



**LA SPEZIA
CONTAINER TERMINAL**



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Ligure Orientale
Porti di La Spezia e
Marina di Carrara



PORTO DI LA SPEZIA
AMPLIAMENTO TERMINAL RAVANO

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO

**CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE PER
L'ACCOSTO E SISTEMI PER L'ORMEGGIO IN BACNHINA**

CODICE ELABORATO

21 08 PE R410 00

Rev.	Data	Causale
0	05/05/2023	Emissione finale per verificatore
1		
2		
3		

IL COMMITTENTE



LSCT S.p.a.
Viale San Bartolomeo, 20
19126 - La Spezia (SP)
C.F.00072960115 - P.IVA 00859620114

IL PROGETTISTA



Modimar Project S.r.l.
Via Asmara, 72 - 00199 Roma (RM)
P. IVA 16016151009



GES - Geotechnical Engineering Service S.r.l.
Via Sandro Totti, 7/A - 60131 Ancona (AN)
P. IVA 02528430420



GeoEquipe - Studio Tecnico Associato
Via Sandro Pertini, 55 - 62029 Tolentino (MC)
P. IVA 00817500432

Dimensioni foglio:

A4

Redatto:

Del Bianco

Controllato:

Sanzone

Approvato:

Tartaglini

Note:

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
1.1	OBIETTIVI	3
1.2	METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.3	SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI.....	5
2	DATI DI BASE	8
2.1	CARATTERISTICHE DEL NUOVO TERMINAL RAVANO.....	8
2.2	CONDIZIONI METEOMARINE.....	9
3	FLOTTA DI PROGETTO	19
3.1	DIMENSIONI CARATTERISTICHE DELLE NAVI	19
3.2	CONFIGURAZIONE DELLE NAVI ALL'ORMEGGIO	20
4	CALCOLO DELL'ENERGIA DI ACCOSTO E VERIFICA DEI PARABORDI.....	22
4.1	ENERGIA DI ACCOSTO DELLA NAVE DI PROGETTO IN FASE DI ORMEGGIO.....	22
4.2	SELEZIONE DEL PARABORDO.....	26
4.3	DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI FRONTALI	28
4.4	VERIFICA DELLA DISTANZA DEI PARABORDI	29
5	VERIFICA DELLA CONFIGURAZIONE DI ORMEGGIO	31
5.1	PREMESSA	31
5.2	SCENARI DI SIMULAZIONE PER LA VERIFICA DEL SISTEMA DI ORMEGGIO.....	32
5.3	CONFIGURAZIONE DEI DISPOSITIVI DI ORMEGGIO	35
5.4	CONFIGURAZIONE DELLE NAVI ALL'ORMEGGIO	39
5.5	RISULTATI FORNITI DAL MODELLO DI CALCOLO.....	43
5.6	VERIFICA DELL'ORMEGGIO PER LA NAVE TIPO ULCV.....	44
5.7	VERIFICA DELL'ORMEGGIO PER LA NAVE TIPO NEW PANAMAX	54
6	ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI.....	62



7	GLOSSARIO	71
8	BIBLIOGRAFIA	73
	APPENDICE 1: ULCV SHIP DIMENSIONS	74
	APPENDICE 2: METODO DI CALCOLO PER L'ENERGIA DI ACCOSTO....	75
	APPENDICE 3: MSC FRANCESCA MOORING LAYOUT	82

	<p style="text-align: center;">NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA</p>	<p style="text-align: center;">Progetto Esecutivo</p>
--	---	---

1 PREMESSA

La Soc. LSCT (La Spezia Container Terminal), facente parte del gruppo Contship Italia, ha pianificato di realizzare nel porto commerciale di La Spezia un nuovo terminal contenitori in grado di ricevere navi portacontainer di grandi dimensioni tipo ULVC (di lunghezza 399 m) e unità di dimensione inferiore tipo New Panamax (Loa = 365m).

Ha pertanto incaricato l'RTP costituito dalle Società Modimar Project S.r.l., GES S.r.l. e GEOEQUIPE, di sviluppare il progetto esecutivo degli interventi necessari per la realizzazione del "Nuovo Terminal Ravano".

La relazione riporta i risultati dello studio condotto per valutare le forze di ormeggio e le condizioni di stazionamento in sicurezza per le navi di progetto.

La presente revisione (1), richiesta dal committente, riporta l'analisi di ormeggio per la nave tipo ULCV tenendo conto dell'area laterale esposta al vento in presenza di 12 file di contenitori sul ponte (massimo numero di contenitori previsti dall'armatore).

1.1 Obiettivi

L'obiettivo del presente studio è quello di determinare le forze di ormeggio e verificare le condizioni di stazionamento in sicurezza per le navi di progetto all'ormeggio al Nuovo Terminal Ravano, sia in condizioni meteomarine frequenti, che possono verificarsi annualmente, sia in condizioni estreme meno frequenti, prescindendo pertanto da problematiche relative all'operatività del terminale e alle operazioni di carico scarico.

Lo studio ha inoltre aggiornato il calcolo dell'energia di accosto e la conseguente verifica dei parabordi previsti lungo la banchina.

1.2 Metodologia di lavoro

L'accertamento delle condizioni di stazionamento in sicurezza per una nave viene effettuato verificando che le forze risultanti sulla nave, dovute alle condizioni meteomarine (vento, corrente e moto ondoso), non superino la capacità di ritenuta dei dispositivi di ormeggio della nave (argani, cime di ormeggio) e delle predisposizioni di banchina (bitte e parabordi).



In relazione alle condizioni meteomarine che possono limitare le condizioni di sicurezza all'ormeggio, la configurazione della rada della Spezia assicura una elevata protezione nei confronti del moto ondoso. Tipicamente il vento all'interno della rada genera onde corte di breve periodo e di modesta ampiezza.

Le variazioni di livello dovute alla marea astronomica sono molto contenute e non possono condizionare lo stazionamento in banchina della nave. Anche le correnti sono di scarsa intensità all'interno della rada.

Le condizioni meno favorevoli per l'ormeggio sono determinate dai venti che investono la nave lateralmente che tendono ad allontanarla dal fronte di accosto. Nel caso in esame questi venti sono quelli provenienti dal settore di terra compreso tra 310 e 90 °N, che raramente si presentano con intensità elevata.

Per verificare l'ormeggio, sulla base dell'analisi statistica dei venti in prossimità del sito in esame, sono stati definiti i seguenti scenari di simulazione:

- **Scenario A:** vento con velocità 25 nodi omnidirezionale, corrente di 0.4 nodi;
- **Scenario D:** vento di velocità 35 nodi proveniente dal settore di terra (310 – 90 °N), abbinato ad una corrente di 1.0 nodo.

Lo **scenario A** è rappresentativo di condizioni frequenti, che possono verificarsi con frequenza di accadimento annuale. Lo **scenario D** è rappresentativo di condizioni di vento più rare che sono associate ad un tempo di ritorno 10 anni.

Sulla base delle informazioni fornite dal Committente sono state prese in esame le seguenti navi di progetto:

ULVC “MSC DILETTA”, Loa 399 m, capacità 23.782 TEU (classe GULSUN)

New Panamax “MSC FRANCESCA”, Loa 363 m, capacità 11.660 TEU

che sono entrambe dotate di cime di ormeggio sintetiche con tensione minima di rottura MBL di 140 t.

	<p style="text-align: center;">NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA</p>	<p style="text-align: center;">Progetto Esecutivo</p>
--	---	---

Per ogni scenario meteomarinario sono state prese in esame tre diverse condizioni di carico considerando rispettivamente 5, 7, 9 e 12 file di contenitori sopra al ponte delle navi. Compatibilmente con il fondale di progetto il pescaggio della nave all'ormeggio è stato limitato a 14 m.

Per la valutazione delle condizioni di ormeggio è stato applicato il codice di calcolo **OPTIMOOR** che, in funzione della forza risultante che agisce sulla nave all'ormeggio, calcola la risposta statica del sistema di ormeggio fornendo le tensioni e l'allungamento delle cime di ormeggio, la deformazione e la reazione dei parabordi e le forze risultanti sulle bitte.

In relazione al calcolo dell'energia di accosto, e alla successiva verifica del sistema di parabordi, di cui al Capitolo 4, si è fatto riferimento alla metodologia indicata dal PIANC (2002).

1.3 Sintesi dei risultati ottenuti

Le simulazioni stazionarie condotte con il software OPTIMOOR hanno confermato che per lo stazionamento della nave all'ormeggio i venti provenienti dal settore di Nord-NordEst rappresentano la condizione più gravosa.

L'azione del vento trasversale alla nave (proveniente da 10-40°N) determina le massime forze sulle navi all'ormeggio e di conseguenza le tensioni sui cavi e il tiro alla bitta. L'azione del vento aumenta ovviamente all'aumentare del numero di file di contenitori sul ponte.

Per condizioni meteomarine con frequenza di accadimento annuale (Scenario A: vento 25 nodi, corrente 0.4 nodi), le massime tensioni sulle cime di ormeggio ottenute per entrambe le navi esaminate raggiungono 25 t (18%·MBL) con 5 file di contenitori, mentre aumentano del 20%-30% con 9 file di contenitori raggiungendo valori di 34-35 t, pari al 22%-25% di MBL, sia per la New Panamax che per la ULCV. Per la nave ULCV, in presenza di 12 file di contenitori, le tensioni massime raggiungono il valore di 37 t pari al 26% di MBL.

Per condizioni meteomarine associate ad un tempo di ritorno di 10 anni (Scenario B: vento di 35 nodi da N-NE, corrente 1.0 nodo) le cime di ormeggio raggiungono tensioni più elevate: con 9 file di contenitori si ottengono valori massimi di 65 t, sia per la New Panamax



che per la ULCV, 45-46% del MBL dei cavi, con 12 file di contenitori per la ULCV si raggiungono valori massimi di 72 t pari al 50% del MBL.

In queste condizioni estreme la massima componente trasversale alla banchina del tiro alla bitta è risultata pari a 110 t. Data la forte inclinazione dei cavi di ormeggio la componente verticale del tiro alla bitta risulta notevole, con valori massimi di 60-70 t.

Lo scostamento massimo della nave ULCV dal fronte di banchina in condizioni statiche di equilibrio è risultato di 0.74 m per condizioni annuali e di 1.60 m in condizioni estreme decennali. Data la maggiore capacità di allungamento delle cime in dotazione alla nave New Panamax lo scostamento risulta notevolmente maggiore (poco più del doppio).

Il presente studio non ha riguardato problematiche relative alle operazioni di carico scarico delle navi. Tuttavia è possibile verificare che gli spostamenti, ottenuti in condizioni statiche per venti annuali, risultano compresi (o poco al di sopra per la nave con cavi di nylon) nei limiti indicati dal PIANC nel rapporto “Criteria for Movements of Moored Ships in Harbours” che risultano pari a 2.0 m per gli spostamenti longitudinali e 1.2 m per gli spostamenti trasversali alla banchina.

Per la nave ULCV le **soglie di velocità del vento (raffica di 1-min)**, oltre le quali viene superata la tensione limite di esercizio sulle cime di ormeggio (50%MBL), risultano le seguenti:

- **42 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **40 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **37 nodi di vento, con 9 file di contenitori**
- **35 nodi di vento, con 12 file di contenitori**

per la nave **New Panamax** le soglie si abbassano a:

- **40 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **39 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **37 nodi di vento, con 9 file di contenitori**

In previsione di condizioni meteomarine così sfavorevoli dovranno pertanto essere prese contromisure adeguate (rinforzo degli ormeggi, riposizionamento della nave, zavorramento della nave, assistenza dei rimorchiatori).



Le **soglie di velocità del vento** per il raggiungimento del **limite di ritenuta degli argani** (winch brake limit) per la nave tipo ULVC sono le seguenti:

- **54 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **51 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **48 nodi di vento, con 9 file di contenitori**
- **45 nodi di vento, con 12 file di contenitori**

Per la nave tipo New Panamax sono le seguenti:

- **49 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **48 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **47 nodi di vento, con 9 file di contenitori**

2 DATI DI BASE

2.1 Caratteristiche del Nuovo Terminal Ravano


Il Nuovo Terminal Ravano, rappresentato nello schema planimetrico di Figura 2-1, è dotato di una banchina operativa di lunghezza pari a 520 m circa.

La quota prevista per i fondali antistanti al fronte di accosto risulta pari a 15 m s.l.m.m., così come previsto dal PRP vigente. La quota del piano banchina è posta a +2.50 m s.l.m.m.

La nuova banchina sarà in grado di consentire l'accosto e l'ormeggio di navi portacontaineri tipo NewPanamax da 11000 TEU, di lunghezza 360 m, e anche navi di ultima generazione tipo ULCV da 23000 TEU di lunghezza fino a 400 m.



Figura 2-1. Nuovo terminal Ravano - Planimetria di progetto

	<p style="text-align: center;">NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA</p>	<p style="text-align: center;">Progetto Esecutivo</p>
--	---	---

2.2 Condizioni meteomarine

Nel presente paragrafo sono analizzate le condizioni meteomarine (maree, correnti, vento, moto ondoso, temperatura) che possono condizionare lo stazionamento delle navi all'ormeggio.

2.2.1 Variazioni del livello marino

La marea astronomica all'interno della Rada della Spezia è di tipo misto semidiurno con due alte e due basse maree, di ampiezza diversa. L'ampiezza di marea risulta molto contenuta con escursioni di livello comprese mediamente tra +/-8.0 cm. Durante le fasi sigiziali si ha un aumento dell'ampiezza della marea che può raggiungere occasionalmente +/-15 cm.

In occasione di eventi meteomarini estremi, con frequenza di accadimento biennale, il sovrizzo del livello del mare può raggiungere 50 cm, mentre per eventi con tempo di ritorno decennale il sovrizzo atteso è di circa 70 cm.

Marea astronomica	
Escursione media giornaliera	+/- 8.0 cm
Escursione in fase di sizigia	+/- 15 cm

Sovralzo di tempesta	
Frequente (Tr 2 anni)	50 cm
Rara (Tr 10 anni)	70 cm

2.2.2 Regime dei venti

Il regime dei venti per il sito in esame è fortemente condizionato dall'orografia dei rilievi che circondano la Rada della Spezia.

Tra le diverse stazioni anemometriche prese in esame le più prossime al sito in esame sono:

- stazione mareografica RMN di La Spezia: dati di vento registrati ogni 10 minuti a +10 m sul l.m.m.. Periodo di riferimento (2010 – 2015) e (2019 – 2021);
- stazione meteo ARPAL di La Spezia: dati di vento registrati con cadenza oraria alla quota +55 m sul l.m.m.. Periodo di riferimento (2008-2021);

L'analisi della distribuzione dei venti osservati dalle due stazioni anemometriche mostra la presenza di un prevalente regime di brezze di terra e di mare, che si alternano durante il giorno: di notte si ha una prevalenza di venti provenienti dai rilievi retrostanti alla città di

La Spezia con direzione prevalente N-NE, di giorno si ha una prevalenza di venti provenienti da mare, con direzione S-SE e S-SO (Figura 2-2).

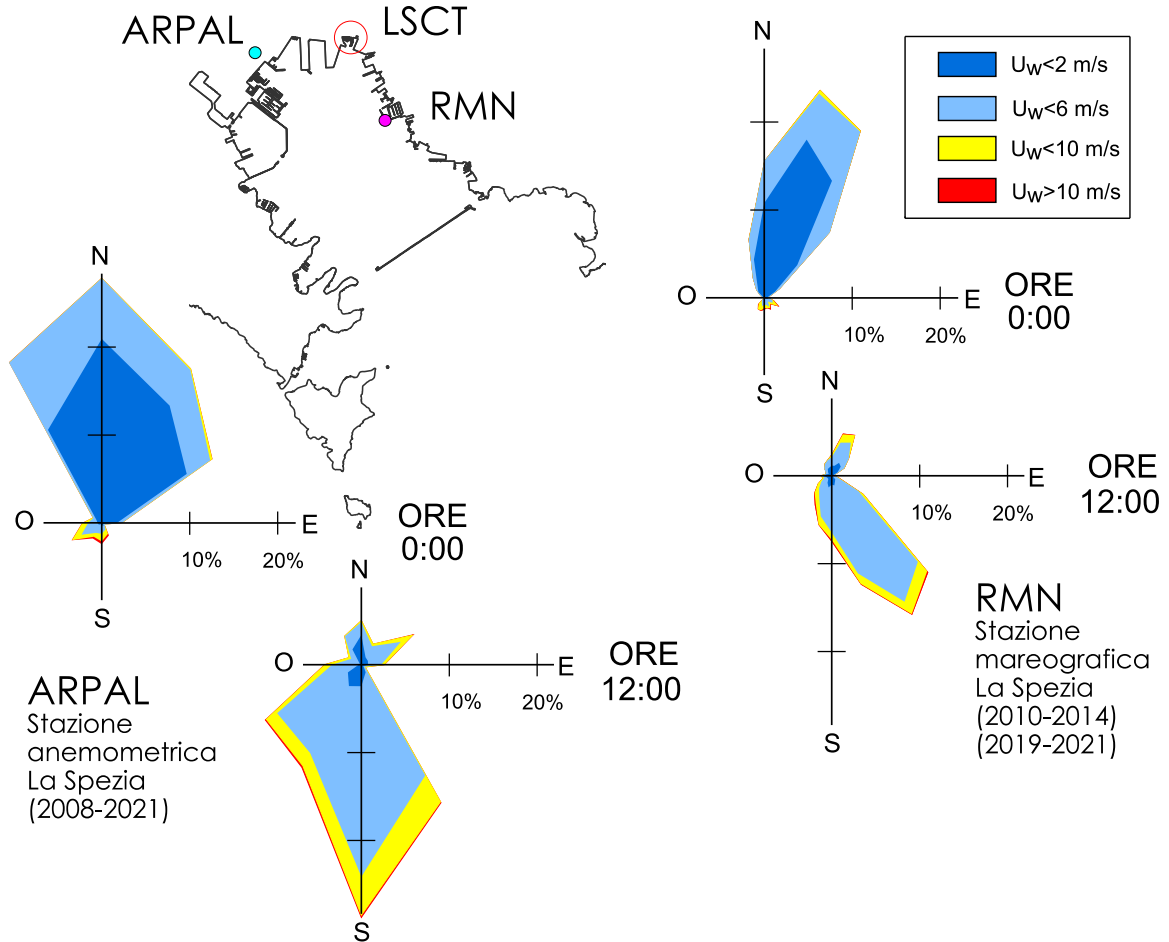


Figura 2-2. Regime dei venti osservato dalle stazioni anemometriche appartenenti alla rete di misura ARPAL (2008 - 2021) e alla rete RMN (2010-14 e 2019-21). Distribuzione direzionale della velocità media oraria nelle ore notturne (ore 00:00) e nelle ore diurne (ore 12:00).

In generale le velocità medie del vento si mantengono inferiori a 6 m/s.

Con riferimento alle osservazioni dell'anemometro ARPAL di La Spezia (vedi Tabella 2-1 e Tabella 2-2), effettuate alla quota di +55 m s.l.m., si può verificare che gli stati di vento con velocità media del vento inferiore a 6.0 m/s costituiscono circa il 92.5% del totale. La velocità media oraria di 10 m/s viene raggiunta o superata circa 76 ore anno (frequenza cumulata di accadimento 0.87%).



I venti più intensi (>12 m/s) si presentano in maggior misura dal settore di mezzogiorno e libeccio con una frequenza cumulata di circa 25 ore/anno.

