di H_s (onde progressive), si otterrebbe: $\sigma(H_s) = 0$ e quindi:

$$HQ_s = \overline{H_s} = H_s$$

Tuttavia nelle aree di riferimento l'altezza d'onda significativa risulta generalmente variabile, sia a causa della variabilità nello spazio delle altezze d'onda che penetrano nel porto, sia a causa della riflessione indotta dalle banchine portuali che generano un moto ondoso parzialmente stazionario. La discretizzazione spaziale utilizzata per applicare il

modello numerico di propagazione del moto ondoso, è stata operata in modo tale da ottenere, per ciascuna area di riferimento, un numero di nodi di calcolo superiore ad alcune centinaia di nodi o addirittura migliaia di nodi.

L'analisi del "downtime" ha riguardato, per ciascuna configurazione e fase realizzativa, anche il canale di accesso e il bacino di evoluzione e manovra delle navi, dove sono stati assegnati, in accordo con la letteratura di settore, quali condizioni operative limite, i seguenti valori:

- canale di accesso $H_{s,lim} = 2,0$ m;
- bacino di evoluzione e manovra $H_{s,lim} = 1,5$ m.

3. ANALISI DELLE CONDIZIONI ESTREME

3.1. Moto ondoso

L'analisi della sicurezza delle navi all'ormeggio è stata eseguita facendo riferimento agli stati di mare caratterizzati da un tempo di ritorno di 10 anni (vedi ad esempio Ligteringen e Velsink "Ports and Terminals", VSSD, Delft, The Netherlands). Si tratta di mareggiate, che pur essendo estreme, hanno una probabilità elevata di ripetersi più volte durante la vita economica dell'opera.

Gli stati di mare analizzati incidenti le opere foranee, sono riportati nella Tabella 3-1 che è stata derivata dallo Studio Meteomarine. Nelle colonne di sinistra della Tabella 3-1 sono riportate le condizioni di moto ondoso a largo, mentre nelle colonne di destra sono riportate le condizioni di moto ondoso a ridosso delle opere foranee (sottocosta) che sono state utilizzate come condizioni al contorno per le simulazioni numeriche. In totale sono stati presi in esame cinque stati di mare le cui direzioni coprono l'intero settore di traversia del Porto di Genova.

TABELLA 3-1 CONDIZIONI DI MOTO ONDOSO INCIDENTI CON $T_R=10$ ANNI PRESE IN ESAME PER SIMULARE LE CONDIZIONI DI MOTO ONDOSO ESTREME.

Scirocco						
Settore 105-180 °N						
al largo				sottocosta nel punto P1 (-75 m s.l.m.)		
TR	Hs	Tp	Dir	Hs	Tp	Dir
[anni]	[m]	[s]	[°N]	[m]	[s]	[°N]
10	4.6	8.8	120	4.0	9.1	131
	4.6	8.8	150	4.5	9.1	152

Libeccio - Mezzogiorno						
Settore 180 - 240 °N						
al largo				sottocosta nel punto P1 (-75 m s.l.m.)		
TR	Hs	Tp	Dir	Hs	Tp	Dir
[anni]	[m]	[s]	[°N]	[m]	[s]	[°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

3.2. Metodologia di analisi

Per ciascuna configurazione e fase realizzativa sono stati simulati i cinque stati di mare sopra definiti.

Per ciascuna area di riferimento definita in precedenza e per ciascuno stato di mare incidente a largo, si è determinato il valore HQ_s rappresentativo della stessa area.

Eseguite tutte le simulazioni si sono quindi assunti, per ciascuna area di riferimento, i valori massimi HQ_s . Questi valori massimi consentono una caratterizzazione oggettiva del livello di agitazione ondosa di ciascuna area cui fare riferimento per l'analisi delle condizioni estreme della sicurezza delle navi ormeggiate.

4. MODELLO NUMERICO UTILIZZATO

Per condurre il presente studio è stato utilizzato il codice numerico CGWAVE, sviluppato dall'US Army Corps of Engineers, che risolve l'equazione detta di "mild-slope" (Berkhoff, 1972⁶, De Girolamo et al. (1988)⁷, Beltrami et al. 2001⁸, Bellotti et al. 2003⁹) di tipo ellittico, mediante la tecnica numerica degli elementi finiti utilizzando, per discretizzare l'area di calcolo, elementi di forma triangolare con geometria comunque variabile nello spazio. L'equazione di mild-slope regola la propagazione di onde regolari su fondali variabili in presenza dei fenomeni fisici combinati di diffrazione, rifrazione, riflessione e dissipazioni di energia per frangimento e attrito sul fondo. Il modello può tenere conto della dispersione in direzione e frequenza dell'energia.

Il modello numerico CGWAVE è stato validato a seguito di numerosi test messi a disposizione dagli autori (Vijay Panchang, Zeki Demirbilek¹⁰), nei quali i risultati del modello sono stati confrontati con osservazioni di laboratorio e soluzioni analitiche. Per approfondimenti sul modello CGWAVE e per ulteriori riferimenti bibliografici si rimanda al pagina internet: <https://www.xmswiki.com/wiki/SMS:CGWAVE>.

Si osserva che i codici agli elementi finiti che risolvono la versione ellittica della mild-slope, costituiscono attualmente uno degli strumenti maggiormente affidabili e versatili per eseguire studi di penetrazione del moto ondoso nei bacini portuali. Uno dei vantaggi di questi codici risiede nel fatto che è possibile imporre, con esattezza, lungo le linee che identificano le banchine portuali, il coefficiente di riflessione desiderato.

Ciò invece non è possibile, ad esempio, con i modelli tipo "Boussinesq", per i quali è necessario creare lungo le banchine contorni "fittizi" assorbenti, denominati nella letteratura specializzata "sponge-layers". Questi contorni occupano uno spazio "fisico" in direzione ortogonale alla banchina, che nella realtà non esiste. La larghezza degli "sponge-layers" dipende dalla lunghezza delle onde incidenti e dal coefficiente di riflessione che si vuole riprodurre numericamente. In tal modo si è costretti a modificare in modo "fittizio",

⁶ Berkhoff, J.C.W., (1972), "Computation of combined refraction-diffraction", Proc., 13th Int. Conf. On Coast. Eng., ASCE, New York, 471-490.

⁷ De Girolamo, P., Kostense, J.K., Dingemans, M.W. (1988), "Inclusion of wave breaking in a mild slope model", Proc. Int. Con. Computer model in Ocean Eng., Schrefler & Zienkiewicz, Balkema, Rotterdam, the Netherlands.

⁸ Beltrami, G.M., Bellotti, G., De Girolamo, P. and Sammarco, P. (2001) "Treatment of Wave Breaking and Total Absorption in a Mild-slope Equation FEM model", Jour. Of Waterway, Port, Coastal and ocean Eng., ASCE, Sept.-Oct. 2001, pp. 263-271.

⁹ Bellotti, G., Beltrami, G.M., and De Girolamo, P. (2003), "Internal generation of waves in 2D fully elliptic mild-slope equation FEM models", Coastal Engineering, 49 (2003) pp. 71-81.

¹⁰ Panchang, Demirbilek, "Simulation of waves in harbors using two-dimensional ellipticequation models", In:Advances in Coastal and Ocean Engineering Vol. 7. Word Scientific PublishingCo., p. 125-162

rispetto alla realtà, la geometria delle banchine, ottenendo risultati “approssimati” proprio nella zona di maggior interesse, ovvero dove ormeggiano le navi.

Un ulteriore vantaggio dei modelli tipo “mild-slope” agli elementi finiti, risiede nel fatto che la griglia di calcolo consente di seguire in modo accurato geometrie dei contorni anche molto articolate e di qualsiasi forma, poiché è possibile modificare, dove è necessario, la forma e la dimensione degli elementi, senza incrementare in modo rilevante i tempi di calcolo.

Ciò non è possibile, ad esempio, con i codici tipo Boussinesq che di solito risolvono le equazioni discretizzandole alle differenze finite su griglie di calcolo di forma rettangolare e con passo costante.

L'area simulata con il codice è riportata nella Figura 4-1 dove viene rappresentata anche la batimetria di calcolo per la situazione attuale. Il dominio esterno di forma semicircolare ha un diametro di circa 7,0 km e lungo di esso è stata imposta: (i) la condizioni al contorno relativa alle caratteristiche delle onde incidenti da largo; (ii) la condizione di radiazione verso l'infinito delle onde “scatterate” dal dominio di calcolo. Il numero di elementi e di nodi in cui l'area di calcolo è stata discretizzata, pur variando al variare delle configurazioni delle opere portuali prese in esame, è risultato nell'ordine di circa 650.000 elementi e di circa 330.000 nodi.

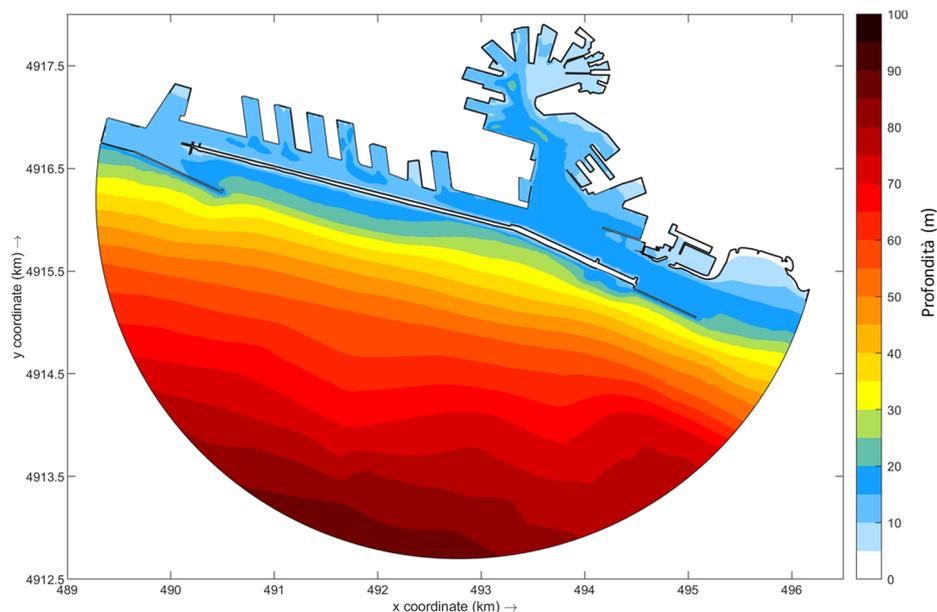


FIGURA 4-1 - AREA SIMULATA CON IL CODICE CGWAVE E RELATIVA BATIMETRIA NELLA CONFIGURAZIONE ATTUALE.

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

La discretizzazione del dominio di calcolo in elementi triangolari è stata effettuata assicurando che nella zona di maggiore interesse, in corrispondenza dell'imboccature portuali e del bacino di Sampierdarena, la dimensione massima degli elementi non risulti superiore a circa $7.0 \div 8.0$ m in modo tale da avere un sufficiente numero di nodi per lunghezza d'onda in relazione ai periodi minori esaminati.

Nella seguente tabella si riportano le lunghezze d'onda che si ottengono a varie profondità (d) e per i periodi (T) che sono stati simulati che risultano compresi tra 7 e 11 secondi. La tabella riporta nella parte a destra il numero di nodi per lunghezza d'onda ottenuto considerando una dimensione media degli elementi nella griglia di calcolo nel bacino di Sampierdarena pari a 7.8 m.

TABELLA 4-1. LUNGHEZZA D'ONDA E NUMERO DI NODI PER LUNGHEZZA D'ONDA UTILIZZATI NEL DOMINIO DI CALCOLO IN FUNZIONE DEL PERIODO D'ONDA E DELLA PROFONDITÀ.

Periodo T(s)	7	8	9	10	11	T(s)	7	8	9	10	11
Profondità d(m)	Lunghezza d'onda (m)					d(m)	Numero di nodi per lunghezza d'onda				
15	68	82	96	109	122	15	9	10	12	14	16
20	72	89	105	121	137	20	9	11	13	16	18
25	74	93	112	130	148	25	10	12	14	17	19
30	75	96	117	137	157	30	10	12	15	18	20
35	76	98	120	142	165	35	10	13	15	18	21
45	76	99	124	149	175	45	10	13	16	19	22

Per la generazione delle griglie di calcolo sono state utilizzate diverse fonti di dati come di seguito indicato.

Per la definizione della batimetria esterna al porto di Genova si è fatto riferimento a:

- Database EMODnet che fornisce un modello digitale dei fondali dei mari europei (DTM) generato da rilievi batimetrici e rilevazioni satellitari;
- Carte nautiche edite dall'Istituto Idrografico della Marina: n°106 (scala 1:30.000) del 2006, n°55 - Porto di Genova (scala 1:10.000) del 2005, n°54 - Voltri Aeroporto (scala 1:10.000) del 2005;

Per la definizione della batimetria interna al porto è stata utilizzata la base cartografica comprensiva delle linee batimetriche fornita dall'Autorità di Sistema Portuale.

I suddetti dati sono stati integrati con le informazioni batimetriche provenienti dalla recente campagna rilievi condotta da SOCOTEC ITALIA S.r.l. (2019) eseguita per conto dell'RTP nell'ambito del presente incarico che ha riguardato lo specchio acqueo prospiciente alla diga foranea.

Le simulazioni per lo scenario di intervento sono state condotte considerando anche i necessari interventi di dragaggio previsti in futuro per adeguare le profondità degli specchi

acquei all'interno del bacino portuale alle nuove esigenze operative dettate dalla nave di progetto.

Nello specifico, con riferimento agli schemi planimetrici riportati nel Capitolo 1, a seguito della la fase costruttiva a) sono state previste le seguenti profondità di progetto:

- lungo il canale d'accesso: minimo -20 m s.l.m.m.
- all'interno dell'avamporto: minimo -18.5 m s.l.m.m.;
- nella parte a levante del bacino Sampierdarena: -17 m s.l.m.m.;
- nella parte a ponente del bacino Sampierdarena: -15.5 m s.l.m.m..

Per la fase costruttiva b), a seguito dello spostamento della diga foranea verso mare, è stato previsto un ulteriore approfondimento alla quota di -18.5 m s.l.m.m. dell'intero specchio acqueo del bacino di Sampierdarena.

In Figura 4-2 è rappresentata la batimetria all'interno dei domini di calcolo utilizzati per la simulazione della soluzione di progetto S3, in fase a) e in fase b).

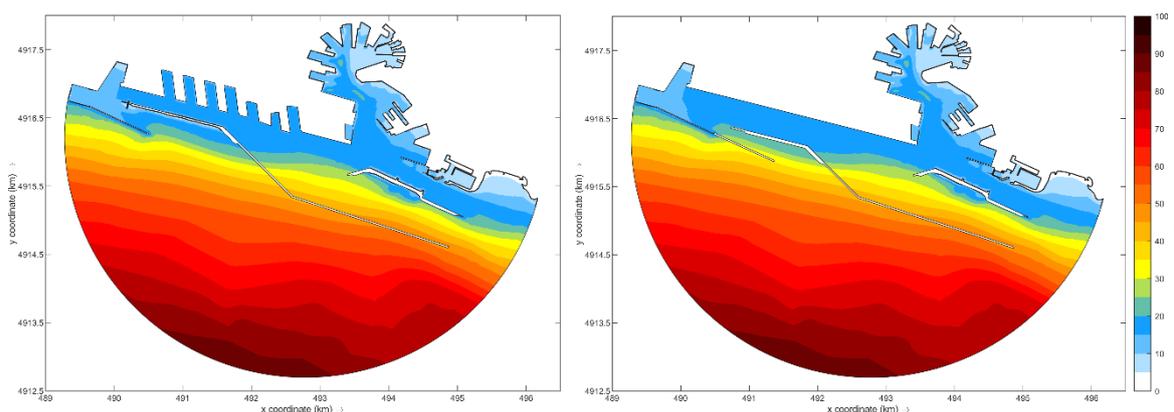


FIGURA 4-2- AREA SIMULATA CON IL CODICE CGWAVE E RELATIVA BATIMETRIA NELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO S3 (SINISTRA) COSTRUTTIVA FASE A) (DESTRA) FASE B).

Per la definizione dei coefficienti di riflessione, si è fatto riferimento alla natura fisica dei contorni (banchina a parete verticale, con e senza celle antiriflettenti, scogliera con elevata pendenza, scogliera a debole pendenza e spiagge) in base alla quale è possibile attribuire un coefficiente di riflessione medio per le onde di vento incidenti. Per l'attribuzione dei coefficienti di riflessione si è fatto riferimento sia alla bibliografia disponibile (vedi PROVERBS (1999), Zanuttigh e Van der Meer (2007)) sia all'esperienza maturata dall'RTP nel settore basata su numerose prove sperimentali eseguite per progetti analoghi (vedi prove sperimentali per Porto Torres - Noli e alt.).

I coefficienti di riflessione utilizzati per simulare le opere esterne ed interne portuali sono di seguito riportati:

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Tipologia contorno	Coeff. riflessione Kr	Colore contorno
opere a parete verticale:	0.90	
opere a parete verticale con celle antiriflettenti:	0.60	
scogliera in massi (ad elevata pendenza):	0.40	
scogliera in massi (a debole pendenza), costa rocciosa:	0.35	
spiagge	0.10	
contorni non riflettenti (contorni aperti)	0.01	

Nei paragrafi seguenti, per ogni configurazione esaminata, verranno rappresentate la suddivisione dei contorni e i coefficienti di riflessione adottati.

5. ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE

La conformazione planimetrica attuale delle opere foranee del porto di Genova (vedi Figura 5-1) rientra nello schema di porto “con diga foranea principale isolata in mare e parallela alla costa”.

Nella Figura 5-1 è riportata la planimetria attuale del Porto che è caratterizzata dalla presenza di tre imboccature portuali, ovvero:

- la Bocca di Levante che attualmente costituisce l'imboccatura principale del Porto dalla quale entrano ed escono le navi commerciali di dimensioni maggiori;
- la Bocca di Ponente, che a seguito della realizzazione della diga dell'aeroporto avvenuta nel dopoguerra, non può essere più utilizzata dal naviglio maggiore diretto a Sampierdarena in quanto la stessa diga dell'aeroporto è stata incautamente risvoltata sopra la vecchia diga esistente modificando la configurazione originale del porto riportata in Figura 5-2 e riducendo in questo modo la funzionalità dell'imboccatura di Ponente rispetto all'accesso a Sampierdarena. Sicuramente sarebbe stato tecnicamente più funzionale risvoltare la vecchia diga sulla nuova mantenendo in questo modo la piena funzionalità della bocca di Ponente per l'accesso a Sampierdarena e garantendo al contempo la protezione della foce del Polcevera;
- la Bocca Ovest posta a Ponente della diga dell'aeroporto.



FIGURA 5-1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL PORTO DI GENOVA.

Con riferimento alla Figura 5-2, si osserva che la configurazione originale del porto rientrava nella tipologia di “porto con diga foranea parallela alla costa” la quale costituisce dal punto di vista navigazionale lo schema portuale migliore in quanto dotato di doppia imboccatura con rotte di accesso completamente indipendenti l'una dall'altra. I principali vantaggi di questo schema portuale sono costituiti dal poter scegliere l'imboccatura ottimale da utilizzare in relazione alle condizioni meteomarine effettivamente presenti e la possibilità, in caso di necessità, di poter entrare ed uscire facilmente dal porto senza invertire la direzione della nave.



FIGURA 5-2 CONFIGURAZIONE DEL PORTO DI GENOVA DOPO LA SECONDA GUERRA MONDIALE PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLA DIGA DELL'AEROPORTO.

Tornando alla configurazione attuale del porto riportata in Figura 5-1, le due lunghe dighe foranee di Levante e di Ponente proteggono molto bene il Porto dal moto ondoso incidente il cui clima ondometrico medio annuale a ridosso delle attuali opere foranee è rappresentato graficamente nella Figura 5-3.

Il Porto di Genova è posto al centro dell'omonimo Golfo e, come evidenziato dalla Figura 5-3, la sua traversia geografica rientra nel settore compreso tra la direzione 115° N, che riguarda la Punta di Portofino, e la direzione 225° N che riguarda Capo Noli. Al di fuori di questo settore il moto ondoso è generato localmente e, a ragione delle modeste aree di generazione delle onde, risulta estremamente limitato. La direzione 115° N coincide con l'asse dell'attuale imboccatura portuale di Levante, ovvero con la giacitura del Molo Duca di Galliera che delimita, insieme al suo prolungamento, il Porto verso Levante.

Il clima ondometrico, riportato qualitativamente nella Figura 5-3 e quantitativamente nella Tabella 2-1, mostra che in effetti le onde di altezza significativa superiori al metro sono limitate dalle direzioni 120° N e 225° N.

In accordo con il clima ondometrico ottenuto nell'ambito del presente progetto e con la giacitura delle sue opere foranee, attualmente il porto di Genova è soggetto a moto ondoso residuo principalmente a causa delle onde provenienti da Scirocco che generano, in alcune zone portuali, una fastidiosa risacca, invece le onde di maggiore intensità e frequenza provenienti dal settore di Mezzogiorno-Libeccio che sono completamente schermate dalle opere foranee, attualmente non costituiscono un problema per l'agitazione interna del Porto, anche se possono esserlo dal punto di vista navigazionale perché investono al traverso le navi in ingresso e uscita del porto. Si evidenzia che nel mese di ottobre del 2018 (vedi studio meteomarinario) si è verificata a Genova e più in generale nel Mar Ligure una mareggiata proveniente da Scirocco particolarmente violenta che ha causato danni anche nel Porto di Genova.

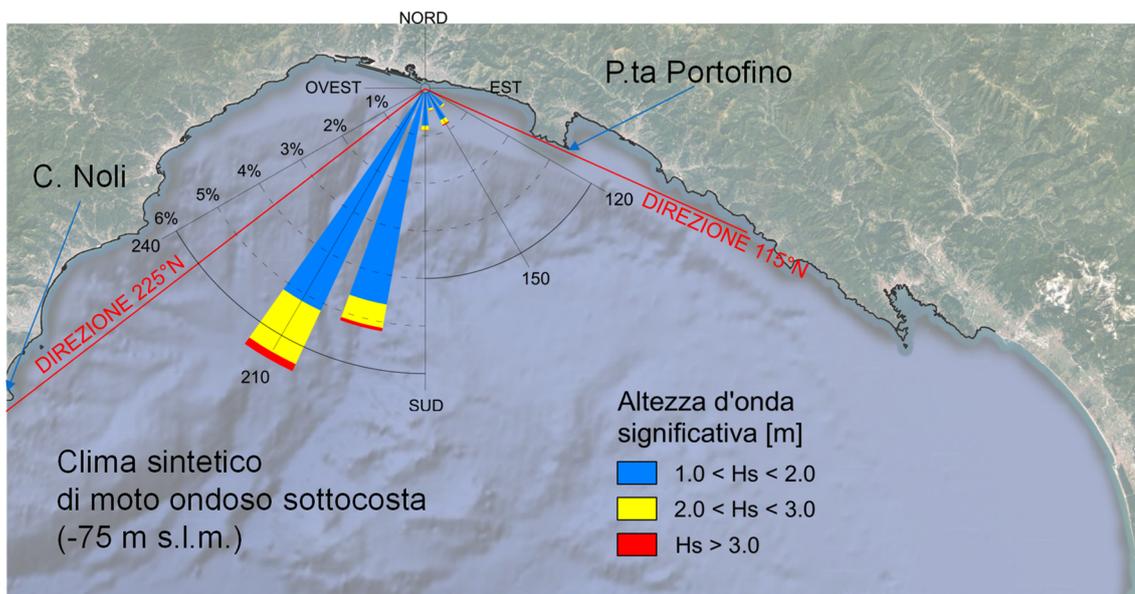


FIGURA 5-3 - ESPOSIZIONE ONDAMETRICA DEL PORTO DI GENOVA A STATI DI MARE CON $H_s > 1,0$ M.

5.1. Analisi del “downtime”

Nella Figura 5-4 sono riportati i coefficienti di riflessione utilizzati nelle simulazioni per riprodurre le opere interne ed esterne portuali.

Nella Figura 5-5 sono mostrati i risultati del “downtime” per le banchine portuali. Per ogni area di riferimento (ascissa) si riportano in ordinata i risultati ottenuti espressi in numero di ore medio annuo di superamento della soglia $H_{s,lim}$. Il pannello B della figura mostra che la soglia $H_{s,lim} = 1,0$ m non viene mai superata dal moto ondoso che penetra nel porto.

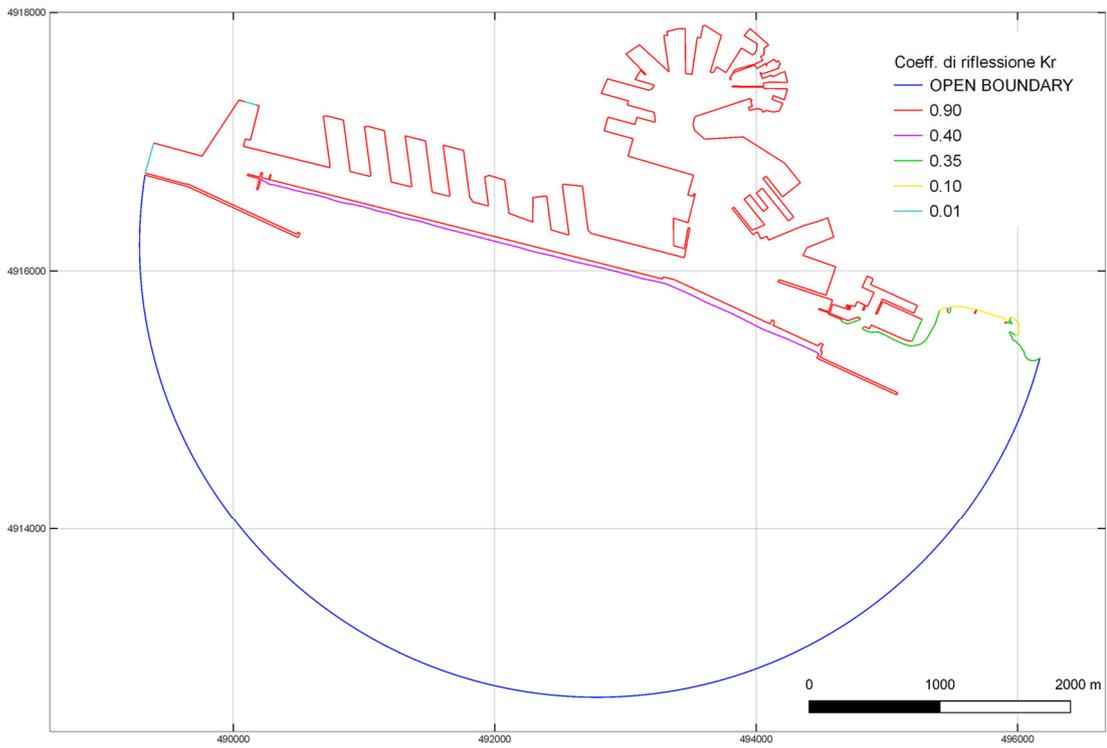
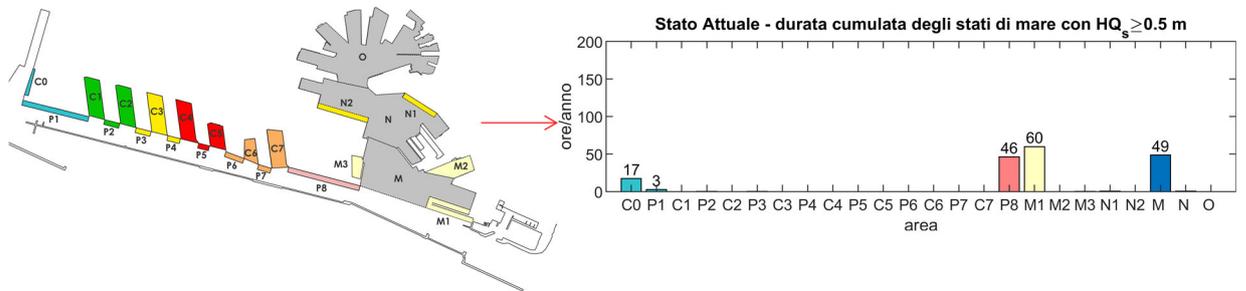


FIGURA 5-4 STATO ATTUALE - COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE DELLE OPERE PORTUALI

A): Operatività banchine $H_{s,lim} = 0.5 m$



B): Operatività banchine $H_{s,lim} = 1.0 m$

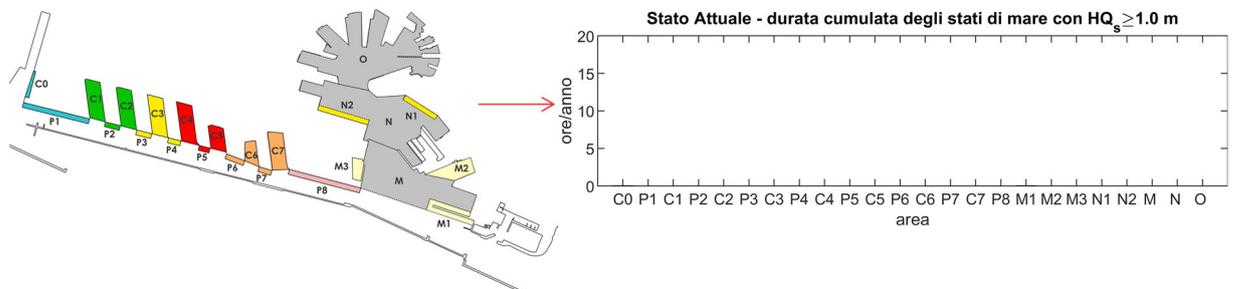


FIGURA 5-5 – “DOWNTIME” DELLE BANCHINE PORTUALI PER LO STATO ATTUALE (NUMERO DI ORE MEDIO ALL’ANNO DI SUPERAMENTO DELLA SOGLIA $H_{s,lim}$): PANNELLO A: $H_{s,lim} = 0,5 m$; PANNELLO B: $H_{s,lim} = 1,0 m$.

A titolo di esempio in Tabella 5-1 è riportata l'analisi del downtime per Calata Bettolo (area P8) per la soglia $H_{s,lim} \geq 0.5 \text{ m}$ che ha fornito un downtime di 46 ore/anno.

La tabella fornisce i valori di HQs ottenuti all'interno dell'area P8, ordinati in senso decrescente, e riporta il corrispondente stato di mare, il relativo numero di occorrenze, la media (H_{mean}), la deviazione standard (H_{std}) e il valore massimo (H_{max}) dei valori di altezza significativa nell'area, le occorrenze e le frequenze cumulate e infine il numero di ore anno di superamento. Ogni stato di mare è indicizzato con un codice contenente la direzione di provenienza, ad esempio D135 corrisponde a 135°N , il periodo ad esempio T9 corrisponde a 9.0 secondi, e l'altezza d'onda ad esempio H250 corrisponde ad un'altezza d'onda significativa di 250 centimetri.

La Figura 5-6 mostra la frequenza di superamento di HQs ottenuta per l'area P8.

L'Allegato 1 riporta le tabelle contenenti i risultati per le aree in esame all'interno del bacino di Sampierdarena (da C0 a P8).

Nella Figura 5-7 si riportano, a titolo di esempio, i risultati ottenuti nel dominio di calcolo espressi in termini di H_s per quattro condizioni di moto ondoso incidenti rappresentative.

Allo scopo di semplificare il confronto tra la situazione attuale e la soluzione di progetto, le stesse condizioni di moto ondoso sono riportate nel seguito anche per la soluzione S3.

I risultati ottenuti mostrano chiaramente che nella situazione attuale gli specchi d'acqua interni risultano molto ben schermati dal moto ondoso incidente. Un modesto moto ondoso residuo si verifica solo in zone limitate del porto ed è dovuto principalmente agli stati di mare provenienti da Scirocco che riescono a penetrare sia dalla Bocca di Levante, sia dalla Bocca di Ponente, ambedue aperte proprio a questa direzione (si veda ad esempio il pannello a della Figura 5-7). Questi stati di mare inducono agitazioni ondose superiori ai 0,5 m per un numero limitato di ore/anno nella zona P8, in corrispondenza di Calata Bettolo, nelle zone M ed M1, localizzate nella parte orientale del porto in corrispondenza dell'attuale avamposto del Bacino delle Grazie, e nella zona C0, localizzata nei pressi della Bocca di Ponente in sponda sinistra idraulica della foce del Polcevera. La zona C0 può essere interessata da agitazione interna residua anche con moto ondoso incidente proveniente dai settori meridionali, che riescono a penetrare dalla Bocca di Ponente a causa delle riflessioni indotte dalla diga foranea (si vedano ad esempio i pannelli b e c della Figura 5-7).

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

TABELLA 5-1- STATO ATTUALE. DOWNTIME PER CALATA BETTOLO – AREA P8

Stato Attuale - Analisi del downtime per Calata Bettolo - Area P8								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T7_Hs150	1701	0.44	0.14	0.93	0.668	1701	0.4851	42.5
D135_T9_Hs450	1	0.42	0.11	0.76	0.600	1702	0.4854	42.5
D135_T8_Hs250	143	0.36	0.09	0.67	0.515	1845	0.5262	46.1
D165_T10_Hs450	6	0.31	0.11	0.62	0.490	1851	0.5279	46.2
D135_T9_Hs350	7	0.33	0.09	0.59	0.466	1858	0.5299	46.4
D150_T9_Hs450	6	0.31	0.08	0.56	0.434	1864	0.5316	46.6
D195_T10_Hs550	1	0.26	0.09	0.51	0.398	1865	0.5319	46.6
D150_T9_Hs350	74	0.24	0.06	0.43	0.339	1939	0.5530	48.4
D180_T10_Hs350	30	0.22	0.07	0.43	0.337	1969	0.5616	49.2
D195_T10_Hs450	25	0.21	0.07	0.42	0.326	1994	0.5687	49.8
D150_T7_Hs150	2601	0.21	0.06	0.46	0.314	4595	1.3105	114.8
D150_T8_Hs250	386	0.21	0.05	0.38	0.298	4981	1.4206	124.4
D165_T9_Hs350	12	0.20	0.05	0.37	0.285	4993	1.4240	124.7
D120_T9_Hs150	51	0.18	0.05	0.33	0.262	5044	1.4385	126.0
D210_T10_Hs350	509	0.17	0.06	0.34	0.262	5553	1.5837	138.7
D195_T10_Hs350	199	0.16	0.05	0.33	0.253	5752	1.6405	143.7
D195_T9_Hs250	1770	0.11	0.03	0.20	0.160	7522	2.1453	187.9
D165_T7_Hs150	1494	0.11	0.03	0.22	0.160	9016	2.5713	225.2
D165_T8_Hs250	175	0.10	0.03	0.21	0.146	9191	2.6212	229.6
D180_T7_Hs150	2778	0.09	0.03	0.22	0.142	11969	3.4135	299.0
D180_T8_Hs250	302	0.09	0.03	0.18	0.135	12271	3.4997	306.6
D210_T11_Hs550	1	0.07	0.03	0.17	0.130	12272	3.4999	306.6
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.02	0.18	0.121	28460	8.1167	711.0
D180_T11_Hs450	1	0.07	0.02	0.14	0.110	28461	8.1170	711.0
D210_T9_Hs250	4349	0.07	0.02	0.13	0.107	32810	9.3573	819.7
D210_T11_Hs450	49	0.06	0.03	0.14	0.106	32859	9.3713	820.9
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.07	0.055	32882	9.3778	821.5
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.01	0.07	0.046	50988	14.5416	1273.8
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1845	0.5262	46.1
Eventi al largo	350635							

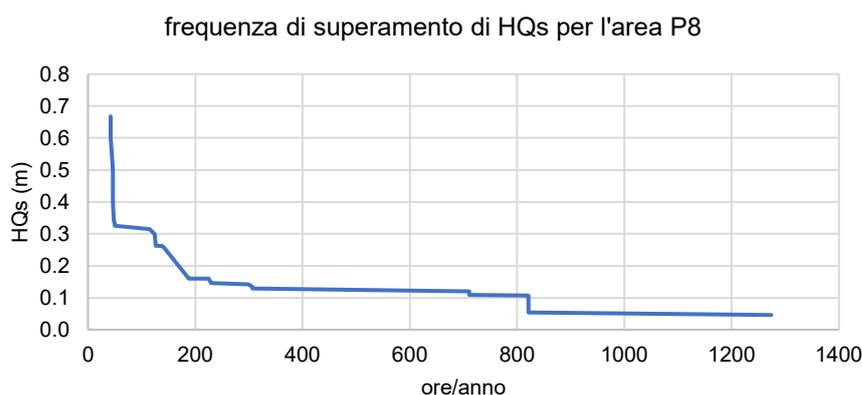


FIGURA 5-6 – STATO ATTUALE FREQUENZA DI SUPERAMENTO DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA PER L'AREA P8 – CALATA BETTOLO.