La massima intensità del vento è stata misurata durante l'evento estremo del 29-30 Ottobre 2018 con venti da mezzogiorno e scirocco con una massima velocità del vento di 24.6 m/s e una raffica istantanea di 45.6 m/s (164 km/h!!).

Tabella 2-1. Suddivisione degli eventi osservati dall'anemometro ARPAL di La Spezia per classi di velocità media e direzione di provenienza.

Numero di eventi registrati dalla stazione ARPAL di La Spezia (+55 m) - 2008 - 2021

U _w (m/s)	Classi di Direzione °N												Tot
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	
calme	9214	2964	3087	689	249	622	580	316	279	202	376	1453	20031
1 2	6501	7685	5767	1095	397	1726	2374	1265	1117	563	1065	6900	36455
2 4	4068	3171	2610	571	171	2893	4791	2271	2293	1144	601	5119	29703
4 6	428	557	1580	349	52	3419	4565	1786	2259	1050	288	569	16902
6 8	49	141	664	143	12	928	1442	644	1087	438	73	37	5658
8 10	11	20	174	33	3	295	435	253	371	139	15	2	1751
10 12	1	4	43	7	0	127	193	113	111	31	3	2	635
12 14	0	0	1	0	0	45	84	45	27	1	4	0	207
14 16	0	0	0	0	0	17	54	16	5	0	0	0	92
16 18	0	0	0	0	0	4	9	9	0	0	0	0	22
18 20	0	0	0	0	0	0	6	2	1	0	0	0	9
20 40	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	20272	14542	13926	2887	884	10076	14535	6720	7550	3568	2425	14082	111467

Tabella 2-2. Frequenza di accadimento dei venti registrati dall'anemometro ARPAL di La Spezia.

Frequenza di accadimento dei venti registrati dalla stazione ARPAL di La Spezia (+55 m) - 2008 - 2021

U _w (m/s)	Classi di Direzione °N												Tot	Cum
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		
calme	8.27	2.66	2.77	0.62	0.22	0.56	0.52	0.28	0.25	0.18	0.34	1.30	17.97	18.0
1 2	5.83	6.89	5.17	0.98	0.36	1.55	2.13	1.13	1.00	0.51	0.96	6.19	32.70	50.7
2 4	3.65	2.84	2.34	0.51	0.15	2.60	4.30	2.04	2.06	1.03	0.54	4.59	26.65	77.3
4 6	0.38	0.50	1.42	0.31	0.05	3.07	4.10	1.60	2.03	0.94	0.26	0.51	15.16	92.5
6 8	0.04	0.13	0.60	0.13	0.01	0.83	1.29	0.58	0.98	0.39	0.07	0.03	5.08	97.6
8 10	0.01	0.02	0.16	0.03	0.00	0.26	0.39	0.23	0.33	0.12	0.01	0.00	1.57	99.1
10 12	0.00	0.00	0.04	0.01		0.11	0.17	0.10	0.10	0.03	0.00	0.00	0.57	99.7
12 14			0.00			0.04	0.08	0.04	0.02	0.00	0.00		0.19	99.9
14 16						0.02	0.05	0.01	0.00				0.08	100.0
16 18						0.00	0.01	0.01					0.02	100.0
18 20							0.01	0.00	0.00				0.01	100.0
20 40							0.00						0.00	100.0
	18.19	13.05	12.49	2.59	0.79	9.04	13.04	6.03	6.77	3.20	2.18	12.63	100	

Ai fini delle successive elaborazioni i dati di vento registrati dall'anemometro ARPAL di La Spezia sono stati riportati alla quota standard di +10 m sul l.m.m. applicando la relazione $U_{10} = U_z(10/Z)^{1/7}$ in cui U_z è la velocità del vento alla quota Z . (coefficiente di riduzione 0.78).

I dati elaborati mostrano che le raffiche istantanee sono in genere il 50% più elevate rispetto alla velocità media oraria U_{10} (vedi Figura 2-3).

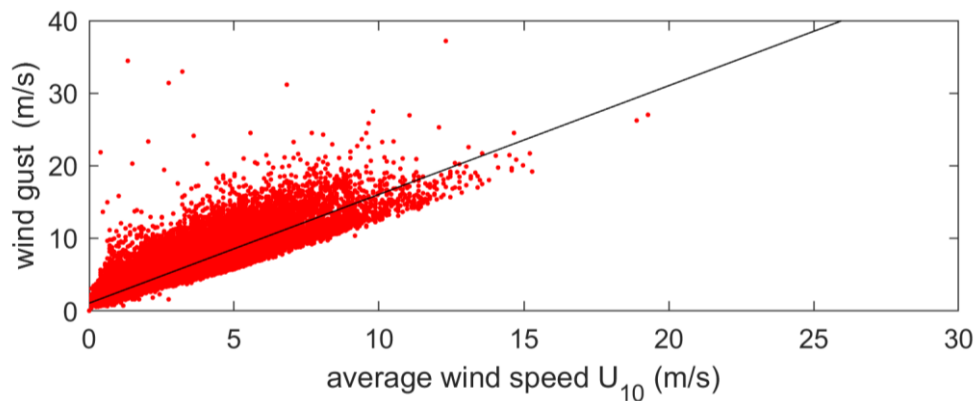
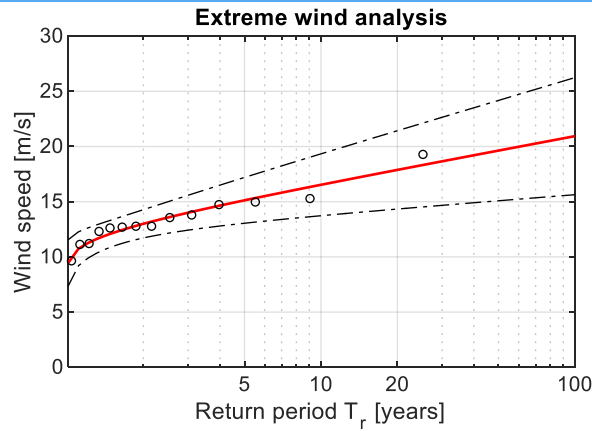


Figura 2-3. Confronto tra le velocità medie orarie U_{10} e le raffiche istantanee misurate dalla stazione anemometrica ARPAL di La Spezia (2008 – 2021)

Per valutare l'azione del vento su navi all'ormeggio di elevate dimensioni si fa riferimento alla raffica del vento mediata su 1 minuto (British Standards BS 6349-6, 1989). Per determinare la raffica mediata su 1 minuto è stato applicato un fattore di conversione pari 0.85 alla raffica istantanea, per la quale è stata assunta una durata di 3 secondi.

In Figura 2-4 è mostrata l'analisi statistica, omnidirezionale, dei massimi valori annuali di vento (Annual Maxima AM) osservati tra il 2008 e il 2021 dalla stazione ARPAL di La Spezia.

Statistica dei massimi valori annuali di velocità del vento - analisi omnidirezionale



TR	Average wind speed U_{10} (m/s)	Wind gust 1-min (m/s)	Wind gust 1-min (nodi)	95% UPPER BOUND CONFIDENCE LEVEL		
				Average wind speed U_{10} (m/s)	Wind gust 1-min (m/s)	Wind gust 1-min (nodi)
100	20.9	27.6	53.7	26.2	34.4	66.9
50	19.6	25.9	50.4	24.2	31.7	61.7
20	17.9	23.7	46.1	21.4	28.2	54.9
10	16.5	22.0	42.8	19.3	25.6	49.7
5	15.1	20.2	39.3	17.2	22.8	44.4
2	13.0	17.5	34.0	14.3	19.1	37.2
1	10.0	12.9	25.2	12.7	17.1	33.2

Figura 2-4. Statistica dei valori estremi di vento (AM) alla quota +10 m slm - analisi omnidirezionale. Stazione anemometrica ARPAL di La Spezia (2008 – 2021).

Ai fini dello studio della nave all'ormeggio al nuovo terminal Ravano, è stata effettuata una valutazione dei venti estremi provenienti da terra, rappresentato dalla traversia 310-90 °N come mostrato nello schema di Figura 2-5, che risultano essere i più gravosi per lo stazionamento in banchina della nave di progetto.

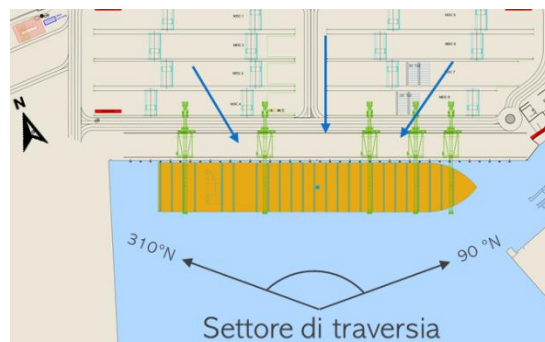
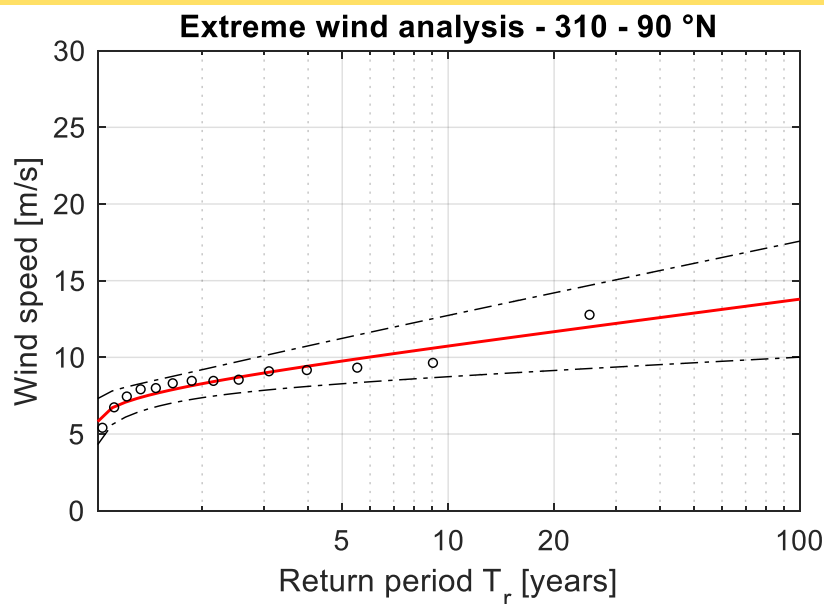


Figura 2-5. Individuazione del settore di traversia 310 – 90 °N

Come mostrato in Figura 2-6 limitando al settore 310 – 90°N l’analisi statistica dei massimi venti annuali si ottengono valori di velocità decisamente inferiori.

Per il settore 310 – 90°N la velocità media con tempo di ritorno annuale risulta pari a 7 m/s (intervallo di confidenza 95%), con una raffica sul minuto di 10 m/s. Per tempo di ritorno 10 anni (sempre facendo riferimento all’intervallo di confidenza del 95%) si ottiene una velocità media di 12.7 m/s con una raffica di 17.1 m/s.

Statistica dei massimi valori annuali di velocità del vento - analisi settore 310 °N – 90 °N



TR	Average wind speed U_{10} (m/s)	Wind gust 1-min (m/s)	Wind gust 1-min (nodi)	95% UPPER BOUND CONFIDENCE LEVEL		
				Average wind speed U_{10} (m/s)	Wind gust 1-min (m/s)	Wind gust 1-min (nodi)
100	13.8	18.5	36.0	17.6	23.3	45.4
50	12.9	17.3	33.7	16.1	21.5	41.8
20	11.7	15.8	30.7	14.2	19.0	37.0
10	10.7	14.6	28.4	12.7	17.1	33.3
5	9.8	13.3	25.9	11.2	15.2	29.6
2	8.3	11.5	22.3	9.2	12.6	24.6
1	5.8	8.3	16.2	7.3	10.2	19.9

Figura 2-6. Statistica dei valori estremi di vento (AM) alla quota +10 m. Settore di traversia 310° - 90°N. Stazione anemometrica ARPAL di La Spezia (2008 – 2021).

	<p style="text-align: center;">NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA</p>	<p style="text-align: center;">Progetto Esecutivo</p>
--	---	---

2.2.3 Correnti

Per l'inquadramento delle correnti che contraddistinguono la rada della Spezia si è fatto riferimento agli studi specialistici condotti dal DHI nel 2015 per conto dell'ex Autorità Portuale della Spezia (oggi Adsp MLO) relativi alle "Attività di dragaggio dei fondali antistanti il molo Garibaldi".

I risultati dello studio hanno evidenziato che la naturale configurazione della rada della Spezia, unitamente alla presenza della diga foranea, limitano gli scambi d'acqua con l'esterno.

La circolazione interna alla rada della Spezia è pertanto determinata in maggior misura dal vento, con intensità e direzione delle correnti correlate alle intensità e direzioni del vento.

Venti di Levante e Scirocco inducono correnti superficiali che all'imboccatura di levante hanno direzione nord ovest, e che progressivamente ruotano verso ponente nella parte più interna della rada. I venti settentrionali viceversa determinano una predominanza di correnti dirette dall'interno della rada verso l'esterno. Queste correnti superficiali sono equilibrate da una circolazione sul fondo inversa.

Le velocità più elevate della corrente si verificano in superficie, con valori che solo raramente possono superare i 20 cm/s (0.4 nodi), che si riducono al variare della profondità avvicinandosi allo strato più prossimo al fondale.

In occasione di condizioni meteomarine estreme, riconducibili ad eventi con tempo di ritorno 10 anni, in mancanza di informazioni specifiche, si è assunta una corrente di 50 cm/s in superficie (1.0 nodo).

2.2.4 Moto ondoso

Gli stati di moto ondoso più significativi ($H_s > 0.5$ m) al largo di La Spezia si presentano in prevalenza da Libeccio e da Mezzogiorno, con una frequenza di accadimento complessiva pari al 40.6%. Da questo settore si presentano inoltre gli eventi con altezza d'onda più elevata. Meno frequenti risultano gli stati di mare da Scirocco (5.7%) e da Ponente (4.5%), con valori di H_s generalmente inferiori a 3.0 m.

La Rada della Spezia, data la sua conformazione naturale e data la presenza della diga foranea, risulta fortemente schermata al moto ondoso incidente e in particolar agli stati di mare prevalenti di Libeccio e Mezzogiorno.

Le condizioni di moto ondoso in prossimità del sito in esame sono determinate in prevalenza dalla generazione del moto ondoso all'interno della rada dovuta al vento e in misura minore dalla penetrazione attraverso le due imboccature portuali degli stati di mare provenienti da largo, che si attenuano progressivamente all'interno della rada con valori di altezza d'onda residua quasi trascurabili (riduzione 80-90%).

Nell'ambito degli studi meteomarini (rif. 21_08_PE_202_1) è stato ricostruito, con un modello numerico, il regime di moto ondoso all'interno della rada tenendo conto dei simultanei processi di generazione e propagazione del moto ondoso all'interno della rada.

Le condizioni di moto ondoso all'interno della rada, in prossimità del porto commerciale, presentano valori di altezza d'onda compresi in media tra 0.1 e 0.4 m, con periodo di picco in genere compreso tra 1 e 4 s (Figura 2-7), occasionalmente si verificano stati di mare con periodo superiore a 4 s. In Tabella 2-3 e Tabella 2-4 è riportata la distribuzione direzionale e la correlazione tra altezza d'onda e periodo per gli stati di mare ricostruiti in prossimità del porto commerciale di La Spezia.

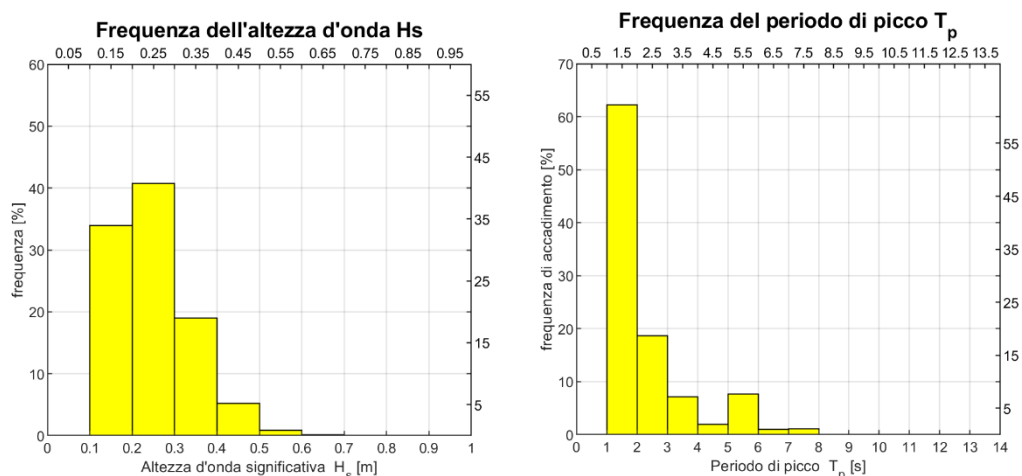


Figura 2-7. Frequenza di accadimento dell'altezza d'onda (H_s) e del periodo (T_p) degli stati di mare ricostruiti all'interno della Rada della Spezia in prossimità del porto commerciale.

Tabella 2-3. Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso ricostruiti in prossimità del porto commerciale di La Spezia.

Dir ° Nord	Punto M2 - Altezza d'onda significativa [m]										Tot
	calme	0.125 0.250	0.250 0.375	0.375 0.500	0.500 0.625	0.625 0.750	0.750 0.875	0.875 1.000	1.000 1.500	1.500 2.000	
0		0.5									0.52
30											0.00
60											0.00
90											0.00
120											0.00
150		6.6	7.1	2.5	0.3	0.02	0.00				16.59
180		3.3	5.2	0.7	0.2	0.01	0.01				9.40
210		10.1	7.3	2.0	0.08	0.00					19.54
240		13.3	3.0	1.3	0.2	0.00					17.73
270		4.8	0.2	0.02	0.00						5.02
300		1.8	0.03								1.87
330		0.9	0.00								0.93
calme	28.4										28.41
Tot	28.4	41.38	22.82	6.61	0.74	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	100.0
Tot. Cumulato		69.78	92.60	99.21	99.95	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

Tabella 2-4. Correlazione tra i valori di altezza d'onda significativa Hs e i valori del periodo di picco Tp in prossimità del porto commerciale di La Spezia.

Periodo di picco Tp (s)	Classi di altezza d'onda significativa Hs (m)									%
	calme	0.125 0.250	0.250 0.375	0.375 0.500	0.500 0.625	0.625 0.750	0.750 0.875	0.875 1.000		
0÷1	27.3									27.27
1÷2	1.1	34.8	9.4							45.30
2÷3			8.2	4.8	0.6	0.019	0.005			13.60
3÷4		5.2					0.000			5.18
4÷5		1.4								1.45
5÷6			5.2	0.4						5.60
6÷7				0.7						0.73
7÷8				0.7	0.1	0.001				0.82
8÷10					0.031	0.022				0.05
10÷12							0.002			0.00
12÷14								0.000		0.00
	28.4	41.4	22.8	6.6	0.7	0.04	0.008	0.000		100.00

2.2.5 Temperatura

Di seguito è riportata la tabella con le medie climatiche e i valori massimi e minimi assoluti registrati nel trentennio 1971-2000 presso la stazione di Sarzana - Luni pubblicati nell'Atlante Climatico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.



NUOVO TERMINAL RAVANO
PORTO DI LA SPEZIA

Progetto
Esecutivo

SARZANA-LUNI (La Spezia)												
Mesi												
(1971-2000)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
T. max. media (°C)	11.3	12.3	14.6	17.1	21.7	25.2	28.7	28.8	24.9	20.2	15	12.1
T. min. media (°C)	3.3	3.7	5.6	8.1	11.9	15.2	17.8	17.9	14.8	11.3	7	4.4
T. max. assoluta (°C)	18.4 1983	20 1991	24 1974	26.2 1975	31.4 1986	34.8 1990	36.4 1993	38.2 1985	34.2 1975	29 1985	24 1999	18.6 1984
T. min. assoluta (°C)	-9.0 1985	-5.0 1999	-4.9 1971	-1.4 1997	3.8 1991	7.8 1986	10.4 2000	7.6 1989	6 1996	0 1997	-3.6 1988	-6.6 1996

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

3 FLOTTA DI PROGETTO

La banchina del Nuovo Terminal Ravano consentirà l'accosto e l'ormeggio di navi portacontenitori di ultima generazione tipo New Panamax e tipo Ultra Large Container Vessel (ULCV), caratterizzate rispettivamente da una lunghezza di 360 m e 400 m e con una capacità rispettivamente di circa 11.000 e 23.000 TEU.

Sulla base delle indicazioni e delle informazioni tecniche fornite dal Committente per lo svolgimento del presente studio sono state prese in esame le seguenti navi:

- la “MSC DILETTA” è una nave porta contenitori di ultima generazione ULCV, appartenente alla classe Gulsun. Risulta tra le più grandi navi al mondo attualmente in circolazione (vedi appendice). Ha una lunghezza L_{oa} di 399.7 m e una capacità di 23.782 TEU;
- la “MSC FRANCESCA” è una nave porta contenitori appartenente alla categoria New Panamax, di lunghezza L_{oa} 363.6 m, che può attraversare il nuovo canale di Panama. Ha una capacità di 11660 TEU.

3.1 Dimensioni caratteristiche delle navi

Le principali caratteristiche delle navi costituenti la flotta di progetto fornite dall'armatore sono riportate in Tabella 3-1. Per la definizione delle caratteristiche delle navi si rimanda al glossario riportato in coda al documento.

Tabella 3-1. Caratteristiche delle navi costituenti la flotta di progetto

SHIP PARAMETERS			MSC DILETTA	MSC FRANCESCA
Type			ULCV	New Panamax
Class			Gulsun class	
Gross Tonnage	GT		231799	135143
Length over all	Loa	m	399.7	363.6
Length between perps	Lbp	m	383.1	348
Moulded depth	D	m	33.2	29.74
Max Beam	B	m	61.0	45.6
Draft on summer load line	d_{max}	m	16.3	16.0
Deadweight (s.l.l.)	DWT	t	224979	138377
Displacement (s.l.l.)	DT	t	289552	178801
Lightship	LWT	t	64573	40424
Block Coefficient	CB		0.74	0.69
Container capacity		TEU	23782	11660

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

3.2 Configurazione delle navi all'ormeggio

I fondali di progetto, pari a 15 m s.l.m.m., impongono un pescaggio massimo per le navi porta contenitori dirette al terminal Ravano fissato a 14.0 m, assicurando un franco sottochiglia di almeno 1.0 m.

La limitazione del pescaggio delle navi ha come diretta conseguenza una limitazione del dislocamento della nave in fase di ormeggio. Inoltre occorre tenere conto di questa limitazione del pescaggio ai fini della valutazione della superficie laterale della nave esposta al vento.

3.2.1 Configurazione della nave MSC DILETTA all'ormeggio

La configurazione all'ormeggio della nave "MSC DILETTA" al nuovo Terminal Ravano presenta le seguenti caratteristiche di pescaggio e dislocamento:

MSC DILETTA BERTHED AT TERMINAL RAVANO				
d (m)	DT (t)	DWT	Free Board (m)	Trim (m)
14.0	247707	183135	19.2	0.0

L'area laterale esposta al vento, desunta dalle informazioni fornite dall'armatore, è riportata, in funzione del numero di file di contenitori disposti sul ponte e fissando il pescaggio a 14.0 m, nella seguente tabella:

MSC DILETTA WINDAGE AREA (m ²) at Draft 14.0 m														
	LIGHT				CONTAINERS TIER									
	SHIP	1ST	2ND	3RD	4TH	5TH	6TH	7TH	8TH	9TH	10TH	11TH	12TH	
Total area	8303	9934	10700	11466	12233	12999	13765	14532	15298	16064	16799	17469	18076	
Below deck	7356	7356	7356	7356	7356	7356	7356	7356	7356	7356	7356	7356	7356	
Above deck	948	2578	3345	4111	4877	5644	6410	7176	7943	8709	9443	10114	10721	

La nave è dotata di cime di ormeggio sintetiche (fiber rope) tipo UHMWPE di diametro Ø44 mm e carico di rottura (MBL) 145 t dotate di cappio finale (tail) di lunghezza 11 m in nylon con MBL 184 t. Il limite di ritenuta dei freni dei winch (winch brake limit) è stato fissato, sulla base delle informazioni fornite dall'armatore, a 112 t (circa l'80% del MBL).

MOORING LINES				TAILS		
Types of line	Line diameter (mm)	MBL (t)	Length (m)	Type of tail	diameter (mm)	MBL (t)
12 strand	44	145	11	nylon	96	184

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

UHMWPE

3.2.2 Configurazione nave “MSC FRANCESCA” all’ormeggio

La configurazione all’ormeggio della nave “MSC FRANCESCA” al nuovo Terminal Ravano presenta le seguenti caratteristiche di pescaggio e dislocamento:

MSC FRANCESCA BERTHED AT TERMINAL RAVANO				
d (m)	DT (t)	DWT	F.B. (m)	Trim (m)
14.0	156226	115802	15.7	0.0

L’area laterale esposta al vento, desunta dalle informazioni fornite dall’armatore, è riportata, in funzione del numero di file di contenitori disposti sul ponte e fissando il pescaggio a 14.0 m, nella seguente tabella:

MSC FRANCESCA WINDAGE AREA (m ²)									
	LIGHT				CONTAINERS TIER				
	SHIP	2ND	3RD	4TH	5TH	6TH	7TH	8TH	9TH
Total area	6608	8367	9065	9765	10448	11019	11496	11876	12161
Above deck	1131	2889	3588	4288	4970	5541	6018	6399	6683
Below deck	5478	5478	5478	5478	5478	5478	5478	5478	5478

La nave è dotata di cime di ormeggio sintetiche di nylon di diametro Ø84 mm tipo atlas con 6 trefoli, caratterizzate da un carico di rottura (MBL) 140 t. Il limite di ritenuta dei freni dei winch (winch brake limit) è stato fissato all’80% del MBL ossia 112 t.

MOORING LINES				TAILS		
Types of line	Line diameter (mm)	MBL (t)	Length (m)	Type of tail	diameter (mm)	MBL (t)
6 strand nylon atlas	84	140	220	-	-	-

4 CALCOLO DELL'ENERGIA DI ACCOSTO E VERIFICA DEI PARABORDI

4.1 Energia di accosto della nave di progetto in fase di ormeggio

Ai fini del calcolo dell'energia cinetica in fase di accosto che deve essere assorbita dal sistema di parabordi si è fatto riferimento alla nave di progetto ULCV "MSC DILETTA" che risulta la nave di stazza maggiore tra quelle previste in arrivo al nuovo terminale.

Il calcolo dell'energia cinetica posseduta dalla nave di progetto in fase di accosto è stato svolto secondo l'approccio proposto dal PIANC (Guidelines for the Design of Fender Systems, 2002),

L'energia di accosto E_f è data dalla seguente formula:

$$E_f = 0.5 \cdot C_M \cdot C_E \cdot C_C \cdot C_S \cdot M_d \cdot V_B^2 \quad \text{kNm}$$

dove:

- C_M = coefficiente di massa aggiunta;
- C_E = coefficiente di eccentricità;
- C_C = coefficiente di configurazione dell'ormeggio;
- C_S = coefficiente di deformabilità;
- M_d = Massa della nave in condizioni di carico di progetto;
- V_B = velocità di accosto ortogonale alla linea d'ormeggio (in m/s).

Il calcolo dell'energia di accosto, come illustrato in dettaglio in appendice, è proporzionale al dislocamento della nave in fase di accosto e al quadrato della velocità di approccio.

I coefficienti che compaiono nella precedente formula dipingono delle dimensioni della nave, dalle caratteristiche banchina e dalla manovra di ormeggio.

Con riferimento allo schema di Figura 4-1, il calcolo dell'energia di accosto per la nave di progetto al terminal Ravano è stato effettuato assumendo le seguenti condizioni:

- velocità di accosto (V_B): 100 mm/s
- angolo di accosto della nave (α): 2.0°
- punto di contatto della nave con la banchina (x): compreso tra $1/4L_{BP}$ e $3/10L_{BP}$
- franco sotto chiglia (K_c): 1.0 m

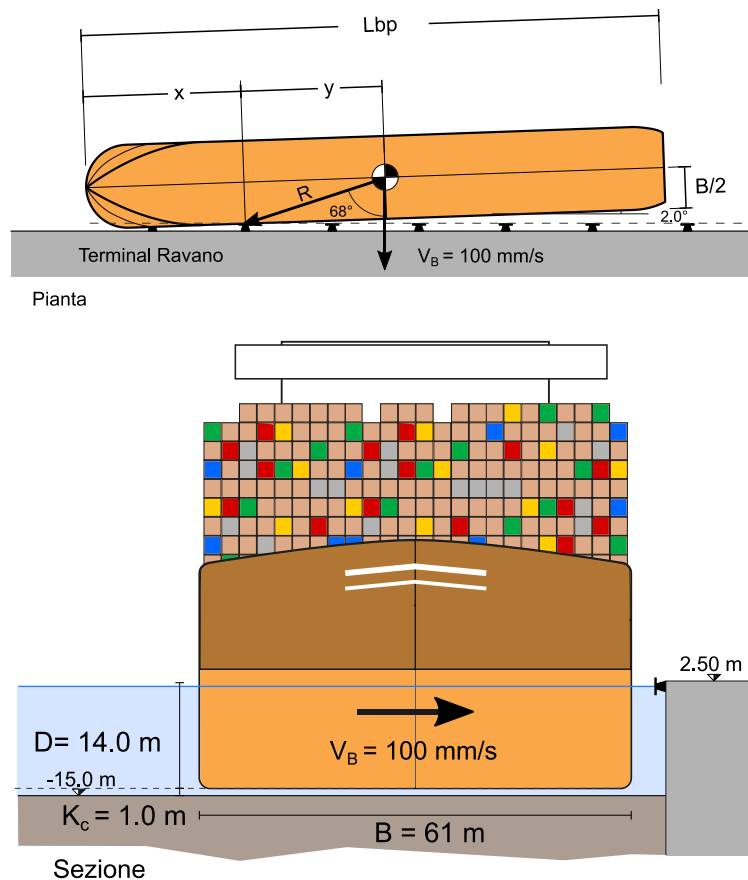


Figura 4-1. Schema utilizzato per il calcolo dell'energia di accosto della nave di progetto all'ormeggio al nuovo terminal LCST Ravano.

La velocità di accosto per navi porta contenitori di grandi dimensioni, per terminali non esposti al moto ondoso e alle correnti, si mantiene inferiore a 100 mm/s, sia per condizioni di ormeggio facili che per condizioni di ormeggio difficili, (PIANC MarCom33) e (BS 6349-4). Il valore indicato prevede l'assistenza dei rimorchiatori.

Per il calcolo dell'energia di accosto si è deciso, a favore di sicurezza, di assumere una velocità massima di accosto di 100 mm/s (0.1 m/s).

Considerata l'assistenza fornita dai rimorchiatori e le dotazioni tecnologiche all'avanguardia di cui dispongono queste navi (bow thruster, sistemi di posizionamento,...), si ritiene che l'angolo di accosto della nave possa essere compreso tra $0 \leq \alpha \leq 5^\circ$. Nel calcolo è stato assunto un'angolo di accosto pari a 2.0° con un punto di contatto della nave al mascone, $x=105.4 \text{ m}$ ($1/4 \text{ Lbp} < x < 3/10 \text{ Lbp}$).



Il franco sottochiglia K_c assunto per la nave di progetto in fase di accosto è molto limitato e risulta pari a 1.0 m ($K_c/D = 0.07$).

Il coefficiente di massa aggiunta C_M per la nave progetto, determinato con la formula PIANC 2002, risulta in queste condizioni pari a 1.8.

Dato il punto di contatto della nave in banchina, l'angolo di impatto ($\phi = 68^\circ$), la distanza tra il punto di contatto della nave e il suo baricentro ($R = 91.0$ m), considerato il raggio di girazione della nave ($K = 95.7$ m), si ottiene per il coefficiente di eccentricità C_E un valore pari a 0.59. Circa il 40% dell'energia cinetica della nave è spesa dalla rotazione della nave rispetto al punto di contatto.

Seguendo un approccio cautelativo è stato assunto un valore unitario per i coefficienti C_C e C_S , non tenendo conto in questo modo della riduzione dell'energia cinetica provocato dall'effetto cuscino dovuto alla massa d'acqua costretta tra la nave e la banchina (a parete verticale), e dalla deformazione elastica della carena della nave causata dal contatto con i parabordi.

Gli impatti anomali si verificano quando l'energia normale di accosto E_f viene superata. Le cause possono includere errori umani, malfunzionamenti, condizioni meteorologiche eccezionali o una combinazione di questi fattori.

$$E_A = F_S \times E_f$$

in cui:

E_A = Energia di ormeggio anormale che deve assorbire il parabordo (kNm)

F_S = Fattore di sicurezza

La scelta di un adeguato fattore di sicurezza (F_S) dipende da molti fattori:

- le conseguenze che un guasto ai parabordi può avere sulle operazioni di ormeggio;
- la frequenza di arrivo delle navi all'ormeggio;
- velocità di accosto V_B molto basse, che potrebbero essere facilmente superate;
- vulnerabilità della struttura di banchina;
- dimensioni e tipologie di navi che utilizzano l'ormeggio;
- carichi pericolosi o di valore, rischio per le persone.



Considerate le elevate dimensioni della nave porta contenitori di progetto, in accordo con le raccomandazioni internazionali (vedi PIANC2002, Tab. 4.2.5), è stato assunto un coefficiente di sicurezza F_s pari a 1.50.

L'energia normale di accosto (normal energy) per la nave di progetto in queste condizioni di calcolo, come riportato in Tabella 4-1, risulta 1314 kNm. L'energia eccezionale di accosto (abnormal energy) risulta uguale a 1971 kNm.

Tabella 4-1: Calcolo dell'energia di accosto per la nave di progetto

DATI DELLA NAVE DI PROGETTO			
Nome	MSC DILETTA		
Tipo	ULCV		
Lunghezza fuori tutto	LOA	399.7	m
Lunghezza tra le perpendicolari	LBP	383.1	m
Larghezza	B	61	m
Block Coefficient	CB	0.74	
CONDIZIONI ALL'ORMEGGIO			
Profondità fondale in banchina	h	15.0	m
Dislocamento all'ormeggio limitato dal fondale	Md	247700	t
Pescaggio all'ormeggio limitato dal fondale	d	14.0	m
Tipo di accosto	laterale		
Tipologia strutturale banchina	parete verticale		
Franco sottochiglia	Kc	1.00	m
Punto di impatto della nave	x	105.4	m
Raggio di girazione	K	95.9	m
Raggio di impatto	R	91.4	m
Angolo di accosto max	α	2	deg
Angolo del vettore velocità	Φ	68.5	deg
Coeff. di massa aggiunta (PIANC)	CM	1.80	
Coeff. di eccentricità	CE	0.59	
Coeff. di tipologia della banchina	CC	1.0	
Coeff. di flessibilità	CS	1.0	
ENERGIA DI ACCOSTO			
Velocità di accosto	VB	100	mm/s
Energia normale di accosto	Ef	1310	kNm
Fattore di sicurezza	FS	1.50	
Energia anormale	EA	1965	kNm

4.2 Selezione del parabordo

Seguendo un approccio cautelativo per la verifica dei parabordi si è ipotizzato che la nave in fase di accosto entri in contatto con un solo parabordo. Pertanto l'energia cinetica di accosto della nave deve essere assorbita da un solo elemento.

I due criteri principali per la selezione del parabordo sono i seguenti:

1. l'energia assorbita dal parabordo nelle condizioni di calcolo più sfavorevoli deve essere maggiore o uguale all'energia cinetica di progetto in condizioni anormali E_A ;
2. la forza di reazione generata dal parabordo deve risultare inferiore alla resistenza della struttura di banchina e al limite di deformazione della fiancata della nave;

Le effettive condizioni di esercizio (temperatura, velocità di impatto, angolo di impatto) devono essere tenute in conto per valutare la reale capacità di assorbimento e la reazione massima di un parabordo.

È stato prescelto un **parabordo di tipo conico** in grado di assicurare prestazioni molto elevate, essendo in grado di subire deformazioni fino al 72% (vedi diagramma deformazione/energia di Figura 4-2).

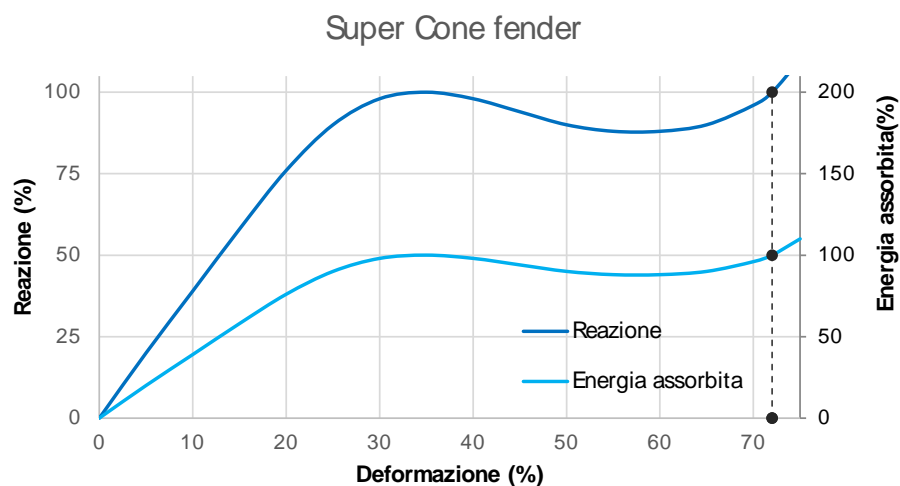


Figura 4-2. Curva di deformazione/reazione e deformazione/energia per un parabordo di tipo conico.



La selezione del parabordo è stata effettuata assicurando che la capacità di assorbimento specifica del parabordo (*required performance* E_R) sia sempre maggiore dell'energia di accosto anormale (E_A), tenendo in conto anche della tolleranza indicata dai fornitori, dell'angolo di compressione, della temperatura dell'aria e della velocità di compressione. L'energia minima richiesta per il parabordo è stata determinata utilizzando la seguente formula:

$$E_R \geq \frac{E_A}{TOL \times AF \times TF \times VF}$$

Considerando una tolleranza pari a +/-10%, una deformazione di 5° del parabordo, una variazione della temperatura dell'aria compresa tra 5 e 40 °C e una velocità iniziale di accosto pari a 100 mm/s, a cui corrisponde un tempo di compressione di 15 secondi, sono stati assunti i seguenti valori:

$$TOL = +/-10\%$$

$$AF = 1.055$$

$$TF = 0.945 (40^\circ), 1.054 (5^\circ)$$

$$VF = 1.05$$

da cui è possibile determinare il valore minimo richiesto per l'energia specifica del parabordo:

$$E_{R,min} \geq \frac{1971}{0.9 \times 1.055 \times 1.054 \times 1.05} = 2092 \text{ kNm} \quad T = 40^\circ\text{C}$$

Si è prevista l'installazione di parabordi tipo "Super Cone Fenders" tipo SCN 1600 Rubber Grade F.2.3 della Trelleborg o equivalente, in grado di assorbire un'energia E_{CV} di 2109 kNm in condizioni standard (velocità costante, temperatura 23°C e angolo di impatto nullo), con una reazione R_{CV} di 2337 kN.