Stato Attuale

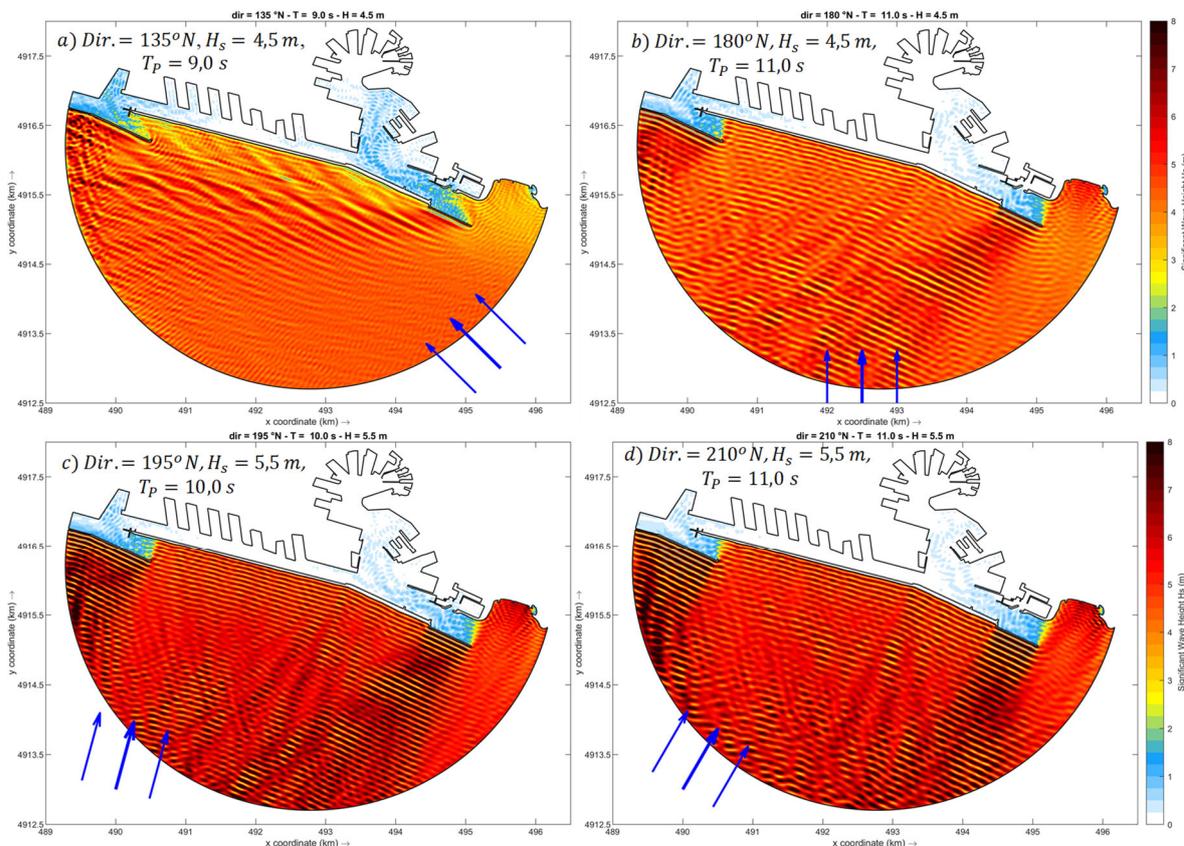


FIGURA 5-7 - ANALISI DEL “DOWNTIME” PER LO STATO ATTUALE: VALORI DI H_s NEL DOMINIO DI CALCOLO PER LE QUATTRO CONDIZIONI DI MOTO ONDOSO INCIDENTE RIPORTATE NEI PANNELLI.

5.2. Analisi delle condizioni estreme

Nella Figura 5-8 sono riportati i risultati dell'analisi delle onde estreme ($T_r=10$ anni). Per ogni area di riferimento (ascissa), si riportano in ordinata i valori dell'altezza d'onda significativa rappresentativa dell'area che viene indicata con HQ_s ed espressa in m.

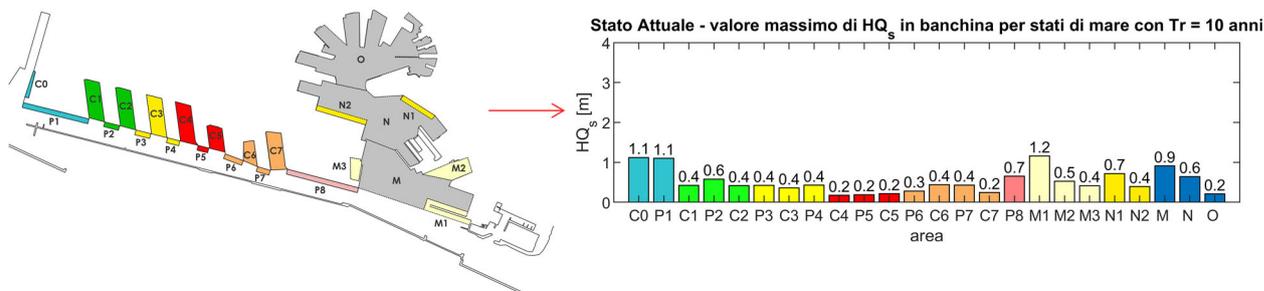


FIGURA 5-8 - ANALISI DELLE ONDE ESTREME ($T_r=10$ ANNI) PER LO STATO ATTUALE. MASSIMA HQ_s ESPRESSA IN M PER OGNI BANCHINA.

La figura mostra che le massime altezze d'onda significative che si verificano lungo le banchine in occasione di mareggiate estreme, superano di poco il metro di altezza solo in zone limitate e risultano in generale inferiori a 0,5 m.

L'Allegato 4 riporta le tabelle con i valori di HQs ottenuti all'interno di tutte le aree prese in esame all'interno del bacino di Sampierdarena. Le tabelle oltre a riportare in senso decrescente i valori di HQs ottenuti, riportano il corrispondente stato di mare, il valore medio (H_{mean}), la deviazione standard (H_{std}) e il valore massimo (H_{max}) dei valori di altezza significativa nell'area.

Le zone più critiche sono la C0 e la P1, entrambe localizzate in prossimità della foce del Polcevera, e la zona M1 posta nell'avamporto della Bocca di Levante.

Il Porto Vecchio è scarsamente interessato dal moto ondoso residuo che penetra dalle imboccature portuali che comunque non costituisce alcun problema per il naviglio di maggiori dimensioni.

In conclusione si può affermare che attualmente il Porto di Genova, dal punto di vista dell'agitazione interna portuale, può essere considerato a ragione un porto rifugio adeguato ai moderni standard ed esigenze dei traffici marittimi.

Ovviamente la realizzazione di una nuova imboccatura portuale finalizzata a consentire l'accesso al porto di grandi navi contenitori con dimensioni maggiori rispetto alle navi che attualmente fanno scalo nel porto, porterà necessariamente ad un aumento dell'agitazione ondosa residua. Pertanto questo aspetto è stato analizzato con estremo dettaglio nell'ambito del presente studio.

6. ANALISI DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

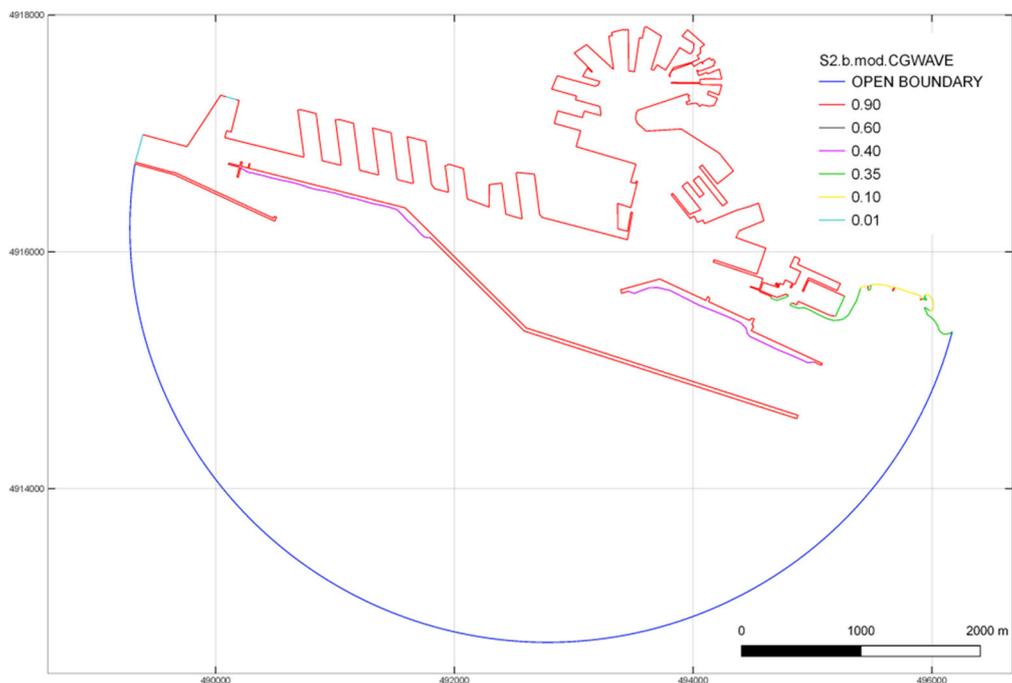
6.1. Soluzione 3

Nei seguenti sottoparagrafi sono illustrati i risultati delle simulazioni condotte per l'analisi del "downtime" e delle "condizioni estreme" delle banchine e degli spazi di manovra (canale di accesso e cerchio di evoluzione) associati allo scenario di attuazione della Soluzione 3.

Nella Figura 6-1 sono riportati i coefficienti di riflessione utilizzati nelle simulazioni per riprodurre le opere interne ed esterne portuali. Il pannello superiore si riferisce alla Fase a, mentre il pannello inferiore si riferisce alla Fase b.

Nella Figura 6-2 (Soluzione 3 – Fase a) e nella Figura 6-3 (Soluzione 3 – Fase b) si riportano a titolo di esempio i risultati ottenuti nel dominio di calcolo espressi in termini di H_s per quattro condizioni di moto ondoso incidente rappresentative.

Soluzione 3 – Fase a



Soluzione 3 – Fase b

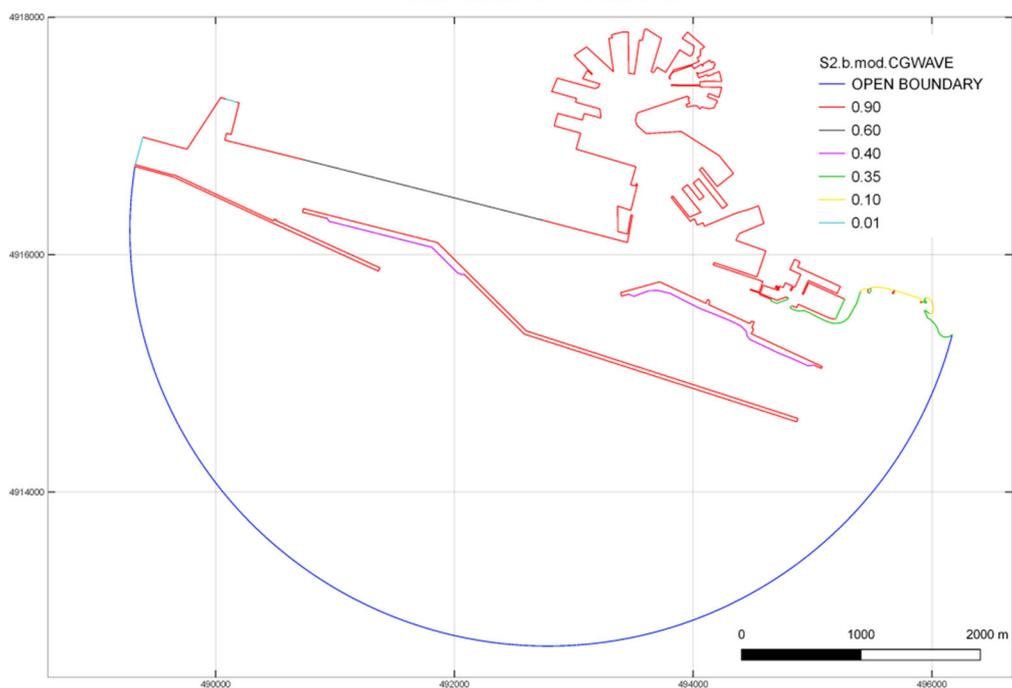


FIGURA 6-1 - SOLUZIONE 3 FASE A (PANNELLO SUPERIORE) E FASE B (PANNELLO INFERIORE) - COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE DELLE OPERE PORTUALI.

Soluzione 3 – Fase a

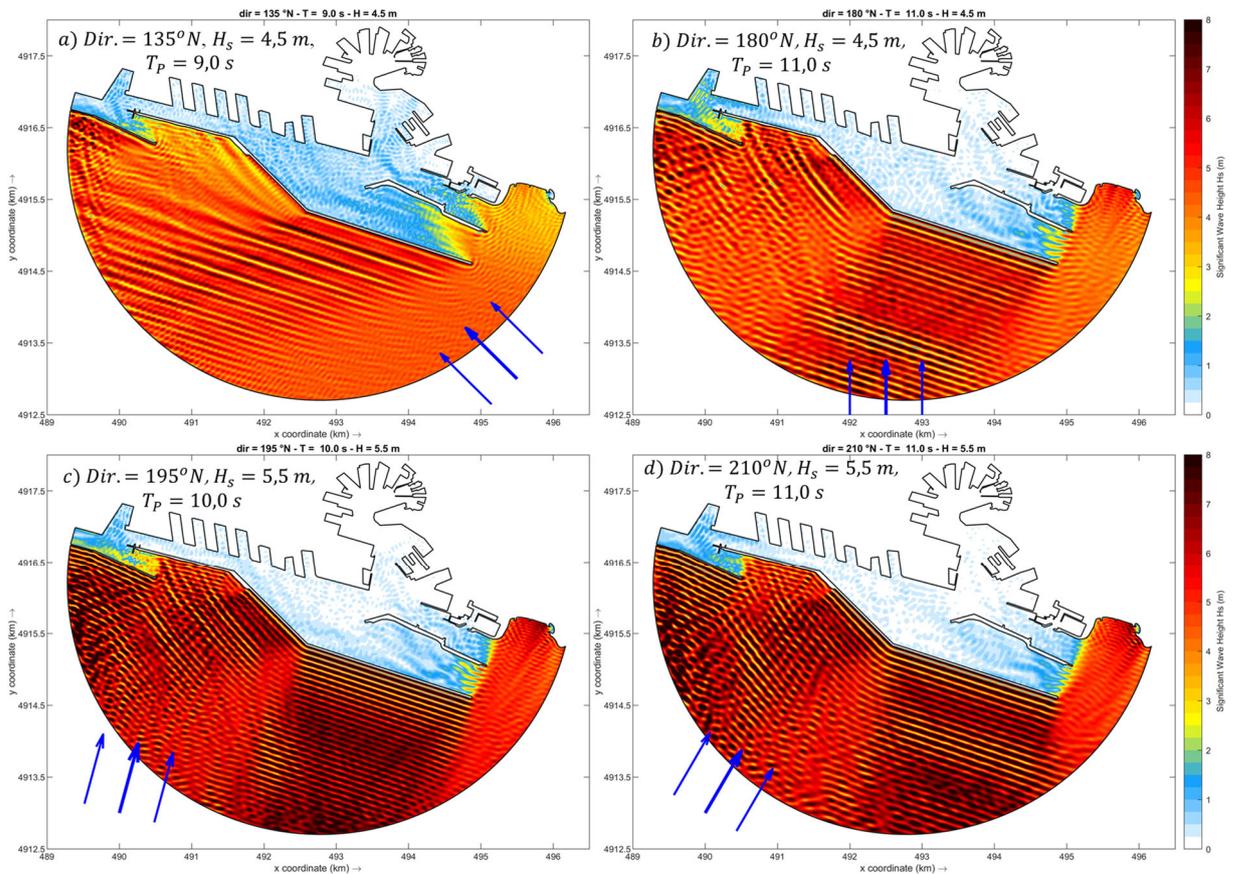


FIGURA 6-2 - ANALISI DEL “DOWNTIME” PER LA SOLUZIONE 3 IN FASE A: VALORI DI H_s NEL DOMINIO DI CALCOLO PER LE QUATTRO CONDIZIONI DI MOTO ONDOSO INCIDENTE RIPORTATE NEI PANNELLI.

Soluzione 3 – Fase b

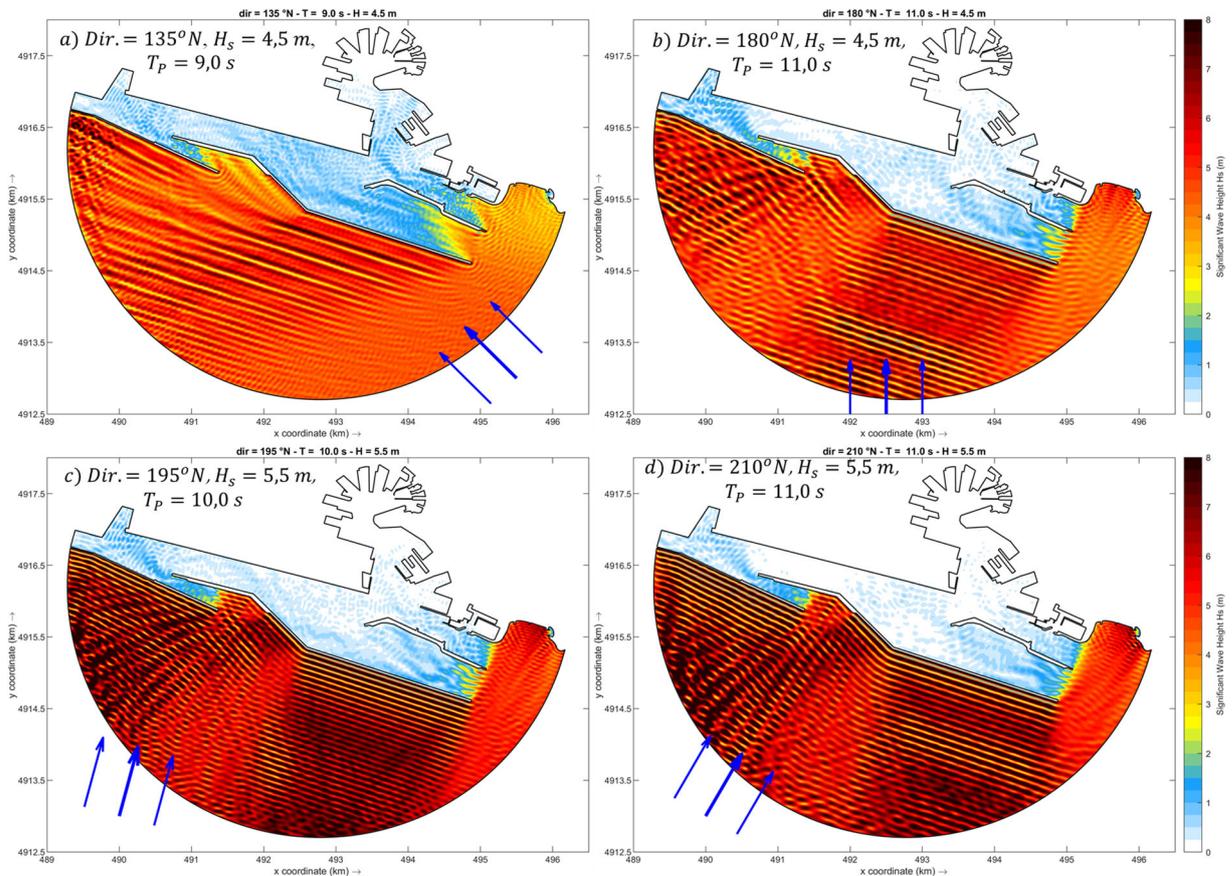


FIGURA 6-3 - ANALISI DEL “DOWNTIME” PER LA SOLUZIONE 3 IN FASE B: VALORI DI H_s NEL DOMINIO DI CALCOLO PER LE QUATTRO CONDIZIONI DI MOTO ONDOSO INCIDENTE RIPORTATE NEI PANNELLI.

6.1.1. Analisi del “downtime”

Banchine

Nella Figura 6-4 e nella Figura 6-5 sono riportati i risultati del “downtime” per le banchine portuali ottenuti rispettivamente per le Fasi costruttive a) e b). Per ogni area di riferimento (ascissa) si riportano in ordinata i risultati ottenuti espressi in numero di ore medio annuo di superamento della soglia $H_{s,lim}$.

A titolo di esempio in Tabella 6-1 è riportata l’analisi del downtime per il terminal Calata Bettolo (area P8) per la soglia $H_{s,lim} \geq 0.5 \text{ m}$ che ha fornito un downtime di 58 ore/anno.

La tabella fornisce i valori di HQs ottenuti all’interno dell’area P8, ordinati in senso decrescente, e riporta il corrispondente stato di mare, il relativo numero di occorrenze, la media (H_{mean}), la deviazione standard (H_{std}) e il valore massimo (H_{max}) dei valori di altezza significativa nell’area, le occorrenze e le frequenza cumulate e infine il numero di ore anno di superamento. La Figura 6-6 riporta la frequenza di superamento di HQs ottenuta.

I risultati dell'analisi del downtime per tutte le aree in esame all'interno del bacino di Sampierdarena in relazione alla Soluzione S3 in fase realizzativa a) (S3.a.) sono riportati nelle tabelle dell'Allegato 2, mentre i risultati dell'analisi del downtime per le aree in esame all'interno del bacino di Sampierdarena, per la fase realizzativa b), sono riportati nell'Allegato 3.

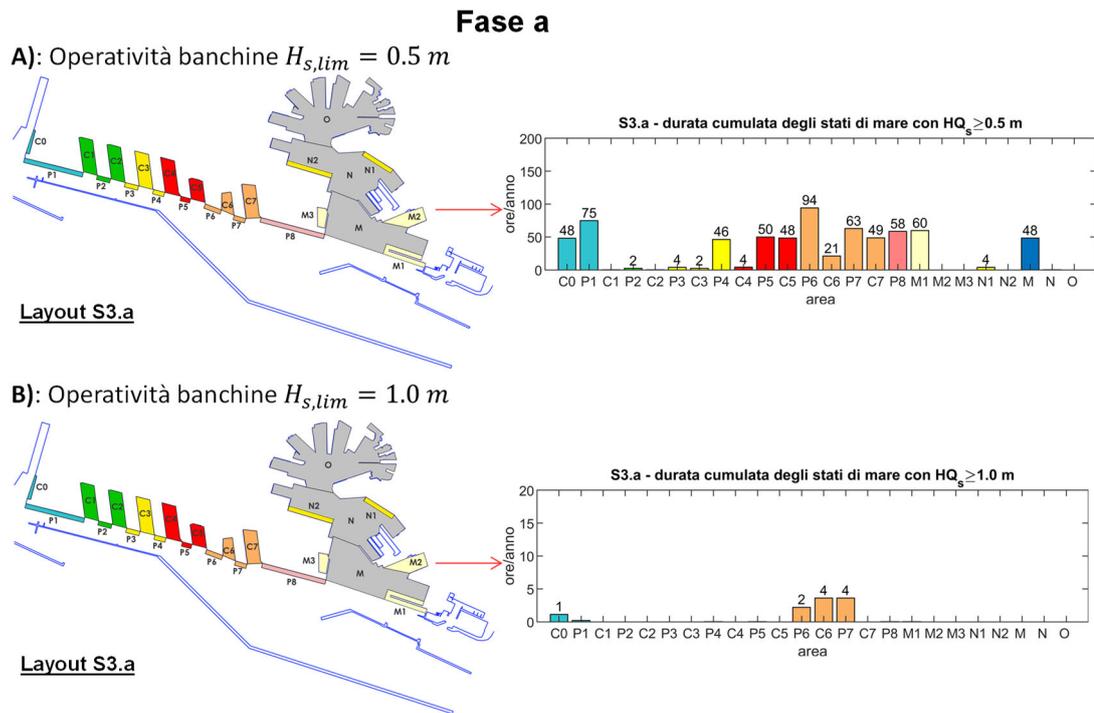


FIGURA 6-4 - “DOWNTIME” DELLE BANCHINE PORTUALI PER LA SOLUZIONE 3 IN FASE A (NUMERO DI ORE MEDIO ALL’ANNO DI SUPERAMENTO DELLA SOGLIA $H_{s,lim}$): PANNELLO A: $H_{s,lim} = 0,5 M$; PANNELLO B: $H_{s,lim} = 1,0 M$.

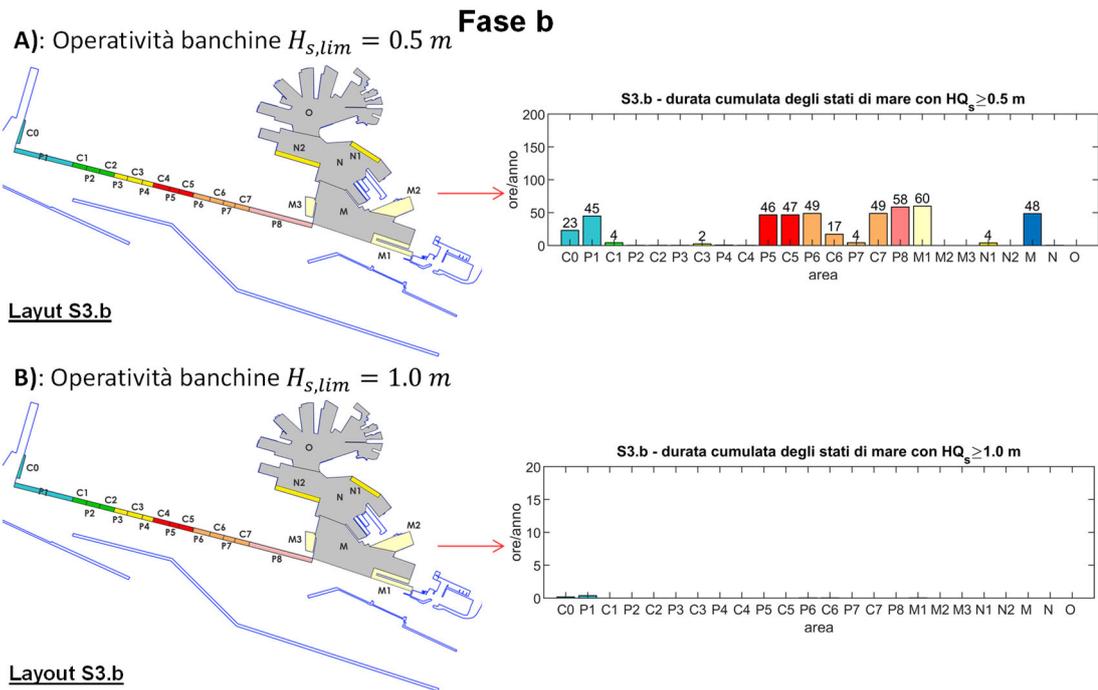


FIGURA 6-5 - “DOWNTIME” DELLE BANCHINE PORTUALI PER LA SOLUZIONE 3 IN FASE B (NUMERO DI ORE MEDIO ALL’ANNO DI SUPERAMENTO DELLA SOGLIA $H_{s,lim}$): PANNELLO A: $H_{s,lim} = 0,5 m$; PANNELLO B: $H_{s,lim} = 1,0 m$.

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

TABELLA 6-1. SOLUZIONE DI PROGETTO S3 IN FASE A. ANALISI DEL DOWNTIME CON SOGLIA $H_{s,lim} \geq 0.5$ M. TERMINAL CALATA BETTOLO – AREA P8.

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.65	0.22	1.55	1.009	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.45	0.21	1.24	0.807	144	0.0411	3.60
D135_T9_Hs350	7	0.50	0.17	1.21	0.785	151	0.0431	3.77
D150_T9_Hs450	6	0.49	0.17	1.08	0.766	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.43	0.14	0.93	0.675	163	0.0465	4.07
D150_T9_Hs350	74	0.38	0.13	0.84	0.598	237	0.0676	5.92
D135_T7_Hs150	1701	0.43	0.09	0.75	0.585	1938	0.5527	48.42
D180_T11_Hs450	1	0.30	0.17	0.75	0.571	1939	0.5530	48.44
D165_T9_Hs350	12	0.34	0.13	0.75	0.548	1951	0.5564	48.74
D150_T8_Hs250	386	0.30	0.13	0.89	0.515	2337	0.6665	58.39
D120_T9_Hs150	51	0.28	0.13	0.76	0.495	2388	0.6811	59.66
D180_T10_Hs350	30	0.28	0.10	0.61	0.441	2418	0.6896	60.41
D195_T10_Hs550	1	0.28	0.10	0.60	0.435	2419	0.6899	60.43
D210_T11_Hs550	1	0.20	0.11	0.52	0.386	2420	0.6902	60.46
D165_T8_Hs250	175	0.21	0.10	0.63	0.374	2595	0.7401	64.83
D150_T7_Hs150	2601	0.25	0.08	0.58	0.368	5196	1.4819	129.81
D195_T10_Hs450	25	0.23	0.08	0.49	0.359	5221	1.4890	130.44
D210_T11_Hs450	49	0.17	0.09	0.43	0.316	5270	1.5030	131.66
D180_T8_Hs250	302	0.17	0.08	0.51	0.302	5572	1.5891	139.21
D195_T9_Hs250	1770	0.16	0.07	0.43	0.279	7342	2.0939	183.43
D195_T10_Hs350	199	0.18	0.06	0.38	0.277	7541	2.1507	188.40
D165_T7_Hs150	1494	0.14	0.05	0.32	0.227	9035	2.5768	225.72
D210_T10_Hs350	509	0.12	0.04	0.24	0.184	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.11	0.04	0.26	0.184	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.10	0.04	0.25	0.169	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.03	0.21	0.142	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.15	0.090	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.09	0.060	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	2337	0.6665	58.4
Eventi al largo	350635							

frequenza di superamento di HQs per l'area P8

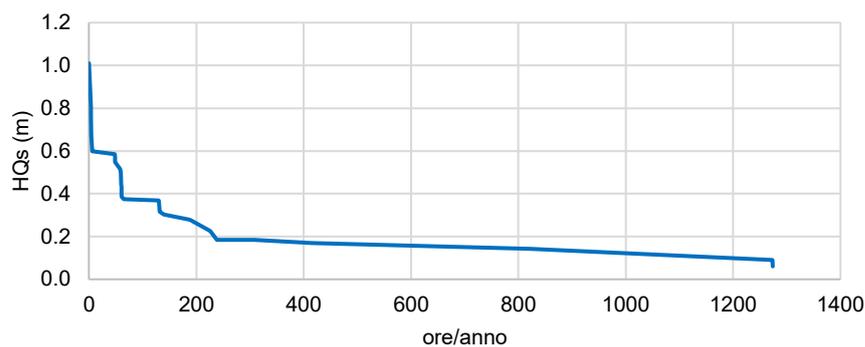


FIGURA 6-6-SOLUZIONE DI PROGETTO S3. FREQUENZA DI SUPERAMENTO DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA PER L'AREA DI RIFERIMENTO P8 - CALATA BETTOLO.

I diagrammi di “downtime” delle banchine per la Soluzione 3 mostrano, rispetto alla situazione attuale, un aumento dell'agitazione interna portuale dovuto principalmente agli stati di mare provenienti da Scirocco, i quali riescono a penetrare dalla nuova imboccatura aperta a levante.

L'aumento del moto ondoso residuo si verifica in maggior misura nelle aree P5, C5, P6, C6 P7, C7 poste nel bacino di Sampierdarena in corrispondenza dell'ampia area di evoluzione. La Figura 6-2 e Figura 6-3 mostrano per la Soluzione 3 anche un aumento, rispetto alla situazione attuale, dell'agitazione ondosa lungo le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera dovuta in parte alla riflessione del moto ondoso indotta dal tratto obliquo orientato per NO-SE della nuova diga foranea.

Tuttavia si nota che, sia nella Fase a) che nella Fase b), l'aumento del “downtime” risulta comunque accettabile in quanto gli stati di mare con altezza superiore a 0.5 m si presentano mediamente con un numero di ore anno inferiore al valore riferimento di 150-200 ore /anno. Condizioni di moto ondoso con altezza superiore a 1.0 m si presentano un numero di ore anno molto limitato.

Nella Fase b) l'agitazione residua tende a ridursi rispetto alla Fase a) sia per l'ampliamento dello specchio acqueo del bacino Sampierdarena, sia per la presenza dei contorni antiriflettenti previsti lungo il nuovo fronte di banchina continuo.

Canale di accesso e cerchio di evoluzione

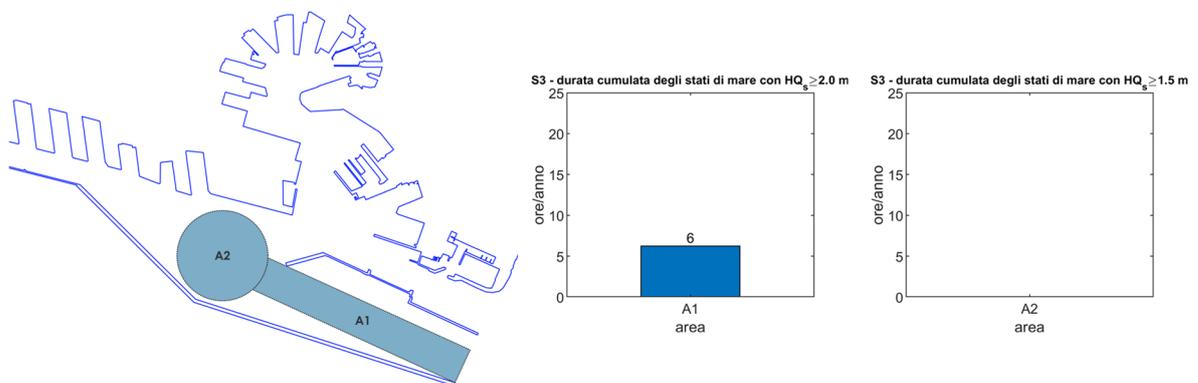


FIGURA 6-7 - SOLUZIONE 3 – FASE A: “DOWNTIME” DEL CANALE DI ACCESSO (AREA A1) E DEL CERCHIO DI EVOLUZIONE (AREA A2).

Nella Figura 6-7 sono riportati i risultati del “downtime” per il canale di accesso (area A1) dove si è assunto il valore limite $H_{s,lim} = 2,0 m$ e per il cerchio di evoluzione (area A2) dove si è assunto il valore limite $H_{s,lim} = 1,5 m$.

Come si evince dai risultati mostrati in figura ottenuti per la soluzione di progetto in fase realizzativa a), nel cerchio di evoluzione, mediamente durante l'anno, le condizioni limite non vengono mai superate, mentre nel canale di accesso vengono superate solo 6 ore/anno.

I risultati relativi alla Soluzione 3 Fase b coincidono con quelli della Fase a e pertanto non vengono riportati.

6.1.2. Analisi delle condizioni estreme

La Figura 6-8 mostra i risultati ottenuti per la soluzione di progetto S3 in presenza di stati di mare estremi, caratterizzati dal tempo di ritorno $T_r = 10$ anni. I diagrammi sono riferiti alle Fasi a) e b) di costruzione. In ascissa sono rappresentate le aree di riferimento che delimitano le banchine e le calate portuali, mentre in ordinata sono riportati i valori massimi dell'altezza d'onda significativa rappresentativa di ciascuna area, indicati con HQ_s .

Le tabelle riportate in Allegato 5 e in Allegato 6 mostrano i valori di altezza d'onda ottenuti per gli eventi estremi simulati con tempo di ritorno per ciascuna area in esame all'interno del bacino di Sampierdarena. Le tabelle riportano i valori di HQ_s calcolati ordinati in senso decrescente, il corrispondente stato di mare, i valori di H_s medio, la deviazione standard e il valore di H_{max} ottenuti nell'area in esame.

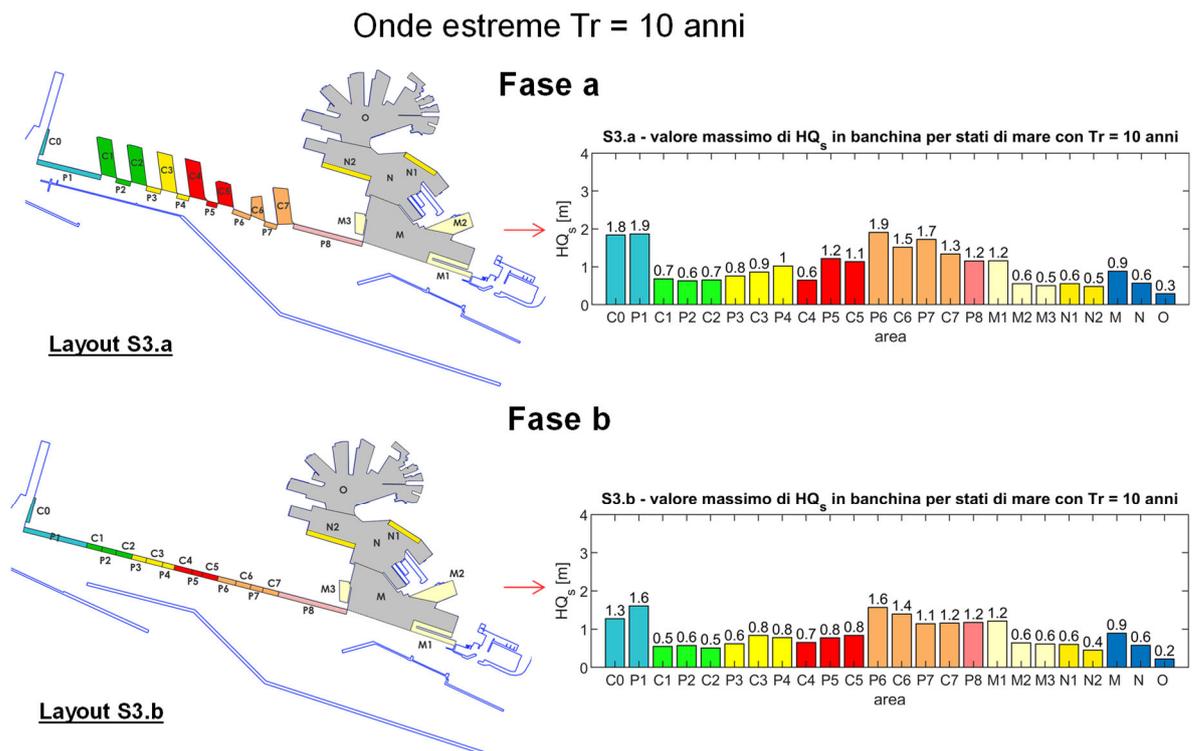


FIGURA 6-8 - ANALISI DELLE ONDE ESTREME ($T_r=10$ ANNI) PER LA SOLUZIONE 3 IN FASE A) (PANNELLO SUPERIORE) E IN FASE B) (PANNELLO INFERIORE). MASSIMA HQ_s ESPRESSA IN M PER OGNI BANCHINA.

7. ANALISI COMPARATIVA TRA LA SOLUZIONE DI PROGETTO E LO STATO ATTUALE

In questo paragrafo viene effettuata l'analisi comparativa relativa all'agitazione interna portuale che si ottiene per lo Stato Attuale e per la Soluzione di Progetto S3. L'analisi viene effettuata separatamente per le due fasi costruttive a) e b).

7.1. Fase a)

Nella Figura 7-1 sono riportati i risultati ottenuti per il "downtime" delle banchine portuali relativamente alla soglia $H_{s,lim} = 0,5 \text{ m}$ e alla Fase costruttiva a).

La figura paragona lo stato attuale, riportato nel pannello superiore, con i risultati ottenuti per la soluzione di progetto: Soluzione 3.

Dal confronto è possibile osservare che la Soluzione 3 fornisce valori di "downtime" più elevati rispetto alla situazione attuale. Per le banchine del bacino di Sampierdarena, poste in prossimità dell'area di evoluzione, si ottiene una frequenza media annuale di superamento della soglia di 0,5 m superiore rispetto a quella attuale, la quale comunque si può ritenere dal punto di vista economico accettabile, essendo limitata per queste banchine a circa 50-90 ore/anno, ovvero a sole 4-7 ore/mese.

Nella Figura 7-2 viene effettuato lo stesso confronto prendendo in esame la soglia $H_{s,lim} = 1,0 \text{ m}$. Per la soluzione di progetto, a differenza dello stato attuale, la soglia viene superata ma solo in poche occasioni durante l'anno, mediamente 4 ore/anno, meno di 30 minuti al mese.

Infine la Figura 7-3 riporta il confronto dei risultati ottenuti per le onde estreme ($T_r = 10$ anni). La figura mostra, per ogni area di riferimento riportata in ascissa, i corrispondenti valori dell'altezza d'onda significativa massima rappresentativa dell'area (HQ_s) ottenuta al variare delle condizioni del moto ondoso incidente.

I risultati mostrano di nuovo che, anche per condizioni di moto ondoso estreme, la Soluzione 3 fornisce livelli di agitazione ondosa sensibilmente più elevati rispetto allo stato attuale che presentano valori massimi di altezza d'onda significativa compresi tra 1.5 m e 1.9 m per le banchine poste in corrispondenza dell'area di evoluzione (aree P6, C6 e P7) e per le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera (C0, P1).

Dal confronto si può inoltre evincere che la soluzione di progetto S3 in fase realizzativa a) non incide sull'agitazione ondosa all'interno del Porto Vecchio e all'interno del bacino delle Grazie.

Fase a): operatività banchine $H_{s,lim} = 0.5 m$

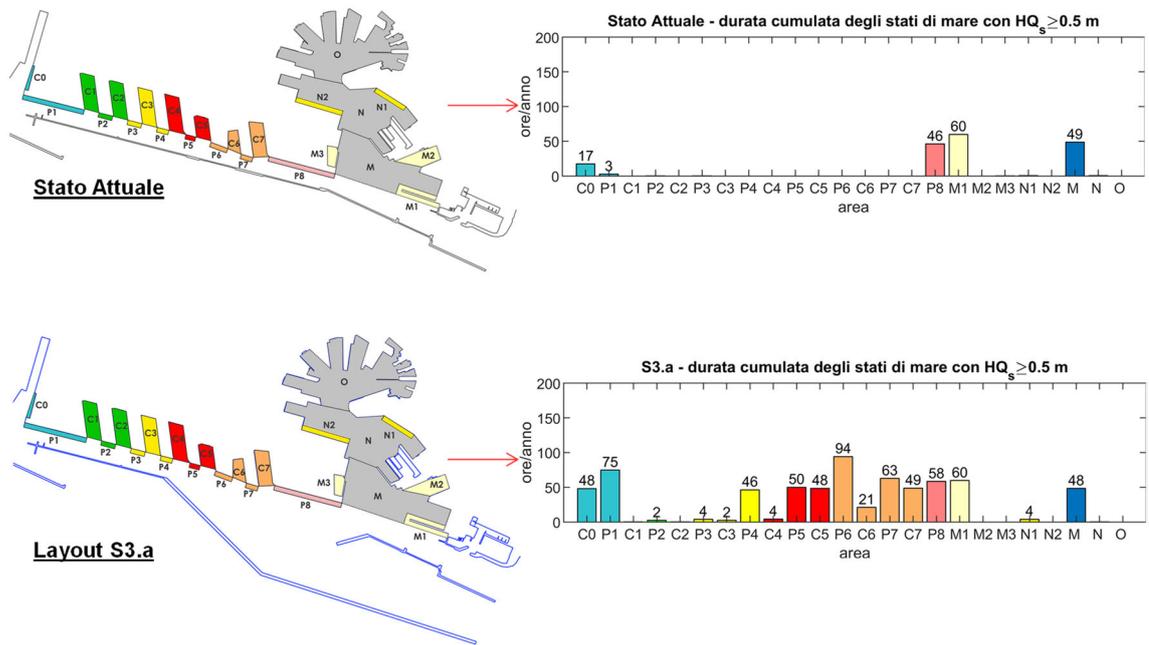


FIGURA 7-1 - FASE A: OPERATIVITÀ DELLE BANCHINE PORTUALI CON $H_{s,lim} = 0,5 m$. COMPARAZIONE TRA LO STATO ATTUALE E LA SOLUZIONE DI PROGETTO S3.

Fase a): operatività banchine $H_{s,lim} = 1.0 m$

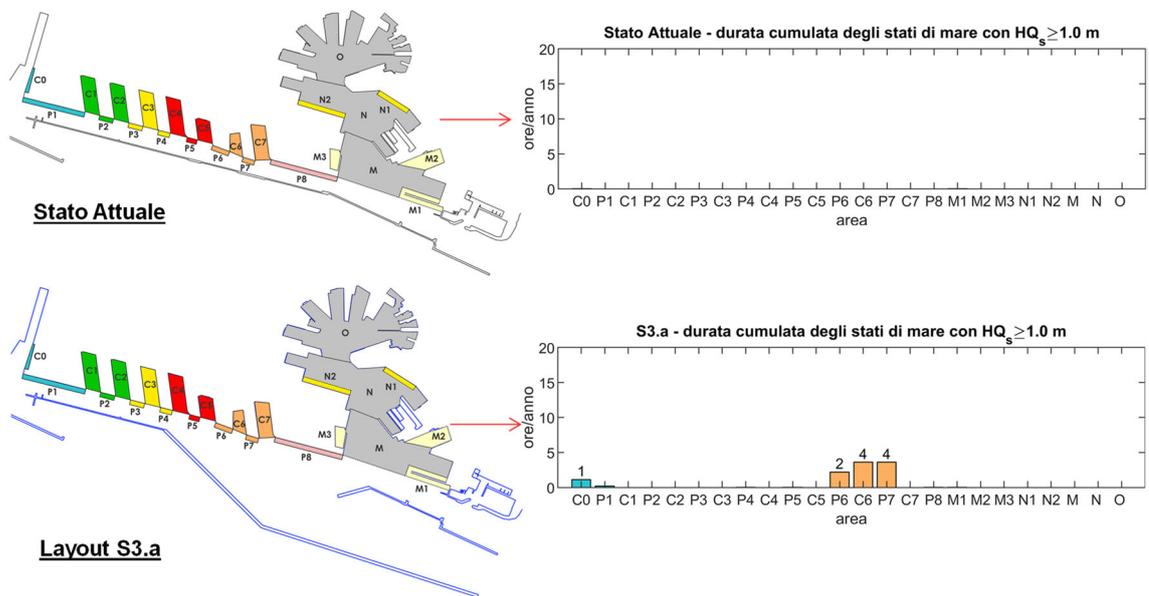


FIGURA 7-2 - FASE A: OPERATIVITÀ DELLE BANCHINE PORTUALI CON $H_{s,lim} = 1,0 m$. COMPARAZIONE TRA LO STATO ATTUALE E LA SOLUZIONE DI PROGETTO S3.

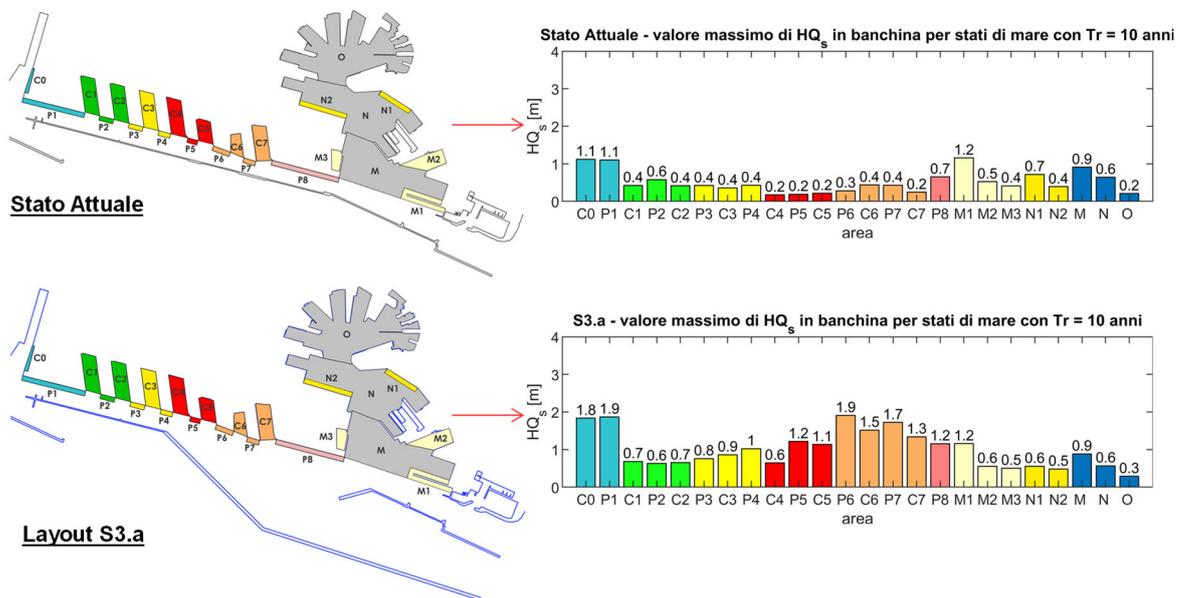
Fase a): sicurezza banchine con onde estreme $T_r = 10$ anni

FIGURA 7-3 - FASE A: SICUREZZA DELLE BANCHINE CON ONDE ESTREME. COMPARAZIONE TRA LO STATO ATTUALE E LA SOLUZIONE DI PROGETTO S3.

7.2. Fase b)

La Figura 7-4 riporta i risultati ottenuti per il “downtime” delle banchine portuali relativamente alla soglia $H_{s,lim} = 0,5 m$ e alla Fase b). La figura paragona lo stato attuale, riportato nel pannello superiore, con i risultati della Soluzione 3.

Rispetto ai risultati relativi alla Fase a), la soluzione di progetto ha mostrato un miglioramento dell'agitazione ondosa lungo le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera. I livelli di agitazione ondosa lungo le altre banchine, seppur leggermente superiori rispetto allo stato attuale, risultano compatibili con l'operatività delle banchine.

La Figura 7-5 mostra lo stesso confronto relativamente alla soglia $H_{s,lim} = 1,0 m$. Per la soluzione di progetto la soglia non viene praticamente mai superata durante l'anno, come avviene per lo stato attuale.

Fase b): operatività banchine $H_{s,lim} = 0.5$ m

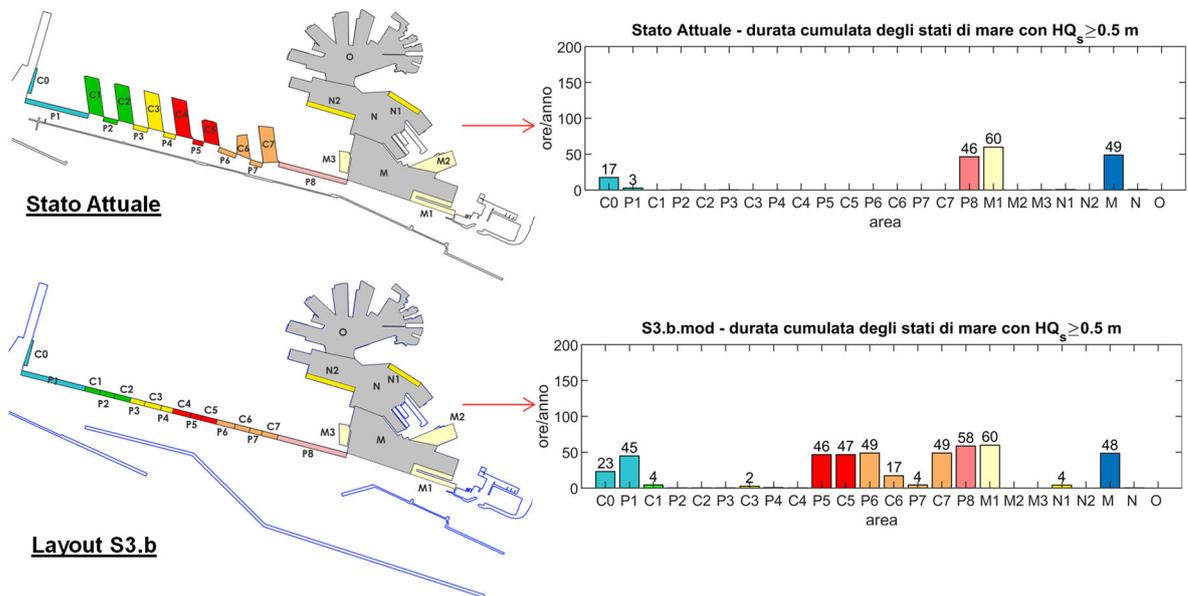


FIGURA 7-4 - FASE B: OPERATIVITÀ DELLE BANCHINE PORTUALI CON $H_{s,lim} = 0,5$ m. COMPARAZIONE TRA LO STATO ATTUALE E LA SOLUZIONE DI PROGETTO S3.

Fase b): operatività banchine $H_{s,lim} = 1.0$ m

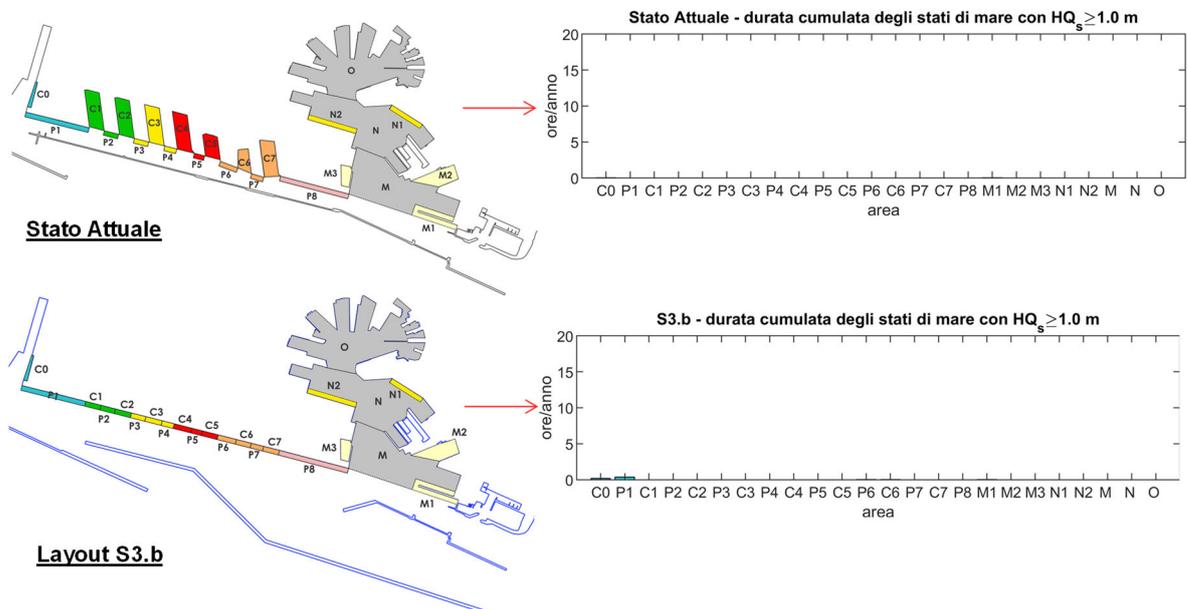


FIGURA 7-5 - FASE B: OPERATIVITÀ DELLE BANCHINE PORTUALI CON $H_{s,lim} = 1,0$ m. COMPARAZIONE TRA LO STATO ATTUALE E LA SOLUZIONE DI PROGETTO S3.

Infine la Figura 7-6 riporta i risultati ottenuti per le onde estreme ($Tr = 10$ anni).

I risultati ottenuti per la Soluzione 3 in fase b) presentano, rispetto alla fase a), una modesta riduzione dei valori massimi di altezza d'onda in banchina dovuto all'ampliamento dello specchio acqueo del bacino Sampierdarena e alla presenza di celle antiriflettenti lungo il nuovo fronte di banchina continuo previsto a seguito del tombamento delle attuali calate di forma trapezia. Il prolungamento della diga dell'aeroporto e la protezione a scogliera lato mare nel tratto con orientamento NO-SE della nuova diga foranea consentono inoltre una riduzione della agitazione ondosa per le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera.

Fase b): sicurezza banchine con onde estreme $Tr = 10$ anni

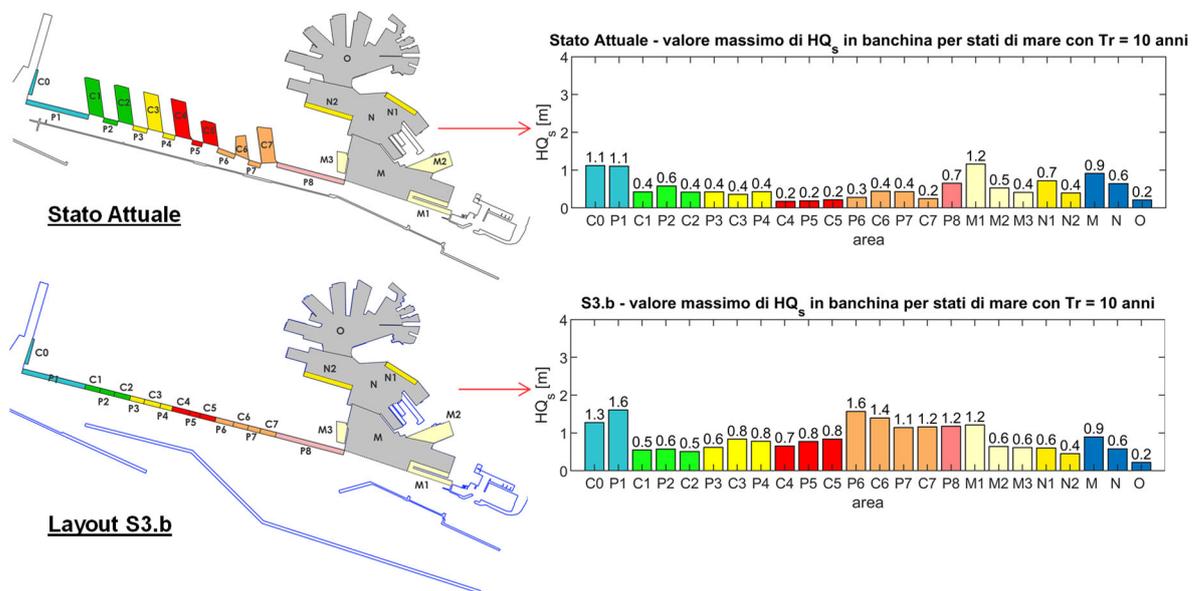


FIGURA 7-6 - FASE B: SICUREZZA DELLE BANCHINE CON ONDE ESTREME. COMPARAZIONE TRA LO STATO ATTUALE E LA SOLUZIONE DI PROGETTO S3.

8. ANALISI COMPARATIVA TRA LA SOLUZIONE DI PROGETTO PRELIMINARE E LA SOLUZIONE FINALE ADOTTATA DAL PFTE

Come illustrato in precedenza al Capitolo 1 la soluzione d'intervento 3 preliminare (ovvero quella selezionata nella fase preliminare del progetto), pur garantendo i requisiti minimi prestazionali raccomandati dall'AIPCN ai fini navigazionali sulle dimensioni del canale di accesso (larghezza e lunghezza) e del cerchio di evoluzione, si è dimostrata non idonea dal punto di vista della protezione degli specchi d'acqua portuali dal moto ondoso incidente, dando luogo, rispetto alla situazione attuale, ad un considerevole incremento di agitazione ondosa, tale da pregiudicare gli attuali elevati livelli di sicurezza che si verificano nel bacino di Sampierdarena.

Pertanto al fine di riportare l'agitazione interna portuale entro limiti accettabili senza peggiorare al contempo gli aspetti navigazionali e quindi mantenendo un canale di accesso rettilineo di pari larghezza rispetto a quello originale e stesso diametro del cerchio di evoluzione, è risultato necessario incrementare la lunghezza della diga foranea di circa 700 m.

Le modifiche apportate alla configurazione preliminare di progetto sono state eseguite in modo tale da garantire:

- a) la stessa larghezza e lo stesso orientamento (115°N) del canale di accesso delle soluzioni preliminari allo scopo di non peggiorare gli aspetti navigazionali delle stesse soluzioni originali;
- b) la massima protezione del bacino portuale interno senza introdurre alcuna forma di impatto morfologico delle nuove opere sulla costa posta a Levante del porto.

Le modifiche apportate alla configurazione preliminare delle opere foranee, necessarie per ridurre i valori di altezza d'onda lungo i fronti di banchina nel bacino di Sampierdarena, hanno quindi determinano una lunghezza della nuova diga foranea pari ad una lunghezza di 2725 m e quindi 725 m più lunga di quella strettamente necessaria ai fini navigazionali raccomandata in letteratura dal PIANC (risultante in 2000 m).

A riprova di tale risultanza si riporta, per completezza, un estratto dei risultati presentati nel rapporto "Volume 15 – Verifiche dell'agitazione ondosa nell'area portuale per le soluzioni d'intervento" (MI046R-PF-D-Z-R-015-00) redatto nella prima fase di progetto rivolta alla valutazione della fattibilità delle alternative progettuali e presentato nell'ambito del dibattito pubblico.

Nelle seguenti figure sono mostrati i risultati ottenuti in termini di “downtime” (tempo medio annuale di non-operatività) delle banchine portuali del porto di Genova per:

- la situazione attuale (Stato di fatto)
- la soluzione 3 in fase a) preliminare (Layout S3.a) – diga foranea 2000 m
- la soluzione 3 in fase a) finale (Layout S3.a.mod) – diga foranea 2725 m

I diagrammi riportati in Figura 8-1 mostrano l'analisi compartiva del “downtime”, espresso in numero di ore/anno di superamento lungo le banchine della soglia di altezza d'onda significativa $HQs = 0,5$ m, valore che è stato preso come riferimento per l'operatività della nave porta contenitori di progetto.

Allo stesso modo i diagrammi di Figura 8-3 mostrano il confronto comparativo dei risultati ottenuti per lo stato attuale e per la fase realizzativa b) della soluzione preliminare e della soluzione finale di progetto.

I diagrammi mostrano chiaramente che, mentre attualmente le banchine portuali sono caratterizzate da un livello di agitazione ondosa estremamente contenuto, essendo il limite di 0,5 m superato per poche ore all'anno e solo lungo pochissime banchine, la configurazione S3.a preliminare, a causa dell'apertura della nuova imboccatura portuale, determina un notevole incremento dell'agitazione ondosa lungo le banchine andando ad interessare quasi tutte le banchine e darsene di Sampierdarena.

Il considerevole aumento di agitazione ondosa che si ottiene rispetto alla situazione attuale per la soluzione 3 preliminare in fase a) (Layout 3.a) è peraltro evidenziato nei diagrammi di Figura 8-2 e di Figura 8-4 dove viene riportata l'altezza d'onda significativa rappresentativa lungo le banchine (HQs) che viene determinata da stati di mare estremi caratterizzati da un tempo di ritorno di 10 anni.

Rispetto alla condizione attuale i valori di altezza d'onda attesi in banchina per la soluzione 3 preliminare, in occasione di eventi estremi con tempo di ritorno 10, sono risultati dell'ordine di 5-6 volte più elevati in corrispondenza delle aree più esposte, in prossimità della nuova imboccatura portuale, con valori di H_s superiori a 2.5 m per la fase a) di realizzazione i quali, in fase b), aumentano ulteriormente superando la soglia di $H_s \geq 3.0$ m. Anche in prossimità della foce del Polcevera si osserva un aumento significativo dei valori di altezza d'onda in banchina dovuto alla riflessione operata dalla nuova diga foranea che determina un aumento dell'agitazione ondosa che riesce a penetrare dall'imboccatura di ponente.

Le analisi condotte hanno mostrato che il livello di agitazione ondosa ottenuto per la soluzione 3 preliminare, sia in Fase a, sia in Fase b, risulta troppo elevato per garantire una adeguata operatività delle banchine portuali, ma soprattutto per la sicurezza delle navi all'ormeggio e per la sicurezza dei terminali stessi (allagamento delle banchine, stabilità delle opere, etc...).

La soluzione 3 modificata, ottenuta prolungando la diga foranea di circa 725 m allo scopo di aumentare, nel limite dei vincoli di progetto precedentemente illustrati, la protezione nei confronti degli stati di mare provenienti da Scirocco-Levante, fornisce globalmente una adeguata protezione dal moto ondoso incidente anche in relazione allo stato attuale.

I diagrammi di Figura 8-1 e Figura 8-2 consentono di valutare il notevole beneficio in termini di riduzione dell'agitazione ondosa lungo le banchine apportato dal prolungamento della diga foranea previsto dalla soluzione 3 finale.

È doveroso sottolineare che, nonostante il prolungamento della diga foranea previsto dalla Soluzione 3 finale, l'agitazione ondosa attesa nel bacino di Sampierdarena risulta inevitabilmente più elevata rispetto alla situazione attuale. I valori massimi di altezza d'onda ottenuti per le banchine più esposte, compresi tra 1.5 e 1.9 m, confrontati con i valori ottenuti per lo stato attuale, compresi tra 0.3 m e 0.4 m, risultano comunque significativi e possono comunque condizionare la sicurezza delle navi all'ormeggio.

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

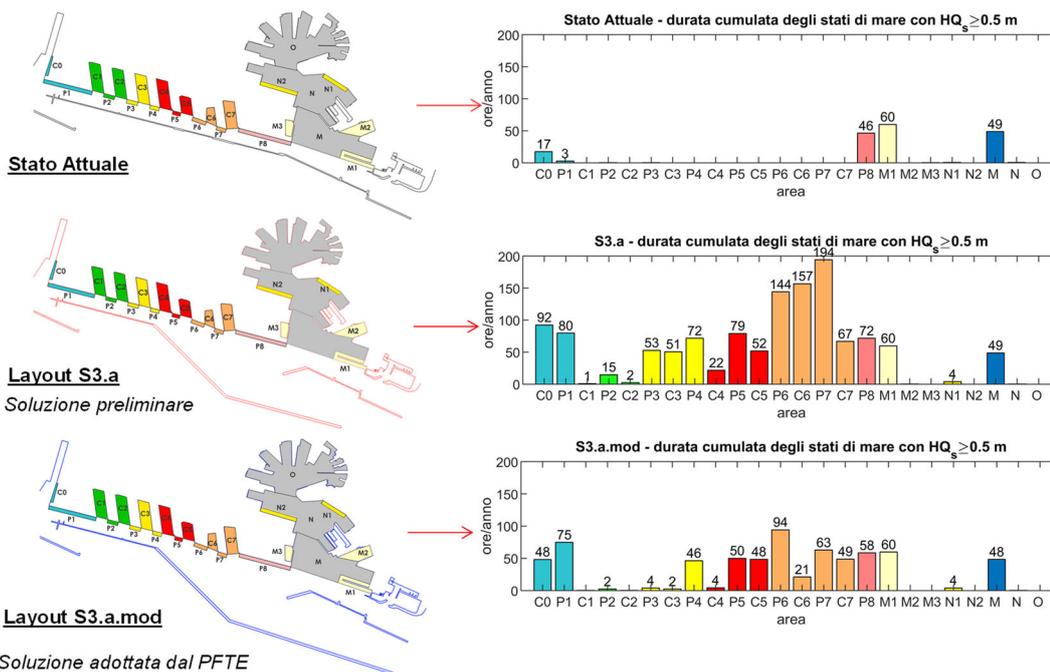


FIGURA 8-1 – ANALISI COMPARATIVA DEL DOWNTIME. IN ALTO STATO DI FATTO, AL CENTRO SOLUZIONE 3 PRELIMINARE IN FASE A), IN BASSO SOLUZIONE 3 FINALE IN FASE A) CON CANALE DI ACCESSO L=2725 M.

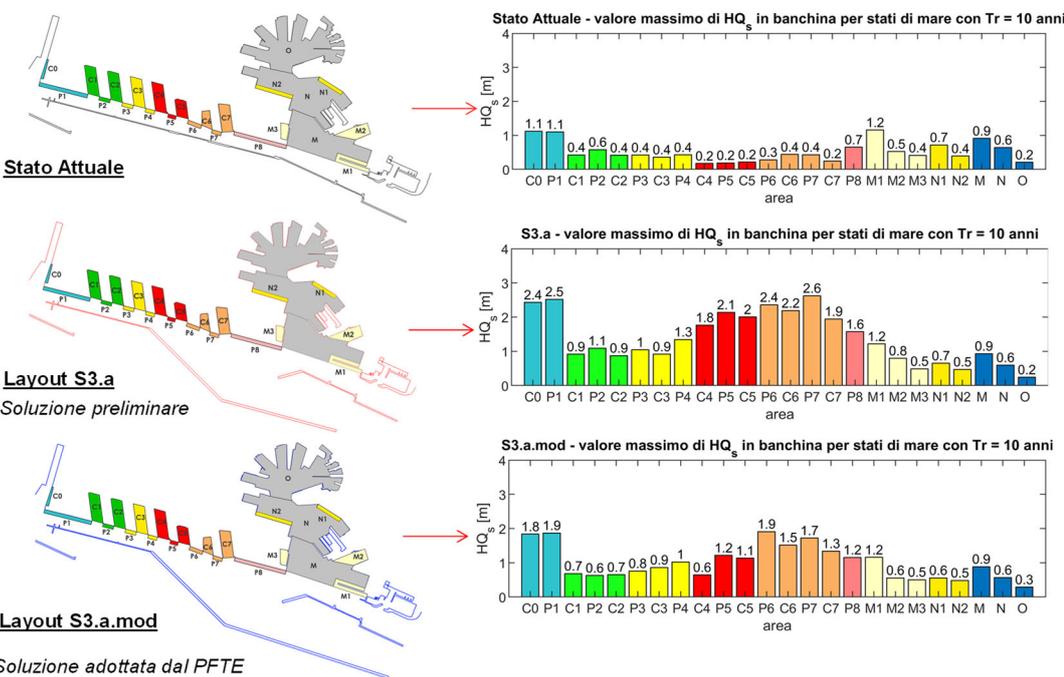


FIGURA 8-2. ANALISI COMPARATIVA DEI VALORI DI ALTEZZA D'ONDA PER UN EVENTO ESTREMO CON TEMPO DI RITORNO DI 10 ANNI. IN ALTO STATO DI FATTO, AL CENTRO SOLUZIONE 3 PRELIMINARE IN FASE A), IN BASSO SOLUZIONE 3 FINALE IN FASE A) CON CANALE DI ACCESSO L=2725 M.