Sulla base dei dati forniti dal produttore, il parabordo selezionato, nelle condizioni più sfavorevoli di esercizio, considerando anche la tolleranza di produzione, è in grado di assorbire, per una deformazione del 72%, un'energia pari a:



$$E = TOL \times AF \times TF \times VF \times E_{cv}$$

$$E = 0.9 \times 1.055 \times 0.945 \times 1.05 \times 2109 = 1987 \text{ kNm} > E_A = 1965 \text{ kNm}$$

4.3 Dimensionamento dei pannelli frontali

I pannelli frontali da installare sui parabordi sono stati dimensionati allo scopo di distribuire in maniera adeguata le reazioni dei parabordi sullo scafo della nave e di mantenere quindi la pressione di contatto al di sotto di quella massima ammissibile che può sopportare lo scafo delle navi di progetto.

Tale valore è stato assunto pari al valore prescritto dal PIANC 2002 (v. Appendice) pari a 200 kN/m^2 .

La massima reazione esercitata dai parabordi SCN 1600 F2.3 è stata calcolata considerando le tolleranze di fabbricazione e di prestazione dei parabordi, così come raccomandato dal produttore, attraverso l'applicazione dei seguenti fattori:

- fattori di prestazione:
 - fattore di velocità $VF = 1.05$
 - fattore angolare $AF = 1.00$
 - fattore di temperatura $TF = 1.054$
- tolleranze di fabbricazione: $TOL = +10\%$

e risulta pertanto pari a

$$R = TOL \times AF \times TF \times VF \times R_{cv} = 1.10 \times 1.00 \times 1.054 \times 1.05 \times 2337 = 2.845 \text{ kN}$$

La superficie minima dei pannelli è stata determinata mediante il rapporto tra la massima reazione esercitabile dal parabordo e la pressione massima ammissibile sullo scafo delle navi di progetto.

I pannelli prescelti hanno dimensioni di $4,75 \times 3,50 \text{ m}^2$.

Considerando la riduzione della superficie di contatto tra pannello e carena della nave dovuta alla presenza lungo il bordo superiore dei pannelli di uno smusso da 25 cm si ottiene una pressione di contatto pari a circa 180 kN/m^2 .

Il pannello in carpenteria metallica è costituito da una struttura scatolare chiusa, con irrigidimenti interni verticali e orizzontali, opportunamente protetta con vernici

	<p style="text-align: center;">NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA</p>	<p style="text-align: center;">Progetto Esecutivo</p>
--	---	---

anticorrosione. Il pannello è ovviamente dotato di tutte le predisposizioni per essere fissato al parabordo, per il fissaggio delle catene di rinforzo e per il sollevamento.

Sul lato frontale è presente un rivestimento costituito da pannelli in polietilene UHMW fissati alla struttura con bulloni. I pannelli in UHMW sono molto resistenti e allo stesso tempo assicurano un attrito estremamente ridotto, non lasciano segni sulla carena delle navi e in caso di danneggiamento possono essere facilmente sostituiti inoltre sono riciclabili al 100%.

Per limitare le deformazioni del parabordo e per sostenere il peso proprio del parabordo (circa 4600 kg) e del pannello (circa 4300 kg) sono previste delle catene di rinforzo che sono fissate sul fronte di banchina per mezzo di golfari inghisati nel calcestruzzo.

4.4 Verifica della distanza dei parabordi

Con riferimento allo schema riportato in Figura 4-3, considerate le dimensioni della nave di progetto, la distanza dell'interesse (P) tra i parabordi è stata verificata applicando la seguente formula:

$$P \leq 2\sqrt{R_B^2 - (R_B - h - C)^2}$$

dove:

P = distanza interesse tra i parabordi

R_B = raggio di prua [m], calcolato come $R_B = \frac{1}{2} \times [(B/2) + (L_{OA}^2/8B)]$

H = altezza del parabordo

δ_f = deformazione del parabordo

h = proiezione del parabordo compresso $h = H - \delta_f$

C = distanza tra la nave e la banchina (C dovrebbe essere il 5-15% dell'altezza del parabordo non deformato, assunto pari al 10%)

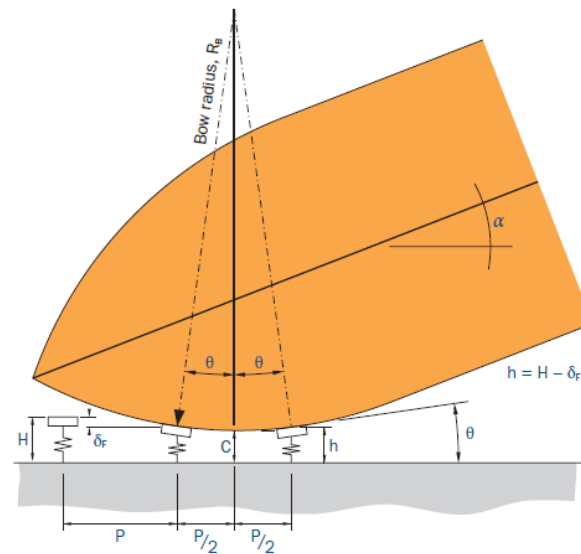


Figura 4-3. Schema per il calcolo della distanza tra i parabordi

Nel caso in esame i risultati del calcolo, svolti in condizioni cautelative di massima deformazione del parabordo (72%), hanno portato al seguente risultato della distanza minima dei parabordi:

$$R_B = 178.9 \text{ m} \quad P = 20.3 \text{ m}$$

di conseguenza l'interasse di 12.2 m, scelto per i parabordi, risulta ampiamente verificato.

5 VERIFICA DELLA CONFIGURAZIONE DI ORMEGGIO

5.1 Premessa

L'analisi delle forze di ormeggio per la nave di progetto è stata effettuata utilizzando il software di calcolo OTIMOOR "Mooring Analysis Computer Program" sviluppato dalla Tension Technology International. Il software di calcolo opera secondo la metodologia di calcolo indicata dalle linee guida dell'OCIMF e dalle British Standard BS6349:4 (BS 6349-4, 2014) e del PIANC (PIANC MarCom152, 2016).

L'accertamento delle condizioni di stazionamento all'ormeggio di una nave viene effettuato verificando che le forze risultanti sulla nave, dovute alle condizioni meteomarine (vento, corrente e moto ondoso), non superino la capacità di ritenuta dei dispositivi di ormeggio della nave (argani, cime di ormeggio) e delle predisposizioni di banchina (bitte e parabordi).

Le navi porta contenitori, come mostrato nello schema di Figura 5-1, ormeggiano accostando di fianco alla banchina "all'inglese". Per contrastare i movimenti trasversali vengono predisposti cavi di ormeggio per lo più perpendicolari alla banchina (breast lines), mentre per contrastare i movimenti longitudinali della nave entrano in gioco le cime parallele alla fiancata della nave (spring lines). La posizione delle bitte in prossimità al ciglio di banchina, unitamente all'elevata altezza delle navi, comporta una forte inclinazione delle cime che in alcuni casi possono formare angoli di 45-50° rispetto all'orizzontale.

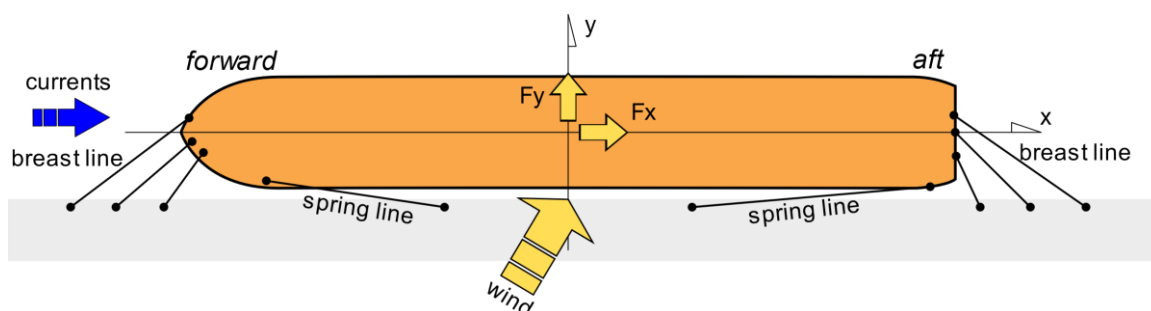


Figura 5-1. Schema tipico di ormeggio per una nave porta contenitori.

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

Come indicato nella letteratura specializzata, si è verificato che i dispositivi di ritenuta siano progressivamente più resistenti (vedi schema di Figura 5-2).

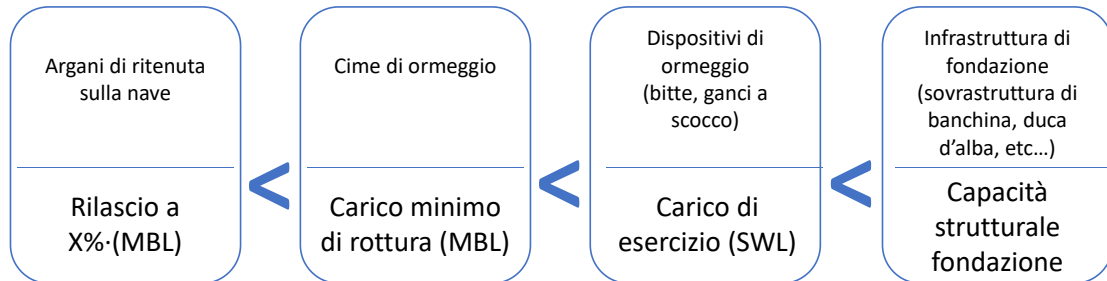


Figura 5-2: Catena delle resistenze per un efficiente sistema di ormeggio

Anche in ragione degli elevati standard costruttivi che vengono adottati per le navi porta contenitori di ultima generazione, e sulla base delle informazioni fornite dall'armatore, sono state applicate le seguenti condizioni di calcolo:

- la **capacità limite di ritenuta degli argani** della nave (winch), su cui sono avvolte le cime di ormeggio è stata fissata all'**80% del carico di rottura delle cime**;
- è stata fissata una **tensione limite sulle cime di ormeggio pari al 50% del carico di rottura MBL** (Minimum Breaking Load), come indicato dalle raccomandazioni del PIANC e dell'OCIMF;
- il carico di lavoro massimo delle bitte SWL (Safe Working Load) è stato definito **imponendo un massimo di due cime di ormeggio per ogni bitta** e ipotizzando che in condizioni accidentali (eccezionali) possa avvenire un contestuale e simultaneo raggiungimento del carico di rottura per le cime di ormeggio. Di conseguenza $SWL = 2 \cdot MBL$

5.2 Scenari di simulazione per la verifica del sistema di ormeggio

La verifica del layout di ormeggio è stata effettuata prendendo in esame diversi scenari meteorologici, rappresentativi sia di condizioni frequenti, sia di condizioni estreme che si possono presentare più raramente.

In relazione alle condizioni meteorologiche che possono limitare le condizioni di sicurezza all'ormeggio, la configurazione della rada della Spezia assicura una elevata protezione nei



confronti del moto ondoso, in particolare per gli stati di mare prevalenti, provenienti da Libeccio-Mezzogiorno.

Gli stati di mare provenienti da Scirocco, che al largo possono raggiungere annualmente altezze d'onda di 3 m, all'interno della rada risultano molto attenuati con altezza d'onda residua di poche decine di centimetri.

I venti che spirano all'interno della rada generano localmente onde di breve periodo (3-4 s) di altezza d'onda generalmente inferiore al metro. Queste onde non determinano azioni particolarmente elevate sulla nave all'ormeggio.

Le variazioni di livello dovute alla marea astronomica sono molto contenute e non possono condizionare lo stazionamento in banchina della nave. Anche le correnti sono di scarsa intensità all'interno della rada.

In ragione delle condizioni meteomarine presentate al paragrafo 2.2, per lo svolgimento dello studio, sono stati definiti i seguenti scenari di simulazione:

- **Scenario A:** vento con velocità 25 nodi omnidirezionale, corrente di 0.4 nodi;
- **Scenario D:** vento di velocità 35 nodi proveniente dal settore di terra (310 – 90 °N), abbinato ad una corrente di 1.0 nodo;

Lo **scenario A** è rappresentativo di condizioni frequenti, che possono verificarsi con frequenza di accadimento annuale. Lo **scenario D** è rappresentativo di condizioni di vento più rare che sono associate ad un tempo di ritorno 10 anni.

La nave ULVC di progetto presenta un'area laterale molto estesa, che dipende, oltre che dal pescaggio, dal numero di file di containers presenti sul ponte.

Per questa ragione, pur mantenendo invariato il pescaggio della nave all'ormeggio (14 m), sono stati presi in esame diversi scenari che prevedono un diverso numero di file di contenitori sul ponte principale della nave.

Gli scenari di simulazione analizzati in seguito sono riepilogati nella seguente Tabella 5-1.

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

Tabella 5-1. Scenari di simulazione analizzati con il codice di calcolo OPTIMOOR per la verifica delle condizioni di stazionamento all'ormeggio delle navi di progetto.

NAVE PORTA CONTENITORI ULCV – MSC DILETTA						
Tempo di ritorno 1 anno						
Scenario	Vento	Corrente	Pescaggio (m)	Numero file contenitori sul ponte principale	Area laterale ¹ (m ²)	Numero cime di ormeggio
A1	25 nodi omnidirezionale	0.4 nodi in prua	14.0	5	13000 (5645)	16
A2	25 nodi omnidirezionale	0.4 nodi in prua	14.0	7	14532 (7176)	16
A3	25 nodi omnidirezionale	0.4 nodi in prua	14.0	9	16065 (8709)	16
A4	25 nodi omnidirezionale	0.4 nodi in prua	14.0	12	18076 (10721)	16
Tempo di ritorno 10 anni						
Scenario	Vento	Corrente	Pescaggio (m)	Numero file contenitori sul ponte principale	Area laterale ¹ (m ²)	Numero cime di ormeggio
D1	35 nodi 310 - 90 °N	1.0 nodo in prua	14.0	5	13000 (5645)	16
D2	35 nodi 310 - 90 °N	1.0 nodo in prua	14.0	7	14532 (7176)	16
D3	35 nodi 310 - 90 °N	1.0 nodo in prua	14.0	9	16065 (8709)	16
D4	35 nodi 310 - 90 °N	1.0 nodo in prua	14.0	12	18076 (10721)	16
NAVE PORTA CONTENITORI NEW-PANAMAX MSC FRANCESCA						
Tempo di ritorno 1 anno						
Scenario	Vento	Corrente	Pescaggio (m)	Numero file contenitori sul ponte principale	Area laterale ¹ (m ²)	Numero cime di ormeggio
A1	25 nodi omnidirezionale	0.4 nodi in prua	14.0	5	10448 (4984)	12
A2	25 nodi omnidirezionale	0.4 nodi in prua	14.0	7	11496 (6032)	12
A3	25 nodi omnidirezionale	0.4 nodi in prua	14.0	9	12161 (6697)	12
Tempo di ritorno 10 anni						
Scenario	Vento	Corrente	Pescaggio (m)	Numero file contenitori sul ponte principale	Area laterale ¹ (m ²)	Numero cime di ormeggio
D1	35 nodi 310 - 90 °N	1.0 nodo in prua	14.0	5	10448 (4984)	12
D2	35 nodi 310 - 90 °N	1.0 nodo in prua	14.0	7	11496 (6032)	12
D3	35 nodi 310 - 90 °N	1.0 nodo in prua	14.0	9	12161 (6697)	12
1) i valori tra parentesi indicano l'area laterale sopra al ponte principale (area above deck)						

5.3 Configurazione dei dispositivi di ormeggio

In Figura 5-3 è mostrato lo schema dei dispositivi di ormeggio previsti per il Nuovo Terminal Ravano. Le bitte sono indicate con lettere maiuscole (A, B, C,...), i fender con lettere minuscole (aa, bb, cc,...).

Relativamente alle bitte delle 21 da collocare lungo lo sviluppo della banchina n°13 sono da 300 t n°8 da 250 t. In particolare quelle poste alle estremità della banchina (n°6 lato ovest da A a F e n°7 lato est da P a V), alle quali verranno fissate le cime di prua e di poppa (breast line) delle navi che frequenteranno il terminal sono da 300 t mentre quelle centrali (da G a O), alle quali verranno fissate le spring line, sono da 250 t.

Per semplicità nel modello di calcolo per tutte le bitte è stato considerato un tiro pari a 250 t. Tale assunzione semplificatrice non altera la validità dei risultati del modello applicato in quanto in nessuna delle condizioni considerate nelle bitte viene raggiunto un carico superiore a quello ammissibile considerato.

Nel modello di calcolo sono state quindi inserite bitte da 250 t con interasse 24.4 e parabordi conici (SCN fender) di altezza H=1600 mm con un interasse di 12.2 m. La superficie di contatto del parabordo inserita nel modello è di 15.75 m² e presenta una larghezza di 3,50 m e una altezza di 4,50 m (tenendo conto dello smusso).

Il modello di calcolo consente di inserire un numero massimo di 26 parabordi (fino alla lettera z), pertanto si è scelto di inserire nella configurazione di calcolo i parabordi più centrali che possono entrare in contatto con la fiancata della nave.

Per rappresentare il comportamento dei parabordi è stato inserito nel modello di calcolo il legame reazione/deformazione riportato in Figura 4-2 con i seguenti valori caratteristici.

SCN 1600 F2.0 – (ER 2086.5 kNm - RR 2285 kN)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Deflection (%)	5.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	55.0	60.0	65.0	72.0
Energy (%)	1.0	15.0	22.0	31.0	40.0	50.0	75.0	82.0	89.0	100.0
Load %	19.0	75.0	89.0	97.0	100.0	98.0	77.0	73.0	77.0	100.0
Load (t)	44.0	175.0	207.0	226.0	233.0	228.0	179.0	170.0	179.0	233.0
Compression (m)	0.08	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.88	0.96	1.04	1.15

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

Le posizioni, le quote e i carichi massimi consentiti per le bitte e per i parabordi sono riportati in Tabella 5-2. Le distanze lungo l'asse X sono riferite all'origine del fronte di accosto che è stato fissato in mezzeria alle due bitte centrali J e K (che presentano un interasse di 21.5 m).

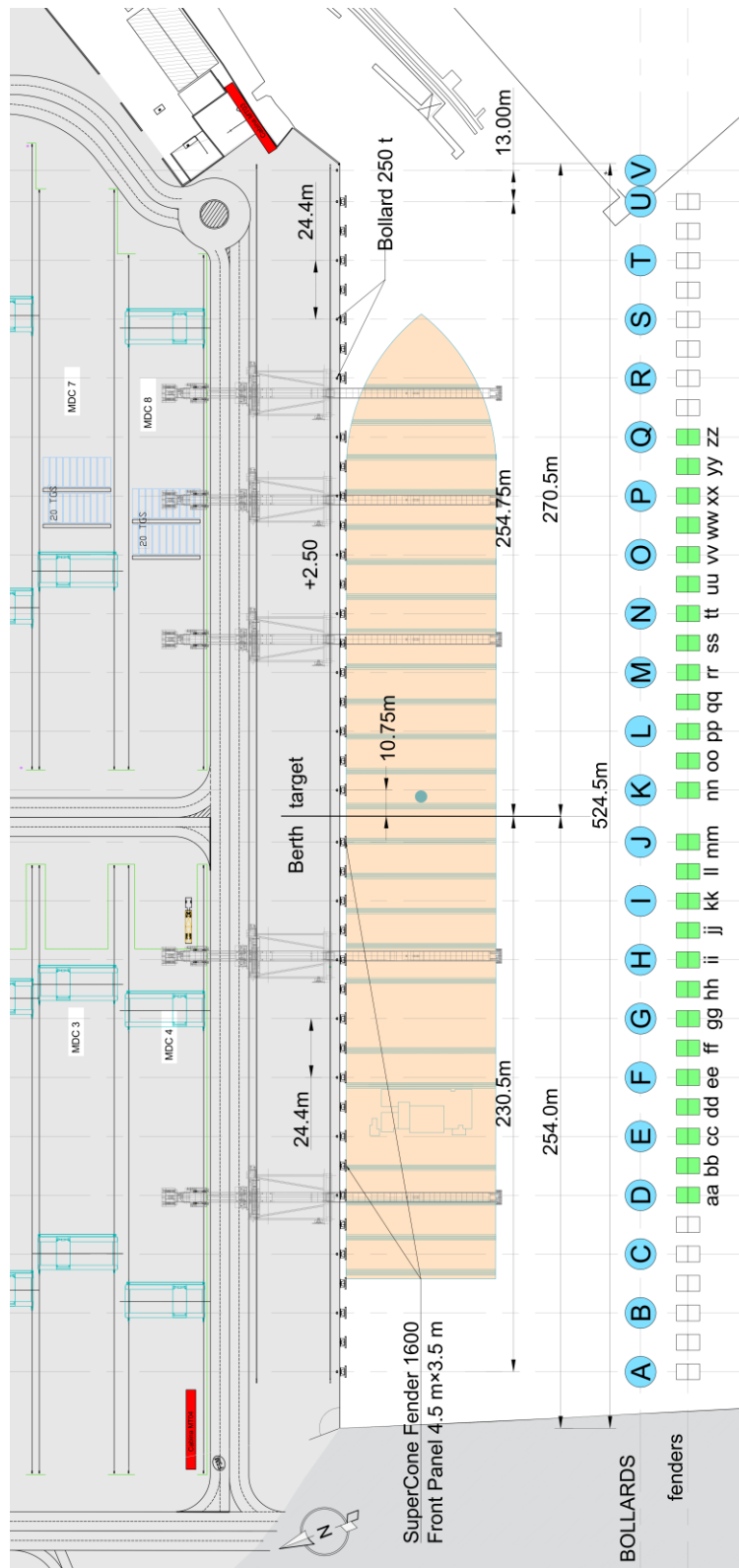


Figura 5-3. Layout del Nuovo Terminal Ravano



Tabella 5-2. Caratteristiche del Nuovo Terminal Ravano inserite nel modello di calcolo OPTIMOOR

Berth Data for La Spezia LSCT

(file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.bth)

Units in m & tonnes Solid Pier Shields Wind & Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points: 110°
 Width of Channel (for Current): 1000
 Pier Height (Fixed) above Datum: 2.5
 Fender Friction Coefficient: 0.40
 Seabed Depth in way of Ship below Datum: 15.0
 Dist of Berth Target to Right of Origin: 0.0
 Wind Speed Specified at Height: 10.0
 Current Specified at Depth: mean

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	-230.4	3.5	0.0	250
B	-206.0	3.5	0.0	250
C	-181.6	3.5	0.0	250
D	-157.2	3.5	0.0	250
E	-132.8	3.5	0.0	250
F	-108.4	3.5	0.0	250
G	-84.0	3.5	0.0	250
H	-59.6	3.5	0.0	250
I	-35.2	3.5	0.0	250
J	-10.8	3.5	0.0	250
K	10.8	3.5	0.0	250
L	35.2	3.5	0.0	250
M	59.6	3.5	0.0	250
N	84.0	3.5	0.0	250
O	108.4	3.5	0.0	250
P	132.8	3.5	0.0	250
Q	157.2	3.5	0.0	250
R	181.6	3.5	0.0	250
S	206.0	3.5	0.0	250
T	230.4	3.5	0.0	250
U	254.8	3.5	0.0	250
V	267.8	3.5	0.0	250

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	width Along Side	Face Contact Area (m ²)
aa	-157.1	1.2	3.5	15.7
bb	-144.9	1.2	3.5	15.7
cc	-132.7	1.2	3.5	15.7
dd	-120.5	1.2	3.5	15.7
ee	-108.3	1.2	3.5	15.7
ff	-96.2	1.2	3.5	15.7
gg	-84.0	1.2	3.5	15.7
hh	-71.8	1.2	3.5	15.7
ii	-59.6	1.2	3.5	15.7
jj	-47.4	1.2	3.5	15.7
kk	-35.2	1.2	3.5	15.7
ll	-23.0	1.2	3.5	15.7
mm	-10.8	1.2	3.5	15.7
nn	10.8	1.2	3.5	15.7
oo	23.0	1.2	3.5	15.7
pp	35.2	1.2	3.5	15.7
qq	47.4	1.2	3.5	15.7
rr	59.6	1.2	3.5	15.7
ss	71.8	1.2	3.5	15.7
tt	84.0	1.2	3.5	15.7
uu	96.2	1.2	3.5	15.7
vv	108.4	1.2	3.5	15.7
ww	120.6	1.2	3.5	15.7
xx	132.8	1.2	3.5	15.7
yy	145.0	1.2	3.5	15.7
zz	157.2	1.2	3.5	15.7

5.4 Configurazione delle navi all'ormeggio

Le simulazioni sono state condotte prendendo in esame le navi ormeggiate con la fiancata di sinistra in banchina (port side berthing) in condizioni di dislocamento ridotto (nave allibata) con un pescaggio massimo di 14.00 m, con un assetto orizzontale rispetto alla linea di galleggiamento (trim=0.0 m), assicurando così un franco sotto chiglia di 1.0 m.

La porzione della fiancata della nave a parete verticale (“flatside contour”), dove è possibile il contatto con i parabordi, è stata individuata sulla base delle informazioni reperite per navi della stessa tipologia e stazza.

Le navi sono state ormeggiate applicando uno schema di ormeggio tipico, con 6 traversini (breasting lines) a prua e 6 traversini a poppa, per contrastare i movimenti trasversali, ai quali si aggiungono 4 cime incrociate (spring lines) per contrastare i movimenti longitudinali della nave.

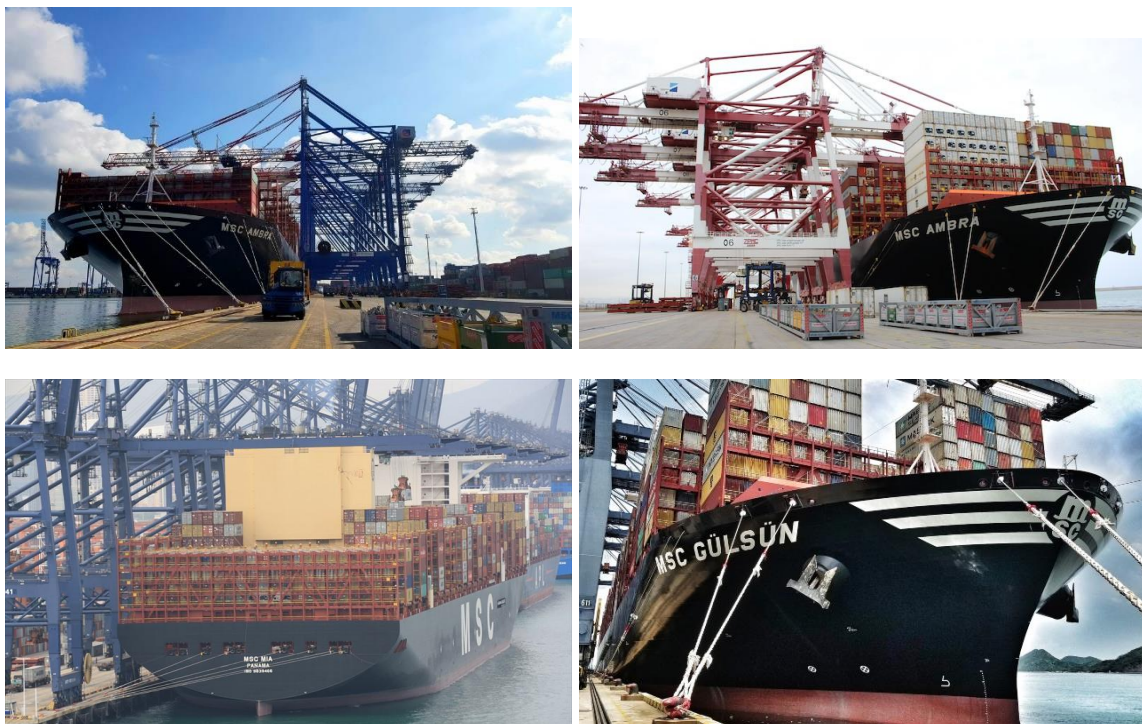


Figura 5-4. Navi ULCV appartenenti alla classe Gulsun della MSC all'ormeggio. In alto MSC AMBRA, in basso a sinistra MSC MIA, in basso a destra MSC GÜLSÜN.

A titolo di esempio in Figura 5-4 è mostrato il layout di ormeggio di alcune navi portacontainer appartenenti alla classe “Gulsun” della MSC a cui appartiene anche la nave di progetto MSC DILETTA. In Figura 5-5 è mostrato l’assetto dei cavi di ormeggio della nave MSC FRANCESCA all’ormeggio.



Figura 5-5. MSC FRANCESCA all’ormeggio (a sinistra) assetto cavi di ormeggio a prua, assetto cavi di ormeggio a poppa.

La posizione delle bocche di lupo (“fairleads”), degli argani (“winch”), e le caratteristiche delle cime di ormeggio per la nave di progetto ULCV MSC DILETTA sono riportate in Tabella 5-3.

La Tabella 5-4 riporta il legame tensione-deformazione per le cime di ormeggio in fibra sintetica (12 strands UHMWPE rope) in dotazione alla nave. È stata imposta una pretensione di 10 t sulle cime di ormeggio. Il limite di ritenuta dei freni dei winch (winch brake limit) è stato fissato, sulla base delle informazioni fornite dall’armatore, a 112 t.

Allo stesso modo in Tabella 5-5 sono riportati i parametri geometrici e di calcolo per la nave tipo New-Panamax MSC FRANCESCA.

Sono state inserite nel modello cime di ormeggio in nylon tipo atlas di diametro Ø84 mm e tensione di rottura pari 140 t (MBL) con allungamento alla rottura del 17% (vedi Tabella 5-6). È stata imposta una pretensione di 10 t sulle cime di ormeggio. Il limite di ritenuta dei freni dei winch (winch brake limit) è stato fissato a 112 t, pari all’80% del MBL.

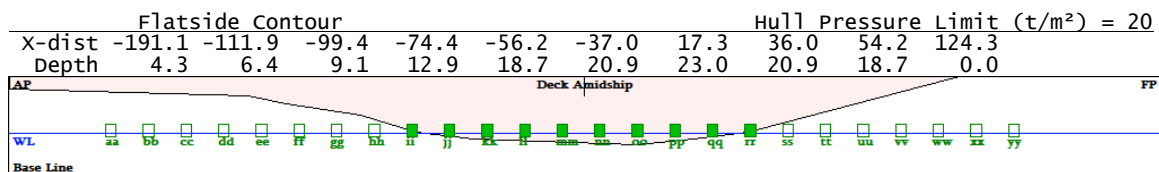


Tabella 5-3: Dati della nave ULCV - MSC DILETTA inseriti per le simulazioni con OPTIMOOR

Vessel Data for MSC DILETTA
(file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\ULCV MSC DILETTA.vs1)
Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 383.1
Breadth: 61.0
Depth: 33.2
Port Target: 0.0 fwd from midship

End-on projected windage area: 1707 above deck level (12TH Tiers)
Side projected windage area: 10721 above deck level (12TH Tiers)
Fendering possible from: 0.499 LBP aft of midship
to: 0.325 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OPTIMOOR (Generic Data)
Wind drag data based on: Post-Panamax Container Ship



Line No.	Fair- Lead X	Fair- Lead Y	Ht on Deck	Dist to winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	198.0	5.0	4.5	13.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
2	196.0	11.5	4.5	15.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
3	190.0	21.0	4.5	18.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
4	185.0	25.0	4.5	18.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
5	175.0	30.0	4.5	10.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
6	170.0	30.5	4.5	36.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
7	198.0	-5.0	4.5	20.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
8	196.0	-11.5	4.5	23.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
9	190.0	-21.0	4.5	15.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
10	185.0	-25.0	4.5	15.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
11	175.0	-30.0	4.5	15.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
12	170.0	-30.5	4.5	15.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
20	-199.0	5.0	-10.0	7.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
21	-199.0	11.5	-10.0	7.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
22	-199.0	21.0	-10.0	7.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
23	-199.0	25.0	-10.0	7.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
24	-185.0	30.0	-10.0	20.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
25	-180.0	29.9	-10.0	20.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
26	-199.0	-5.0	-10.0	7.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
27	-199.0	-11.5	-10.0	7.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
28	-199.0	-21.0	-10.0	10.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
29	-199.0	-25.0	-10.0	10.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
30	-185.0	-30.0	-10.0	20.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184
31	-180.0	-30.0	-10.0	20.0	112	10	44 st 145	11.0 96 ns 184

Codes for Types of Line:
ns: nylon 3 or 8-strand (broken-in)
st: Steelite 12 HMPE (broken-in)

Tabella 5-4: Legame tensione – deformazione per le cime di ormeggio sintetiche in dotazione alla nave tipo ULCV MSC DILETTA.

MSC DILETTA - 12 strands UHMWPE rope – MBL 145 t													
Tension (t)	7.3	14.6	21.8	36.4	50.9	65.5	72.8	87.3	94.6	101.9	116.4	131.0	145.0
Strain (%)	0.1	0.21	0.31	0.52	0.73	0.94	1.05	1.26	1.36	1.47	1.68	1.89	2.1



Tabella 5-5: Dati della nave New-Panamax - MSC FRANCESCA

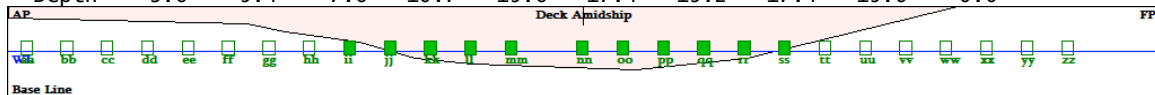
Vessel Data for MSC FRANCESCA

(file D:\MP\005-LSGT\OPTIMOOR\PostPanamax MSC FRANCESCA.vs1)

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 348.0
Breadth: 45.6
Depth: 27.7
Port Target: 0.0 fwd from midship -19.3 from CL and 0.0 above deck
Stbd Target: 0.0 fwd from midship 19.3 from CL and 0.0 above deck
End-on projected windage area: 651 above deck level (9TH Tiers)
Side projected windage area: 4970 above deck level (9TH Tiers)
Fendering possible from: 0.499 LBP aft of midship
to: 0.325 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OPTIMOOR (Generic Data)
Wind drag data based on: Post-Panamax Container Ship

Flatside Contour										Hull Pressure Limit (t/m ²) = 20		
X-dist	-173.6	-101.6	-90.3	-67.6	-51.0	-33.6	15.7	32.7	49.3	112.9		
Depth	3.6	5.4	7.6	10.7	15.6	17.4	19.2	17.4	15.6	0.0		



Line No.	Fair- Lead X	Fair- Lead Y	Ht on Deck	Dist to winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	181.0	-3.0	1.0	13.0	112	10	84 at 140	
2	178.0	9.0	1.0	15.0	112	10	84 at 140	
3	176.0	11.5	1.0	18.0	112	10	84 at 140	
4	174.0	13.0	1.0	18.0	112	10	84 at 140	
5	166.0	19.0	1.0	10.0	112	10	84 at 140	
6	162.0	20.5	1.0	36.0	112	10	84 at 140	
20	-180.8	4.0	1.0	7.0	112	10	84 at 140	
21	-180.8	5.5	1.0	7.0	112	10	84 at 140	
22	-180.8	12.0	1.0	7.0	112	10	84 at 140	
24	-168.1	22.4	1.0	20.0	112	10	84 at 140	
25	-163.5	22.3	1.0	20.0	112	10	84 at 140	
26	-180.8	-4.0	1.0	7.0	112	10	84 at 140	
27	-180.8	-5.5	1.0	7.0	112	10	84 at 140	
28	-180.8	-12.0	1.0	10.0	112	10	84 at 140	
30	-168.1	-22.4	1.0	20.0	112	10	84 at 140	
31	-163.5	-22.4	1.0	20.0	112	10	84 at 140	

Codes for Types of Line:

at: Atlas r

Tabella 5-6: Legame tensione – deformazione per le cime di ormeggio in dotazione alla nave tipo New-Panamax MSC FRANCESCA

MSC FRANCESCA - 6 strands nylon (atlas) - 140 t											
Tension (t)	0	7	14	28	42	70	84	98	112	126	140
Strain (%)	0	2.5	4.5	7.11	9	12.13	13.3	14.27	15.18	16.08	17

5.5 Risultati forniti dal modello di calcolo

Per ogni caso esaminato OPTIMOOR predispone un report di sintesi che riporta i seguenti parametri principali della simulazione:

- Livello di marea (water level)
- Pescaggio della nave (draft)
- Franco sotto chiglia (bottom clearance)
- Offset tra il target della nave e quello della banchina (Fwd Offset of vessel target)
- Velocità e direzione della corrente (Current)
- Velocità e direzione del vento (Wind)
- Area frontale complessiva esposta al vento (End-on windage area)
- Area laterale complessiva esposta al vento (Side windage area)
- Forza indotta dalla corrente (current drag force)

Il report fornisce i valori massimi degli spostamenti della nave (movement of vessel) ottenuti per la simulazione.

Per ogni linea di ormeggio (line) e per ogni bitta (bollard), il modello fornisce la lunghezza di recupero all'interno della nave necessaria per assicurare il pretensionamento (pull-in), la lunghezza complessiva della cima (tot. line length), l'eventuale rilascio dell'argano (winch slippage), la direzione del vento e il valore per il quale si ottiene la tensione massima (line tension) e la percentuale relativa al carico di rottura (percent strength).

Seguono i risultati delle azioni agenti sui parabordi (fender), per i quali viene fornita la forza di contatto (thrust), la deformazione (compression) la pressione esercitata sulla chiglia (pressure) e la superficie di contatto (contact area).

Infine sono riportati i valori massimi delle componenti e le forze risultanti agenti sulle bitte (Hook/Bollard), la direzione nel piano orizzontale e la componente verticale della forza (Bollard uplift).