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

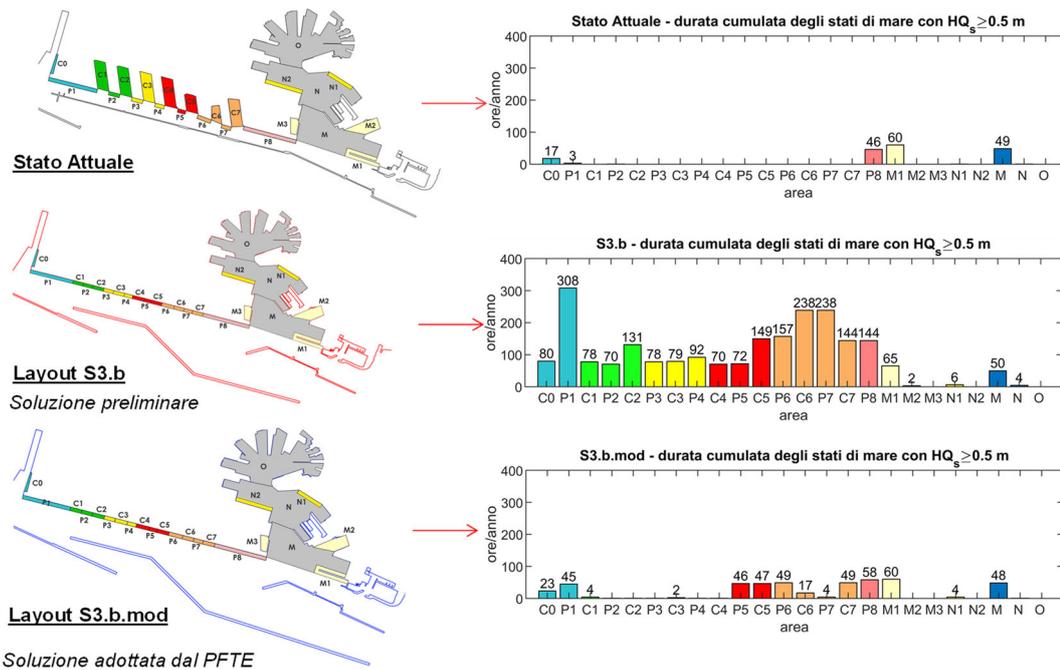


FIGURA 8-3- ANALISI COMPARATIVA DEL DOWNTIME. IN ALTO STATO DI FATTO, AL CENTRO SOLUZIONE 3 PRELIMINARE IN FASE B), IN BASSO SOLUZIONE 3 FINALE IN FASE B) CON CANALE DI ACCESSO $L=2725$ M.

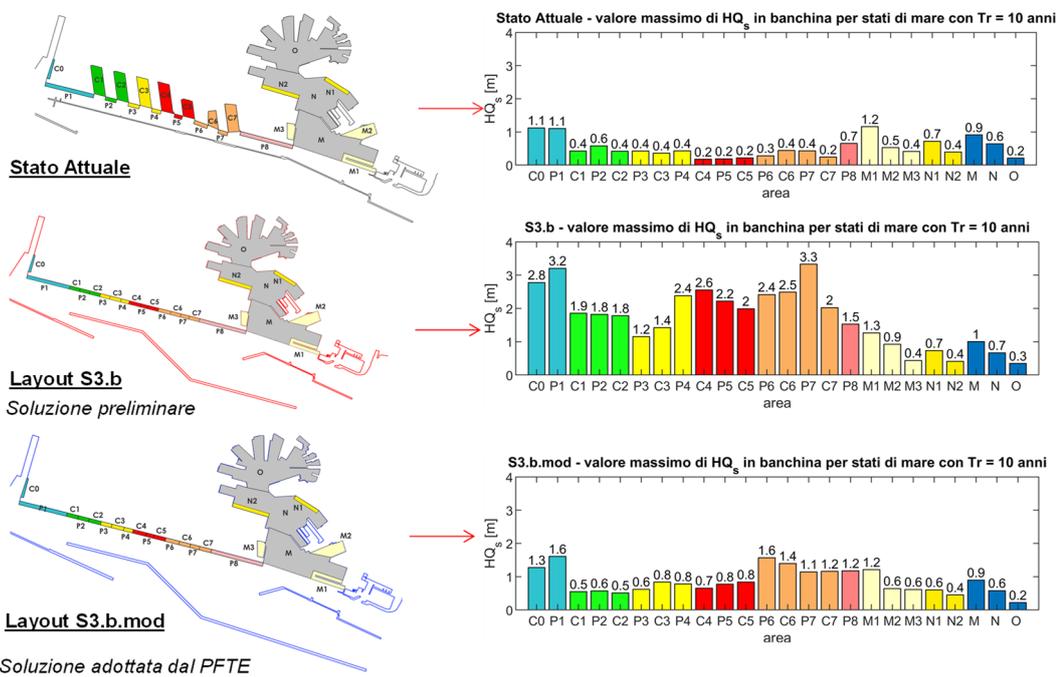


FIGURA 8-4. ANALISI COMPARATIVA DEI VALORI DI ALTEZZA D'ONDA PER UN EVENTO ESTREMO CON TEMPO DI RITORNO DI 10 ANNI. IN ALTO STATO DI FATTO, AL CENTRO SOLUZIONE 3 PRELIMINARE IN FASE B), IN BASSO SOLUZIONE 3 FINALE IN FASE B) CON CANALE DI ACCESSO $L=2725$ M.

Per completezza si riporta nella seguente Figura 8-5, anche se non determinante per la scelta progettuale, il confronto del numero di ore anno per cui risulta $H_s > 2.0$ m lungo il canale di accesso (A1) e per cui risulta $H_s > 1.5$ m nell'area di evoluzione (A2) per la soluzione S3 preliminare e per la soluzione S3 finale di progetto con canale di accesso di lunghezza pari a 2725 m.

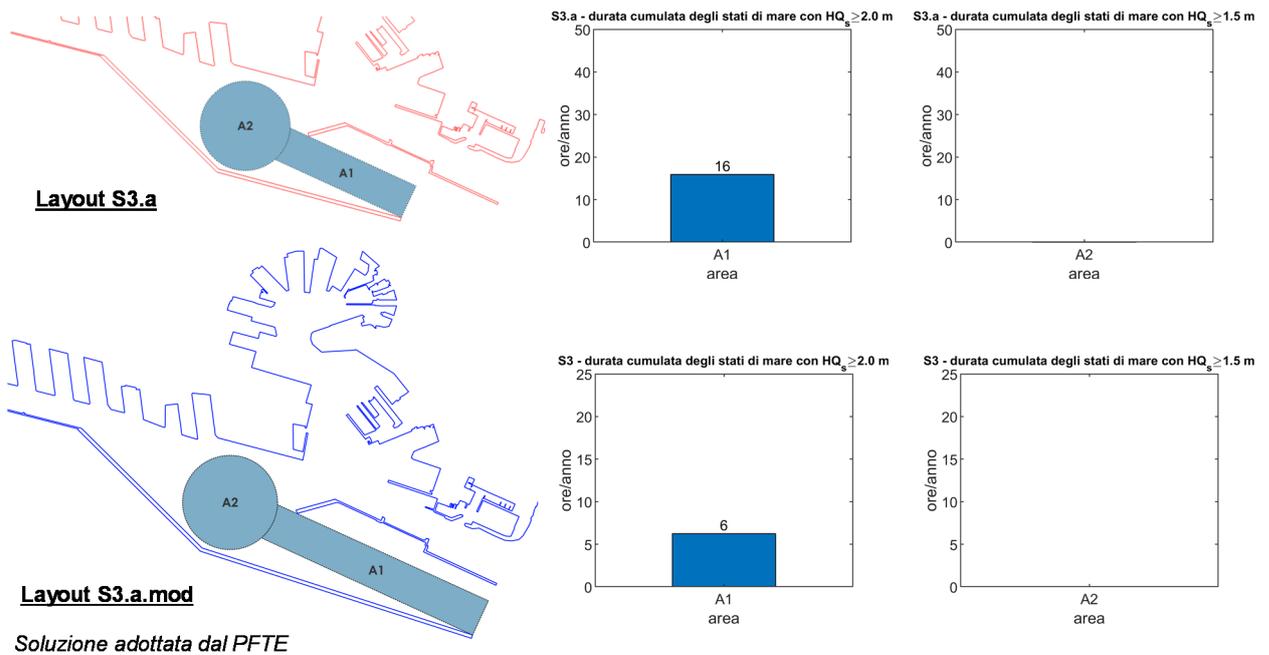


FIGURA 8-5 – CONFRONTO TRA IL NUMERO ORE ANNO PER CUI H_s RISULTA SUPERIORE AI VALORI LIMITE LUNGO IL CANALE DI ACCESSO ($H_s > 2.0$ M) E NELL'AREA DI EVOLUZIONE ($H_s > 1.5$ M) PER LA SOLUZIONE S3 PRELIMINARE E LA SOLUZIONE S3 FINALE CON CANALE DI ACCESSO LUNGO 2725 M.

9. CONCLUSIONI

La valutazione dell'agitazione ondosa indotta dalle onde di breve periodo all'interno del bacino portuale per la Soluzione 3 è stata eseguita prendendo in esame:

- i. i tempi medi annuali di non operatività (“downtime”) delle banchine portuali e delle aree di manovra interne al porto;
- ii. le condizioni di moto ondoso estreme che si determinano lungo le banchine portuali con stati di mare incidenti caratterizzati da un tempo di ritorno $T_r=10$ anni (sicurezza delle navi all'ormeggio).

Le stesse valutazioni sono state eseguite per lo stato attuale del Porto di Genova allo scopo di verificare rispetto ad esso le variazioni in termini di agitazione ondosa residua apportate dalle nuove opere foranee.

I risultati ottenuti per lo stato attuale confermano che oggi le opere esterne del Porto di Genova garantiscono una elevata protezione dello specchio d'acqua portuale dal moto ondoso incidente, tanto che, da questo punto di vista, il porto può essere considerato, a ragione, un “porto rifugio”.

I risultati ottenuti per la nuova diga confermano la bontà ed idoneità della Soluzione 3, fermo restando le considerazioni che seguono.

L'apertura di una nuova imboccatura determina inevitabilmente e comunque per definizione un aumento della penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale.

La configurazione delle opere foranee prevista dalla Soluzione 3 è stata progettata nel rispetto dei seguenti vincoli progettuali:

- a) necessità di avere un canale di accesso rettilineo orientamento lungo la direzione 115° N avente una larghezza di 310 m;
- b) necessità di avere un cerchio di evoluzione di diametro pari a 800 m posto in asse al canale di accesso;
- c) necessità di evitare che le nuove opere portuali possano indurre un impatto morfologico sulla costa posta a Levante del porto.

I risultati ottenuti per la soluzione S3 di progetto, sia per il “downtime”, sia per la sicurezza delle navi all'ormeggio, hanno mostrato che:

- il livello di agitazione ondosa per la soluzione S3, sia in Fase a), sia in Fase b) consente di garantire una adeguata ed idonea operatività delle banchine portuali, risultando tuttavia moderatamente più elevato rispetto allo stato attuale;

- lungo il canale di accesso e all'interno del cerchio di evoluzione non si è riscontrata una agitazione ondosa tale da condizionare l'operatività delle aree di manovra;
- in occasione di eventi estremi con tempo di ritorno elevati (rif. 10 anni) i massimi valori di altezza d'onda significativa in banchina, ottenuti per la soluzione S3, sia in Fase a), sia in Fase b), risultano compatibili con i criteri e le procedure di sicurezza, sebbene più elevati rispetto alla situazione attuale.

La ragione per cui la Soluzione 3 dà luogo ad una agitazione ondosa portuale più elevata rispetto alla situazione attuale, può essere facilmente compresa analizzando la Figura 9-1 dove, per lo Stato Attuale e per la configurazione di progetto S3, a) e Fase b), sono riportati:

1. l'orientamento dell'imboccatura portuale;
2. il settore di provenienza del moto ondoso a largo del porto caratterizzato da stati di mare con $H_s > 1,0 m$.

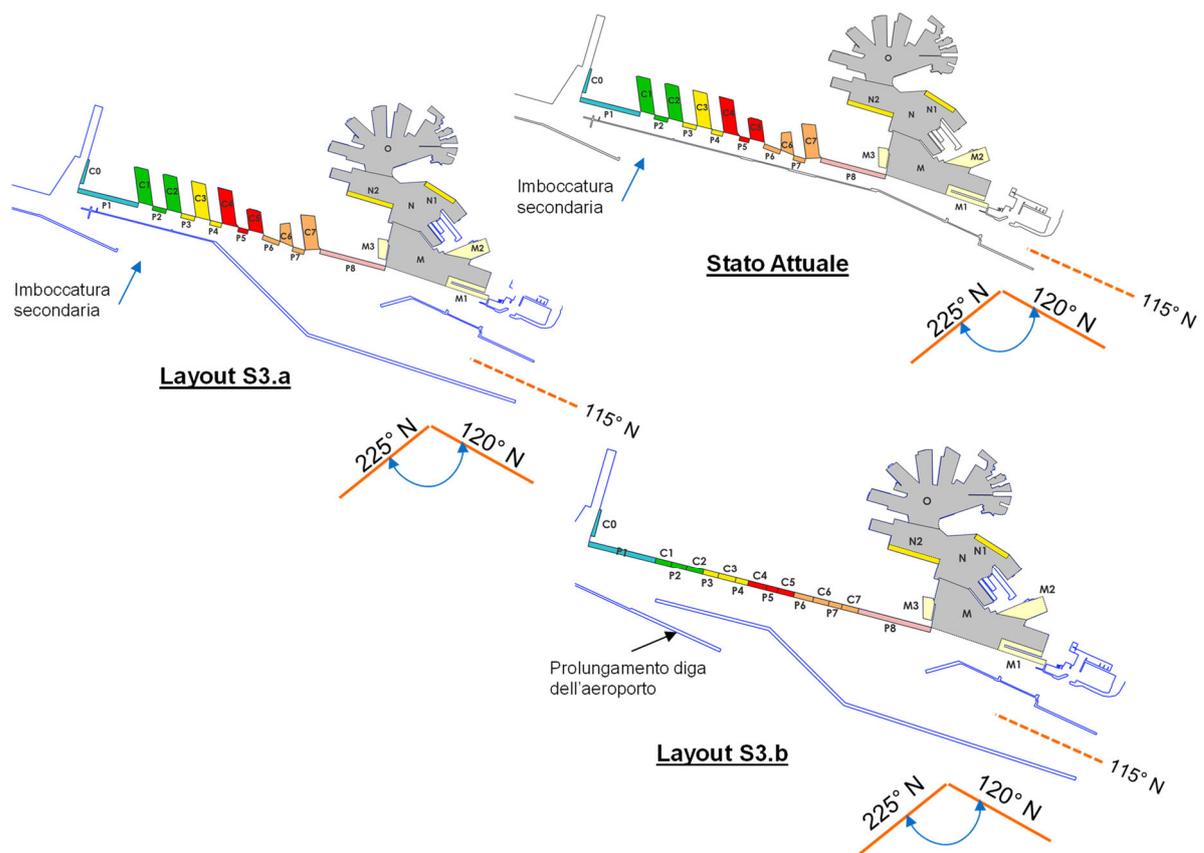


FIGURA 9-1 - ORIENTAMENTO DELLE IMBOCCATURE PORTUALI E SETTORE DI PROVENIENZA DEL MOTO ONDOSO A LARGO DEL PORTO CON $H_s > 1,0 m$ PER LO STATO ATTUALE E PER LA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO S3 IN FASE A) E IN FASE B).

L'analisi della figura mostra che l'orientamento dell'imboccatura portuale (115 °N), previsto per la soluzione di progetto presenta, al pari della imboccatura attuale, una differenza di 5° rispetto al moto ondoso più obliquo proveniente da Levante (120 °N).

Questa differenza angolare, imposta dai vincoli progettuali precedentemente illustrati, non consente di conseguenza una protezione geometrica assoluta dal moto ondoso proveniente dal settore di Levante.

Anche l'imboccatura secondaria di Ponente risulta aperta al moto ondoso proveniente da Levante ed inoltre risulta soggetta alla riflessione del moto ondoso proveniente da Sud Sud-Ovest ad opera della nuova diga foranea e per questa ragione si ottiene una agitazione interna portuale più elevata anche lungo le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera.

I risultati ottenuti per la soluzione di progetto hanno permesso di osservare che la soglia di altezza d'onda pari 0.5 m in banchina, all'interno del bacino Sampierdarena, viene superata in media 50-90 ore/anno.

La soglia di 1.0 m di altezza d'onda significativa in banchina, che per lo stato attuale non viene mai raggiunta, viene superata non più di 4 ore per anno.

La maggiore penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino di Sampierdarena comporta rispetto alla situazione attuale un aumento dei valori di altezza d'onda in banchina in occasione di eventi estremi di moto ondoso. I valori massimi di altezza d'onda ottenuti per le banchine più esposte, compresi tra 1.5 e 1.9 m possono condizionare la sicurezza delle navi all'ormeggio; costituiscono comunque un evento estremo di brevissima durata e altissima probabilità di non superamento e non implicano allagamenti di banchina, né sollecitazioni strutturali incompatibili per le banchine moderne congruamente dimensionate.

Le simulazioni condotte hanno inoltre mostrato che la fase realizzativa b), contraddistinta da un ampliamento degli specchi acquei interni e dalla realizzazione di un fronte di banchina continuo dotato di celle antiriflettenti, consente una benefica riduzione del moto ondoso residuo all'interno del bacino di Sampierdarena con una conseguente riduzione del "downtime" e un aumento delle condizioni di sicurezza all'ormeggio.

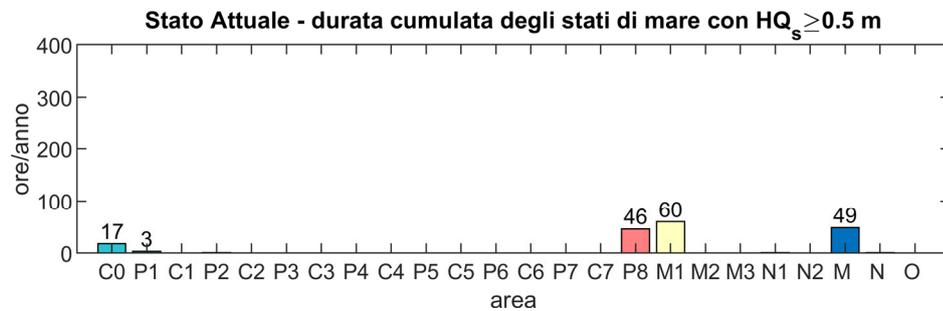
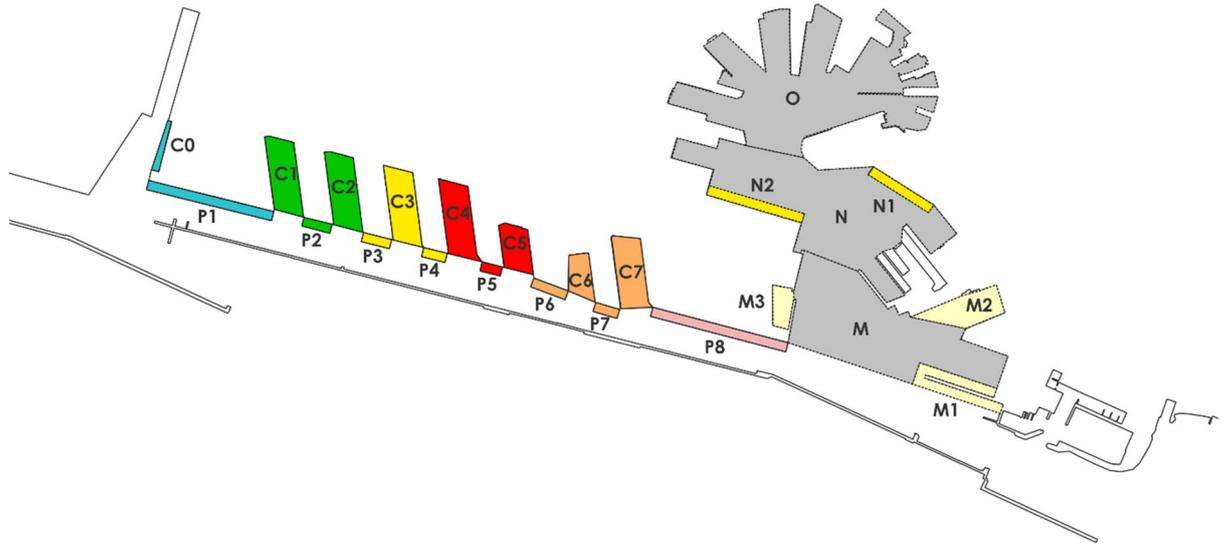
Le simulazioni hanno mostrato che le riflessioni del moto ondoso incidente, causate dalla nuova opera foranea, possono provocare un aumento della penetrazione del moto ondoso attraverso la bocca di ponente con conseguente aumento, seppur modesto, dell'agitazione interna per le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera.

Allo scopo di ridurre la riflessione del moto ondoso è stata prevista, nella fase realizzativa a), una scogliera di protezione lato mare nel primo tratto di diga orientato lungo la direzione NO-SE. In fase b) la penetrazione del moto ondoso attraverso la nuova l'imboccatura secondaria di ponente è stata ulteriormente ridotta a seguito di un prolungamento della diga dell'aeroporto.

Una ulteriore osservazione riguarda la penetrazione del moto ondoso nell'attuale avamporto, nel bacino delle Grazie e nel Porto Vecchio. I risultati ottenuti hanno permesso di verificare che le nuove opere previste per la realizzazione della nuova diga foranea non comportano una variazione dell'agitazione ondosa nei suddetti specchi d'acqua.

ALLEGATO 1

Analisi del downtime nelle aree del bacino di Sampierdarena Stato Attuale



Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C0								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.61	0.34	1.56	1.16	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.52	0.26	1.18	0.94	7	0.0020	0.17
D165_T10_Hs450	6	0.48	0.28	1.31	0.94	13	0.0037	0.32
D135_T9_Hs350	7	0.47	0.27	1.21	0.91	20	0.0057	0.50
D135_T8_Hs250	143	0.42	0.23	0.91	0.80	163	0.0465	4.07
D150_T9_Hs350	74	0.40	0.20	0.92	0.73	237	0.0676	5.92
D195_T10_Hs550	1	0.37	0.22	1.07	0.72	238	0.0679	5.95
D150_T8_Hs250	386	0.36	0.19	0.78	0.68	624	0.1780	15.59
D195_T10_Hs450	25	0.30	0.18	0.88	0.60	649	0.1851	16.21
D180_T10_Hs350	30	0.30	0.17	0.85	0.59	679	0.1936	16.96
D180_T11_Hs450	1	0.32	0.14	0.57	0.55	680	0.1939	16.99
D165_T9_Hs350	12	0.27	0.14	0.73	0.50	692	0.1974	17.29
D195_T10_Hs350	199	0.23	0.14	0.68	0.46	891	0.2541	22.26
D165_T8_Hs250	175	0.24	0.14	0.53	0.46	1066	0.3040	26.63
D135_T7_Hs150	1701	0.22	0.12	0.57	0.42	2767	0.7891	69.13
D120_T9_Hs150	51	0.19	0.14	0.55	0.42	2818	0.8037	70.40
D210_T10_Hs350	509	0.20	0.12	0.58	0.38	3327	0.9488	83.12
D210_T11_Hs550	1	0.20	0.09	0.36	0.35	3328	0.9491	83.14
D150_T7_Hs150	2601	0.17	0.11	0.52	0.34	5929	1.6909	148.13
D210_T11_Hs450	49	0.17	0.07	0.30	0.29	5978	1.7049	149.35
D180_T8_Hs250	302	0.13	0.08	0.33	0.27	6280	1.7910	156.89
D165_T7_Hs150	1494	0.12	0.07	0.34	0.24	7774	2.2171	194.22
D195_T9_Hs250	1770	0.10	0.06	0.35	0.21	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.08	0.05	0.29	0.17	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.07	0.05	0.20	0.14	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.03	0.13	0.10	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.03	0.13	0.09	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.02	0.09	0.08	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	692	0.1974	17.3
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P1								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.62	0.22	1.32	0.99	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.56	0.24	1.33	0.96	7	0.0020	0.17
D180_T11_Hs450	1	0.53	0.17	1.20	0.82	8	0.0023	0.20
D135_T9_Hs350	7	0.48	0.17	1.03	0.76	15	0.0043	0.37
D150_T9_Hs350	74	0.44	0.19	1.04	0.74	89	0.0254	2.22
D165_T9_Hs350	12	0.33	0.16	0.85	0.60	101	0.0288	2.52
D210_T11_Hs550	1	0.31	0.11	0.71	0.48	102	0.0291	2.55
D135_T8_Hs250	143	0.25	0.13	0.76	0.47	245	0.0699	6.12
D165_T10_Hs450	6	0.28	0.09	0.59	0.42	251	0.0716	6.27
D210_T11_Hs450	49	0.25	0.09	0.58	0.39	300	0.0856	7.49
D195_T10_Hs550	1	0.27	0.07	0.52	0.39	301	0.0858	7.52
D135_T7_Hs150	1701	0.25	0.07	0.48	0.36	2002	0.5710	50.02
D150_T8_Hs250	386	0.22	0.09	0.59	0.36	2388	0.6811	59.66
D195_T10_Hs450	25	0.22	0.06	0.42	0.32	2413	0.6882	60.28
D120_T9_Hs150	51	0.20	0.06	0.40	0.30	2464	0.7027	61.56
D180_T10_Hs350	30	0.20	0.06	0.40	0.29	2494	0.7113	62.31
D150_T7_Hs150	2601	0.18	0.06	0.40	0.27	5095	1.4531	127.29
D165_T8_Hs250	175	0.17	0.06	0.37	0.27	5270	1.5030	131.66
D180_T8_Hs250	302	0.16	0.06	0.36	0.25	5572	1.5891	139.21
D195_T10_Hs350	199	0.17	0.05	0.33	0.25	5771	1.6459	144.18
D195_T9_Hs250	1770	0.11	0.06	0.34	0.21	7541	2.1507	188.40
D210_T10_Hs350	509	0.14	0.04	0.27	0.21	8050	2.2958	201.12
D210_T9_Hs250	4349	0.09	0.05	0.29	0.17	12399	3.5362	309.77
D225_T11_Hs150	23	0.07	0.02	0.16	0.11	12422	3.5427	310.34
D210_T8_Hs150	18106	0.07	0.02	0.15	0.11	30528	8.7065	762.69
D165_T7_Hs150	1494	0.06	0.02	0.15	0.10	32022	9.1326	800.01
D180_T7_Hs150	2778	0.04	0.01	0.08	0.06	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.03	0.01	0.06	0.05	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	101	0.0288	2.5
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C1

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.23	0.11	0.58	0.42	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.22	0.11	0.59	0.40	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.18	0.09	0.45	0.32	14	0.0040	0.35
D150_T9_Hs350	74	0.17	0.09	0.46	0.31	88	0.0251	2.20
D180_T11_Hs450	1	0.17	0.07	0.41	0.30	89	0.0254	2.22
D165_T9_Hs350	12	0.13	0.07	0.36	0.25	101	0.0288	2.52
D210_T11_Hs550	1	0.11	0.05	0.23	0.18	102	0.0291	2.55
D195_T10_Hs550	1	0.08	0.04	0.26	0.15	103	0.0294	2.57
D165_T10_Hs450	6	0.08	0.04	0.27	0.15	109	0.0311	2.72
D210_T11_Hs450	49	0.09	0.04	0.19	0.15	158	0.0451	3.95
D120_T9_Hs150	51	0.07	0.04	0.16	0.13	209	0.0596	5.22
D195_T10_Hs450	25	0.07	0.04	0.21	0.12	234	0.0667	5.85
D135_T7_Hs150	1701	0.07	0.03	0.17	0.12	1935	0.5519	48.34
D180_T10_Hs350	30	0.05	0.03	0.18	0.10	1965	0.5604	49.09
D195_T10_Hs350	199	0.05	0.03	0.17	0.10	2164	0.6172	54.06
D150_T7_Hs150	2601	0.05	0.02	0.15	0.09	4765	1.3590	119.05
D210_T10_Hs350	509	0.04	0.02	0.14	0.08	5274	1.5041	131.76
D135_T8_Hs250	143	0.05	0.02	0.11	0.08	5417	1.5449	135.33
D195_T9_Hs250	1770	0.04	0.02	0.12	0.08	7187	2.0497	179.55
D150_T8_Hs250	386	0.04	0.01	0.08	0.06	7573	2.1598	189.20
D210_T9_Hs250	4349	0.03	0.02	0.09	0.06	11922	3.4001	297.85
D165_T8_Hs250	175	0.03	0.01	0.09	0.05	12097	3.4500	302.22
D180_T8_Hs250	302	0.03	0.01	0.08	0.05	12399	3.5362	309.77
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.05	0.04	12422	3.5427	310.34
D165_T7_Hs150	1494	0.02	0.01	0.06	0.03	13916	3.9688	347.67
D180_T7_Hs150	2778	0.01	0.01	0.03	0.02	16694	4.7611	417.07
D210_T8_Hs150	18106	0.01	0.01	0.04	0.02	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.01	0.01	0.03	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P2

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.34	0.13	0.65	0.54	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.31	0.13	0.61	0.51	7	0.0020	0.17
D180_T11_Hs450	1	0.33	0.11	0.54	0.51	8	0.0023	0.20
D135_T9_Hs350	7	0.26	0.10	0.50	0.42	15	0.0043	0.37
D165_T10_Hs450	6	0.24	0.10	0.52	0.41	21	0.0060	0.52
D150_T9_Hs350	74	0.24	0.10	0.48	0.40	95	0.0271	2.37
D195_T10_Hs550	1	0.21	0.09	0.48	0.36	96	0.0274	2.40
D165_T9_Hs350	12	0.18	0.08	0.38	0.32	108	0.0308	2.70
D210_T11_Hs550	1	0.19	0.07	0.33	0.30	109	0.0311	2.72
D195_T10_Hs450	25	0.17	0.07	0.40	0.30	134	0.0382	3.35
D180_T10_Hs350	30	0.16	0.07	0.35	0.27	164	0.0468	4.10
D210_T11_Hs450	49	0.16	0.06	0.27	0.25	213	0.0607	5.32
D195_T10_Hs350	199	0.13	0.06	0.31	0.23	412	0.1175	10.29
D135_T8_Hs250	143	0.13	0.05	0.28	0.21	555	0.1583	13.87
D135_T7_Hs150	1701	0.14	0.04	0.26	0.21	2256	0.6434	56.36
D210_T10_Hs350	509	0.11	0.05	0.26	0.20	2765	0.7886	69.08
D120_T9_Hs150	51	0.11	0.04	0.20	0.17	2816	0.8031	70.35
D150_T7_Hs150	2601	0.11	0.03	0.20	0.16	5417	1.5449	135.33
D150_T8_Hs250	386	0.09	0.03	0.16	0.14	5803	1.6550	144.98
D180_T8_Hs250	302	0.08	0.03	0.17	0.13	6105	1.7411	152.52
D165_T8_Hs250	175	0.08	0.03	0.16	0.13	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.06	0.03	0.13	0.11	8050	2.2958	201.12
D210_T9_Hs250	4349	0.05	0.02	0.10	0.09	12399	3.5362	309.77
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.02	0.08	0.07	12422	3.5427	310.34
D165_T7_Hs150	1494	0.04	0.01	0.07	0.06	13916	3.9688	347.67
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.01	0.07	0.06	32022	9.1326	800.01
D180_T7_Hs150	2778	0.03	0.01	0.05	0.04	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.02	0.01	0.04	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	8	0.0023	0.2
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C2

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.25	0.13	0.77	0.46	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.24	0.13	0.74	0.45	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.20	0.10	0.60	0.36	14	0.0040	0.35
D150_T9_Hs350	74	0.19	0.10	0.57	0.34	88	0.0251	2.20
D165_T9_Hs350	12	0.15	0.08	0.46	0.28	100	0.0285	2.50
D180_T11_Hs450	1	0.10	0.05	0.37	0.19	101	0.0288	2.52
D135_T7_Hs150	1701	0.09	0.04	0.25	0.16	1802	0.5139	45.02
D165_T10_Hs450	6	0.09	0.04	0.24	0.16	1808	0.5156	45.17
D120_T9_Hs150	51	0.08	0.04	0.24	0.15	1859	0.5302	46.44
D195_T10_Hs550	1	0.08	0.04	0.21	0.14	1860	0.5305	46.47
D150_T7_Hs150	2601	0.07	0.03	0.19	0.12	4461	1.2723	111.45
D195_T10_Hs450	25	0.06	0.03	0.17	0.11	4486	1.2794	112.07
D210_T11_Hs550	1	0.06	0.03	0.22	0.11	4487	1.2797	112.10
D180_T10_Hs350	30	0.06	0.03	0.16	0.10	4517	1.2882	112.85
D195_T9_Hs250	1770	0.05	0.03	0.15	0.09	6287	1.7930	157.07
D210_T11_Hs450	49	0.05	0.03	0.18	0.09	6336	1.8070	158.29
D195_T10_Hs350	199	0.05	0.02	0.13	0.09	6535	1.8638	163.27
D210_T9_Hs250	4349	0.04	0.02	0.12	0.08	10884	3.1041	271.92
D210_T10_Hs350	509	0.04	0.02	0.11	0.08	11393	3.2492	284.63
D135_T8_Hs250	143	0.04	0.02	0.11	0.07	11536	3.2900	288.21
D150_T8_Hs250	386	0.03	0.01	0.10	0.05	11922	3.4001	297.85
D165_T8_Hs250	175	0.02	0.01	0.10	0.05	12097	3.4500	302.22
D165_T7_Hs150	1494	0.03	0.01	0.07	0.04	13591	3.8761	339.55
D180_T8_Hs250	302	0.02	0.01	0.09	0.04	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.02	0.01	0.05	0.03	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.01	0.01	0.04	0.03	32859	9.3713	820.92
D225_T11_Hs150	23	0.01	0.01	0.05	0.03	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.01	0.01	0.04	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P3

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.35	0.13	0.56	0.56	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs450	1	0.22	0.08	0.40	0.35	2	0.0006	0.05
D210_T11_Hs550	1	0.20	0.08	0.32	0.32	3	0.0009	0.07
D150_T9_Hs450	6	0.19	0.08	0.38	0.31	9	0.0026	0.22
D165_T10_Hs450	6	0.18	0.08	0.38	0.31	15	0.0043	0.37
D195_T10_Hs550	1	0.17	0.07	0.36	0.29	16	0.0046	0.40
D135_T9_Hs350	7	0.17	0.06	0.31	0.27	23	0.0066	0.57
D210_T11_Hs450	49	0.16	0.06	0.27	0.26	72	0.0205	1.80
D150_T9_Hs350	74	0.14	0.06	0.29	0.24	146	0.0416	3.65
D195_T10_Hs450	25	0.14	0.06	0.29	0.23	171	0.0488	4.27
D180_T10_Hs350	30	0.13	0.05	0.26	0.21	201	0.0573	5.02
D165_T9_Hs350	12	0.11	0.05	0.24	0.20	213	0.0607	5.32
D135_T7_Hs150	1701	0.11	0.05	0.26	0.19	1914	0.5459	47.82
D195_T10_Hs350	199	0.11	0.04	0.23	0.18	2113	0.6026	52.79
D210_T10_Hs350	509	0.09	0.04	0.19	0.16	2622	0.7478	65.51
D135_T8_Hs250	143	0.10	0.03	0.18	0.15	2765	0.7886	69.08
D150_T7_Hs150	2601	0.08	0.03	0.18	0.13	5366	1.5304	134.06
D120_T9_Hs150	51	0.08	0.03	0.13	0.12	5417	1.5449	135.33
D150_T8_Hs250	386	0.07	0.02	0.12	0.11	5803	1.6550	144.98
D165_T8_Hs250	175	0.06	0.03	0.13	0.10	5978	1.7049	149.35
D180_T8_Hs250	302	0.06	0.03	0.13	0.10	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.04	0.02	0.09	0.08	8050	2.2958	201.12
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.02	0.07	0.08	8073	2.3024	201.69
D210_T9_Hs250	4349	0.04	0.02	0.08	0.07	12422	3.5427	310.34
D210_T8_Hs150	18106	0.02	0.01	0.06	0.04	30528	8.7065	762.69
D165_T7_Hs150	1494	0.03	0.01	0.05	0.04	32022	9.1326	800.01
D180_T7_Hs150	2778	0.02	0.01	0.05	0.04	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.02	0.01	0.04	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1	0.0003	0.0
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C3

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.19	0.09	0.49	0.35	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.16	0.08	0.43	0.30	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.15	0.07	0.38	0.27	14	0.0040	0.35
D150_T9_Hs350	74	0.13	0.06	0.33	0.23	88	0.0251	2.20
D165_T9_Hs350	12	0.09	0.05	0.24	0.17	100	0.0285	2.50
D165_T10_Hs450	6	0.08	0.05	0.26	0.16	106	0.0302	2.65
D195_T10_Hs550	1	0.07	0.05	0.25	0.15	107	0.0305	2.67
D135_T7_Hs150	1701	0.08	0.03	0.20	0.13	1808	0.5156	45.17
D180_T11_Hs450	1	0.07	0.03	0.26	0.13	1809	0.5159	45.19
D120_T9_Hs150	51	0.07	0.03	0.18	0.12	1860	0.5305	46.47
D195_T10_Hs450	25	0.06	0.04	0.21	0.12	1885	0.5376	47.09
D135_T8_Hs250	143	0.07	0.03	0.23	0.12	2028	0.5784	50.67
D180_T10_Hs350	30	0.05	0.03	0.18	0.11	2058	0.5869	51.42
D195_T10_Hs350	199	0.05	0.03	0.16	0.10	2257	0.6437	56.39
D210_T10_Hs350	509	0.04	0.03	0.14	0.09	2766	0.7889	69.10
D150_T8_Hs250	386	0.04	0.02	0.17	0.08	3152	0.8989	78.75
D150_T7_Hs150	2601	0.04	0.02	0.11	0.07	5753	1.6407	143.73
D210_T11_Hs550	1	0.04	0.02	0.15	0.07	5754	1.6410	143.75
D180_T8_Hs250	302	0.04	0.02	0.14	0.07	6056	1.7272	151.30
D165_T8_Hs250	175	0.04	0.02	0.14	0.07	6231	1.7771	155.67
D210_T11_Hs450	49	0.03	0.02	0.12	0.06	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.03	0.01	0.07	0.05	8050	2.2958	201.12
D210_T9_Hs250	4349	0.02	0.01	0.06	0.04	12399	3.5362	309.77
D210_T8_Hs150	18106	0.02	0.01	0.06	0.03	30505	8.6999	762.11
D165_T7_Hs150	1494	0.02	0.01	0.05	0.03	31999	9.1260	799.44
D180_T7_Hs150	2778	0.01	0.01	0.04	0.02	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.01	0.00	0.03	0.02	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.01	0.00	0.03	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P4

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.25	0.09	0.38	0.39	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs450	1	0.18	0.08	0.39	0.32	2	0.0006	0.05
D150_T9_Hs450	6	0.16	0.07	0.33	0.27	8	0.0023	0.20
D135_T9_Hs350	7	0.14	0.06	0.30	0.25	15	0.0043	0.37
D135_T7_Hs150	1701	0.15	0.06	0.31	0.25	1716	0.4894	42.87
D165_T10_Hs450	6	0.15	0.06	0.30	0.24	1722	0.4911	43.02
D210_T11_Hs550	1	0.14	0.05	0.22	0.23	1723	0.4914	43.05
D135_T8_Hs250	143	0.14	0.05	0.26	0.23	1866	0.5322	46.62
D195_T10_Hs550	1	0.13	0.05	0.27	0.21	1867	0.5325	46.64
D150_T9_Hs350	74	0.12	0.05	0.25	0.21	1941	0.5536	48.49
D210_T11_Hs450	49	0.12	0.04	0.18	0.19	1990	0.5675	49.72
D195_T10_Hs450	25	0.11	0.04	0.22	0.17	2015	0.5747	50.34
D150_T8_Hs250	386	0.10	0.04	0.19	0.16	2401	0.6848	59.98
D165_T9_Hs350	12	0.09	0.04	0.19	0.16	2413	0.6882	60.28
D180_T10_Hs350	30	0.10	0.04	0.20	0.15	2443	0.6967	61.03
D150_T7_Hs150	2601	0.08	0.03	0.16	0.14	5044	1.4385	126.02
D195_T10_Hs350	199	0.08	0.03	0.17	0.13	5243	1.4953	130.99
D210_T10_Hs350	509	0.08	0.03	0.16	0.13	5752	1.6405	143.70
D120_T9_Hs150	51	0.06	0.03	0.14	0.12	5803	1.6550	144.98
D165_T8_Hs250	175	0.08	0.02	0.13	0.12	5978	1.7049	149.35
D180_T8_Hs250	302	0.07	0.02	0.13	0.12	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.03	0.01	0.06	0.05	8050	2.2958	201.12
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.01	0.05	0.05	8073	2.3024	201.69
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.01	0.06	0.05	26179	7.4662	654.04
D210_T9_Hs250	4349	0.03	0.01	0.05	0.04	30528	8.7065	762.69
D180_T7_Hs150	2778	0.03	0.01	0.06	0.04	33306	9.4988	832.09
D165_T7_Hs150	1494	0.03	0.01	0.05	0.04	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.03	0.01	0.05	0.04	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C4

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.12	0.07	0.35	0.23	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs450	1	0.12	0.05	0.32	0.21	2	0.0006	0.05
D150_T9_Hs450	6	0.10	0.05	0.29	0.19	8	0.0023	0.20
D135_T9_Hs350	7	0.10	0.04	0.25	0.16	15	0.0043	0.37
D135_T8_Hs250	143	0.09	0.04	0.24	0.16	158	0.0451	3.95
D150_T9_Hs350	74	0.08	0.04	0.22	0.14	232	0.0662	5.80
D135_T7_Hs150	1701	0.08	0.04	0.21	0.14	1933	0.5513	48.29
D165_T10_Hs450	6	0.08	0.03	0.20	0.14	1939	0.5530	48.44
D210_T11_Hs550	1	0.07	0.04	0.20	0.13	1940	0.5533	48.47
D195_T10_Hs550	1	0.08	0.03	0.19	0.13	1941	0.5536	48.49
D165_T9_Hs350	12	0.06	0.03	0.17	0.11	1953	0.5570	48.79
D210_T11_Hs450	49	0.06	0.03	0.16	0.11	2002	0.5710	50.02
D195_T10_Hs450	25	0.06	0.03	0.16	0.11	2027	0.5781	50.64
D180_T10_Hs350	30	0.06	0.03	0.16	0.10	2057	0.5866	51.39
D150_T8_Hs250	386	0.06	0.03	0.16	0.10	2443	0.6967	61.03
D150_T7_Hs150	2601	0.05	0.02	0.14	0.09	5044	1.4385	126.02
D195_T10_Hs350	199	0.05	0.02	0.12	0.08	5243	1.4953	130.99
D120_T9_Hs150	51	0.04	0.02	0.13	0.08	5294	1.5098	132.26
D210_T10_Hs350	509	0.04	0.02	0.11	0.07	5803	1.6550	144.98
D165_T8_Hs250	175	0.04	0.02	0.12	0.06	5978	1.7049	149.35
D180_T8_Hs250	302	0.03	0.02	0.13	0.06	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.03	0.01	0.09	0.06	8050	2.2958	201.12
D210_T9_Hs250	4349	0.03	0.01	0.07	0.05	12399	3.5362	309.77
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.05	0.03	12422	3.5427	310.34
D165_T7_Hs150	1494	0.02	0.01	0.05	0.03	13916	3.9688	347.67
D180_T7_Hs150	2778	0.02	0.01	0.04	0.03	16694	4.7611	417.07
D210_T8_Hs150	18106	0.01	0.01	0.06	0.03	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.01	0.01	0.03	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P5

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.17	0.05	0.29	0.25	1	0.0003	0.02
D135_T7_Hs150	1701	0.13	0.05	0.28	0.22	1702	0.4854	42.52
D180_T11_Hs450	1	0.15	0.04	0.22	0.21	1703	0.4857	42.55
D135_T9_Hs350	7	0.13	0.04	0.23	0.19	1710	0.4877	42.72
D135_T8_Hs250	143	0.14	0.02	0.22	0.18	1853	0.5285	46.29
D150_T9_Hs450	6	0.13	0.03	0.22	0.18	1859	0.5302	46.44
D165_T10_Hs450	6	0.10	0.04	0.18	0.16	1865	0.5319	46.59
D150_T8_Hs250	386	0.09	0.03	0.19	0.14	2251	0.6420	56.24
D150_T9_Hs350	74	0.10	0.03	0.17	0.14	2325	0.6631	58.09
D195_T10_Hs550	1	0.09	0.03	0.16	0.13	2326	0.6634	58.11
D210_T11_Hs550	1	0.09	0.02	0.13	0.13	2327	0.6637	58.14
D150_T7_Hs150	2601	0.07	0.03	0.15	0.12	4928	1.4055	123.12
D120_T9_Hs150	51	0.07	0.03	0.14	0.12	4979	1.4200	124.39
D165_T9_Hs350	12	0.08	0.02	0.13	0.11	4991	1.4234	124.69
D180_T10_Hs350	30	0.07	0.02	0.13	0.11	5021	1.4320	125.44
D195_T10_Hs450	25	0.07	0.02	0.13	0.11	5046	1.4391	126.07
D210_T11_Hs450	49	0.07	0.02	0.11	0.10	5095	1.4531	127.29
D165_T8_Hs250	175	0.06	0.02	0.10	0.09	5270	1.5030	131.66
D210_T10_Hs350	509	0.05	0.02	0.10	0.09	5779	1.6482	144.38
D195_T10_Hs350	199	0.05	0.02	0.10	0.08	5978	1.7049	149.35
D180_T8_Hs250	302	0.06	0.01	0.09	0.08	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.04	0.01	0.06	0.06	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.03	0.01	0.05	0.04	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.03	0.01	0.05	0.04	13893	3.9622	347.09
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.01	0.04	0.04	31999	9.1260	799.44
D180_T7_Hs150	2778	0.03	0.01	0.04	0.04	34777	9.9183	868.84
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.04	0.03	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.02	0.00	0.04	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C5

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.13	0.05	0.29	0.22	1	0.0003	0.02
D135_T7_Hs150	1701	0.11	0.05	0.30	0.20	1702	0.4854	42.52
D135_T9_Hs350	7	0.10	0.04	0.22	0.17	1709	0.4874	42.70
D150_T9_Hs450	6	0.10	0.04	0.25	0.17	1715	0.4891	42.85
D150_T9_Hs350	74	0.08	0.03	0.19	0.13	1789	0.5102	44.70
D135_T8_Hs250	143	0.06	0.03	0.20	0.12	1932	0.5510	48.27
D165_T10_Hs450	6	0.06	0.03	0.16	0.11	1938	0.5527	48.42
D120_T9_Hs150	51	0.05	0.03	0.16	0.10	1989	0.5673	49.69
D165_T9_Hs350	12	0.06	0.03	0.12	0.10	2001	0.5707	49.99
D180_T11_Hs450	1	0.05	0.03	0.15	0.10	2002	0.5710	50.02
D150_T7_Hs150	2601	0.06	0.03	0.14	0.10	4603	1.3128	115.00
D195_T10_Hs550	1	0.05	0.02	0.13	0.09	4604	1.3130	115.02
D180_T10_Hs350	30	0.04	0.02	0.11	0.07	4634	1.3216	115.77
D195_T10_Hs450	25	0.04	0.02	0.11	0.07	4659	1.3287	116.40
D150_T8_Hs250	386	0.04	0.02	0.10	0.07	5045	1.4388	126.04
D210_T10_Hs350	509	0.03	0.02	0.09	0.06	5554	1.5840	138.76
D210_T11_Hs550	1	0.03	0.02	0.08	0.06	5555	1.5843	138.78
D195_T10_Hs350	199	0.03	0.01	0.08	0.06	5754	1.6410	143.75
D165_T8_Hs250	175	0.03	0.02	0.09	0.05	5929	1.6909	148.13
D180_T8_Hs250	302	0.03	0.01	0.09	0.05	6231	1.7771	155.67
D210_T11_Hs450	49	0.03	0.01	0.07	0.05	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.03	0.01	0.06	0.05	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.02	0.01	0.05	0.04	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.02	0.01	0.05	0.04	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.02	0.01	0.04	0.03	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.02	0.01	0.05	0.03	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.01	0.01	0.05	0.02	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.01	0.00	0.02	0.01	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P6

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.19	0.05	0.30	0.27	1	0.0003	0.02
D135_T7_Hs150	1701	0.16	0.07	0.35	0.27	1702	0.4854	42.52
D180_T11_Hs450	1	0.15	0.05	0.32	0.24	1703	0.4857	42.55
D135_T9_Hs350	7	0.15	0.04	0.23	0.21	1710	0.4877	42.72
D150_T9_Hs450	6	0.14	0.04	0.25	0.21	1716	0.4894	42.87
D135_T8_Hs250	143	0.13	0.03	0.22	0.19	1859	0.5302	46.44
D150_T9_Hs350	74	0.11	0.03	0.19	0.16	1933	0.5513	48.29
D150_T8_Hs250	386	0.09	0.03	0.18	0.14	2319	0.6614	57.94
D210_T11_Hs550	1	0.09	0.03	0.18	0.14	2320	0.6617	57.96
D165_T9_Hs350	12	0.09	0.03	0.17	0.13	2332	0.6651	58.26
D120_T9_Hs150	51	0.08	0.03	0.16	0.13	2383	0.6796	59.54
D150_T7_Hs150	2601	0.07	0.03	0.16	0.12	4984	1.4214	124.52
D165_T10_Hs450	6	0.09	0.02	0.14	0.12	4990	1.4231	124.67
D210_T11_Hs450	49	0.07	0.03	0.15	0.11	5039	1.4371	125.89
D165_T8_Hs250	175	0.06	0.02	0.14	0.10	5214	1.4870	130.26
D195_T10_Hs550	1	0.07	0.02	0.12	0.10	5215	1.4873	130.29
D180_T8_Hs250	302	0.06	0.02	0.11	0.09	5517	1.5734	137.83
D180_T10_Hs350	30	0.06	0.02	0.10	0.08	5547	1.5820	138.58
D195_T10_Hs450	25	0.06	0.01	0.10	0.08	5572	1.5891	139.21
D210_T10_Hs350	509	0.05	0.01	0.08	0.07	6081	1.7343	151.92
D195_T9_Hs250	1770	0.05	0.01	0.09	0.07	7851	2.2391	196.14
D195_T10_Hs350	199	0.05	0.01	0.07	0.07	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.03	0.01	0.07	0.05	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.03	0.01	0.06	0.05	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.03	0.01	0.06	0.05	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.03	0.01	0.05	0.04	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.02	0.01	0.05	0.04	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.04	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C6

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.19	0.08	0.49	0.33	1	0.0003	0.02
D165_T10_Hs450	6	0.16	0.07	0.41	0.28	7	0.0020	0.17
D135_T7_Hs150	1701	0.14	0.08	0.58	0.27	1708	0.4871	42.67
D135_T9_Hs350	7	0.15	0.07	0.38	0.25	1715	0.4891	42.85
D150_T9_Hs450	6	0.14	0.06	0.37	0.25	1721	0.4908	43.00
D195_T10_Hs550	1	0.13	0.06	0.32	0.22	1722	0.4911	43.02
D135_T8_Hs250	143	0.12	0.06	0.34	0.22	1865	0.5319	46.59
D180_T11_Hs450	1	0.10	0.06	0.30	0.20	1866	0.5322	46.62
D150_T9_Hs350	74	0.11	0.05	0.29	0.19	1940	0.5533	48.47
D180_T10_Hs350	30	0.11	0.05	0.28	0.19	1970	0.5618	49.22
D195_T10_Hs450	25	0.10	0.05	0.26	0.18	1995	0.5690	49.84
D165_T9_Hs350	12	0.09	0.04	0.25	0.16	2007	0.5724	50.14
D120_T9_Hs150	51	0.08	0.04	0.23	0.15	2058	0.5869	51.42
D210_T10_Hs350	509	0.08	0.04	0.21	0.14	2567	0.7321	64.13
D195_T10_Hs350	199	0.08	0.04	0.21	0.14	2766	0.7889	69.10
D150_T8_Hs250	386	0.08	0.04	0.21	0.14	3152	0.8989	78.75
D150_T7_Hs150	2601	0.07	0.04	0.28	0.13	5753	1.6407	143.73
D210_T11_Hs550	1	0.07	0.03	0.19	0.11	5754	1.6410	143.75
D210_T11_Hs450	49	0.05	0.02	0.15	0.09	5803	1.6550	144.98
D165_T8_Hs250	175	0.05	0.02	0.13	0.09	5978	1.7049	149.35
D195_T9_Hs250	1770	0.05	0.02	0.13	0.09	7748	2.2097	193.57
D180_T8_Hs250	302	0.04	0.02	0.10	0.07	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.04	0.02	0.14	0.07	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.03	0.02	0.12	0.06	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.03	0.02	0.09	0.06	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.03	0.01	0.10	0.05	32859	9.3713	820.92
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.05	0.03	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.01	0.01	0.04	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P7

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T8_Hs250	143	0.26	0.08	0.48	0.39	143	0.0408	3.57
D165_T10_Hs450	6	0.24	0.08	0.47	0.38	149	0.0425	3.72
D135_T7_Hs150	1701	0.23	0.08	0.47	0.36	1850	0.5276	46.22
D195_T10_Hs550	1	0.20	0.07	0.37	0.31	1851	0.5279	46.24
D135_T9_Hs450	1	0.20	0.06	0.32	0.30	1852	0.5282	46.27
D180_T10_Hs350	30	0.17	0.06	0.32	0.26	1882	0.5367	47.02
D195_T10_Hs450	25	0.16	0.06	0.30	0.26	1907	0.5439	47.64
D150_T8_Hs250	386	0.15	0.05	0.31	0.24	2293	0.6540	57.29
D135_T9_Hs350	7	0.15	0.05	0.25	0.23	2300	0.6560	57.46
D150_T9_Hs450	6	0.15	0.04	0.24	0.21	2306	0.6577	57.61
D210_T10_Hs350	509	0.13	0.05	0.24	0.21	2815	0.8028	70.33
D195_T10_Hs350	199	0.13	0.04	0.24	0.20	3014	0.8596	75.30
D150_T7_Hs150	2601	0.11	0.03	0.21	0.17	5615	1.6014	140.28
D150_T9_Hs350	74	0.11	0.03	0.19	0.16	5689	1.6225	142.13
D165_T9_Hs350	12	0.10	0.03	0.17	0.14	5701	1.6259	142.43
D120_T9_Hs150	51	0.09	0.03	0.14	0.13	5752	1.6405	143.70
D165_T8_Hs250	175	0.08	0.02	0.16	0.12	5927	1.6904	148.08
D180_T11_Hs450	1	0.08	0.02	0.13	0.11	5928	1.6906	148.10
D180_T8_Hs250	302	0.07	0.02	0.13	0.10	6230	1.7768	155.65
D210_T11_Hs550	1	0.06	0.01	0.09	0.08	6231	1.7771	155.67
D165_T7_Hs150	1494	0.06	0.01	0.10	0.08	7725	2.2031	193.00
D195_T9_Hs250	1770	0.05	0.02	0.09	0.08	9495	2.7079	237.22
D180_T7_Hs150	2778	0.05	0.01	0.09	0.07	12273	3.5002	306.62
D210_T11_Hs450	49	0.05	0.01	0.07	0.07	12322	3.5142	307.84
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.01	0.08	0.06	28510	8.1310	712.27
D210_T9_Hs250	4349	0.04	0.01	0.06	0.05	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.02	0.01	0.05	0.04	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.03	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - Area C7

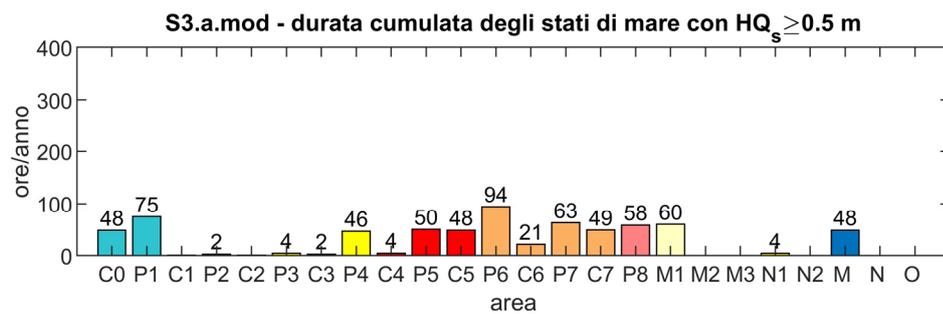
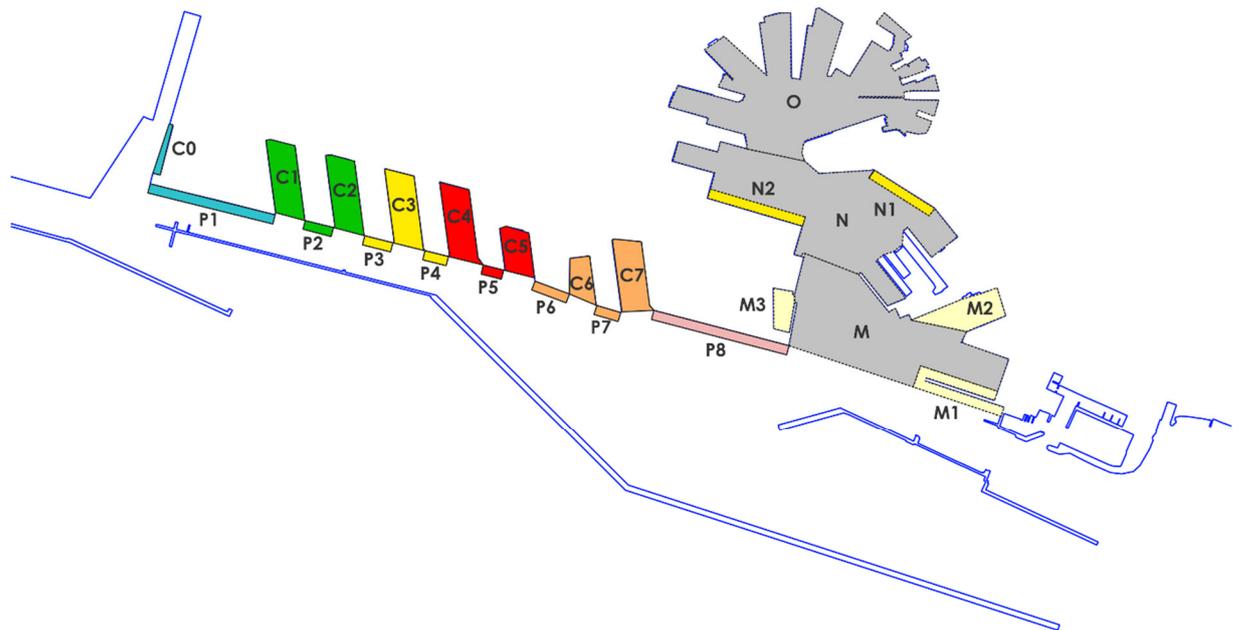
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T7_Hs150	1701	0.19	0.10	0.51	0.36	1701	0.4851	42.50
D135_T8_Hs250	143	0.16	0.09	0.46	0.30	1844	0.5259	46.07
D135_T9_Hs450	1	0.16	0.08	0.46	0.29	1845	0.5262	46.09
D165_T10_Hs450	6	0.13	0.07	0.40	0.24	1851	0.5279	46.24
D135_T9_Hs350	7	0.12	0.06	0.36	0.22	1858	0.5299	46.42
D150_T9_Hs450	6	0.12	0.06	0.33	0.21	1864	0.5316	46.57
D195_T10_Hs550	1	0.11	0.06	0.33	0.20	1865	0.5319	46.59
D150_T7_Hs150	2601	0.10	0.05	0.26	0.18	4466	1.2737	111.58
D150_T8_Hs250	386	0.10	0.05	0.28	0.18	4852	1.3838	121.22
D180_T10_Hs350	30	0.09	0.05	0.27	0.17	4882	1.3923	121.97
D150_T9_Hs350	74	0.09	0.05	0.25	0.17	4956	1.4134	123.82
D195_T10_Hs450	25	0.09	0.05	0.27	0.17	4981	1.4206	124.44
D165_T9_Hs350	12	0.08	0.04	0.23	0.15	4993	1.4240	124.74
D210_T10_Hs350	509	0.07	0.04	0.22	0.13	5502	1.5692	137.46
D195_T10_Hs350	199	0.07	0.04	0.21	0.13	5701	1.6259	142.43
D120_T9_Hs150	51	0.07	0.04	0.21	0.13	5752	1.6405	143.70
D165_T8_Hs250	175	0.06	0.03	0.17	0.11	5927	1.6904	148.08
D180_T11_Hs450	1	0.05	0.03	0.14	0.10	5928	1.6906	148.10
D165_T7_Hs150	1494	0.05	0.03	0.15	0.10	7422	2.1167	185.43
D195_T9_Hs250	1770	0.05	0.02	0.13	0.08	9192	2.6215	229.65
D180_T7_Hs150	2778	0.05	0.02	0.13	0.08	11970	3.4138	299.05
D180_T8_Hs250	302	0.04	0.02	0.12	0.08	12272	3.4999	306.59
D210_T11_Hs550	1	0.05	0.02	0.10	0.08	12273	3.5002	306.62
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.02	0.11	0.07	28461	8.1170	711.05
D210_T11_Hs450	49	0.04	0.02	0.08	0.07	28510	8.1310	712.27
D210_T9_Hs250	4349	0.03	0.01	0.08	0.05	32859	9.3713	820.92
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.05	0.03	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.01	0.01	0.03	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	0	0.0000	0.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - Area P8

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T7_Hs150	1701	0.44	0.14	0.93	0.67	1701	0.4851	42.50
D135_T9_Hs450	1	0.42	0.11	0.76	0.60	1702	0.4854	42.52
D135_T8_Hs250	143	0.36	0.09	0.67	0.52	1845	0.5262	46.09
D165_T10_Hs450	6	0.31	0.11	0.62	0.49	1851	0.5279	46.24
D135_T9_Hs350	7	0.33	0.09	0.59	0.47	1858	0.5299	46.42
D150_T9_Hs450	6	0.31	0.08	0.56	0.44	1864	0.5316	46.57
D195_T10_Hs550	1	0.26	0.09	0.51	0.40	1865	0.5319	46.59
D150_T9_Hs350	74	0.24	0.06	0.43	0.34	1939	0.5530	48.44
D180_T10_Hs350	30	0.22	0.07	0.43	0.33	1969	0.5616	49.19
D195_T10_Hs450	25	0.21	0.07	0.42	0.32	1994	0.5687	49.82
D150_T7_Hs150	2601	0.21	0.06	0.46	0.31	4595	1.3105	114.80
D150_T8_Hs250	386	0.21	0.05	0.38	0.30	4981	1.4206	124.44
D165_T9_Hs350	12	0.20	0.05	0.37	0.28	4993	1.4240	124.74
D120_T9_Hs150	51	0.18	0.05	0.33	0.26	5044	1.4385	126.02
D210_T10_Hs350	509	0.17	0.06	0.34	0.26	5553	1.5837	138.73
D195_T10_Hs350	199	0.16	0.05	0.33	0.25	5752	1.6405	143.70
D195_T9_Hs250	1770	0.11	0.03	0.20	0.16	7522	2.1453	187.92
D165_T7_Hs150	1494	0.11	0.03	0.22	0.16	9016	2.5713	225.25
D165_T8_Hs250	175	0.10	0.03	0.21	0.15	9191	2.6212	229.62
D180_T7_Hs150	2778	0.09	0.03	0.22	0.14	11969	3.4135	299.02
D180_T8_Hs250	302	0.09	0.03	0.18	0.14	12271	3.4997	306.57
D210_T11_Hs550	1	0.07	0.03	0.17	0.13	12272	3.4999	306.59
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.02	0.18	0.12	28460	8.1167	711.02
D180_T11_Hs450	1	0.07	0.02	0.14	0.11	28461	8.1170	711.05
D210_T9_Hs250	4349	0.07	0.02	0.13	0.11	32810	9.3573	819.70
D210_T11_Hs450	49	0.06	0.03	0.14	0.11	32859	9.3713	820.92
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.07	0.06	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.01	0.07	0.05	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1845	0.5262	46.1
Eventi al largo	350635							

ALLEGATO 2

Analisi del downtime nelle aree del bacino di Sampierdarena Soluzione S3 finale - fase realizzativa a)



Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C0								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.91	0.49	2.33	1.71	1	0.0003	0.02
D165_T10_Hs450	6	0.72	0.50	2.48	1.53	7	0.0020	0.17
D195_T10_Hs550	1	0.56	0.35	1.51	1.13	8	0.0023	0.20
D180_T10_Hs350	30	0.52	0.34	1.64	1.08	38	0.0108	0.95
D150_T9_Hs450	6	0.60	0.28	1.24	1.07	44	0.0125	1.10
D210_T11_Hs550	1	0.55	0.31	1.44	1.05	45	0.0128	1.12
D135_T9_Hs450	1	0.53	0.27	1.23	0.97	46	0.0131	1.15
D195_T10_Hs450	25	0.46	0.29	1.23	0.94	71	0.0202	1.77
D210_T11_Hs450	49	0.45	0.25	1.18	0.86	120	0.0342	3.00
D165_T9_Hs350	12	0.47	0.24	1.09	0.87	132	0.0376	3.30
D150_T9_Hs350	74	0.47	0.22	0.96	0.83	206	0.0588	5.15
D135_T8_Hs250	143	0.42	0.24	1.02	0.82	349	0.0995	8.72
D150_T8_Hs250	386	0.43	0.23	1.02	0.82	735	0.2096	18.36
D135_T9_Hs350	7	0.41	0.21	0.96	0.75	742	0.2116	18.54
D195_T10_Hs350	199	0.36	0.23	0.96	0.73	941	0.2684	23.51
D165_T8_Hs250	175	0.36	0.20	0.85	0.69	1116	0.3183	27.88
D210_T10_Hs350	509	0.30	0.20	0.94	0.64	1625	0.4634	40.60
D180_T8_Hs250	302	0.26	0.15	0.61	0.51	1927	0.5496	48.14
D150_T7_Hs150	2601	0.26	0.14	0.63	0.49	4528	1.2914	113.12
D135_T7_Hs150	1701	0.24	0.14	0.59	0.45	6229	1.7765	155.62
D165_T7_Hs150	1494	0.24	0.13	0.51	0.44	7723	2.2026	192.95
D195_T9_Hs250	1770	0.20	0.12	0.59	0.39	9493	2.7074	237.17
D180_T7_Hs150	2778	0.18	0.10	0.41	0.35	12271	3.4997	306.57
D120_T9_Hs150	51	0.16	0.10	0.44	0.32	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.13	0.08	0.39	0.25	16671	4.7545	416.50
D225_T11_Hs150	23	0.09	0.05	0.22	0.16	16694	4.7611	417.07
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.04	0.17	0.14	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.03	0.13	0.10	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1927	0.5496	48.1
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P1								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	1.40	0.31	2.41	1.89	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.67	0.25	1.57	1.08	7	0.0020	0.17
D210_T11_Hs550	1	0.82	0.16	1.36	1.07	8	0.0023	0.20
D165_T9_Hs350	12	0.56	0.23	1.45	0.94	20	0.0057	0.50
D135_T9_Hs450	1	0.55	0.23	1.39	0.93	21	0.0060	0.52
D210_T11_Hs450	49	0.67	0.13	1.12	0.88	70	0.0200	1.75
D150_T9_Hs350	74	0.52	0.20	1.22	0.84	144	0.0411	3.60
D165_T10_Hs450	6	0.59	0.13	0.90	0.81	150	0.0428	3.75
D195_T10_Hs550	1	0.52	0.13	0.86	0.73	151	0.0431	3.77
D135_T9_Hs350	7	0.43	0.18	1.08	0.72	158	0.0451	3.95
D180_T10_Hs350	30	0.44	0.10	0.67	0.61	188	0.0536	4.70
D165_T8_Hs250	175	0.42	0.11	0.90	0.60	363	0.1035	9.07
D195_T10_Hs450	25	0.42	0.11	0.70	0.60	388	0.1107	9.69
D150_T8_Hs250	386	0.33	0.14	1.00	0.57	774	0.2207	19.34
D180_T8_Hs250	302	0.40	0.09	0.74	0.54	1076	0.3069	26.88
D195_T9_Hs250	1770	0.31	0.14	0.86	0.54	2846	0.8117	71.10
D135_T8_Hs250	143	0.32	0.12	0.86	0.52	2989	0.8525	74.67
D195_T10_Hs350	199	0.33	0.08	0.55	0.47	3188	0.9092	79.65
D150_T7_Hs150	2601	0.27	0.06	0.54	0.36	5789	1.6510	144.63
D135_T7_Hs150	1701	0.27	0.06	0.48	0.36	7490	2.1361	187.12
D210_T9_Hs250	4349	0.21	0.08	0.52	0.35	11839	3.3764	295.78
D165_T7_Hs150	1494	0.24	0.06	0.51	0.34	13333	3.8025	333.10
D210_T10_Hs350	509	0.21	0.05	0.35	0.30	13842	3.9477	345.82
D180_T7_Hs150	2778	0.19	0.05	0.40	0.28	16620	4.7400	415.22
D120_T9_Hs150	51	0.15	0.06	0.38	0.26	16671	4.7545	416.50
D225_T11_Hs150	23	0.13	0.04	0.25	0.19	16694	4.7611	417.07
D195_T7_Hs150	16188	0.09	0.03	0.22	0.13	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.16	0.09	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	2989	0.8525	74.7
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C1