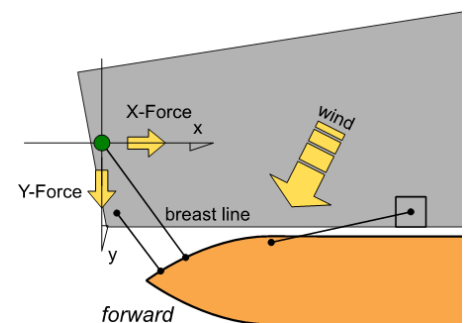
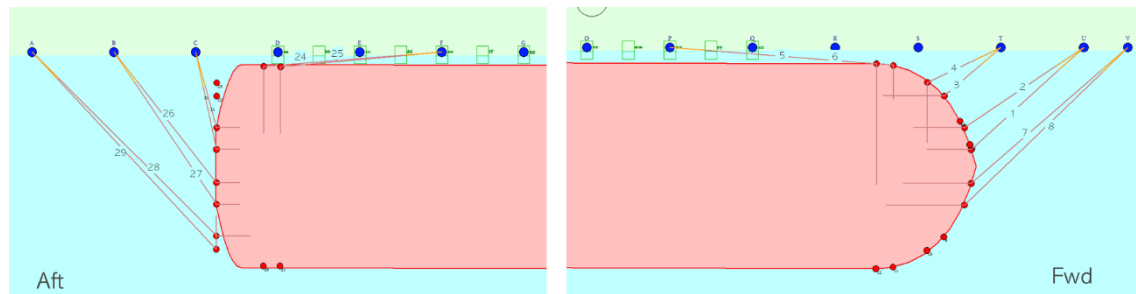


Figura 5-6. Sistema di riferimento per le forze agenti sulle bitte

5.6 Verifica dell'ormeggio per la nave tipo ULCV

I diagrammi di Figura 5-7 mostrano le condizioni limite di vento per lo stazionamento in sicurezza della nave di progetto ULCV “MSC DILETTA” al Nuovo Terminal Ravano, con un pescaggio limitato a 14 m, utilizzando lo schema di ormeggio di seguito rappresentato.



I diagrammi riportano la velocità (espressa in nodi) e la direzione di provenienza del vento (riferita al Nord), che determinano il superamento della tensione limite sulle cime di ormeggio (50%MBL), il superamento della capacità di ritenuta degli argani e l'eventuale superamento della capacità delle bitte. I diagrammi riportano i risultati ottenuti per diverse configurazioni di carico della nave considerando rispettivamente 5, 7, 9 e 12 file (“tiers”) di contenitori sul ponte principale. All'azione del vento è stata abbinata una corrente longitudinale all'asse della nave di 1.0 nodo.

I risultati ottenuti per gli scenari A1, A2, A3 e A4 (riportati nei paragrafi 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3 e 5.6.4), con 25 nodi vento, confermano che l'ormeggio risulta efficace e sicuro, con tensioni sulle cime di ormeggio inferiori al 25% del carico di rottura.

In occasione di venti estremi di 35 nodi di velocità, provenienti dalla traversia di terra 310-90 °N, la nave può rimanere all'ormeggio in condizioni di sicurezza.

In queste condizioni i risultati ottenuti (vedi paragrafi 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 e 5.6.8) mostrano che i valori massimi delle tensioni sulle cime si attestano tra il 35% e il 40% della tensione di rottura MBL, rispettivamente con 5 e 7 file di contenitori (scenario D1 e D2), si attestano su valori pari al 45%MBL con 9 nove file di contenitori (scenario D3) e raggiungono, ma non superano, il valore limite pari a 50%MBL con 12 file di contenitori (scenario D4).

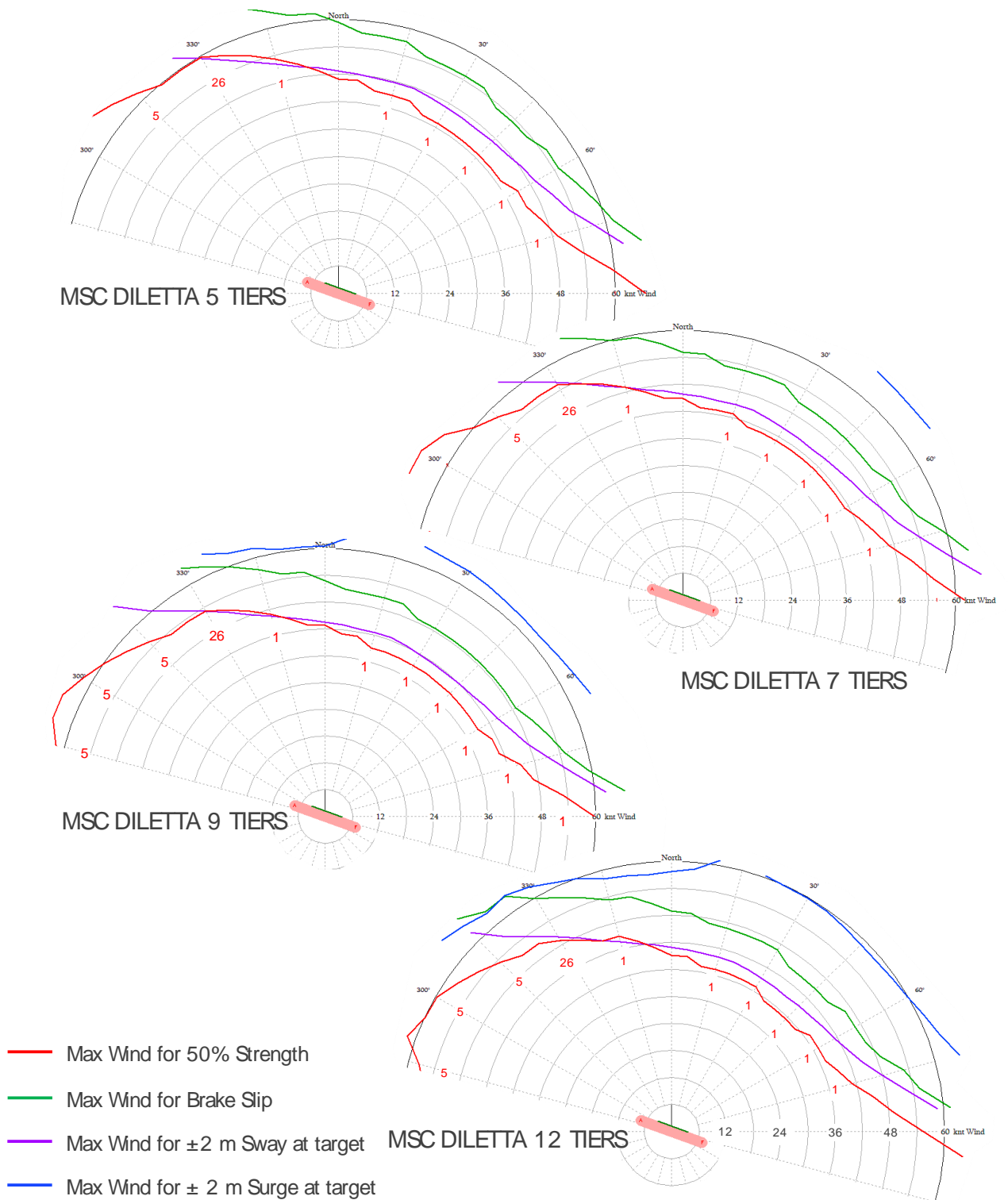


Figura 5-7. Condizioni limite di vento per lo stazionamento all'ormeggio della nave di progetto MSC DILETTA al variare del numero di file di contenitori (tiers) sul ponte principale.



5.6.1 ULCV MSC DILETTA Scenario A1

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 5 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier
 Current: 0.4 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 25 knots
wind Direction: All° True (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2070
 Total Side windage Area: 13000

Current Drag Force: Longitudinal 1.5 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target 0.31 (fwd) 0.04 (inw) 0.0° (port) 0.00 (up)
 0.02 (fwd) -0.43 (out) -0.1° (stbd) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2			40°	26.3	18%
2-U	0.34	60.1			40°	20.5	14%
3-T	0.31	45.1			40°	21.9	15%
4-T	0.31	47.0			50°	12.9	9%
5-P	0.28	77.2			40°	22.6	16%
6-P	0.30	98.3			40°	20.9	14%
7-V	0.37	82.8			40°	25.1	17%
8-V	0.39	91.4			40°	26.4	18%
20-C	0.27	37.0			10°	15.6	11%
21-C	0.26	30.9			10°	16.4	11%
24-F	0.36	73.9			140°	10.9	8%
25-F	0.35	68.9			140°	10.9	8%
26-B	0.28	56.3			0°	17.6	12%
27-B	0.29	61.6			0°	16.7	12%
28-A	0.31	87.3			0°	16.0	11%
29-A	0.32	90.2			0°	15.6	11%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	48	0.09	6.5	51%
ll	42	0.08	3.0	95%
mm	36	0.07	2.5	100%
nn	28	0.05	1.9	100%
oo	24	0.04	1.6	100%
pp	22	0.04	1.5	100%
qq	21	0.04	1.5	100%
rr	21	0.04	1.4	100%
ss	21	0.04	1.7	84%
tt	20	0.04	5.3	26%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	21.8	22.7			31.6	13%	44°	2.7
B	19.8	27.6			34.3	14%	36°	4.4
C	6.9	30.2			32.0	13%	13°	8.0
F	-21.6	1.7			21.8	9%	-85°	2.8
P	41.9	3.0			43.5	17%	86°	11.1
T	-23.1	15.3			34.5	14%	-57°	20.5
U	-34.4	26.9			46.7	19%	-52°	16.7
V	-36.9	33.4			51.5	21%	-48°	13.0



5.6.2 ULCV MSC DILETTA Scenario A2

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 7 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier
 Current: 0.4 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 25 knots
wind Direction: All° True (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2314
 Total Side windage Area: 14532

Current Drag Force: Longitudinal 1.5 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target: 0.34 (fwd) 0.05 (inw) 0.0° (port) 0.00 (up)
 0.01 (fwd) -0.53 (out) -0.1° (stbd) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2			40°	29.7	20%
2-U	0.34	60.1			40°	23.0	16%
3-T	0.31	45.1			40°	24.7	17%
4-T	0.31	47.0			50°	14.0	10%
5-P	0.28	77.2			40°	24.3	17%
6-P	0.30	98.3			40°	22.4	15%
7-V	0.37	82.8			40°	28.1	19%
8-V	0.39	91.4			40°	29.6	20%
20-C	0.27	37.0			10°	18.0	12%
21-C	0.26	30.9			10°	19.0	13%
24-F	0.36	73.9			140°	11.4	8%
25-F	0.35	68.9			140°	11.4	8%
26-B	0.28	56.3			0°	19.7	14%
27-B	0.29	61.6			0°	18.8	13%
28-A	0.31	87.3			0°	17.6	12%
29-A	0.32	90.2			0°	17.2	12%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	51	0.09	7.0	50%
ll	45	0.08	3.3	95%
mm	39	0.07	2.7	100%
nn	30	0.05	2.0	100%
oo	26	0.05	1.8	100%
pp	24	0.04	1.7	100%
qq	23	0.04	1.6	100%
rr	23	0.04	1.6	100%
ss	23	0.04	1.9	85%
tt	23	0.04	6.1	27%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	24.0	25.1			34.8	14%	44°	2.9
B	22.2	31.0			38.5	15%	36°	4.9
C	8.0	34.9			36.9	15%	13°	9.2
F	-22.6	1.8			22.8	9%	-85°	3.0
P	45.0	3.4			46.7	19%	86°	11.9
T	-25.6	17.3			38.4	15%	-56°	22.8
U	-38.6	30.4			52.6	21%	-52°	18.8
V	-41.3	37.6			57.7	23%	-48°	14.5



5.6.3 ULCV MSC DILETTA Scenario A3

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 9 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier
 Current: 0.4 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
Wind Speed: 25 knots
Wind Direction: All° True (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2558
 Total Side windage Area: 16065

Current Drag Force: Longitudinal 1.5 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target: 0.38 (fwd) 0.05 (inw) 0.0° (port) 0.00 (up)
 -0.01 (aft) -0.62 (out) -0.2° (stbd) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2			40°	33.1	23%
2-U	0.34	60.1			40°	25.3	17%
3-T	0.31	45.1			40°	27.4	19%
4-T	0.31	47.0			50°	15.2	10%
5-P	0.28	77.2			40°	26.5	18%
6-P	0.30	98.3			40°	24.3	17%
7-V	0.37	82.8			40°	31.2	22%
8-V	0.39	91.4			40°	32.9	23%
20-C	0.27	37.0			10°	20.4	14%
21-C	0.26	30.9			10°	21.5	15%
24-F	0.36	73.9			140°	11.9	8%
25-F	0.35	68.9			140°	11.9	8%
26-B	0.28	56.3			0°	21.9	15%
27-B	0.29	61.6			0°	20.9	14%
28-A	0.31	87.3			0°	19.2	13%
29-A	0.32	90.2			0°	18.8	13%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	54	0.10	7.5	50%
ll	48	0.09	3.5	95%
mm	41	0.08	2.9	100%
nn	32	0.06	2.2	100%
oo	28	0.05	1.9	100%
pp	26	0.05	1.8	100%
qq	26	0.05	1.8	100%
rr	26	0.05	1.8	100%
ss	26	0.05	2.1	85%
tt	26	0.05	6.8	27%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	26.2	27.4			38.1	15%	44°	3.2
B	24.7	34.4			42.7	17%	36°	5.5
C	9.1	39.6			41.9	17%	13°	10.4
F	-23.6	1.9			23.8	10%	-85°	3.1
P	49.0	3.8			50.8	20%	86°	12.9
T	-28.0	19.1			42.0	17%	-56°	25.0
U	-42.7	33.9			58.3	23%	-52°	20.8
V	-45.7	41.8			64.0	26%	-48°	16.1



5.6.4 ULCV MSC DILETTA Scenario A4

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 12 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier
 Current: 0.4 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 25 knots
wind Direction: All° True (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2878
 Total Side windage Area: 18077

	Longitudinal	Transverse	Yaw Moment/LBP	
Current Drag Force:	1.5	0.0	0.0	
Movement of Vessel at its Port Target	0.43 (fwd) -0.02 (aft)	0.05 (inw) -0.74 (out)	0.0° (port) -0.2° (stbd)	0.00 (up) 0.00 (up)

Line to BOLLARD	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	Winch Slippage	Worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2			40°	37.6	26%
2-U	0.34	60.1			40°	28.3	20%
3-T	0.31	45.1			40°	31.0	21%
4-T	0.31	47.0			20°	16.5	11%
5-P	0.28	77.2			40°	29.5	20%
6-P	0.30	98.3			40°	26.9	19%
7-V	0.37	82.8			40°	35.1	24%
8-V	0.39	91.4			40°	37.1	26%
20-C	0.27	37.0			10°	23.7	16%
21-C	0.26	30.9			10°	25.0	17%
24-F	0.36	73.9			140°	12.6	9%
25-F	0.35	68.9			140°	12.6	9%
26-B	0.28	56.3			0°	24.7	17%
27-B	0.29	61.6			0°	23.6	16%
28-A	0.31	87.3			0°	21.3	15%
29-A	0.32	90.2			0°	20.9	14%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	59	0.11	8.1	50%
ll	51	0.09	3.7	95%
mm	45	0.08	3.1	100%
nn	34	0.06	2.4	100%
oo	30	0.05	2.1	100%
pp	29	0.05	2.0	100%
qq	28	0.05	2.0	100%
rr	29	0.05	2.0	100%
ss	30	0.05	2.4	85%
tt	30	0.05	7.7	27%

Hook/BOLLARD	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	29.1	30.4			42.2	17%	44°	3.6
B	27.9	38.9			48.2	19%	36°	6.2
C	10.5	45.9			48.6	19%	13°	12.0
F	-24.9	2.0			25.2	10%	-85°	3.3
P	54.3	4.3			56.4	23%	85°	14.3
T	-31.0	21.7			46.9	19%	-55°	27.8
U	-47.9	38.5			65.7	26%	-51°	23.4
V	-51.4	47.3			72.1	29%	-47°	18.1



5.6.5 ULCV MSC DILETTA Scenario D1

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 5 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier
 Current: 1.0 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 35 knots
wind Direction: 310-90 °N (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2070
 Total Side windage Area: 13000

Current Drag Force: Longitudinal 9.6 Transverse -0.2 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target: 0.53 (fwd) -0.12 (aft) 0.07 (inw) -1.10 (out) 0.0° (port) -0.2° (stbd) 0.00 (up) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line winch ±Motion Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2		40°	51.7	36%
2-U	0.34	60.1		40°	38.7	27%
3-T	0.31	45.1		40°	43.0	30%
4-T	0.31	47.0		20°	22.1	15%
5-P	0.28	77.2		40°	35.7	25%
6-P	0.30	98.3		40°	32.3	22%
7-V	0.37	82.8		40°	47.6	33%
8-V	0.39	91.4		40°	50.1	35%
20-C	0.27	37.0		10°	34.3	24%
21-C	0.26	30.9		10°	36.2	25%
24-F	0.36	73.9		90°	8.5	6%
25-F	0.35	68.9		90°	8.4	6%
26-B	0.28	56.3		0°	33.4	23%
27-B	0.29	61.6		0°	32.0	22%
28-A	0.31	87.3		0°	27.8	19%
29-A	0.32	90.2		0°	27.3	19%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	74	0.14	10.4	49%
ll	64	0.12	4.7	95%
mm	56	0.10	3.9	100%
nn	44	0.08	3.0	100%
oo	39	0.07	2.7	100%
pp	39	0.07	2.7	100%
qq	39	0.07	2.7	100%
rr	42	0.08	2.9	100%
ss	44	0.08	3.6	85%
tt	46	0.08	11.5	28%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	37.9	39.7			55.1	22%	44°	4.6
B	37.7	52.8			65.4	26%	36°	8.3
C	15.3	66.5			70.4	28%	13°	17.3
F	-16.8	1.3			17.0	7%	-86°	2.2
P	65.6	5.8			68.0	27%	85°	17.3
T	-41.9	30.9			64.3	26%	-54°	37.9
U	-65.2	53.5			90.2	36%	-51°	31.9
V	-69.1	64.5			97.6	39%	-47°	24.4



5.6.6 ULCV MSC DILETTA Scenario D2

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 7 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier
 Current: 1.0 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 35 knots
wind Direction: 310-90 °N (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2314
 Total Side windage Area: 14532

Current Drag Force: Longitudinal 9.6 Transverse -0.3 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target: 0.60 (fwd) -0.14 (aft) 0.08 (inw) -1.25 (out) 0.0° (port) -0.3° (stbd) 0.00 (up) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line winch ±Motion Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2		40°	58.0	40%
2-U	0.34	60.1		40°	43.0	30%
3-T	0.31	45.1		40°	48.4	33%
4-T	0.31	47.0		50°	24.2	17%
5-P	0.28	77.2		40°	39.7	27%
6-P	0.30	98.3		40°	35.7	25%
7-V	0.37	82.8		40°	53.1	37%
8-V	0.39	91.4		40°	55.9	39%
20-C	0.27	37.0		10°	38.9	27%
21-C	0.26	30.9		10°	41.1	28%
24-F	0.36	73.9		90°	7.9	5%
25-F	0.35	68.9		90°	8.0	6%
26-B	0.28	56.3		0°	37.7	26%
27-B	0.29	61.6		0°	36.0	25%
28-A	0.31	87.3		0°	31.0	21%
29-A	0.32	90.2		0°	30.4	21%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	83	0.15	11.7	49%
ll	70	0.13	5.1	94%
mm	61	0.11	4.2	100%
nn	48	0.09	3.3	100%
oo	43	0.08	2.9	100%
pp	42	0.08	2.9	100%
qq	44	0.08	3.0	100%
rr	46	0.08	3.2	100%
ss	49	0.09	4.0	85%
tt	52	0.09	12.8	28%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	42.3	44.3			61.5	25%	44°	5.2
B	42.5	59.5			73.7	29%	36°	9.4
C	17.5	75.5			79.9	32%	13°	19.6
F	-16.1	1.3			16.3	7%	-85°	2.1
P	72.7	6.7			75.4	30%	85°	19.1
T	-46.5	35.1			71.8	29%	-53°	42.2
U	-72.6	60.3			100.8	40%	-50°	35.6
V	-76.9	72.2			108.9	44%	-47°	27.2