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.43	0.23	1.16	0.82	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.28	0.14	0.83	0.51	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs450	1	0.27	0.13	0.83	0.48	8	0.0023	0.20
D210_T11_Hs550	1	0.26	0.13	0.64	0.47	9	0.0026	0.22
D165_T9_Hs350	12	0.22	0.11	0.62	0.40	21	0.0060	0.52
D150_T9_Hs350	74	0.21	0.11	0.65	0.40	95	0.0271	2.37
D210_T11_Hs450	49	0.21	0.11	0.53	0.39	144	0.0411	3.60
D135_T9_Hs350	7	0.21	0.10	0.64	0.38	151	0.0431	3.77
D165_T10_Hs450	6	0.20	0.09	0.50	0.35	157	0.0448	3.92
D195_T10_Hs550	1	0.15	0.08	0.44	0.28	158	0.0451	3.95
D180_T10_Hs350	30	0.14	0.06	0.35	0.24	188	0.0536	4.70
D135_T7_Hs150	1701	0.14	0.06	0.38	0.24	1889	0.5387	47.19
D135_T8_Hs250	143	0.14	0.05	0.33	0.23	2032	0.5795	50.77
D195_T10_Hs450	25	0.12	0.06	0.36	0.22	2057	0.5866	51.39
D195_T9_Hs250	1770	0.12	0.06	0.32	0.22	3827	1.0914	95.61
D165_T8_Hs250	175	0.13	0.05	0.27	0.21	4002	1.1414	99.98
D180_T8_Hs250	302	0.12	0.05	0.25	0.19	4304	1.2275	107.53
D150_T8_Hs250	386	0.12	0.04	0.27	0.19	4690	1.3376	117.17
D120_T9_Hs150	51	0.10	0.05	0.30	0.18	4741	1.3521	118.45
D150_T7_Hs150	2601	0.11	0.04	0.23	0.18	7342	2.0939	183.43
D195_T10_Hs350	199	0.10	0.05	0.28	0.17	7541	2.1507	188.40
D165_T7_Hs150	1494	0.09	0.04	0.24	0.16	9035	2.5768	225.72
D210_T9_Hs250	4349	0.08	0.04	0.22	0.15	13384	3.8171	334.38
D180_T7_Hs150	2778	0.08	0.04	0.21	0.13	16162	4.6094	403.78
D210_T10_Hs350	509	0.07	0.04	0.20	0.13	16671	4.7545	416.50
D225_T11_Hs150	23	0.04	0.02	0.13	0.08	16694	4.7611	417.07
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.02	0.11	0.07	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.02	0.01	0.05	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	7	0.0020	0.2
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P2

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.45	0.19	0.89	0.76	1	0.0003	0.02
D180_T11_Hs450	1	0.52	0.14	0.72	0.74	2	0.0006	0.05
D150_T9_Hs450	6	0.38	0.17	0.82	0.66	8	0.0023	0.20
D135_T9_Hs350	7	0.35	0.15	0.70	0.59	15	0.0043	0.37
D150_T9_Hs350	74	0.30	0.13	0.63	0.52	89	0.0254	2.22
D165_T9_Hs350	12	0.29	0.11	0.58	0.48	101	0.0288	2.52
D135_T7_Hs150	1701	0.27	0.08	0.45	0.39	1802	0.5139	45.02
D210_T11_Hs550	1	0.29	0.06	0.39	0.39	1803	0.5142	45.04
D180_T8_Hs250	302	0.27	0.07	0.45	0.39	2105	0.6003	52.59
D165_T8_Hs250	175	0.27	0.07	0.45	0.38	2280	0.6502	56.96
D165_T10_Hs450	6	0.27	0.06	0.41	0.38	2286	0.6520	57.11
D135_T8_Hs250	143	0.24	0.06	0.42	0.34	2429	0.6927	60.68
D120_T9_Hs150	51	0.19	0.08	0.38	0.33	2480	0.7073	61.96
D195_T10_Hs550	1	0.22	0.06	0.38	0.33	2481	0.7076	61.98
D150_T8_Hs250	386	0.21	0.06	0.42	0.32	2867	0.8177	71.63
D210_T11_Hs450	49	0.24	0.05	0.32	0.32	2916	0.8316	72.85
D180_T10_Hs350	30	0.20	0.04	0.31	0.28	2946	0.8402	73.60
D195_T10_Hs450	25	0.18	0.05	0.31	0.27	2971	0.8473	74.23
D150_T7_Hs150	2601	0.17	0.06	0.30	0.26	5572	1.5891	139.21
D165_T7_Hs150	1494	0.16	0.05	0.26	0.24	7066	2.0152	176.53
D195_T10_Hs350	199	0.14	0.04	0.24	0.21	7265	2.0720	181.50
D195_T9_Hs250	1770	0.15	0.04	0.23	0.21	9035	2.5768	225.72
D180_T7_Hs150	2778	0.12	0.04	0.22	0.19	11813	3.3690	295.13
D210_T9_Hs250	4349	0.10	0.02	0.16	0.14	16162	4.6094	403.78
D210_T10_Hs350	509	0.10	0.03	0.14	0.14	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.03	0.13	0.11	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.10	0.08	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.01	0.07	0.07	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	89	0.0254	2.2
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C2

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.32	0.16	1.01	0.58	1	0.0003	0.02
D180_T11_Hs450	1	0.28	0.14	0.69	0.51	2	0.0006	0.05
D135_T9_Hs350	7	0.25	0.12	0.79	0.45	9	0.0026	0.22
D150_T9_Hs450	6	0.24	0.11	0.77	0.43	15	0.0043	0.37
D165_T10_Hs450	6	0.20	0.09	0.52	0.34	21	0.0060	0.52
D150_T9_Hs350	74	0.19	0.09	0.60	0.33	95	0.0271	2.37
D195_T10_Hs550	1	0.20	0.08	0.45	0.33	96	0.0274	2.40
D135_T7_Hs150	1701	0.17	0.08	0.55	0.30	1797	0.5125	44.89
D210_T11_Hs550	1	0.15	0.07	0.38	0.27	1798	0.5128	44.92
D180_T10_Hs350	30	0.16	0.07	0.41	0.27	1828	0.5213	45.67
D195_T10_Hs450	25	0.16	0.07	0.37	0.27	1853	0.5285	46.29
D165_T9_Hs350	12	0.14	0.06	0.43	0.24	1865	0.5319	46.59
D120_T9_Hs150	51	0.13	0.07	0.42	0.24	1916	0.5464	47.87
D210_T11_Hs450	49	0.13	0.06	0.31	0.23	1965	0.5604	49.09
D195_T10_Hs350	199	0.12	0.05	0.29	0.21	2164	0.6172	54.06
D135_T8_Hs250	143	0.10	0.05	0.29	0.18	2307	0.6579	57.64
D165_T8_Hs250	175	0.10	0.04	0.24	0.16	2482	0.7079	62.01
D180_T8_Hs250	302	0.10	0.04	0.26	0.16	2784	0.7940	69.55
D150_T8_Hs250	386	0.08	0.03	0.19	0.14	3170	0.9041	79.20
D150_T7_Hs150	2601	0.07	0.03	0.19	0.13	5771	1.6459	144.18
D195_T9_Hs250	1770	0.07	0.03	0.17	0.12	7541	2.1507	188.40
D210_T10_Hs350	509	0.07	0.03	0.16	0.11	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.06	0.03	0.17	0.11	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.04	0.02	0.12	0.07	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.04	0.02	0.10	0.06	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.03	0.01	0.09	0.05	32859	9.3713	820.92
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.01	0.07	0.05	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.02	0.01	0.06	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	2	0.0006	0.0
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P3

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.61	0.20	1.04	0.94	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs450	1	0.51	0.17	0.89	0.79	2	0.0006	0.05
D150_T9_Hs450	6	0.44	0.18	0.88	0.75	8	0.0023	0.20
D165_T10_Hs450	6	0.48	0.13	0.73	0.69	14	0.0040	0.35
D195_T10_Hs550	1	0.44	0.15	0.73	0.68	15	0.0043	0.37
D135_T9_Hs350	7	0.39	0.13	0.69	0.62	22	0.0063	0.55
D150_T9_Hs350	74	0.34	0.14	0.68	0.58	96	0.0274	2.40
D180_T10_Hs350	30	0.36	0.12	0.60	0.56	126	0.0359	3.15
D195_T10_Hs450	25	0.36	0.12	0.60	0.56	151	0.0431	3.77
D165_T9_Hs350	12	0.33	0.10	0.64	0.50	163	0.0465	4.07
D210_T11_Hs550	1	0.35	0.07	0.52	0.46	164	0.0468	4.10
D195_T10_Hs350	199	0.28	0.09	0.47	0.43	363	0.1035	9.07
D135_T7_Hs150	1701	0.29	0.08	0.53	0.43	2064	0.5886	51.57
D135_T8_Hs250	143	0.26	0.09	0.50	0.40	2207	0.6294	55.14
D210_T11_Hs450	49	0.28	0.06	0.42	0.38	2256	0.6434	56.36
D150_T8_Hs250	386	0.24	0.08	0.43	0.38	2642	0.7535	66.01
D165_T8_Hs250	175	0.24	0.08	0.43	0.37	2817	0.8034	70.38
D180_T8_Hs250	302	0.22	0.07	0.39	0.34	3119	0.8895	77.92
D120_T9_Hs150	51	0.20	0.08	0.39	0.32	3170	0.9041	79.20
D210_T10_Hs350	509	0.17	0.04	0.26	0.23	3679	1.0492	91.91
D195_T9_Hs250	1770	0.16	0.04	0.27	0.23	5449	1.5540	136.13
D150_T7_Hs150	2601	0.15	0.04	0.24	0.21	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.14	0.03	0.23	0.20	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.11	0.04	0.22	0.18	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.12	0.04	0.20	0.18	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.02	0.12	0.11	32859	9.3713	820.92
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.02	0.11	0.09	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.02	0.07	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	151	0.0431	3.8
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C3

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.43	0.22	1.30	0.78	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.37	0.17	1.00	0.65	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.33	0.17	1.01	0.61	14	0.0040	0.35
D195_T10_Hs550	1	0.30	0.16	0.85	0.55	15	0.0043	0.37
D180_T11_Hs450	1	0.27	0.14	0.78	0.51	16	0.0046	0.40
D150_T9_Hs350	74	0.29	0.13	0.77	0.51	90	0.0257	2.25
D195_T10_Hs450	25	0.24	0.13	0.70	0.45	115	0.0328	2.87
D165_T9_Hs350	12	0.27	0.11	0.66	0.44	127	0.0362	3.17
D165_T10_Hs450	6	0.25	0.11	0.65	0.44	133	0.0379	3.32
D135_T7_Hs150	1701	0.20	0.10	0.64	0.37	1834	0.5231	45.82
D180_T10_Hs350	30	0.20	0.10	0.54	0.37	1864	0.5316	46.57
D195_T10_Hs350	199	0.19	0.10	0.54	0.35	2063	0.5884	51.54
D135_T8_Hs250	143	0.19	0.08	0.52	0.33	2206	0.6291	55.11
D120_T9_Hs150	51	0.17	0.09	0.53	0.32	2257	0.6437	56.39
D210_T11_Hs550	1	0.18	0.08	0.43	0.32	2258	0.6440	56.41
D210_T11_Hs450	49	0.15	0.07	0.35	0.26	2307	0.6579	57.64
D210_T10_Hs350	509	0.13	0.07	0.38	0.25	2816	0.8031	70.35
D180_T8_Hs250	302	0.14	0.06	0.36	0.23	3118	0.8892	77.90
D165_T8_Hs250	175	0.13	0.05	0.34	0.22	3293	0.9392	82.27
D150_T8_Hs250	386	0.13	0.05	0.35	0.21	3679	1.0492	91.91
D195_T9_Hs250	1770	0.13	0.05	0.30	0.21	5449	1.5540	136.13
D150_T7_Hs150	2601	0.10	0.04	0.32	0.16	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.08	0.03	0.28	0.13	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.07	0.03	0.18	0.12	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.06	0.03	0.22	0.11	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.02	0.13	0.07	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.02	0.10	0.06	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.09	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	90	0.0257	2.2
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P4

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.57	0.28	1.29	1.05	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.49	0.22	1.07	0.85	7	0.0020	0.17
D180_T11_Hs450	1	0.53	0.18	0.89	0.83	8	0.0023	0.20
D135_T9_Hs350	7	0.45	0.22	1.00	0.81	15	0.0043	0.37
D195_T10_Hs550	1	0.53	0.13	0.77	0.74	16	0.0046	0.40
D150_T9_Hs350	74	0.38	0.17	0.83	0.66	90	0.0257	2.25
D165_T10_Hs450	6	0.44	0.11	0.68	0.62	96	0.0274	2.40
D195_T10_Hs450	25	0.43	0.10	0.63	0.61	121	0.0345	3.02
D135_T7_Hs150	1701	0.37	0.11	0.58	0.55	1822	0.5196	45.52
D180_T10_Hs350	30	0.38	0.09	0.56	0.52	1852	0.5282	46.27
D210_T11_Hs550	1	0.30	0.10	0.55	0.47	1853	0.5285	46.29
D195_T10_Hs350	199	0.34	0.08	0.49	0.47	2052	0.5852	51.27
D135_T8_Hs250	143	0.28	0.10	0.54	0.44	2195	0.6260	54.84
D165_T9_Hs350	12	0.28	0.09	0.56	0.43	2207	0.6294	55.14
D210_T11_Hs450	49	0.25	0.08	0.45	0.39	2256	0.6434	56.36
D150_T7_Hs150	2601	0.23	0.08	0.47	0.36	4857	1.3852	121.34
D120_T9_Hs150	51	0.18	0.10	0.44	0.35	4908	1.3997	122.62
D150_T8_Hs250	386	0.22	0.07	0.37	0.33	5294	1.5098	132.26
D165_T8_Hs250	175	0.24	0.05	0.34	0.32	5469	1.5597	136.63
D180_T8_Hs250	302	0.22	0.05	0.33	0.31	5771	1.6459	144.18
D210_T10_Hs350	509	0.21	0.05	0.31	0.29	6280	1.7910	156.89
D165_T7_Hs150	1494	0.18	0.06	0.35	0.29	7774	2.2171	194.22
D180_T7_Hs150	2778	0.13	0.06	0.31	0.23	10552	3.0094	263.62
D195_T9_Hs250	1770	0.13	0.04	0.23	0.19	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.10	0.03	0.19	0.16	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.03	0.17	0.13	32859	9.3713	820.92
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.02	0.10	0.09	32882	9.3778	821.50
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.09	0.08	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1852	0.5282	46.3
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C4

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.42	0.19	1.36	0.73	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.36	0.15	0.80	0.61	144	0.0411	3.60
D165_T10_Hs450	6	0.33	0.16	1.03	0.60	150	0.0428	3.75
D135_T9_Hs350	7	0.33	0.15	1.06	0.57	157	0.0448	3.92
D195_T10_Hs550	1	0.29	0.15	1.07	0.55	158	0.0451	3.95
D150_T9_Hs450	6	0.33	0.13	0.95	0.54	164	0.0468	4.10
D180_T11_Hs450	1	0.28	0.11	0.71	0.47	165	0.0471	4.12
D195_T10_Hs450	25	0.24	0.13	0.87	0.44	190	0.0542	4.75
D180_T10_Hs350	30	0.24	0.12	0.79	0.44	220	0.0627	5.50
D135_T7_Hs150	1701	0.27	0.10	0.65	0.44	1921	0.5479	47.99
D150_T9_Hs350	74	0.26	0.10	0.74	0.42	1995	0.5690	49.84
D210_T11_Hs550	1	0.20	0.10	0.61	0.37	1996	0.5693	49.87
D195_T10_Hs350	199	0.19	0.10	0.68	0.34	2195	0.6260	54.84
D165_T9_Hs350	12	0.21	0.07	0.46	0.33	2207	0.6294	55.14
D150_T8_Hs250	386	0.18	0.08	0.46	0.31	2593	0.7395	64.78
D180_T8_Hs250	302	0.18	0.08	0.51	0.30	2895	0.8256	72.33
D120_T9_Hs150	51	0.16	0.08	0.57	0.30	2946	0.8402	73.60
D210_T11_Hs450	49	0.17	0.08	0.50	0.30	2995	0.8542	74.82
D165_T8_Hs250	175	0.18	0.07	0.46	0.29	3170	0.9041	79.20
D150_T7_Hs150	2601	0.17	0.06	0.43	0.28	5771	1.6459	144.18
D195_T9_Hs250	1770	0.13	0.05	0.35	0.21	7541	2.1507	188.40
D210_T10_Hs350	509	0.11	0.06	0.43	0.21	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.11	0.05	0.32	0.18	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.08	0.04	0.22	0.15	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.08	0.03	0.28	0.14	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.06	0.03	0.18	0.11	34777	9.9183	868.84
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.03	0.16	0.10	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.02	0.14	0.09	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	164	0.0468	4.1
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P5

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.66	0.27	1.39	1.09	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs350	7	0.51	0.21	1.08	0.86	8	0.0023	0.20
D135_T8_Hs250	143	0.43	0.18	0.81	0.72	151	0.0431	3.77
D180_T11_Hs450	1	0.46	0.15	0.78	0.70	152	0.0433	3.80
D150_T9_Hs450	6	0.45	0.15	0.81	0.70	158	0.0451	3.95
D135_T7_Hs150	1701	0.39	0.18	0.77	0.68	1859	0.5302	46.44
D120_T9_Hs150	51	0.32	0.18	0.78	0.62	1910	0.5447	47.72
D165_T10_Hs450	6	0.37	0.12	0.70	0.57	1916	0.5464	47.87
D150_T9_Hs350	74	0.35	0.12	0.63	0.54	1990	0.5675	49.72
D210_T11_Hs550	1	0.34	0.12	0.61	0.54	1991	0.5678	49.74
D165_T9_Hs350	12	0.34	0.11	0.58	0.51	2003	0.5712	50.04
D210_T11_Hs450	49	0.28	0.10	0.50	0.44	2052	0.5852	51.27
D150_T8_Hs250	386	0.23	0.08	0.45	0.37	2438	0.6953	60.91
D180_T8_Hs250	302	0.25	0.07	0.37	0.36	2740	0.7814	68.45
D165_T8_Hs250	175	0.26	0.06	0.43	0.36	2915	0.8313	72.83
D180_T10_Hs350	30	0.22	0.08	0.46	0.35	2945	0.8399	73.58
D150_T7_Hs150	2601	0.22	0.07	0.44	0.33	5546	1.5817	138.56
D165_T7_Hs150	1494	0.18	0.07	0.41	0.29	7040	2.0078	175.88
D195_T10_Hs550	1	0.15	0.06	0.33	0.24	7041	2.0081	175.91
D180_T7_Hs150	2778	0.14	0.06	0.34	0.23	9819	2.8003	245.31
D195_T9_Hs250	1770	0.13	0.05	0.26	0.22	11589	3.3051	289.53
D195_T10_Hs450	25	0.12	0.05	0.27	0.20	11614	3.3123	290.16
D195_T10_Hs350	199	0.09	0.04	0.21	0.16	11813	3.3690	295.13
D210_T9_Hs250	4349	0.09	0.04	0.19	0.15	16162	4.6094	403.78
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.03	0.16	0.12	32350	9.2261	808.21
D210_T8_Hs150	18106	0.07	0.03	0.14	0.12	50456	14.3899	1260.55
D210_T10_Hs350	509	0.06	0.02	0.10	0.09	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.05	0.02	0.09	0.09	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	2003	0.5712	50.0
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C5

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.52	0.22	1.38	0.87	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.46	0.20	1.24	0.79	144	0.0411	3.60
D135_T9_Hs350	7	0.40	0.17	1.07	0.68	151	0.0431	3.77
D150_T9_Hs450	6	0.40	0.15	0.96	0.65	157	0.0448	3.92
D135_T7_Hs150	1701	0.34	0.16	0.79	0.60	1858	0.5299	46.42
D165_T10_Hs450	6	0.31	0.16	0.82	0.57	1864	0.5316	46.57
D180_T11_Hs450	1	0.31	0.14	0.82	0.55	1865	0.5319	46.59
D150_T9_Hs350	74	0.31	0.12	0.75	0.51	1939	0.5530	48.44
D165_T9_Hs350	12	0.28	0.11	0.66	0.47	1951	0.5564	48.74
D210_T11_Hs550	1	0.25	0.10	0.54	0.41	1952	0.5567	48.77
D120_T9_Hs150	51	0.21	0.12	0.66	0.40	2003	0.5712	50.04
D150_T8_Hs250	386	0.25	0.09	0.53	0.40	2389	0.6813	59.68
D195_T10_Hs550	1	0.21	0.10	0.57	0.38	2390	0.6816	59.71
D150_T7_Hs150	2601	0.21	0.09	0.48	0.37	4991	1.4234	124.69
D165_T8_Hs250	175	0.21	0.08	0.53	0.35	5166	1.4733	129.06
D210_T11_Hs450	49	0.20	0.08	0.44	0.34	5215	1.4873	130.29
D165_T7_Hs150	1494	0.19	0.08	0.44	0.33	6709	1.9134	167.61
D195_T10_Hs450	25	0.17	0.08	0.46	0.31	6734	1.9205	168.24
D180_T8_Hs250	302	0.18	0.08	0.41	0.30	7036	2.0066	175.78
D195_T9_Hs250	1770	0.16	0.08	0.42	0.29	8806	2.5114	220.00
D180_T10_Hs350	30	0.16	0.07	0.36	0.26	8836	2.5200	220.75
D195_T10_Hs350	199	0.13	0.07	0.36	0.24	9035	2.5768	225.72
D180_T7_Hs150	2778	0.14	0.06	0.36	0.24	11813	3.3690	295.13
D210_T10_Hs350	509	0.11	0.06	0.30	0.21	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.11	0.05	0.29	0.19	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.03	0.22	0.14	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.12	0.09	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.09	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1939	0.5530	48.4
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P6

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.92	0.38	2.26	1.54	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.80	0.30	1.72	1.31	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.71	0.30	1.75	1.19	14	0.0040	0.35
D150_T9_Hs350	74	0.62	0.24	1.34	1.02	88	0.0251	2.20
D165_T9_Hs350	12	0.57	0.22	1.27	0.93	100	0.0285	2.50
D135_T8_Hs250	143	0.50	0.20	1.06	0.83	243	0.0693	6.07
D180_T11_Hs450	1	0.40	0.18	0.85	0.70	244	0.0696	6.10
D135_T7_Hs150	1701	0.41	0.15	0.93	0.66	1945	0.5547	48.59
D120_T9_Hs150	51	0.30	0.20	1.00	0.64	1996	0.5693	49.87
D165_T10_Hs450	6	0.34	0.15	0.73	0.58	2002	0.5710	50.02
D195_T9_Hs250	1770	0.29	0.14	0.68	0.51	3772	1.0758	94.24
D195_T10_Hs550	1	0.24	0.15	0.75	0.49	3773	1.0760	94.26
D150_T8_Hs250	386	0.31	0.11	0.61	0.49	4159	1.1861	103.91
D165_T8_Hs250	175	0.28	0.10	0.55	0.45	4334	1.2360	108.28
D150_T7_Hs150	2601	0.27	0.10	0.58	0.43	6935	1.9778	173.26
D195_T10_Hs450	25	0.20	0.13	0.62	0.40	6960	1.9850	173.88
D165_T7_Hs150	1494	0.23	0.08	0.49	0.37	8454	2.4111	211.21
D180_T10_Hs350	30	0.18	0.09	0.48	0.33	8484	2.4196	211.96
D195_T10_Hs350	199	0.15	0.10	0.48	0.32	8683	2.4764	216.93
D180_T8_Hs250	302	0.20	0.07	0.40	0.31	8985	2.5625	224.47
D210_T11_Hs550	1	0.18	0.07	0.37	0.29	8986	2.5628	224.50
D210_T9_Hs250	4349	0.16	0.08	0.36	0.28	13335	3.8031	333.15
D210_T10_Hs350	509	0.13	0.08	0.37	0.26	13844	3.9483	345.87
D180_T7_Hs150	2778	0.15	0.06	0.29	0.25	16622	4.7405	415.27
D210_T11_Hs450	49	0.15	0.06	0.31	0.24	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.10	0.04	0.20	0.16	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.12	0.08	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.07	0.05	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	3772	1.0758	94.2
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C6

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.65	0.31	1.89	1.15	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.64	0.30	1.71	1.12	144	0.0411	3.60
D165_T10_Hs450	6	0.53	0.27	1.56	0.97	150	0.0428	3.75
D150_T9_Hs450	6	0.56	0.23	1.51	0.93	156	0.0445	3.90
D135_T9_Hs350	7	0.51	0.24	1.47	0.89	163	0.0465	4.07
D150_T8_Hs250	386	0.46	0.20	1.10	0.78	549	0.1566	13.72
D150_T9_Hs350	74	0.44	0.18	1.17	0.73	623	0.1777	15.56
D165_T9_Hs350	12	0.40	0.18	1.02	0.69	635	0.1811	15.86
D165_T8_Hs250	175	0.31	0.12	0.67	0.51	810	0.2310	20.24
D180_T10_Hs350	30	0.27	0.15	0.84	0.51	840	0.2396	20.99
D180_T11_Hs450	1	0.27	0.14	0.75	0.51	841	0.2399	21.01
D120_T9_Hs150	51	0.24	0.15	0.76	0.48	892	0.2544	22.29
D135_T7_Hs150	1701	0.25	0.10	0.66	0.42	2593	0.7395	64.78
D210_T11_Hs550	1	0.22	0.11	0.60	0.40	2594	0.7398	64.81
D195_T10_Hs550	1	0.23	0.10	0.63	0.38	2595	0.7401	64.83
D180_T8_Hs250	302	0.21	0.10	0.48	0.37	2897	0.8262	72.38
D195_T9_Hs250	1770	0.20	0.09	0.53	0.36	4667	1.3310	116.60
D210_T11_Hs450	49	0.18	0.09	0.49	0.33	4716	1.3450	117.82
D195_T10_Hs450	25	0.19	0.08	0.51	0.32	4741	1.3521	118.45
D150_T7_Hs150	2601	0.19	0.08	0.47	0.31	7342	2.0939	183.43
D210_T10_Hs350	509	0.13	0.07	0.42	0.26	7851	2.2391	196.14
D195_T10_Hs350	199	0.14	0.06	0.40	0.25	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.12	0.05	0.32	0.21	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.10	0.05	0.28	0.18	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.10	0.05	0.30	0.17	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.07	0.04	0.18	0.14	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.03	0.19	0.11	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.04	0.02	0.11	0.08	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	841	0.2399	21.0
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P7

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.85	0.24	1.55	1.24	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.63	0.27	1.25	1.08	144	0.0411	3.60
D135_T9_Hs350	7	0.66	0.19	1.20	0.96	151	0.0431	3.77
D150_T9_Hs450	6	0.71	0.15	1.16	0.95	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.56	0.16	0.97	0.81	163	0.0465	4.07
D150_T8_Hs250	386	0.44	0.21	0.93	0.77	549	0.1566	13.72
D150_T9_Hs350	74	0.55	0.11	0.90	0.74	623	0.1777	15.56
D165_T9_Hs350	12	0.47	0.11	0.71	0.64	635	0.1811	15.86
D180_T11_Hs450	1	0.36	0.14	0.72	0.60	636	0.1814	15.89
D135_T7_Hs150	1701	0.37	0.13	0.71	0.59	2337	0.6665	58.39
D165_T8_Hs250	175	0.29	0.13	0.62	0.51	2512	0.7164	62.76
D120_T9_Hs150	51	0.27	0.14	0.60	0.49	2563	0.7310	64.03
D210_T11_Hs550	1	0.29	0.11	0.57	0.48	2564	0.7312	64.06
D180_T10_Hs350	30	0.31	0.10	0.58	0.47	2594	0.7398	64.81
D180_T8_Hs250	302	0.25	0.11	0.52	0.43	2896	0.8259	72.35
D195_T9_Hs250	1770	0.29	0.08	0.48	0.41	4666	1.3307	116.57
D210_T11_Hs450	49	0.24	0.09	0.46	0.39	4715	1.3447	117.80
D195_T10_Hs550	1	0.21	0.06	0.35	0.31	4716	1.3450	117.82
D150_T7_Hs150	2601	0.18	0.05	0.32	0.26	7317	2.0868	182.80
D195_T10_Hs450	25	0.17	0.05	0.29	0.26	7342	2.0939	183.43
D210_T9_Hs250	4349	0.16	0.05	0.30	0.23	11691	3.3342	292.08
D195_T10_Hs350	199	0.13	0.04	0.22	0.20	11890	3.3910	297.05
D210_T10_Hs350	509	0.11	0.05	0.20	0.18	12399	3.5362	309.77
D165_T7_Hs150	1494	0.11	0.03	0.21	0.16	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.09	0.03	0.20	0.15	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.07	0.03	0.15	0.13	34777	9.9183	868.84
D225_T11_Hs150	23	0.06	0.03	0.12	0.11	34800	9.9249	869.42
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.02	0.13	0.10	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	2512	0.7164	62.8
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area C7

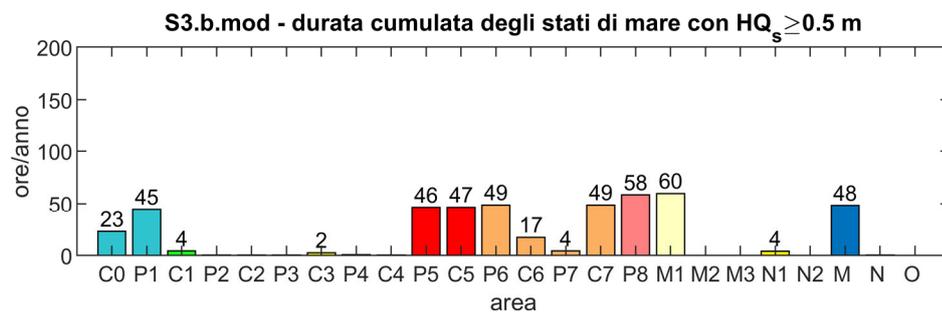
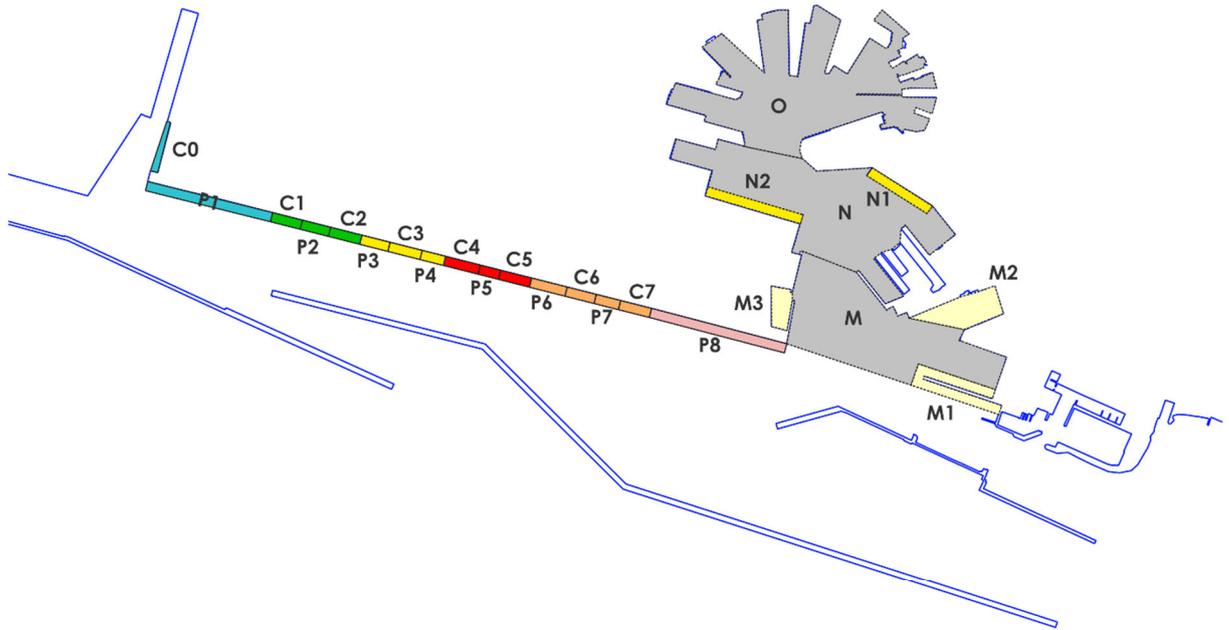
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.55	0.27	1.41	0.98	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs350	7	0.43	0.21	1.09	0.76	8	0.0023	0.20
D135_T8_Hs250	143	0.42	0.20	1.10	0.75	151	0.0431	3.77
D150_T9_Hs450	6	0.43	0.18	1.09	0.73	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.39	0.19	1.00	0.70	163	0.0465	4.07
D150_T9_Hs350	74	0.33	0.14	0.85	0.56	237	0.0676	5.92
D135_T7_Hs150	1701	0.34	0.13	0.70	0.55	1938	0.5527	48.42
D165_T9_Hs350	12	0.32	0.13	0.82	0.54	1950	0.5561	48.72
D180_T11_Hs450	1	0.28	0.12	0.71	0.48	1951	0.5564	48.74
D210_T11_Hs550	1	0.24	0.14	0.70	0.47	1952	0.5567	48.77
D120_T9_Hs150	51	0.23	0.14	0.67	0.47	2003	0.5712	50.04
D150_T8_Hs250	386	0.26	0.11	0.65	0.45	2389	0.6813	59.68
D210_T11_Hs450	49	0.20	0.12	0.57	0.39	2438	0.6953	60.91
D180_T10_Hs350	30	0.19	0.10	0.55	0.35	2468	0.7039	61.66
D195_T10_Hs550	1	0.18	0.10	0.61	0.36	2469	0.7042	61.68
D195_T9_Hs250	1770	0.16	0.09	0.45	0.30	4239	1.2089	105.90
D165_T8_Hs250	175	0.19	0.07	0.41	0.30	4414	1.2589	110.28
D195_T10_Hs450	25	0.15	0.09	0.50	0.29	4439	1.2660	110.90
D180_T8_Hs250	302	0.17	0.07	0.40	0.29	4741	1.3521	118.45
D150_T7_Hs150	2601	0.16	0.06	0.42	0.26	7342	2.0939	183.43
D165_T7_Hs150	1494	0.14	0.06	0.36	0.24	8836	2.5200	220.75
D180_T7_Hs150	2778	0.14	0.06	0.36	0.23	11614	3.3123	290.16
D195_T10_Hs350	199	0.12	0.07	0.39	0.23	11813	3.3690	295.13
D195_T7_Hs150	16188	0.11	0.05	0.28	0.18	28001	7.9858	699.56
D210_T9_Hs250	4349	0.09	0.05	0.25	0.17	32350	9.2261	808.21
D210_T10_Hs350	509	0.08	0.05	0.26	0.16	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.10	0.08	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.10	0.07	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1950	0.5561	48.7
Eventi al largo	350635							

Soluzione S3.a - Analisi del downtime - Area P8

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.65	0.22	1.55	1.01	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.45	0.21	1.24	0.80	144	0.0411	3.60
D135_T9_Hs350	7	0.50	0.17	1.21	0.78	151	0.0431	3.77
D150_T9_Hs450	6	0.49	0.17	1.08	0.77	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.43	0.14	0.93	0.67	163	0.0465	4.07
D150_T9_Hs350	74	0.38	0.13	0.84	0.60	237	0.0676	5.92
D135_T7_Hs150	1701	0.43	0.09	0.75	0.58	1938	0.5527	48.42
D180_T11_Hs450	1	0.30	0.17	0.75	0.58	1939	0.5530	48.44
D165_T9_Hs350	12	0.34	0.13	0.75	0.54	1951	0.5564	48.74
D150_T8_Hs250	386	0.30	0.13	0.89	0.52	2337	0.6665	58.39
D120_T9_Hs150	51	0.28	0.13	0.76	0.50	2388	0.6811	59.66
D180_T10_Hs350	30	0.28	0.10	0.61	0.44	2418	0.6896	60.41
D195_T10_Hs550	1	0.28	0.10	0.60	0.44	2419	0.6899	60.43
D210_T11_Hs550	1	0.20	0.11	0.52	0.39	2420	0.6902	60.46
D165_T8_Hs250	175	0.21	0.10	0.63	0.37	2595	0.7401	64.83
D150_T7_Hs150	2601	0.25	0.08	0.58	0.37	5196	1.4819	129.81
D195_T10_Hs450	25	0.23	0.08	0.49	0.36	5221	1.4890	130.44
D210_T11_Hs450	49	0.17	0.09	0.43	0.32	5270	1.5030	131.66
D180_T8_Hs250	302	0.17	0.08	0.51	0.30	5572	1.5891	139.21
D195_T9_Hs250	1770	0.16	0.07	0.43	0.28	7342	2.0939	183.43
D195_T10_Hs350	199	0.18	0.06	0.38	0.28	7541	2.1507	188.40
D165_T7_Hs150	1494	0.14	0.05	0.32	0.23	9035	2.5768	225.72
D210_T10_Hs350	509	0.12	0.04	0.24	0.18	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.11	0.04	0.26	0.18	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.10	0.04	0.25	0.17	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.08	0.03	0.21	0.14	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.15	0.09	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.09	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	2337	0.6665	58.4
Eventi al largo	350635							