5.6.7 ULCV MSC DILETTA Scenario D3

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 9 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum

Draft: 14.00

Trim: 0.00

Bottom Clearance: 1.00

Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target

Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier

Current: 1.0 knots

Current Direction True: 110°

Current Direction to Berth X-axis: 0°

wind Speed: 35 knots

wind Direction: 310-90 °N (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2558

Total Side windage Area: 16065

Current Drag Force: Longitudinal 9.6 Transverse -0.3 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target 0.66 (fwd) -0.17 (aft) 0.08 (inw) -1.41 (out) 0.0° (port) -0.3° (stbd) 0.00 (up) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2			40°	64.2	44%
2-U	0.34	60.1			40°	47.4	33%
3-T	0.31	45.1			40°	53.8	37%
4-T	0.31	47.0			50°	26.5	18%
5-P	0.28	77.2			40°	43.5	30%
6-P	0.30	98.3			40°	39.1	27%
7-V	0.37	82.8			40°	58.5	40%
8-V	0.39	91.4			40°	61.6	42%
20-C	0.27	37.0			10°	43.4	30%
21-C	0.26	30.9			10°	46.1	32%
24-F	0.36	73.9			90°	7.9	5%
25-F	0.35	68.9			90°	7.8	5%
26-B	0.28	56.3			0°	41.9	29%
27-B	0.29	61.6			0°	40.0	28%
28-A	0.31	87.3			0°	34.2	24%
29-A	0.32	90.2			0°	33.6	23%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	91	0.17	13.0	48%
ll	77	0.14	5.6	94%
mm	66	0.12	4.6	100%
nn	52	0.09	3.6	100%
oo	46	0.08	3.2	100%
pp	46	0.08	3.2	100%
qq	48	0.09	3.3	100%
rr	51	0.09	3.5	100%
ss	54	0.10	4.4	85%
tt	58	0.10	14.0	28%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	46.6	48.9			67.7	27%	44°	5.7
B	47.3	66.1			81.9	33%	36°	10.4
C	19.7	84.5			89.5	36%	13°	21.9
F	-15.5	1.2			15.7	6%	-85°	2.0
P	79.5	7.6			82.5	33%	85°	20.9
T	-51.0	39.4			79.4	32%	-52°	46.5
U	-79.9	67.1			111.4	45%	-50°	39.2
V	-84.5	79.8			120.0	48%	-47°	29.9



5.6.8 ULCV MSC DILETTA Scenario D4

Static Mooring Response for MSC DILETTA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Remarks: MSC DILETTA 12 Tiers

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 23.0 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 16.7 above Pier
 Current: 1.0 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
Wind Speed: 35 knots
Wind Direction: 310-90 °N (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 2878
 Total Side windage Area: 18077

	Longitudinal	Transverse	Yaw Moment/LBP	
Current Drag Force:	9.6	-0.3	0.0	
Movement of Vessel at its Port Target	0.74 (fwd) -0.20 (aft)	0.09 (inw) -1.60 (out)	0.0° (port) -0.3° (stbd)	0.00 (up) 0.00 (up)

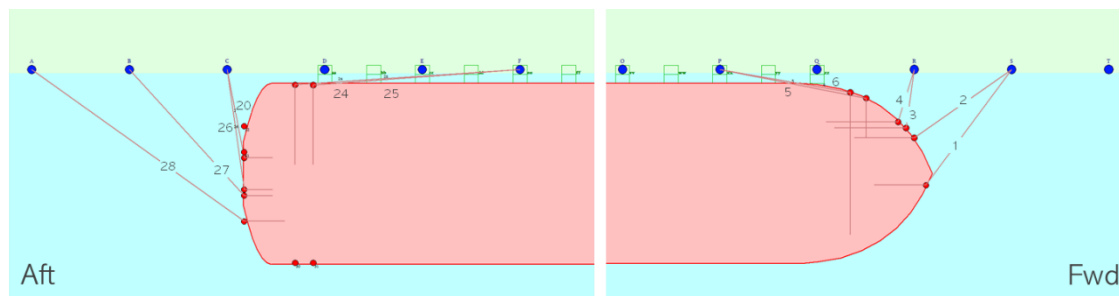
Line to BOLLARD	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	Winch Slippage	Worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-U	0.34	62.2			40°	72.3	50%
2-U	0.34	60.1			40°	53.2	37%
3-T	0.31	45.1			40°	61.0	42%
4-T	0.31	47.0			50°	29.5	20%
5-P	0.28	77.2			40°	48.3	33%
6-P	0.30	98.3			40°	43.2	30%
7-V	0.37	82.8			40°	65.4	45%
8-V	0.39	91.4			40°	68.9	48%
20-C	0.27	37.0			10°	49.6	34%
21-C	0.26	30.9			10°	52.7	36%
24-F	0.36	73.9			90°	7.3	8%
25-F	0.35	68.9			90°	7.2	8%
26-B	0.28	56.3			0°	47.5	33%
27-B	0.29	61.6			0°	45.3	31%
28-A	0.31	87.3			0°	38.3	26%
29-A	0.32	90.2			0°	37.6	26%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
kk	103	0.19	14.8	48%
ll	86	0.16	6.3	94%
mm	74	0.13	5.1	100%
nn	57	0.10	3.9	100%
oo	51	0.09	3.5	100%
pp	51	0.09	3.5	100%
qq	53	0.10	3.7	100%
rr	57	0.10	3.9	100%
ss	61	0.11	4.9	85%
tt	65	0.12	15.6	29%

Hook/BOLLARD	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	52.2	54.8			75.9	30%	44°	6.4
B	53.5	74.8			92.7	37%	36°	11.8
C	22.6	96.5			102.2	41%	13°	24.9
F	-14.3	1.2			14.5	6%	-85°	1.9
P	88.0	8.8			91.5	37%	84°	23.1
T	-57.0	45.3			89.4	36%	-51°	52.2
U	-89.3	76.0			125.2	50%	-50°	43.9
V	-94.1	89.7			134.3	54%	-46°	33.3

5.7 Verifica dell'ormeggio per la nave tipo New Panamax

I diagrammi di Figura 5-8 mostrano le condizioni limite di vento per lo stazionamento in sicurezza della nave tipo New Panamax “MSC FRANCESCA” al Nuovo Terminal Ravano, con un pescaggio limitato a 14 m, applicando lo schema di ormeggio qui sotto illustrato.



I diagrammi riportano i risultati ottenuti per diverse configurazioni di carico della nave considerando rispettivamente 5, 7 e 9 file (“tiers”) di contenitori sul ponte principale. All’azione del vento è stata abbinata, cautelativamente, una corrente longitudinale all’asse della nave di 1.0 nodo.

I risultati mostrano che i venti provenienti dal settore di Nord risultano i più gravosi per lo stazionamento della nave all’ormeggio.

Con 25 nodi vento l’ormeggio risulta efficace e sicuro con tensioni sulle cime di ormeggio inferiori al 22% del carico di rottura (vedi risultati ottenuti per gli scenari A1, A2 e A3 riportati nei seguenti paragrafi 5.7.1, 5.7.2 e 5.7.3).

Per venti di 35 nodi provenienti dalla traversia di terra (310-90 °N) la nave può rimanere all’ormeggio in condizioni di sicurezza. In queste condizioni i risultati ottenuti per gli scenari D1, D2 e D3 (riportati ai paragrafi 5.7.4, 5.7.5 e 5.7.6), mostrano che i valori massimi delle tensioni sulle cime di ormeggio si attestano tra il 39% e il 43% del carico di rottura con 5 e 7 file di contenitori, e raggiungono il 46% a pieno carico con 9 nove file di contenitori.

Data l’elongabilità dei cavi di ormeggio in dotazione alla nave esaminata (17% alla rottura), in condizioni statiche si verificano spostamenti della nave trasversali alla banchina piuttosto significativi che si attestano intorno a 1.3 ÷ 1.6 m in condizioni di vento annuali e che raggiungono valori di 3.0 m in condizioni estreme non ordinarie decennali.

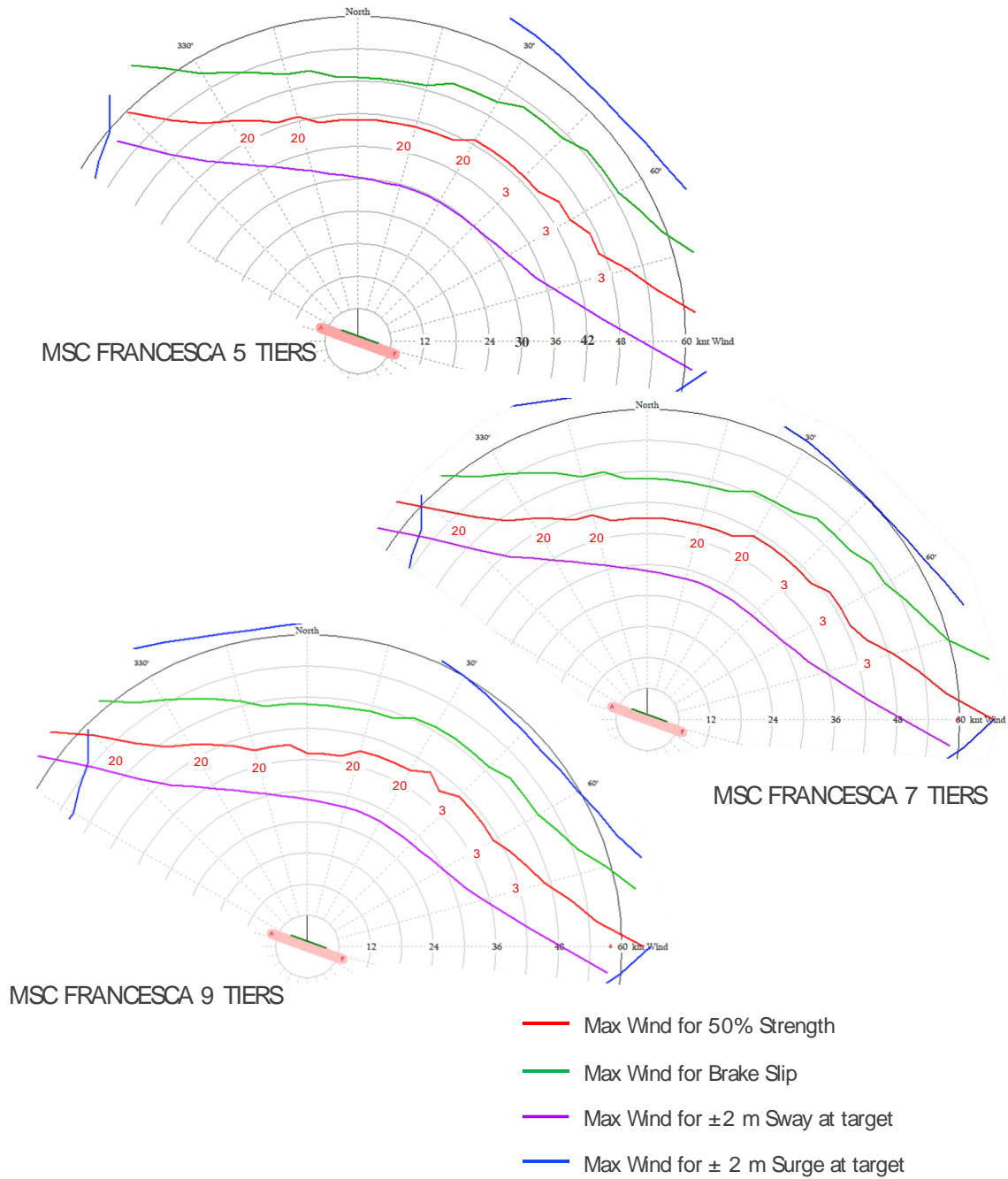


Figura 5-8. Condizioni limite di vento per lo stazionamento all'ormeggio della nave tipo New Panamax MSC FRANCESCA al variare del numero di file di contenitori (tiers) sul ponte principale.



5.7.1 New Panamax MSC FRANCESCA Scenario A1

Static Mooring Response for MSC FRANCESCA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 3.5 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 13.2 above Pier
 Current: 0.4 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 25 knots
wind Direction: All° True (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 1369
 Total Side windage Area: 10448

Current Drag Force: Longitudinal 1.1 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target 0.56 (fwd) -0.51 (aft) 0.04 (inw) -1.28 (out) 0.1° (port) -0.1° (stbd) 0.00 (up) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-S	1.69	50.3			40°	20.3	15%
2-S	1.56	46.6			50°	18.1	13%
3-R	1.26	37.4			40°	23.7	17%
4-R	1.24	36.6			40°	23.0	16%
5-P	1.64	48.4			260°	13.9	10%
6-P	2.36	69.8			260°	12.7	9%
20-C	1.11	32.7			10°	24.7	18%
24-F	2.52	75.6			140°	12.2	9%
25-F	2.38	71.3			140°	12.3	9%
26-C	1.33	39.4			10°	22.6	16%
27-B	1.71	50.4			350°	17.0	12%
28-A	2.52	74.5			350°	13.7	10%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
ii	31	0.06	18.7	12%
jj	28	0.05	2.0	99%
kk	25	0.05	1.7	100%
ll	23	0.04	1.6	100%
mm	20	0.04	1.4	100%
nn	20	0.04	1.4	100%
oo	22	0.04	1.5	100%
pp	24	0.04	1.7	100%
qq	26	0.05	1.8	100%
rr	29	0.05	3.1	63%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	10.7	8.0			13.7	5%	53°	2.9
B	10.7	12.2			17.0	7%	41°	5.3
C	6.5	41.4			47.2	19%	9°	21.8
F	-23.7	2.1			24.5	10%	-86°	6.2
P	24.3	4.7			26.6	11%	79°	9.8
R	-7.0	34.0			46.6	19%	-12°	31.0
S	-24.0	25.5			38.0	15%	-43°	14.7



5.7.2 New Panamax MSC FRANCESCA Scenario A2

Static Mooring Response for MSC FRANCESCA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 3.5 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 13.2 above Pier
 Current: 0.4 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 25 knots
wind Direction: All° True (solid pier shields wind)
 Total End-on windage Area: 1506
 Total Side windage Area: 11496

Current Drag Force: Longitudinal 1.1 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target: 0.63 (fwd) -0.54 (aft) 0.04 (inw) -1.49 (out) 0.1° (port) -0.1° (stbd) 0.00 (up) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-S	1.69	50.3			40°	22.3	16%
2-S	1.57	46.5			50°	19.4	14%
3-R	1.26	37.4			40°	26.5	19%
4-R	1.24	36.6			40°	25.8	18%
5-P	1.63	48.4			260°	14.4	10%
6-P	2.35	69.8			260°	13.0	9%
20-C	1.11	32.7			10°	28.0	20%
24-F	2.53	75.6			140°	12.4	9%
25-F	2.39	71.3			140°	12.6	9%
26-C	1.33	39.4			10°	25.5	18%
27-B	1.70	50.4			350°	18.4	13%
28-A	2.51	74.5			350°	14.3	10%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
ii	34	0.06	20.5	11%
jj	30	0.06	2.1	99%
kk	27	0.05	1.9	100%
ll	24	0.04	1.7	100%
mm	22	0.04	1.5	100%
nn	21	0.04	1.5	100%
oo	23	0.04	1.6	100%
pp	26	0.05	1.8	100%
qq	28	0.05	2.0	100%
rr	31	0.06	3.4	63%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	11.2	8.3			14.3	6%	53°	3.0
B	11.5	13.2			18.4	7%	41°	5.7
C	7.4	46.9			53.4	21%	9°	24.5
F	-24.1	2.2			25.0	10%	-86°	6.3
P	25.0	4.9			27.4	11%	79°	10.0
R	-7.8	38.4			52.2	21%	-11°	34.5
S	-25.9	27.9			41.2	16%	-43°	15.9



5.7.3 New Panamax MSC FRANCESCA Scenario A3

Static Mooring Response for MSC FRANCESCA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Water Level: 0.00 above Datum
Draft: 14.00
Trim: 0.00
Bottom Clearance: 1.00
Fwd Offset of Vessel Target: 3.5 from Berth Target
Deck Level at Vessel Target: 13.2 above Pier
Current: 0.4 knots
Current Direction True: 110°
Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 25 knots
wind Direction: All° True (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 1594
Total Side windage Area: 12161

Current Drag Force: Longitudinal 1.1 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target 0.71 (fwd) 0.04 (inw) 0.1° (port) 0.00 (up)
-0.53 (aft) - 1.61 (out) -0.1° (stbd) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-S	1.72	50.3			40°	23.7	17%
2-S	1.59	46.5			50°	20.2	14%
3-R	1.26	37.3			40°	28.3	20%
4-R	1.24	36.6			40°	27.4	20%
5-P	1.60	48.5			260°	14.8	11%
6-P	2.30	69.9			260°	13.1	9%
20-C	1.10	32.7			10°	30.2	22%
24-F	2.59	75.5			140°	12.6	9%
25-F	2.44	71.3			140°	12.8	9%
26-C	1.33	39.4			10°	27.3	20%
27-B	1.68	50.4			350°	19.2	14%
28-A	2.47	74.5			350°	14.7	11%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
ii	35	0.06	22.2	11%
jj	32	0.06	2.2	99%
kk	28	0.05	2.0	100%
ll	25	0.05	1.7	100%
mm	23	0.04	1.6	100%
nn	22	0.04	1.5	100%
oo	24	0.04	1.7	100%
pp	27	0.05	1.9	100%
qq	30	0.05	2.0	100%
rr	32	0.06	3.5	63%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	11.5	8.6			14.7	6%	53°	3.1
B	12.0	13.8			19.2	8%	41°	5.9
C	8.0	50.4			57.4	23%	9°	26.3
F	-24.5	2.2			25.4	10%	-86°	6.4
P	25.5	5.1			27.9	11%	79°	10.2
R	-8.2	41.1			55.6	22%	-11°	36.6
S	-27.1	29.5			43.3	17%	-43°	16.6



5.7.4 New Panamax MSC FRANCESCA Scenario D1

Static Mooring Response for MSC FRANCESCA at La Spezia LSCT
Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Water Level: 0.00 above Datum
Draft: 14.00
Trim: 0.00
Bottom Clearance: 1.00
Fwd Offset of Vessel Target: 3.5 from Berth Target
Deck Level at Vessel Target: 13.2 above Pier
Current: 1.0 knots
Current Direction True: 110°
Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind speed: 35 knots
wind Direction True: 310° - 90° (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 1369
Total Side windage Area: 10448