ALLEGATO 3

Analisi del downtime nelle aree del bacino di Sampierdarena Soluzione S3 finale - fase realizzativa b)



Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C0								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.67	0.31	1.50	1.17	1	0.0003	0.02
D165_T10_Hs450	6	0.53	0.29	1.29	1.01	7	0.0020	0.17
D195_T10_Hs550	1	0.49	0.25	1.27	0.91	8	0.0023	0.20
D150_T9_Hs450	6	0.38	0.23	1.07	0.74	14	0.0040	0.35
D195_T10_Hs450	25	0.40	0.21	1.04	0.74	39	0.0111	0.97
D180_T10_Hs350	30	0.39	0.21	0.96	0.72	69	0.0197	1.72
D210_T11_Hs550	1	0.39	0.18	0.87	0.68	70	0.0200	1.75
D165_T9_Hs350	12	0.32	0.19	0.92	0.64	82	0.0234	2.05
D150_T9_Hs350	74	0.29	0.18	0.83	0.59	156	0.0445	3.90
D195_T10_Hs350	199	0.31	0.16	0.81	0.58	355	0.1012	8.87
D210_T11_Hs450	49	0.32	0.15	0.71	0.56	404	0.1152	10.09
D210_T10_Hs350	509	0.29	0.15	0.77	0.54	913	0.2604	22.81
D165_T8_Hs250	175	0.25	0.14	0.62	0.49	1088	0.3103	27.18
D150_T8_Hs250	386	0.23	0.13	0.56	0.44	1474	0.4204	36.83
D180_T8_Hs250	302	0.23	0.12	0.54	0.43	1776	0.5065	44.37
D135_T9_Hs450	1	0.22	0.12	0.55	0.41	1777	0.5068	44.40
D135_T9_Hs350	7	0.17	0.09	0.43	0.32	1784	0.5088	44.57
D135_T8_Hs250	143	0.16	0.10	0.41	0.32	1927	0.5496	48.14
D195_T9_Hs250	1770	0.13	0.08	0.35	0.25	3697	1.0544	92.36
D150_T7_Hs150	2601	0.11	0.07	0.30	0.22	6298	1.7962	157.34
D165_T7_Hs150	1494	0.11	0.06	0.29	0.21	7792	2.2223	194.67
D210_T9_Hs250	4349	0.10	0.06	0.28	0.21	12141	3.4626	303.32
D135_T7_Hs150	1701	0.10	0.05	0.25	0.19	13842	3.9477	345.82
D180_T7_Hs150	2778	0.09	0.05	0.25	0.18	16620	4.7400	415.22
D120_T9_Hs150	51	0.07	0.04	0.19	0.14	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.06	0.03	0.14	0.11	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.03	0.13	0.10	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.08	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	913	0.2604	22.8
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P1								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D180_T11_Hs450	1	0.71	0.46	1.87	1.46	1	0.0003	0.02
D165_T10_Hs450	6	0.69	0.37	1.97	1.29	7	0.0020	0.17
D195_T10_Hs550	1	0.62	0.35	2.02	1.17	8	0.0023	0.20
D150_T9_Hs450	6	0.65	0.33	1.62	1.19	14	0.0040	0.35
D195_T10_Hs450	25	0.51	0.28	1.65	0.97	39	0.0111	0.97
D165_T9_Hs350	12	0.50	0.28	1.33	0.96	51	0.0145	1.27
D180_T10_Hs350	30	0.50	0.26	1.48	0.94	81	0.0231	2.02
D150_T9_Hs350	74	0.51	0.25	1.26	0.93	155	0.0442	3.87
D135_T9_Hs450	1	0.53	0.23	1.42	0.90	156	0.0445	3.90
D210_T11_Hs550	1	0.41	0.27	1.07	0.85	157	0.0448	3.92
D195_T10_Hs350	199	0.40	0.22	1.29	0.76	356	0.1015	8.89
D210_T10_Hs350	509	0.37	0.21	1.23	0.72	865	0.2467	21.61
D135_T9_Hs350	7	0.41	0.18	1.11	0.70	872	0.2487	21.79
D210_T11_Hs450	49	0.34	0.22	0.88	0.69	921	0.2627	23.01
D165_T8_Hs250	175	0.30	0.16	0.78	0.56	1096	0.3126	27.38
D150_T8_Hs250	386	0.29	0.16	0.74	0.54	1482	0.4227	37.03
D180_T8_Hs250	302	0.27	0.15	0.69	0.51	1784	0.5088	44.57
D150_T7_Hs150	2601	0.27	0.13	0.79	0.48	4385	1.2506	109.55
D135_T8_Hs250	143	0.26	0.14	0.67	0.48	4528	1.2914	113.12
D135_T7_Hs150	1701	0.28	0.12	0.75	0.48	6229	1.7765	155.62
D165_T7_Hs150	1494	0.25	0.12	0.72	0.44	7723	2.2026	192.95
D195_T9_Hs250	1770	0.21	0.12	0.54	0.40	9493	2.7074	237.17
D120_T9_Hs150	51	0.19	0.10	0.57	0.36	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.18	0.10	0.45	0.33	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.18	0.09	0.51	0.32	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.08	0.05	0.21	0.16	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.07	0.03	0.17	0.12	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.04	0.02	0.09	0.08	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1784	0.5088	44.6
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C1								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D150_T9_Hs450	6	0.48	0.22	1.07	0.83	6	0.0017	0.15
D165_T10_Hs450	6	0.44	0.16	0.80	0.70	12	0.0034	0.30
D195_T10_Hs550	1	0.43	0.16	0.80	0.69	13	0.0037	0.32
D135_T9_Hs450	1	0.41	0.15	0.81	0.66	14	0.0040	0.35
D150_T9_Hs350	74	0.37	0.17	0.83	0.65	88	0.0251	2.20
D165_T9_Hs350	12	0.36	0.17	0.81	0.64	100	0.0285	2.50
D195_T10_Hs450	25	0.36	0.13	0.66	0.56	125	0.0356	3.12
D135_T9_Hs350	7	0.32	0.12	0.63	0.51	132	0.0376	3.30
D180_T10_Hs350	30	0.32	0.11	0.59	0.51	162	0.0462	4.05
D195_T10_Hs350	199	0.28	0.10	0.51	0.44	361	0.1030	9.02
D210_T10_Hs350	509	0.25	0.10	0.48	0.42	870	0.2481	21.74
D135_T8_Hs250	143	0.19	0.07	0.38	0.31	1013	0.2889	25.31
D135_T7_Hs150	1701	0.22	0.05	0.34	0.29	2714	0.7740	67.80
D180_T11_Hs450	1	0.18	0.06	0.31	0.27	2715	0.7743	67.83
D195_T9_Hs250	1770	0.15	0.07	0.32	0.27	4485	1.2791	112.05
D150_T8_Hs250	386	0.16	0.06	0.28	0.26	4871	1.3892	121.69
D165_T8_Hs250	175	0.15	0.06	0.28	0.25	5046	1.4391	126.07
D120_T9_Hs150	51	0.14	0.06	0.26	0.24	5097	1.4536	127.34
D210_T9_Hs250	4349	0.12	0.06	0.27	0.22	9446	2.6940	235.99
D180_T8_Hs250	302	0.13	0.05	0.26	0.22	9748	2.7801	243.54
D150_T7_Hs150	2601	0.15	0.04	0.25	0.22	12349	3.5219	308.52
D165_T7_Hs150	1494	0.13	0.03	0.26	0.19	13843	3.9480	345.84
D210_T11_Hs550	1	0.10	0.03	0.20	0.15	13844	3.9483	345.87
D180_T7_Hs150	2778	0.10	0.03	0.22	0.15	16622	4.7405	415.27
D210_T11_Hs450	49	0.08	0.03	0.16	0.12	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.02	0.09	0.08	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.04	0.01	0.06	0.06	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.01	0.01	0.03	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	162	0.0462	4.0
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P2								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D150_T9_Hs450	6	0.37	0.09	0.57	0.52	6	0.0017	0.15
D135_T9_Hs450	1	0.31	0.08	0.51	0.44	7	0.0020	0.17
D165_T10_Hs450	6	0.33	0.07	0.47	0.44	13	0.0037	0.32
D165_T9_Hs350	12	0.29	0.09	0.49	0.44	25	0.0071	0.62
D150_T9_Hs350	74	0.29	0.07	0.44	0.41	99	0.0282	2.47
D195_T10_Hs550	1	0.24	0.06	0.39	0.34	100	0.0285	2.50
D135_T9_Hs350	7	0.24	0.06	0.40	0.34	107	0.0305	2.67
D180_T11_Hs450	1	0.22	0.06	0.35	0.33	108	0.0308	2.70
D135_T7_Hs150	1701	0.21	0.04	0.36	0.28	1809	0.5159	45.19
D195_T10_Hs450	25	0.20	0.05	0.32	0.28	1834	0.5231	45.82
D180_T10_Hs350	30	0.21	0.03	0.28	0.26	1864	0.5316	46.57
D135_T8_Hs250	143	0.15	0.06	0.34	0.25	2007	0.5724	50.14
D195_T10_Hs350	199	0.15	0.04	0.25	0.22	2206	0.6291	55.11
D210_T10_Hs350	509	0.14	0.04	0.23	0.21	2715	0.7743	67.83
D210_T11_Hs550	1	0.13	0.04	0.23	0.20	2716	0.7746	67.85
D150_T7_Hs150	2601	0.11	0.04	0.24	0.18	5317	1.5164	132.84
D150_T8_Hs250	386	0.10	0.04	0.23	0.18	5703	1.6265	142.48
D120_T9_Hs150	51	0.11	0.04	0.22	0.17	5754	1.6410	143.75
D165_T7_Hs150	1494	0.11	0.03	0.20	0.16	7248	2.0671	181.08
D210_T11_Hs450	49	0.11	0.03	0.19	0.16	7297	2.0811	182.30
D195_T9_Hs250	1770	0.11	0.03	0.18	0.16	9067	2.5859	226.52
D180_T7_Hs150	2778	0.09	0.03	0.17	0.14	11845	3.3782	295.93
D165_T8_Hs250	175	0.09	0.03	0.16	0.13	12020	3.4281	300.30
D210_T9_Hs250	4349	0.08	0.03	0.14	0.13	16369	4.6684	408.95
D180_T8_Hs250	302	0.09	0.02	0.14	0.13	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.02	0.10	0.09	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.01	0.04	0.04	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.01	0.00	0.02	0.02	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	6	0.0017	0.1
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C2								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.39	0.09	0.64	0.55	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.34	0.12	0.76	0.54	7	0.0020	0.17
D165_T10_Hs450	6	0.28	0.10	0.51	0.44	13	0.0037	0.32
D135_T9_Hs350	7	0.31	0.07	0.50	0.43	20	0.0057	0.50
D150_T9_Hs350	74	0.27	0.09	0.59	0.42	94	0.0268	2.35
D195_T10_Hs550	1	0.25	0.08	0.45	0.39	95	0.0271	2.37
D165_T9_Hs350	12	0.23	0.09	0.50	0.38	107	0.0305	2.67
D195_T10_Hs450	25	0.21	0.07	0.37	0.32	132	0.0376	3.30
D135_T7_Hs150	1701	0.23	0.05	0.37	0.30	1833	0.5228	45.79
D180_T10_Hs350	30	0.21	0.06	0.32	0.30	1863	0.5313	46.54
D135_T8_Hs250	143	0.18	0.07	0.37	0.30	2006	0.5721	50.12
D120_T9_Hs150	51	0.15	0.06	0.29	0.25	2057	0.5866	51.39
D195_T10_Hs350	199	0.16	0.05	0.29	0.25	2256	0.6434	56.36
D150_T8_Hs250	386	0.13	0.05	0.29	0.22	2642	0.7535	66.01
D210_T10_Hs350	509	0.14	0.05	0.24	0.22	3151	0.8987	78.72
D180_T11_Hs450	1	0.11	0.04	0.19	0.17	3152	0.8989	78.75
D195_T9_Hs250	1770	0.09	0.03	0.18	0.14	4922	1.4037	122.97
D165_T7_Hs150	1494	0.09	0.03	0.18	0.14	6416	1.8298	160.29
D180_T7_Hs150	2778	0.08	0.03	0.15	0.13	9194	2.6221	229.70
D165_T8_Hs250	175	0.09	0.02	0.15	0.13	9369	2.6720	234.07
D180_T8_Hs250	302	0.09	0.02	0.14	0.13	9671	2.7581	241.61
D150_T7_Hs150	2601	0.09	0.02	0.15	0.13	12272	3.4999	306.59
D210_T9_Hs250	4349	0.08	0.03	0.14	0.12	16621	4.7403	415.25
D210_T11_Hs550	1	0.07	0.02	0.14	0.11	16622	4.7405	415.27
D210_T11_Hs450	49	0.06	0.02	0.11	0.09	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.05	0.02	0.10	0.08	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.03	0.01	0.06	0.05	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.01	0.00	0.02	0.01	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	7	0.0020	0.2
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P3								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.43	0.11	0.66	0.61	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.36	0.15	0.75	0.61	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.33	0.09	0.51	0.48	14	0.0040	0.35
D150_T9_Hs350	74	0.28	0.12	0.58	0.47	88	0.0251	2.20
D165_T10_Hs450	6	0.31	0.09	0.53	0.46	94	0.0268	2.35
D195_T10_Hs550	1	0.30	0.06	0.45	0.41	95	0.0271	2.37
D165_T9_Hs350	12	0.22	0.10	0.51	0.39	107	0.0305	2.67
D135_T7_Hs150	1701	0.24	0.06	0.38	0.33	1808	0.5156	45.17
D195_T10_Hs450	25	0.25	0.05	0.37	0.33	1833	0.5228	45.79
D180_T10_Hs350	30	0.24	0.05	0.36	0.31	1863	0.5313	46.54
D180_T11_Hs450	1	0.21	0.05	0.32	0.29	1864	0.5316	46.57
D135_T8_Hs250	143	0.21	0.04	0.34	0.28	2007	0.5724	50.14
D195_T10_Hs350	199	0.19	0.04	0.29	0.26	2206	0.6291	55.11
D150_T8_Hs250	386	0.17	0.04	0.26	0.24	2592	0.7392	64.76
D120_T9_Hs150	51	0.16	0.04	0.30	0.23	2643	0.7538	66.03
D210_T10_Hs350	509	0.15	0.04	0.24	0.22	3152	0.8989	78.75
D165_T8_Hs250	175	0.12	0.04	0.26	0.18	3327	0.9488	83.12
D180_T8_Hs250	302	0.10	0.05	0.24	0.18	3629	1.0350	90.66
D150_T7_Hs150	2601	0.11	0.03	0.19	0.16	6230	1.7768	155.65
D195_T9_Hs250	1770	0.09	0.04	0.16	0.15	8000	2.2816	199.87
D210_T11_Hs550	1	0.10	0.02	0.13	0.13	8001	2.2819	199.89
D210_T9_Hs250	4349	0.08	0.03	0.14	0.13	12350	3.5222	308.54
D165_T7_Hs150	1494	0.09	0.02	0.12	0.12	13844	3.9483	345.87
D210_T11_Hs450	49	0.08	0.02	0.11	0.11	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.07	0.02	0.11	0.09	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.02	0.09	0.07	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.04	0.01	0.06	0.06	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.03	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	7	0.0020	0.2
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C3								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.49	0.17	0.85	0.77	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.42	0.15	0.76	0.66	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.38	0.13	0.66	0.60	14	0.0040	0.35
D195_T10_Hs550	1	0.40	0.11	0.62	0.57	15	0.0043	0.37
D150_T9_Hs350	74	0.33	0.12	0.59	0.52	89	0.0254	2.22
D165_T10_Hs450	6	0.36	0.09	0.56	0.51	95	0.0271	2.37
D195_T10_Hs450	25	0.32	0.09	0.51	0.47	120	0.0342	3.00
D165_T9_Hs350	12	0.26	0.10	0.48	0.42	132	0.0376	3.30
D180_T10_Hs350	30	0.27	0.06	0.40	0.37	162	0.0462	4.05
D195_T10_Hs350	199	0.25	0.07	0.40	0.36	361	0.1030	9.02
D135_T7_Hs150	1701	0.25	0.06	0.40	0.36	2062	0.5881	51.52
D135_T8_Hs250	143	0.22	0.07	0.39	0.34	2205	0.6289	55.09
D180_T11_Hs450	1	0.23	0.05	0.33	0.31	2206	0.6291	55.11
D210_T10_Hs350	509	0.19	0.06	0.33	0.29	2715	0.7743	67.83
D120_T9_Hs150	51	0.16	0.08	0.36	0.29	2766	0.7889	69.10
D150_T8_Hs250	386	0.15	0.03	0.25	0.21	3152	0.8989	78.75
D210_T11_Hs550	1	0.14	0.04	0.23	0.20	3153	0.8992	78.77
D180_T8_Hs250	302	0.12	0.05	0.22	0.19	3455	0.9854	86.32
D165_T8_Hs250	175	0.12	0.04	0.22	0.19	3630	1.0353	90.69
D150_T7_Hs150	2601	0.12	0.03	0.18	0.17	6231	1.7771	155.67
D195_T9_Hs250	1770	0.11	0.04	0.19	0.17	8001	2.2819	199.89
D210_T11_Hs450	49	0.11	0.03	0.19	0.16	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.07	0.02	0.14	0.11	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.06	0.03	0.13	0.10	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.06	0.02	0.11	0.09	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.04	0.01	0.08	0.06	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.04	0.01	0.06	0.06	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.01	0.05	0.05	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	95	0.0271	2.4
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P4								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.53	0.12	0.79	0.72	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.42	0.11	0.62	0.60	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.41	0.09	0.62	0.56	14	0.0040	0.35
D195_T10_Hs550	1	0.39	0.07	0.54	0.51	15	0.0043	0.37
D150_T9_Hs350	74	0.32	0.09	0.49	0.47	89	0.0254	2.22
D195_T10_Hs450	25	0.32	0.06	0.44	0.42	114	0.0325	2.85
D165_T10_Hs450	6	0.32	0.05	0.44	0.41	120	0.0342	3.00
D165_T9_Hs350	12	0.26	0.07	0.41	0.37	132	0.0376	3.30
D135_T7_Hs150	1701	0.25	0.07	0.41	0.36	1833	0.5228	45.79
D180_T10_Hs350	30	0.26	0.04	0.36	0.33	1863	0.5313	46.54
D195_T10_Hs350	199	0.25	0.05	0.34	0.33	2062	0.5881	51.52
D120_T9_Hs150	51	0.22	0.06	0.37	0.32	2113	0.6026	52.79
D180_T11_Hs450	1	0.22	0.06	0.31	0.31	2114	0.6029	52.81
D210_T10_Hs350	509	0.20	0.04	0.29	0.27	2623	0.7481	65.53
D210_T11_Hs550	1	0.18	0.05	0.27	0.26	2624	0.7484	65.56
D135_T8_Hs250	143	0.15	0.06	0.30	0.25	2767	0.7891	69.13
D180_T8_Hs250	302	0.15	0.06	0.28	0.25	3069	0.8753	76.67
D165_T8_Hs250	175	0.15	0.05	0.27	0.24	3244	0.9252	81.05
D210_T11_Hs450	49	0.14	0.04	0.22	0.21	3293	0.9392	82.27
D150_T7_Hs150	2601	0.14	0.03	0.22	0.20	5894	1.6810	147.25
D150_T8_Hs250	386	0.13	0.03	0.20	0.17	6280	1.7910	156.89
D165_T7_Hs150	1494	0.10	0.03	0.16	0.14	7774	2.2171	194.22
D195_T9_Hs250	1770	0.10	0.02	0.15	0.13	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.07	0.02	0.13	0.10	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.07	0.02	0.12	0.10	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.05	0.01	0.09	0.07	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.08	0.07	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.01	0.05	0.05	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	15	0.0043	0.4
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C4

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D150_T9_Hs450	6	0.40	0.13	0.76	0.61	6	0.0017	0.15
D135_T9_Hs450	1	0.42	0.10	0.66	0.59	7	0.0020	0.17
D150_T9_Hs350	74	0.31	0.10	0.59	0.48	81	0.0231	2.02
D165_T10_Hs450	6	0.32	0.09	0.53	0.47	87	0.0248	2.17
D135_T8_Hs250	143	0.23	0.15	0.76	0.47	230	0.0656	5.75
D135_T9_Hs350	7	0.33	0.08	0.51	0.46	237	0.0676	5.92
D195_T10_Hs550	1	0.32	0.09	0.55	0.46	238	0.0679	5.95
D165_T9_Hs350	12	0.26	0.10	0.53	0.42	250	0.0713	6.25
D135_T7_Hs150	1701	0.28	0.07	0.50	0.39	1951	0.5564	48.74
D195_T10_Hs450	25	0.26	0.07	0.45	0.37	1976	0.5635	49.37
D180_T11_Hs450	1	0.23	0.07	0.36	0.34	1977	0.5638	49.39
D180_T10_Hs350	30	0.23	0.06	0.37	0.33	2007	0.5724	50.14
D195_T10_Hs350	199	0.20	0.05	0.35	0.29	2206	0.6291	55.11
D180_T8_Hs250	302	0.18	0.05	0.29	0.27	2508	0.7153	62.66
D150_T8_Hs250	386	0.16	0.07	0.32	0.27	2894	0.8254	72.30
D165_T8_Hs250	175	0.17	0.05	0.30	0.26	3069	0.8753	76.67
D150_T7_Hs150	2601	0.17	0.04	0.29	0.25	5670	1.6171	141.65
D210_T11_Hs550	1	0.18	0.04	0.26	0.24	5671	1.6174	141.68
D210_T10_Hs350	509	0.14	0.05	0.28	0.22	6180	1.7625	154.40
D120_T9_Hs150	51	0.14	0.05	0.22	0.21	6231	1.7771	155.67
D210_T11_Hs450	49	0.15	0.03	0.21	0.20	6280	1.7910	156.89
D195_T9_Hs250	1770	0.11	0.04	0.20	0.17	8050	2.2958	201.12
D165_T7_Hs150	1494	0.10	0.04	0.23	0.17	9544	2.7219	238.44
D210_T9_Hs250	4349	0.09	0.03	0.17	0.14	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.08	0.03	0.17	0.12	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.06	0.02	0.11	0.09	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.01	0.08	0.08	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.04	0.01	0.07	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	7	0.0020	0.2
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P5

stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.44	0.17	0.87	0.73	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.47	0.14	0.78	0.70	144	0.0411	3.60
D135_T9_Hs350	7	0.34	0.13	0.68	0.56	151	0.0431	3.77
D135_T7_Hs150	1701	0.33	0.13	0.58	0.55	1852	0.5282	46.27
D150_T9_Hs450	6	0.35	0.09	0.59	0.50	1858	0.5299	46.42
D165_T10_Hs450	6	0.30	0.08	0.45	0.43	1864	0.5316	46.57
D150_T9_Hs350	74	0.27	0.07	0.46	0.39	1938	0.5527	48.42
D120_T9_Hs150	51	0.18	0.11	0.46	0.36	1989	0.5673	49.69
D165_T9_Hs350	12	0.24	0.05	0.38	0.33	2001	0.5707	49.99
D150_T8_Hs250	386	0.21	0.05	0.33	0.29	2387	0.6808	59.64
D180_T11_Hs450	1	0.20	0.05	0.36	0.29	2388	0.6811	59.66
D180_T10_Hs350	30	0.19	0.05	0.29	0.27	2418	0.6896	60.41
D165_T8_Hs250	175	0.20	0.03	0.25	0.25	2593	0.7395	64.78
D180_T8_Hs250	302	0.20	0.03	0.27	0.25	2895	0.8256	72.33
D150_T7_Hs150	2601	0.17	0.04	0.27	0.24	5496	1.5674	137.31
D195_T10_Hs550	1	0.18	0.03	0.27	0.23	5497	1.5677	137.33
D210_T11_Hs550	1	0.16	0.03	0.22	0.22	5498	1.5680	137.36
D165_T7_Hs150	1494	0.14	0.04	0.22	0.21	6992	1.9941	174.68
D195_T10_Hs450	25	0.15	0.02	0.22	0.19	7017	2.0012	175.31
D210_T11_Hs450	49	0.13	0.03	0.18	0.18	7066	2.0152	176.53
D195_T9_Hs250	1770	0.12	0.03	0.20	0.17	8836	2.5200	220.75
D180_T7_Hs150	2778	0.11	0.02	0.16	0.15	11614	3.3123	290.16
D195_T10_Hs350	199	0.12	0.02	0.17	0.15	11813	3.3690	295.13
D210_T9_Hs250	4349	0.08	0.03	0.14	0.13	16162	4.6094	403.78
D210_T10_Hs350	509	0.08	0.02	0.14	0.11	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.07	0.02	0.11	0.10	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.06	0.01	0.08	0.07	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.04	0.01	0.06	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1858	0.5299	46.4
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C5								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T8_Hs250	143	0.47	0.24	1.12	0.87	143	0.0408	3.57
D135_T9_Hs450	1	0.54	0.16	0.91	0.79	144	0.0411	3.60
D135_T9_Hs350	7	0.42	0.12	0.71	0.61	151	0.0431	3.77
D150_T9_Hs450	6	0.41	0.12	0.74	0.60	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.37	0.12	0.65	0.58	163	0.0465	4.07
D135_T7_Hs150	1701	0.36	0.12	0.55	0.55	1864	0.5316	46.57
D150_T9_Hs350	74	0.32	0.09	0.58	0.47	1938	0.5527	48.42
D165_T9_Hs350	12	0.29	0.08	0.54	0.42	1950	0.5561	48.72
D120_T9_Hs150	51	0.22	0.11	0.47	0.40	2001	0.5707	49.99
D195_T10_Hs550	1	0.23	0.10	0.49	0.38	2002	0.5710	50.02
D150_T8_Hs250	386	0.19	0.08	0.41	0.33	2388	0.6811	59.66
D195_T10_Hs450	25	0.18	0.08	0.40	0.32	2413	0.6882	60.28
D150_T7_Hs150	2601	0.19	0.07	0.37	0.30	5014	1.4300	125.27
D180_T10_Hs350	30	0.17	0.06	0.30	0.27	5044	1.4385	126.02
D165_T7_Hs150	1494	0.17	0.05	0.32	0.26	6538	1.8646	163.34
D195_T9_Hs250	1770	0.15	0.06	0.34	0.26	8308	2.3694	207.56
D165_T8_Hs250	175	0.18	0.04	0.28	0.25	8483	2.4193	211.93
D195_T10_Hs350	199	0.14	0.06	0.31	0.24	8682	2.4761	216.90
D180_T8_Hs250	302	0.18	0.04	0.27	0.24	8984	2.5622	224.45
D210_T10_Hs350	509	0.13	0.06	0.29	0.23	9493	2.7074	237.17
D180_T11_Hs450	1	0.14	0.05	0.37	0.22	9494	2.7077	237.19
D210_T11_Hs550	1	0.12	0.04	0.24	0.19	9495	2.7079	237.22
D210_T9_Hs250	4349	0.11	0.04	0.23	0.18	13844	3.9483	345.87
D180_T7_Hs150	2778	0.12	0.03	0.19	0.18	16622	4.7405	415.27
D210_T11_Hs450	49	0.10	0.03	0.20	0.16	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.07	0.02	0.13	0.11	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.06	0.02	0.11	0.09	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.02	0.01	0.04	0.03	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1864	0.5316	46.6
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P6								
stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.75	0.22	1.41	1.13	1	0.0003	0.02
D150_T9_Hs450	6	0.66	0.20	1.12	1.01	7	0.0020	0.17
D135_T9_Hs350	7	0.59	0.17	1.10	0.86	14	0.0040	0.35
D150_T9_Hs350	74	0.52	0.16	0.87	0.78	88	0.0251	2.20
D135_T8_Hs250	143	0.52	0.13	0.84	0.72	231	0.0659	5.77
D165_T9_Hs350	12	0.47	0.15	0.79	0.71	243	0.0693	6.07
D165_T10_Hs450	6	0.35	0.13	0.66	0.57	249	0.0710	6.22
D135_T7_Hs150	1701	0.36	0.11	0.67	0.54	1950	0.5561	48.72
D180_T11_Hs450	1	0.27	0.12	0.51	0.46	1951	0.5564	48.74
D150_T8_Hs250	386	0.32	0.08	0.57	0.45	2337	0.6665	58.39
D120_T9_Hs150	51	0.25	0.12	0.54	0.44	2388	0.6811	59.66
D195_T10_Hs550	1	0.24	0.11	0.52	0.42	2389	0.6813	59.68
D195_T9_Hs250	1770	0.24	0.09	0.52	0.39	4159	1.1861	103.91
D165_T8_Hs250	175	0.25	0.08	0.43	0.37	4334	1.2360	108.28
D180_T10_Hs350	30	0.21	0.08	0.43	0.34	4364	1.2446	109.03
D195_T10_Hs450	25	0.19	0.09	0.42	0.34	4389	1.2517	109.65
D150_T7_Hs150	2601	0.23	0.05	0.36	0.32	6990	1.9935	174.63
D210_T11_Hs550	1	0.15	0.09	0.43	0.29	6991	1.9938	174.66
D165_T7_Hs150	1494	0.21	0.05	0.35	0.29	8485	2.4199	211.98
D195_T10_Hs350	199	0.15	0.07	0.33	0.27	8684	2.4766	216.95
D180_T8_Hs250	302	0.17	0.05	0.28	0.25	8986	2.5628	224.50
D210_T11_Hs450	49	0.12	0.07	0.35	0.24	9035	2.5768	225.72
D210_T10_Hs350	509	0.13	0.06	0.29	0.23	9544	2.7219	238.44
D180_T7_Hs150	2778	0.15	0.04	0.27	0.22	12322	3.5142	307.84
D210_T9_Hs250	4349	0.13	0.05	0.29	0.21	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.10	0.03	0.18	0.15	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.06	0.02	0.10	0.08	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.08	0.05	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1950	0.5561	48.7
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C6								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.67	0.28	1.45	1.13	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs350	7	0.52	0.22	1.12	0.88	8	0.0023	0.20
D150_T9_Hs450	6	0.56	0.16	0.91	0.82	14	0.0040	0.35
D135_T8_Hs250	143	0.49	0.15	1.01	0.74	157	0.0448	3.92
D150_T8_Hs250	386	0.39	0.15	0.87	0.64	543	0.1549	13.57
D150_T9_Hs350	74	0.44	0.12	0.71	0.63	617	0.1760	15.41
D165_T10_Hs450	6	0.42	0.13	0.70	0.62	623	0.1777	15.56
D165_T9_Hs350	12	0.41	0.11	0.63	0.60	635	0.1811	15.86
D120_T9_Hs150	51	0.26	0.17	0.75	0.53	686	0.1956	17.14
D165_T8_Hs250	175	0.27	0.10	0.55	0.43	861	0.2456	21.51
D180_T11_Hs450	1	0.24	0.10	0.49	0.41	862	0.2458	21.54
D135_T7_Hs150	1701	0.27	0.08	0.46	0.40	2563	0.7310	64.03
D180_T10_Hs350	30	0.23	0.07	0.41	0.35	2593	0.7395	64.78
D195_T9_Hs250	1770	0.22	0.07	0.42	0.33	4363	1.2443	109.00
D180_T8_Hs250	302	0.20	0.08	0.44	0.33	4665	1.3304	116.55
D210_T11_Hs550	1	0.18	0.09	0.43	0.32	4666	1.3307	116.57
D150_T7_Hs150	2601	0.21	0.06	0.35	0.31	7267	2.0725	181.55
D195_T10_Hs550	1	0.18	0.05	0.32	0.27	7268	2.0728	181.58
D210_T11_Hs450	49	0.15	0.07	0.35	0.27	7317	2.0868	182.80
D195_T10_Hs450	25	0.15	0.04	0.26	0.22	7342	2.0939	183.43
D210_T9_Hs250	4349	0.11	0.05	0.26	0.19	11691	3.3342	292.08
D165_T7_Hs150	1494	0.13	0.03	0.20	0.18	13185	3.7603	329.40
D195_T10_Hs350	199	0.12	0.03	0.20	0.17	13384	3.8171	334.38
D210_T10_Hs350	509	0.10	0.04	0.20	0.16	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.10	0.03	0.18	0.16	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.07	0.03	0.15	0.12	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.07	0.02	0.12	0.10	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.04	0.02	0.08	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	686	0.1956	17.1
Eventi al largo	350635							

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P7								
stato di mare	numero di occorrenze	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.62	0.15	0.95	0.87	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs350	7	0.48	0.12	0.74	0.68	8	0.0023	0.20
D150_T9_Hs450	6	0.45	0.11	0.68	0.64	14	0.0040	0.35
D135_T8_Hs250	143	0.38	0.16	0.78	0.63	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.37	0.14	0.71	0.61	163	0.0465	4.07
D150_T9_Hs350	74	0.35	0.09	0.53	0.50	237	0.0676	5.92
D165_T9_Hs350	12	0.32	0.10	0.53	0.49	249	0.0710	6.22
D150_T8_Hs250	386	0.28	0.11	0.58	0.46	635	0.1811	15.86
D180_T11_Hs450	1	0.24	0.10	0.50	0.41	636	0.1814	15.89
D120_T9_Hs150	51	0.28	0.07	0.45	0.40	687	0.1959	17.16
D135_T7_Hs150	1701	0.26	0.06	0.38	0.35	2388	0.6811	59.66
D195_T10_Hs550	1	0.19	0.09	0.38	0.33	2389	0.6813	59.68
D165_T8_Hs250	175	0.22	0.06	0.37	0.32	2564	0.7312	64.06
D180_T8_Hs250	302	0.21	0.06	0.36	0.31	2866	0.8174	71.60
D210_T11_Hs550	1	0.18	0.07	0.37	0.30	2867	0.8177	71.63
D180_T10_Hs350	30	0.18	0.07	0.32	0.29	2897	0.8262	72.38
D195_T10_Hs450	25	0.16	0.07	0.31	0.27	2922	0.8333	73.00
D195_T9_Hs250	1770	0.18	0.04	0.25	0.24	4692	1.3381	117.22
D210_T11_Hs450	49	0.15	0.05	0.31	0.24	4741	1.3521	118.45
D150_T7_Hs150	2601	0.18	0.04	0.27	0.24	7342	2.0939	183.43
D195_T10_Hs350	199	0.12	0.05	0.24	0.21	7541	2.1507	188.40
D210_T10_Hs350	509	0.09	0.04	0.20	0.17	8050	2.2958	201.12
D210_T9_Hs250	4349	0.11	0.03	0.16	0.16	12399	3.5362	309.77
D165_T7_Hs150	1494	0.10	0.03	0.19	0.14	13893	3.9622	347.09
D180_T7_Hs150	2778	0.07	0.02	0.15	0.11	16671	4.7545	416.50
D210_T8_Hs150	18106	0.06	0.02	0.09	0.08	34777	9.9183	868.84
D195_T7_Hs150	16188	0.05	0.02	0.12	0.08	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.04	0.01	0.06	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	163	0.0465	4.1
Eventi al largo	350635							

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Analisi del downtime - S3.b.mod - Area C7

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.52	0.18	1.01	0.80	1	0.0003	0.02
D135_T8_Hs250	143	0.41	0.19	0.96	0.71	144	0.0411	3.60
D150_T9_Hs450	6	0.45	0.15	0.94	0.70	150	0.0428	3.75
D135_T9_Hs350	7	0.40	0.14	0.78	0.63	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.40	0.11	0.72	0.59	163	0.0465	4.07
D135_T7_Hs150	1701	0.38	0.12	0.76	0.58	1864	0.5316	46.57
D165_T9_Hs350	12	0.33	0.13	0.72	0.55	1876	0.5350	46.87
D150_T9_Hs350	74	0.35	0.12	0.73	0.55	1950	0.5561	48.72
D210_T11_Hs550	1	0.29	0.12	0.54	0.48	1951	0.5564	48.74
D150_T8_Hs250	386	0.27	0.12	0.59	0.46	2337	0.6665	58.39
D180_T11_Hs450	1	0.28	0.11	0.51	0.46	2338	0.6668	58.41
D210_T11_Hs450	49	0.23	0.10	0.45	0.39	2387	0.6808	59.64
D195_T10_Hs550	1	0.21	0.10	0.46	0.36	2388	0.6811	59.66
D120_T9_Hs150	51	0.19	0.11	0.48	0.36	2439	0.6956	60.93
D180_T10_Hs350	30	0.21	0.08	0.40	0.34	2469	0.7042	61.68
D165_T8_Hs250	175	0.20	0.06	0.34	0.31	2644	0.7541	66.06
D195_T10_Hs450	25	0.17	0.08	0.38	0.30	2669	0.7612	66.68
D150_T7_Hs150	2601	0.21	0.05	0.35	0.29	5270	1.5030	131.66
D180_T8_Hs250	302	0.17	0.06	0.32	0.27	5572	1.5891	139.21
D195_T9_Hs250	1770	0.16	0.06	0.35	0.26	7342	2.0939	183.43
D165_T7_Hs150	1494	0.16	0.05	0.27	0.25	8836	2.5200	220.75
D195_T10_Hs350	199	0.13	0.06	0.29	0.23	9035	2.5768	225.72
D180_T7_Hs150	2778	0.15	0.05	0.28	0.23	11813	3.3690	295.13
D195_T7_Hs150	16188	0.11	0.04	0.25	0.19	28001	7.9858	699.56
D210_T10_Hs350	509	0.11	0.05	0.24	0.19	28510	8.1310	712.27
D210_T9_Hs250	4349	0.09	0.04	0.19	0.15	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.01	0.08	0.07	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.01	0.06	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	1950	0.5561	48.7
Eventi al largo	350635							

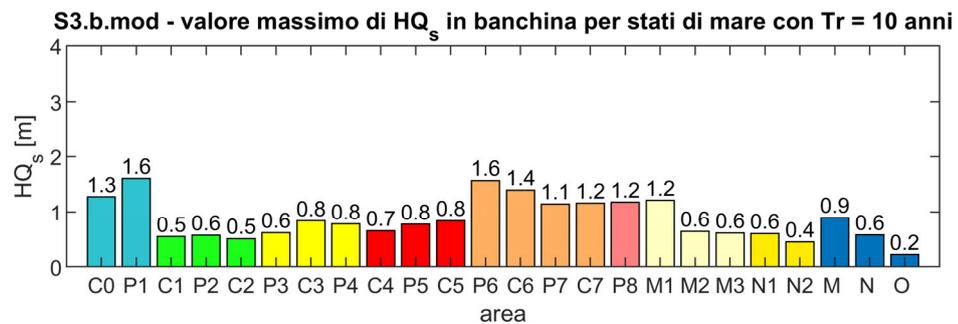
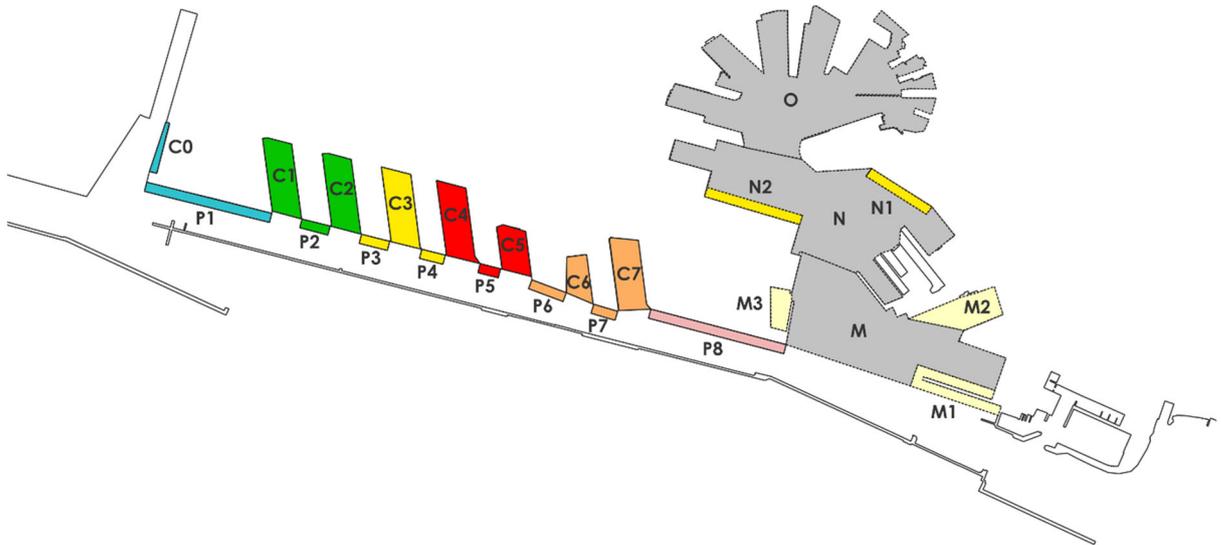
Analisi del downtime - S3.b.mod - Area P8

stato di mare	numero di occorrenze	H _{mean} (m)	H _{std} (m)	H _{max} (m)	HQs (m)	numero di occorrenze cumulate	frequenza di superamento cumulata	superamento (ore/anno)
D135_T9_Hs450	1	0.62	0.22	1.39	0.98	1	0.0003	0.02
D135_T9_Hs350	7	0.48	0.17	1.08	0.77	8	0.0023	0.20
D150_T9_Hs450	6	0.47	0.15	1.02	0.73	14	0.0040	0.35
D135_T8_Hs250	143	0.42	0.18	1.14	0.72	157	0.0448	3.92
D165_T10_Hs450	6	0.42	0.13	0.80	0.65	163	0.0465	4.07
D180_T11_Hs450	1	0.33	0.18	0.92	0.63	164	0.0468	4.10
D135_T7_Hs150	1701	0.46	0.08	0.78	0.60	1865	0.5319	46.59
D150_T9_Hs350	74	0.37	0.12	0.79	0.57	1939	0.5530	48.44
D165_T9_Hs350	12	0.33	0.12	0.70	0.53	1951	0.5564	48.74
D150_T8_Hs250	386	0.30	0.12	0.87	0.50	2337	0.6665	58.39
D120_T9_Hs150	51	0.26	0.14	0.74	0.50	2388	0.6811	59.66
D180_T10_Hs350	30	0.28	0.09	0.56	0.43	2418	0.6896	60.41
D210_T11_Hs550	1	0.23	0.12	0.61	0.43	2419	0.6899	60.43
D195_T10_Hs550	1	0.26	0.10	0.60	0.42	2420	0.6902	60.46
D150_T7_Hs150	2601	0.27	0.08	0.57	0.40	5021	1.4320	125.44
D165_T8_Hs250	175	0.22	0.10	0.68	0.40	5196	1.4819	129.81
D210_T11_Hs450	49	0.19	0.10	0.50	0.35	5245	1.4959	131.04
D195_T10_Hs450	25	0.21	0.08	0.49	0.34	5270	1.5030	131.66
D180_T8_Hs250	302	0.19	0.09	0.56	0.33	5572	1.5891	139.21
D195_T9_Hs250	1770	0.16	0.07	0.42	0.27	7342	2.0939	183.43
D195_T10_Hs350	199	0.17	0.06	0.38	0.27	7541	2.1507	188.40
D165_T7_Hs150	1494	0.17	0.05	0.37	0.25	9035	2.5768	225.72
D180_T7_Hs150	2778	0.14	0.04	0.26	0.20	11813	3.3690	295.13
D210_T9_Hs250	4349	0.10	0.04	0.26	0.17	16162	4.6094	403.78
D210_T10_Hs350	509	0.11	0.04	0.22	0.17	16671	4.7545	416.50
D195_T7_Hs150	16188	0.10	0.03	0.21	0.15	32859	9.3713	820.92
D210_T8_Hs150	18106	0.05	0.02	0.13	0.09	50965	14.5351	1273.27
D225_T11_Hs150	23	0.03	0.02	0.09	0.06	50988	14.5416	1273.85
Eventi con Hs ≥ 1.0 m	50988				HQs ≥ 0.5 m	2388	0.6811	59.7
Eventi al largo	350635							

ALLEGATO 4

Valori di altezza d'onda associati ad eventi estremi con tempo di ritorno 10 anni nelle aree del bacino di Sampierdarena

Stato Attuale



Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C0

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.61	0.31	1.44	1.13
D180_T1060_Hs630	0.46	0.26	1.17	0.90
D200_T1060_Hs590	0.43	0.23	1.09	0.82
D130_T910_Hs400	0.37	0.17	0.79	0.65
D180_T910_Hs450	0.21	0.11	0.52	0.39
D215_T980_Hs400	0.17	0.09	0.42	0.31

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P1

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.63	0.28	1.61	1.11
D130_T910_Hs400	0.36	0.15	0.96	0.60
D200_T1060_Hs590	0.30	0.17	1.05	0.58
D180_T1060_Hs630	0.27	0.19	1.08	0.58
D180_T910_Hs450	0.26	0.14	0.71	0.49
D215_T980_Hs400	0.12	0.06	0.39	0.23

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C1

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.22	0.12	0.68	0.42
D130_T910_Hs400	0.13	0.07	0.38	0.25
D180_T910_Hs450	0.10	0.06	0.34	0.20
D200_T1060_Hs590	0.06	0.04	0.18	0.12
D180_T1060_Hs630	0.06	0.03	0.18	0.12
D215_T980_Hs400	0.03	0.01	0.07	0.05

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P2

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.33	0.15	0.70	0.58
D130_T910_Hs400	0.19	0.09	0.39	0.33
D180_T1060_Hs630	0.20	0.07	0.32	0.32
D200_T1060_Hs590	0.19	0.07	0.33	0.30
D180_T910_Hs450	0.15	0.07	0.31	0.26
D215_T980_Hs400	0.07	0.02	0.13	0.11

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C2

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.22	0.12	0.61	0.41
D130_T910_Hs400	0.11	0.07	0.35	0.22
D180_T910_Hs450	0.10	0.05	0.25	0.19
D200_T1060_Hs590	0.07	0.04	0.22	0.14
D180_T1060_Hs630	0.06	0.04	0.19	0.13
D215_T980_Hs400	0.03	0.02	0.10	0.06

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P3

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.23	0.11	0.52	0.42
D200_T1060_Hs590	0.21	0.07	0.36	0.33
D180_T1060_Hs630	0.20	0.07	0.36	0.32
D130_T910_Hs400	0.15	0.07	0.35	0.26
D180_T910_Hs450	0.09	0.04	0.18	0.15
D215_T980_Hs400	0.09	0.03	0.15	0.14

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C3

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.19	0.10	0.50	0.36
D130_T910_Hs400	0.10	0.06	0.27	0.20
D200_T1060_Hs590	0.09	0.05	0.31	0.17
D180_T1060_Hs630	0.08	0.04	0.28	0.15
D180_T910_Hs450	0.07	0.04	0.18	0.13
D215_T980_Hs400	0.04	0.02	0.12	0.07

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P4

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.22	0.12	0.52	0.42
D130_T910_Hs400	0.12	0.06	0.27	0.23
D180_T910_Hs450	0.09	0.05	0.19	0.16
D200_T1060_Hs590	0.11	0.03	0.17	0.16
D180_T1060_Hs630	0.09	0.03	0.16	0.14
D215_T980_Hs400	0.05	0.02	0.08	0.07

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C4

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.10	0.05	0.28	0.17
D150_T910_Hs450	0.08	0.04	0.22	0.15
D180_T1060_Hs630	0.05	0.03	0.18	0.10
D180_T910_Hs450	0.05	0.03	0.14	0.09
D200_T1060_Hs590	0.05	0.02	0.14	0.08
D215_T980_Hs400	0.02	0.01	0.06	0.04

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P5

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.10	0.05	0.22	0.19
D130_T910_Hs400	0.11	0.04	0.21	0.18
D180_T1060_Hs630	0.08	0.04	0.16	0.13
D200_T1060_Hs590	0.06	0.02	0.11	0.10
D180_T910_Hs450	0.05	0.02	0.10	0.08
D215_T980_Hs400	0.02	0.01	0.04	0.04

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C5

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.11	0.06	0.33	0.21
D130_T910_Hs400	0.09	0.05	0.22	0.17
D180_T910_Hs450	0.06	0.03	0.16	0.11
D180_T1060_Hs630	0.03	0.02	0.10	0.06
D200_T1060_Hs590	0.03	0.01	0.08	0.05
D215_T980_Hs400	0.02	0.01	0.06	0.04

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P6

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.18	0.06	0.38	0.28
D150_T910_Hs450	0.15	0.07	0.39	0.26
D180_T910_Hs450	0.10	0.04	0.25	0.18
D200_T1060_Hs590	0.09	0.04	0.17	0.15
D180_T1060_Hs630	0.08	0.04	0.18	0.14
D215_T980_Hs400	0.04	0.02	0.11	0.08

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C6

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.24	0.12	0.69	0.44
D150_T910_Hs450	0.18	0.09	0.55	0.34
D180_T910_Hs450	0.14	0.07	0.40	0.25
D180_T1060_Hs630	0.04	0.02	0.13	0.08
D200_T1060_Hs590	0.03	0.02	0.13	0.07
D215_T980_Hs400	0.02	0.01	0.07	0.05

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P7

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.28	0.09	0.52	0.43
D150_T910_Hs450	0.20	0.07	0.39	0.32
D180_T910_Hs450	0.14	0.05	0.27	0.22
D180_T1060_Hs630	0.05	0.02	0.12	0.09
D200_T1060_Hs590	0.03	0.01	0.06	0.05
D215_T980_Hs400	0.03	0.01	0.05	0.04

Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area C7

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.13	0.07	0.36	0.24
D150_T910_Hs450	0.11	0.06	0.33	0.21
D180_T1060_Hs630	0.09	0.06	0.30	0.19
D180_T910_Hs450	0.07	0.04	0.19	0.13
D200_T1060_Hs590	0.04	0.02	0.11	0.08
D215_T980_Hs400	0.04	0.02	0.11	0.07

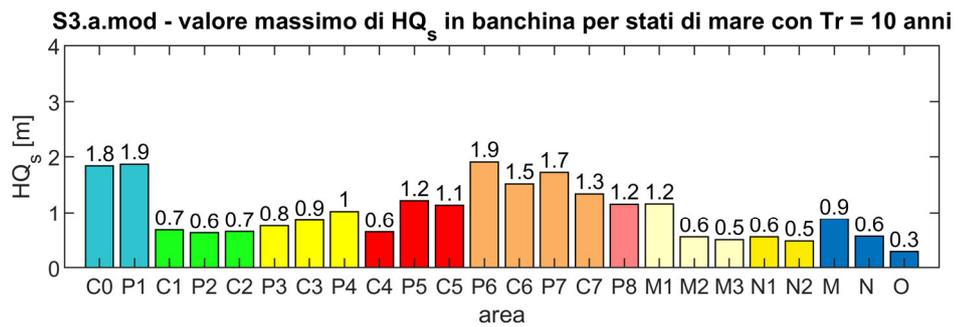
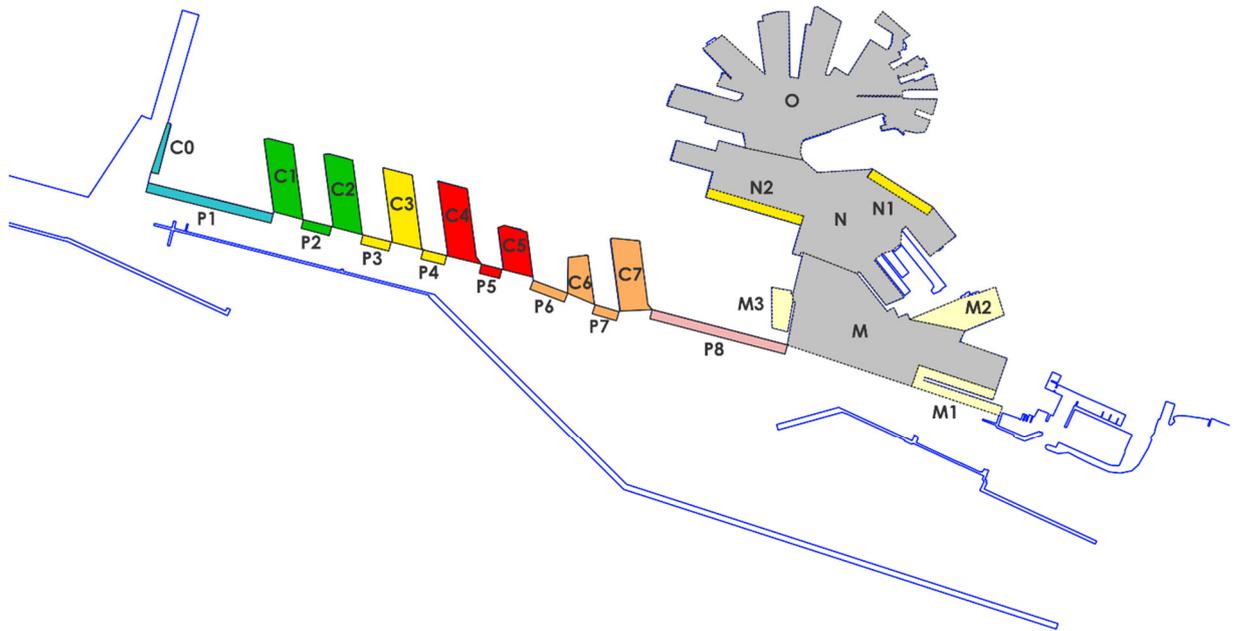
Onde estreme Tr 10 anni - Stato Attuale - Area P8

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.40	0.15	0.80	0.66
D150_T910_Hs450	0.28	0.13	0.65	0.49
D180_T910_Hs450	0.21	0.09	0.43	0.35
D180_T1060_Hs630	0.15	0.07	0.44	0.28
D215_T980_Hs400	0.07	0.02	0.12	0.10
D200_T1060_Hs590	0.06	0.02	0.13	0.09

ALLEGATO 5

Valori di altezza d'onda associati ad eventi estremi con tempo di ritorno 10 anni nelle aree del bacino di Sampierdarena

Soluzione S3 fase realizzativa a)



Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C0

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	1.05	0.48	2.44	1.83
D200_T1060_Hs590	0.75	0.38	1.79	1.37
D180_T910_Hs450	0.63	0.36	1.81	1.22
D130_T910_Hs400	0.57	0.39	1.83	1.21
D150_T910_Hs450	0.66	0.33	1.48	1.19
D215_T980_Hs400	0.22	0.12	0.46	0.42

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P1

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	1.01	0.53	2.95	1.86
D200_T1060_Hs590	0.83	0.40	2.40	1.50
D150_T910_Hs450	0.78	0.33	2.09	1.32
D180_T910_Hs450	0.69	0.36	1.84	1.30
D130_T910_Hs400	0.59	0.19	1.48	0.89
D215_T980_Hs400	0.14	0.05	0.26	0.22

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C1

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	0.38	0.19	0.97	0.68
D200_T1060_Hs590	0.31	0.15	0.73	0.56
D150_T910_Hs450	0.22	0.15	0.80	0.47
D130_T910_Hs400	0.20	0.12	0.69	0.40
D180_T910_Hs450	0.18	0.13	0.65	0.39
D215_T980_Hs400	0.03	0.02	0.09	0.05

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P2

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	0.48	0.09	0.72	0.62
D180_T910_Hs450	0.33	0.14	0.71	0.56
D130_T910_Hs400	0.31	0.16	0.70	0.57
D200_T1060_Hs590	0.34	0.10	0.56	0.51
D150_T910_Hs450	0.34	0.10	0.56	0.49
D215_T980_Hs400	0.07	0.02	0.12	0.10

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C2

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.35	0.19	1.05	0.65
D180_T1060_Hs630	0.29	0.15	0.73	0.53
D150_T910_Hs450	0.25	0.14	0.77	0.48
D200_T1060_Hs590	0.18	0.11	0.54	0.36
D180_T910_Hs450	0.12	0.07	0.40	0.24
D215_T980_Hs400	0.04	0.02	0.14	0.08

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P3

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.46	0.18	0.84	0.76
D180_T1060_Hs630	0.37	0.21	0.84	0.70
D200_T1060_Hs590	0.35	0.17	0.72	0.63
D150_T910_Hs450	0.36	0.15	0.76	0.61
D180_T910_Hs450	0.27	0.14	0.60	0.51
D215_T980_Hs400	0.10	0.05	0.22	0.18

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C3

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.47	0.24	1.25	0.85
D150_T910_Hs450	0.33	0.19	1.04	0.64
D180_T910_Hs450	0.26	0.13	0.64	0.48
D180_T1060_Hs630	0.19	0.09	0.68	0.33
D200_T1060_Hs590	0.18	0.08	0.40	0.31
D215_T980_Hs400	0.11	0.05	0.29	0.19

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P4

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.57	0.27	1.32	1.03
D150_T910_Hs450	0.51	0.22	1.10	0.86
D180_T1060_Hs630	0.38	0.23	0.88	0.75
D200_T1060_Hs590	0.34	0.19	0.73	0.64
D180_T910_Hs450	0.27	0.12	0.68	0.47
D215_T980_Hs400	0.17	0.06	0.26	0.26

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C4

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D150_T910_Hs450	0.35	0.18	0.98	0.65
D130_T910_Hs400	0.28	0.16	0.97	0.55
D180_T1060_Hs630	0.29	0.14	0.84	0.53
D200_T1060_Hs590	0.25	0.13	0.78	0.47
D180_T910_Hs450	0.24	0.12	0.67	0.44
D215_T980_Hs400	0.09	0.06	0.33	0.18

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P5

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.68	0.33	1.47	1.22
D180_T1060_Hs630	0.52	0.18	0.88	0.81
D150_T910_Hs450	0.44	0.21	1.07	0.79
D180_T910_Hs450	0.36	0.17	0.86	0.64
D200_T1060_Hs590	0.35	0.15	0.61	0.59
D215_T980_Hs400	0.11	0.05	0.24	0.20

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C5

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.58	0.34	2.03	1.14
D180_T910_Hs450	0.34	0.19	1.08	0.64
D150_T910_Hs450	0.34	0.18	0.87	0.63
D180_T1060_Hs630	0.30	0.17	0.86	0.58
D200_T1060_Hs590	0.25	0.13	0.64	0.47
D215_T980_Hs400	0.13	0.08	0.42	0.26

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P6

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	1.10	0.49	2.64	1.92
D150_T910_Hs450	0.94	0.44	1.99	1.66
D180_T910_Hs450	0.72	0.37	1.68	1.33
D180_T1060_Hs630	0.40	0.21	1.09	0.74
D200_T1060_Hs590	0.28	0.16	0.73	0.54
D215_T980_Hs400	0.13	0.06	0.30	0.23

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C6

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	0.73	0.48	2.14	1.53
D130_T910_Hs400	0.68	0.41	2.25	1.34
D180_T910_Hs450	0.49	0.27	1.54	0.94
D150_T910_Hs450	0.44	0.26	1.45	0.88
D200_T1060_Hs590	0.34	0.19	0.98	0.64
D215_T980_Hs400	0.09	0.05	0.27	0.18

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P7

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	1.00	0.44	2.27	1.71
D180_T1060_Hs630	0.93	0.42	1.83	1.61
D150_T910_Hs450	0.65	0.36	1.84	1.23
D180_T910_Hs450	0.67	0.27	1.38	1.11
D200_T1060_Hs590	0.47	0.23	1.03	0.84
D215_T980_Hs400	0.08	0.04	0.15	0.14

Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area C7

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.67	0.41	2.21	1.34
D180_T1060_Hs630	0.51	0.27	1.43	0.95
D180_T910_Hs450	0.36	0.25	1.26	0.77
D200_T1060_Hs590	0.21	0.11	0.61	0.39
D150_T910_Hs450	0.19	0.10	0.53	0.36
D215_T980_Hs400	0.05	0.03	0.14	0.09

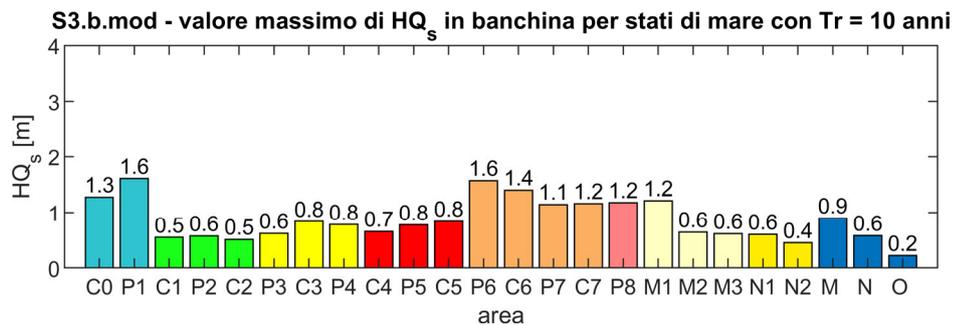
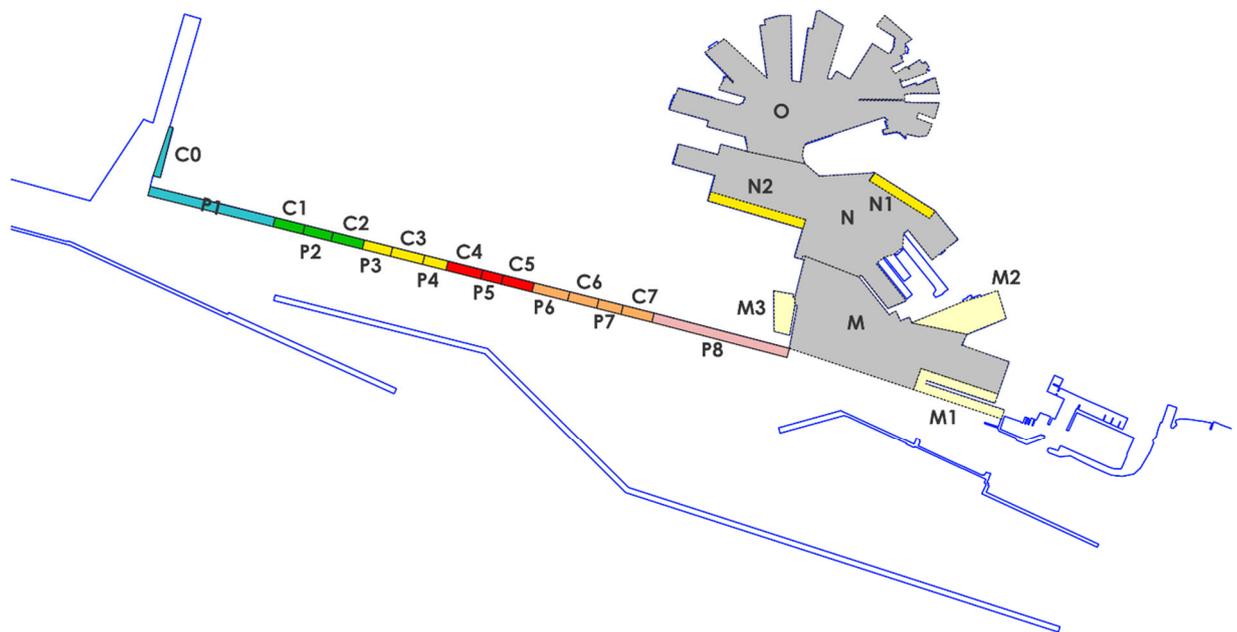
Onde estreme Tr 10 anni - S3.a.mod - Area P8

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	0.59	0.35	1.69	1.16
D130_T910_Hs400	0.52	0.24	1.44	0.92
D150_T910_Hs450	0.44	0.26	1.41	0.88
D180_T910_Hs450	0.31	0.18	1.01	0.59
D200_T1060_Hs590	0.23	0.13	0.61	0.45
D215_T980_Hs400	0.06	0.03	0.17	0.11

ALLEGATO 6

**Valori di altezza d'onda associati ad eventi estremi con tempo di ritorno
10 anni nelle aree del bacino di Sampierdarena**

Soluzione S3 fase realizzativa b)



Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C0

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D200_T1060_Hs590	0.63	0.39	1.51	1.27
D180_T1060_Hs630	0.57	0.34	1.24	1.14
D130_T910_Hs400	0.29	0.15	0.68	0.54
D150_T910_Hs450	0.26	0.14	0.64	0.49
D180_T910_Hs450	0.11	0.05	0.23	0.21
D215_T980_Hs400	0.08	0.05	0.22	0.16

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P1

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D200_T1060_Hs590	0.81	0.49	2.39	1.61
D180_T1060_Hs630	0.66	0.40	1.81	1.30
D130_T910_Hs400	0.51	0.28	1.39	0.97
D150_T910_Hs450	0.44	0.24	1.18	0.83
D180_T910_Hs450	0.22	0.12	0.55	0.42
D215_T980_Hs400	0.08	0.04	0.21	0.15

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C1

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.31	0.15	0.64	0.55
D150_T910_Hs450	0.29	0.14	0.63	0.52
D200_T1060_Hs590	0.27	0.14	0.68	0.50
D180_T1060_Hs630	0.23	0.14	0.58	0.45
D180_T910_Hs450	0.16	0.08	0.36	0.28
D215_T980_Hs400	0.05	0.02	0.09	0.08

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P2

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D200_T1060_Hs590	0.34	0.14	0.63	0.57
D130_T910_Hs400	0.28	0.14	0.64	0.52
D150_T910_Hs450	0.26	0.12	0.51	0.45
D180_T1060_Hs630	0.28	0.10	0.52	0.44
D180_T910_Hs450	0.20	0.08	0.38	0.33
D215_T980_Hs400	0.05	0.02	0.10	0.08

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C2

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.28	0.14	0.62	0.51
D200_T1060_Hs590	0.20	0.10	0.54	0.37
D150_T910_Hs450	0.21	0.09	0.40	0.36
D180_T1060_Hs630	0.21	0.08	0.37	0.33
D180_T910_Hs450	0.15	0.06	0.32	0.25
D215_T980_Hs400	0.04	0.02	0.07	0.06

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P3

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.37	0.15	0.66	0.62
D150_T910_Hs450	0.22	0.13	0.49	0.42
D200_T1060_Hs590	0.16	0.08	0.35	0.29
D180_T1060_Hs630	0.14	0.06	0.26	0.24
D180_T910_Hs450	0.11	0.04	0.26	0.18
D215_T980_Hs400	0.06	0.04	0.17	0.12

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C3

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.52	0.19	0.94	0.83
D150_T910_Hs450	0.35	0.16	0.69	0.61
D180_T910_Hs450	0.26	0.12	0.51	0.46
D180_T1060_Hs630	0.25	0.11	0.50	0.44
D200_T1060_Hs590	0.26	0.10	0.46	0.41
D215_T980_Hs400	0.13	0.04	0.21	0.19

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P4

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.51	0.16	0.82	0.78
D200_T1060_Hs590	0.43	0.17	0.76	0.71
D150_T910_Hs450	0.40	0.15	0.72	0.64
D180_T1060_Hs630	0.32	0.16	0.65	0.58
D180_T910_Hs450	0.32	0.10	0.53	0.48
D215_T980_Hs400	0.14	0.03	0.20	0.19

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C4

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	0.36	0.18	0.72	0.65
D200_T1060_Hs590	0.34	0.18	0.77	0.64
D150_T910_Hs450	0.38	0.15	0.76	0.62
D130_T910_Hs400	0.28	0.13	0.60	0.50
D180_T910_Hs450	0.14	0.07	0.30	0.26
D215_T980_Hs400	0.11	0.03	0.19	0.17

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P5

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.40	0.23	0.90	0.78
D150_T910_Hs450	0.33	0.13	0.59	0.55
D200_T1060_Hs590	0.27	0.11	0.48	0.45
D180_T1060_Hs630	0.26	0.10	0.47	0.42
D180_T910_Hs450	0.18	0.08	0.33	0.31
D215_T980_Hs400	0.09	0.03	0.15	0.14

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C5

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.52	0.20	0.89	0.84
D150_T910_Hs450	0.38	0.17	0.83	0.66
D180_T1060_Hs630	0.23	0.13	0.63	0.44
D180_T910_Hs450	0.23	0.12	0.58	0.42
D200_T1060_Hs590	0.19	0.10	0.45	0.35
D215_T980_Hs400	0.13	0.06	0.26	0.23

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P6

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.91	0.40	2.06	1.57
D150_T910_Hs450	0.69	0.30	1.28	1.18
D180_T910_Hs450	0.58	0.27	1.27	1.02
D180_T1060_Hs630	0.46	0.21	0.99	0.82
D200_T1060_Hs590	0.28	0.15	0.69	0.52
D215_T980_Hs400	0.11	0.03	0.18	0.16

Studio dell'agitazione ondosa nell'area portuale

Rev.01

Data: Giugno 2021

El. MI046R-PF-D-I-R-021-01

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C6

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.83	0.34	1.77	1.41
D180_T1060_Hs630	0.55	0.25	1.18	0.96
D150_T910_Hs450	0.59	0.22	1.03	0.95
D180_T910_Hs450	0.56	0.16	0.93	0.82
D200_T1060_Hs590	0.25	0.13	0.49	0.46
D215_T980_Hs400	0.09	0.03	0.19	0.14

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P7

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	0.68	0.28	1.30	1.15
D130_T910_Hs400	0.56	0.21	1.20	0.89
D150_T910_Hs450	0.30	0.20	0.85	0.63
D200_T1060_Hs590	0.35	0.14	0.62	0.59
D180_T910_Hs450	0.38	0.10	0.63	0.55
D215_T980_Hs400	0.03	0.02	0.07	0.06

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area C7

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D130_T910_Hs400	0.64	0.31	1.49	1.17
D180_T1060_Hs630	0.50	0.26	1.17	0.93
D180_T910_Hs450	0.34	0.17	0.78	0.61
D200_T1060_Hs590	0.28	0.14	0.56	0.51
D150_T910_Hs450	0.26	0.12	0.54	0.45
D215_T980_Hs400	0.05	0.02	0.10	0.09

Onde estreme Tr 10 anni - S3.b.mod - Area P8

stato di mare	H,mean (m)	H,std (m)	H,max (m)	HQs (m)
D180_T1060_Hs630	0.54	0.39	1.72	1.19
D130_T910_Hs400	0.50	0.25	1.43	0.91
D150_T910_Hs450	0.41	0.24	1.45	0.82
D180_T910_Hs450	0.31	0.17	0.86	0.58
D200_T1060_Hs590	0.25	0.13	0.68	0.47
D215_T980_Hs400	0.07	0.03	0.19	0.12