Current Drag Force: Longitudinal 7.0 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target: 0.99 (fwd) -1.11 (aft) 0.06 (inw) **-2.79 (out)** 0.1° (port) -0.2° (stbd) 0.00 (up) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line winch ±Motion	worst Slippage	Directn	Line Tension	Percent Strength
1-S	1.70	50.3			40°	37.7	27%
2-S	1.57	46.5			50°	31.3	22%
3-R	1.26	37.4			40°	47.9	34%
4-R	1.24	36.6			40°	46.5	33%
5-P	1.63	48.4			260°	17.7	13%
6-P	2.35	69.8			260°	14.8	11%
20-C	1.11	32.7			10°	54.2	39%
24-F	2.53	75.6			90°	14.0	10%
25-F	2.39	71.3			90°	14.3	10%
26-C	1.33	39.4			10°	47.7	34%
27-B	1.70	50.4			350°	28.6	20%
28-A	2.51	74.5			340°	18.8	13%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
ii	54	0.10	32.1	12%
jj	47	0.09	3.3	99%
kk	42	0.08	2.9	100%
ll	38	0.07	2.6	100%
mm	34	0.06	2.3	100%
nn	34	0.06	2.3	100%
oo	37	0.07	2.6	100%
pp	42	0.08	2.9	100%
qq	47	0.09	3.3	100%
rr	52	0.10	5.8	63%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	14.6	11.2			18.8	8%	53°	3.9
B	17.5	20.9			28.6	11%	40°	8.6
C	13.3	90.3			101.7	41%	8°	45.1
F	-27.4	2.0			28.4	11%	-86°	7.1
P	29.8	6.5			32.5	13%	79°	11.8
R	-14.3	71.8			94.3	38%	-11°	59.4
S	-42.0	47.4			68.3	27%	-42°	25.5



NUOVO TERMINAL RAVANO
PORTO DI LA SPEZIA

Progetto
Esecutivo

5.7.5 New Panamax MSC FRANCESCA Scenario D2

Static Mooring Response for MSC FRANCESCA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Water Level: 0.00 above Datum
Draft: 14.00
Trim: 0.00
Bottom Clearance: 1.00
Fwd Offset of Vessel Target: 3.5 from Berth Target
Deck Level at Vessel Target: 13.2 above Pier
Current: 1.0 knots
Current Direction True: 110°
Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 35 knots
wind Direction True: 310° - 90° (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 1506
Total Side windage Area: 11496

Longitudinal Transverse Yaw Moment/LBP
Current Drag Force: 7.0 0.0 0.0

Movement of Vessel 1.11 (fwd) 0.06 (inw) 0.1° (port) 0.00 (up)
at its Port Target -1.20 (aft) **-3.06 (out)** -0.2° (stbd) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-S	1.70	50.3			40°	41.6	30%
2-S	1.57	46.5			50°	33.9	24%
3-R	1.26	37.4			40°	53.1	38%
4-R	1.24	36.6			40°	51.6	37%
5-P	1.63	48.4			260°	18.8	13%
6-P	2.35	69.8			260°	15.6	11%
20-C	1.11	32.7			10°	60.7	43%
24-F	2.53	75.6			90°	14.4	10%
25-F	2.39	71.3			90°	14.7	11%
26-C	1.33	39.4			10°	53.1	38%
27-B	1.70	50.4			350°	31.3	22%
28-A	2.51	74.5			340°	19.9	14%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
ii	59	0.11	35.6	11%
jj	51	0.09	3.6	99%
kk	46	0.08	3.2	100%
ll	41	0.07	2.8	100%
mm	36	0.07	2.5	100%
nn	36	0.07	2.5	100%
oo	41	0.07	2.8	100%
pp	46	0.08	3.2	100%
qq	51	0.09	3.6	100%
rr	57	0.10	6.2	63%

Hook/ Bollard	X- Force	Y- Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	15.5	11.9			19.9	8%	53°	4.1
B	19.1	23.0			31.3	13%	40°	9.4
C	14.8	101.0			113.6	45%	8°	50.1
F	-28.2	2.2			29.2	12%	-86°	7.3
P	31.5	7.0			34.4	14%	79°	12.4
R	-15.7	80.2			104.6	42%	-11°	65.3
S	-45.6	52.2			74.6	30%	-41°	27.7



5.7.6 NewPanamax MSC FRANCESCA Scenario D3

Static Mooring Response for MSC FRANCESCA at La Spezia LSCT

Units in m & tonnes (file D:\MP\005-LSCT\OPTIMOOR\LSCT.opt)

Ref: LSCT - 1

Water Level: 0.00 above Datum
 Draft: 14.00
 Trim: 0.00
 Bottom Clearance: 1.00
 Fwd Offset of Vessel Target: 3.5 from Berth Target
 Deck Level at Vessel Target: 13.2 above Pier
 Current: 1.0 knots
 Current Direction True: 110°
 Current Direction to Berth X-axis: 0°
wind Speed: 35 knots
wind Direction: All° True (solid pier shields wind)

Total End-on windage Area: 1594
 Total Side windage Area: 12161

Current Drag Force: Longitudinal 7.0 Transverse 0.0 Yaw Moment/LBP 0.0

Movement of Vessel at its Port Target: 1.18 (fwd) 0.07 (inw) 0.1° (port) 0.00 (up)
 -1.25 (aft) **-3.23 (out)** -0.2° (stbd) 0.00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	winch Slippage	worst Directn	Line Tension	Percent Strength
1-S	1.70	50.3			40°	44.0	31%
2-S	1.57	46.5			50°	35.6	25%
3-R	1.26	37.4			40°	56.4	40%
4-R	1.24	36.6			40°	54.7	39%
5-P	1.63	48.4			260°	19.5	14%
6-P	2.35	69.8			260°	16.1	11%
20-C	1.11	32.7			10°	65.0	46%
24-F	2.53	75.6			90°	14.6	10%
25-F	2.39	71.3			90°	15.0	11%
26-C	1.33	39.4			10°	56.4	40%
27-B	1.70	50.4			350°	33.0	24%
28-A	2.51	74.5			340°	20.6	15%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Contact Area
ii	62	0.11	37.7	11%
jj	54	0.10	3.8	99%
kk	48	0.09	3.3	100%
ll	43	0.08	3.0	100%
mm	38	0.07	2.6	100%
nn	38	0.07	2.6	100%
oo	43	0.08	2.9	100%
pp	48	0.09	3.3	100%
qq	54	0.10	3.7	100%
rr	60	0.11	6.6	63%

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
A	16.0	12.3			20.6	8%	53°	4.2
B	20.1	24.3			33.0	13%	40°	9.9
C	15.8	108.0			121.3	49%	8°	53.2
F	-28.5	2.3			29.6	12%	-85°	7.4
P	32.6	7.4			35.5	14%	79°	12.8
R	-16.6	85.5			111.0	44%	-11°	68.9
S	-47.9	55.3			78.8	32%	-41°	29.1

	<p style="text-align: center;">NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA</p>	<p style="text-align: center;">Progetto Esecutivo</p>
--	---	---

6 ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

I risultati ottenuti con il codice di calcolo OPTIMOOR mostrano che i dispositivi di ormeggio previsti per il nuovo terminal sono in grado di garantire le condizioni di stazionamento all'ormeggio per le navi di progetto anche in condizioni di vento non ordinarie.

La verifica dell'ormeggio è stata condotta per scenari di simulazione caratterizzati da venti con frequenza di accadimento annuale (vento di 25 nodi omnidirezionale) e decennale (vento di 35 nodi proveniente dal "settore di terra" 310-90°N).

Le simulazioni sono state condotte associando al vento una corrente, allineata alla nave all'ormeggio, di velocità pari a 0.4 nodi per eventi con tempo di ritorno $Tr = 1$ anno e pari ad 1 nodo in condizioni estreme con Tr 10 anni. L'azione della corrente sulla nave all'ormeggio risulta comunque di secondaria importanza.

Sono state prese in esame anche diverse condizioni di carico delle navi, considerando un numero di contenitori sul ponte principale disposto rispettivamente in 5, 7 e 9 file, per la ULCV è stata presa in esame anche la configurazione a pieno carico con 12 file di contenitori sul ponte principale.

La condizione più gravosa per lo stazionamento all'ormeggio è risultata ovviamente quella con tempo di ritorno decennale per la quale si verificano le massime azioni dovute al vento proveniente da terra (settore 310 – 90 °N), mentre per condizioni con frequenza di accadimento annuale non si riscontrano particolari criticità.

Occorre comunque evidenziare che, anche se risultano condizioni rare per il paraggio di La Spezia, per velocità del vento superiori a 35 nodi provenienti dal I° e IV° quadrante si raggiungono condizioni prossime al limite per lo stazionamento all'ormeggio della nave (tensioni sulle cime, rilascio degli argani) e pertanto dovranno essere comunque prese contromisure adeguate (rinforzo degli ormeggi, riposizionamento della nave, zavorramento della nave) ed eventualmente l'abbandono dell'ormeggio.



Le simulazioni condotte per la nave tipo ULCV “MSC DILETTA”, di lunghezza Loa 399.7 m, hanno fornito i seguenti risultati:

Le **soglie di velocità del vento** oltre le quali viene superata la tensione limite di esercizio sulle cime di ormeggio (50%MBL), che pertanto non soddisfano i requisiti di sicurezza per la nave all’ormeggio, risultano le seguenti:

- **42 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **40 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **37 nodi di vento, con 9 file di contenitori**
- **35 nodi di vento, con 12 file di contenitori**

Le soglie di velocità del vento per il raggiungimento del limite di ritenuta degli argani (winch brake limit) sono le seguenti:

- **54 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **51 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **48 nodi di vento, con 9 file di contenitori**
- **45 nodi di vento, con 12 file di contenitori**

I risultati mostrano chiaramente che i venti provenienti dal settore di NordEst risultano i più gravosi per lo stazionamento della nave all’ormeggio.

Tensioni massime sulle cime di ormeggio – sicurezza all’ormeggio

Le massime tensioni si verificano per condizioni di vento associate ad un tempo di ritorno di 10 anni, con velocità di 35 nodi e provenienza dal I° e IV° quadrante (settore di traversia 310 – 90 °N).

I valori massimi di tensione si ottengono sulle cime di ormeggio di prua, fissate alle bitte U, e V, in condizioni di pieno carico (con 12 file di contenitori sul ponte) (Tabella 6-2).

Tensione massima sulle cime di ormeggio di prua (1-U): 72.3 t pari al 50% di MBL

Tensione massima sulle cime di ormeggio di poppa (8-V): 68.9 t pari al 48% di MBL

Forze massime sulle bitte

Per le bitte poste all'estremità Est della banchina, dove sono fissate le cime di prua della nave, le massime forze, per $T_r = 10$ anni, risultano comprese tra 125 e 135 t, pari a circa il 42-45% della capacità ultima della bitta $SWL = 300$ t (vedi Tabella 6-1).

La componente trasversale alla banchina (F_y) è generalmente inferiore alla forza risultante che agisce sulla bitta (in media circa il 70-90% di F_{tot}).

La massima forza F_y ottenuta a prua della nave è pari a 89.7 t (bitta V, F_{tot} 134.3 t)

La massima forza F_y ottenuta a poppa della nave è pari a 96.5 t (bitta C, F_{tot} 102.2 t)

I cavi di ormeggio, data la collocazione delle bitte sul ciglio di banchina e considerata l'altezza della nave, sono molto inclinati, e trasferiscono alle bitte una notevole forza verticale. La massima componente verticale F_z è pari a 52 t (bitta T, F_{tot} 89.5 t).

Tabella 6-1. Valori massimi delle forze sulle bitte di ormeggio ottenute con il software OPTIMOOR per la nave tipo ULCV "MSC DILETTA" all'ormeggio al terminal Ravano vento di 35 nodi e 12 file di contenitori.

Bitta	Forza - X (t)	Forza - Y (t)	Forza verticale (t)	F_{tot} (t)	Direzione in pianta	%Capacità ultima
A	52.2	54.8	6.4	75.9	44°	25%
B	53.5	74.8	11.8	92.7	36°	31%
C	22.6	96.5	24.9	102.2	13°	34%
F	-39.4	3.2	5.2	39.9	-85°	13%
P	88	8.8	23.1	91.5	84°	31%
T	-57	45.3	52.2	89.5	-51°	30%
U	-89.3	76	43.9	125.2	-50°	42%
V	-94.1	89.7	33.3	134.3	-46°	45%



NUOVO TERMINAL RAVANO
PORTO DI LA SPEZIA

Progetto
Esecutivo

Tabella 6-2. Massime tensioni sulle cime di ormeggio ottenute con il software OPTIMOOR per la nave tipo ULCV "MSC DILETTA" all'ormeggio al Nuovo Terminal Ravano in relazione ai diversi scenari di simulazione rappresentativi di condizioni di vento con frequenza di accadimento annuale (A1, A2, A3, A4) e decennale (D1, D2, D3, D4). Per ogni cima è indicata la direzione del vento più sfavorevole, la tensione e la percentuale rispetto al carico di rottura.

MSC - DILETTA - DRAFT 14.0 m - 5 TIERS above deck																
Line to Bollard/Hook	1	2	3	4	5	6	7	8	20	21	24	25	26	27	28	29
	U	U	T	T	P	P	V	V	C	C	F	F	B	B	A	A
A1 25 knots - All directions																
Worst Direction (°N)	40	40	40	50	40	40	40	40	10	10	140	140	0	0	0	0
Tension (t)	25.8	20.2	21.5	12.7	22.3	20.7	24.6	25.9	15.2	16.0	10.9	10.8	17.3	16.4	15.7	15.4
% of Strength	18%	14%	15%	9%	15%	14%	17%	18%	11%	11%	7%	7%	12%	11%	11%	11%
D1 35 knots - 310 - 90 °N																
Worst Direction (°N)	40	40	40	20	40	40	40	40	10	10	90	90	0	0	0	0
Tension (t)	51.7	38.7	43.0	22.1	35.7	32.3	47.6	50.1	34.3	36.2	2.4	2.3	33.4	32.0	27.8	27.3
% of Strength	36%	27%	30%	15%	25%	22%	33%	35%	24%	25%	2%	2%	23%	22%	19%	19%
MSC - DILETTA - DRAFT 14.0 m - 7 TIERS above deck																
Line to Bollard/Hook	1	2	3	4	5	6	7	8	20	21	24	25	26	27	28	29
	U	U	T	T	P	P	V	V	C	C	F	F	B	B	A	A
A2 25 knots - All directions																
Worst Direction (°N)	40	40	40	50	40	40	40	40	10	10	140	140	0	0	0	0
Tension (t)	29.7	23.0	24.7	14.0	24.3	22.4	28.1	29.6	18.0	19.0	11.4	11.4	19.7	18.8	17.6	17.2
% of Strength	20%	16%	17%	10%	17%	15%	19%	20%	12%	13%	8%	8%	14%	13%	12%	12%
D2 35 knots - 310 - 90 °N																
Worst Direction (°N)	40	40	40	50	40	40	40	40	10	10	90	90	0	0	0	0
Tension (t)	58.0	43.0	48.4	24.2	39.7	35.7	53.1	55.9	38.9	41.1	7.9	7.8	37.7	36.0	31.0	30.4
% of Strength	40%	30%	33%	17%	27%	25%	37%	39%	27%	28%	5%	5%	26%	25%	21%	21%
MSC - DILETTA - DRAFT 14.0 m - 9 - TIERS above deck																
Line to Bollard/Hook	1	2	3	4	5	6	7	8	20	21	24	25	26	27	28	29
	U	U	T	T	P	P	V	V	C	C	F	F	B	B	A	A
A3 25 knots - All directions																
Worst Direction (°N)	40	40	40	50	40	40	40	40	10	10	140	140	0	0	0	0
Tension (t)	33.1	25.3	27.4	15.2	26.5	24.3	31.2	32.9	20.4	21.5	11.9	11.9	21.9	20.9	19.2	18.8
% of Strength	23%	17%	19%	10%	18%	17%	22%	23%	14%	15%	8%	8%	15%	14%	13%	13%
D3 35 knots - 310-90°N																
Worst Direction (°N)	40	40	40	50	40	40	40	40	10	10	90	90	0	0	0	0
Tension (t)	64.2	47.4	53.8	26.5	43.5	39.1	58.5	61.6	43.4	46.1	7.9	7.8	41.9	40.0	34.2	33.6
% of Strength	44%	33%	37%	18%	30%	27%	40%	42%	30%	32%	5%	5%	29%	28%	24%	23%
MSC - DILETTA - DRAFT 14.0 m - 12 - TIERS above deck																
Line to Bollard/Hook	1	2	3	4	5	6	7	8	20	21	24	25	26	27	28	29
	U	U	T	T	P	P	V	V	C	C	F	F	B	B	A	A
A4 25 knots - All directions																
Worst Direction (°N)	40	40	40	20	40	40	40	40	10	10	140	140	0	0	0	0
Tension (t)	37.6	28.3	31.0	16.5	29.5	26.9	35.1	37.1	23.7	25.0	12.6	12.6	24.7	23.6	21.3	20.9
% of Strength	26%	20%	21%	11%	20%	19%	24%	26%	16%	17%	9%	9%	17%	16%	15%	14%
D4 35 knots - 310-90°N																
Worst Direction (°N)	40	40	40	50	40	40	40	40	10	10	90	90	0	0	0	0
Tension (t)	72.3	53.2	61.0	29.5	48.3	43.2	65.4	68.9	49.6	52.7	7.4	7.3	47.5	45.3	38.4	37.6
% of Strength	50%	37%	42%	20%	33%	30%	45%	48%	34%	36%	14%	14%	33%	31%	26%	26%

	<p style="text-align: center;">NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA</p>	<p style="text-align: center;">Progetto Esecutivo</p>
--	---	---

L'analisi dell'ormeggio della nave tipo New Panamax "MSC FRANCESCA" all'ormeggio al Nuovo Terminal Ravano ha fornito risultati analoghi.

Le **soglie di velocità del vento** che assicurano le condizioni di sicurezza all'ormeggio della nave tipo New Panamax, sono le seguenti:

- **40 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **39 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **37 nodi di vento, con 9 file di contenitori**

Le **soglie di velocità del vento** oltre le quali si ha il raggiungimento del limite di ritenuta degli argani per la nave tipo New Panamax, sono le seguenti:

- **49 nodi di vento, con 5 file di contenitori**
- **48 nodi di vento, con 7 file di contenitori**
- **47 nodi di vento, con 9 file di contenitori**

Tensioni massime sulle cime di ormeggio – sicurezza all'ormeggio

I valori massimi di tensione si ottengono a pieno carico (con 9 file di contenitori sul ponte) in condizioni di vento non ordinarie, associate ad un tempo di ritorno di 10 anni (Tabella 6-4).

Tensione massima sulle cime di ormeggio di prua (3-R): 56 t, pari al 40% di MBL

Tensione massima sulle cime di ormeggio di poppa (20-C): 65 t, pari al 46% di MBL

Forze massime sulle bitte

Anche per la nave New Panamax le massime forze sulle bitte di ormeggio risultano comprese tra 110 e 125 t, pari a circa il 40% della capacità ultima della bitta SWL = 300 t (Tabella 6-3). I valori ottenuti non si discostano molto da quelli ottenuti per la nave di dimensioni maggiori.

La componente della forza agente sulle bitte trasversale alla banchina (F_y) è generalmente inferiore alla forza risultante (in media circa il 60-70% di F_{tot} massimi valori prossimi al 90% di F_{tot}).

La massima forza F_y ottenuta a prua della nave è pari a 85 t (bitta R, F_{tot} 111 t)



La massima forza F_y ottenuta a poppa della nave è pari a 108 t (bitta C, F_{tot} 121 t)

La forte inclinazione dei cavi di ormeggio di prua, determina un'elevata componente verticale della forza.

La massima componente verticale F_z ottenuta è pari a 68 t (bitta R, F_{tot} 111 t).

Tabella 6-3. Valori massimi delle forze sulle bitte di ormeggio ottenute con il software OPTIMOOR per la nave tipo New Panamax "MSC FRANCESCA" all'ormeggio al terminal Ravano con vento di 35 nodi e 9 file di contenitori.

Bitta	Forza - X (t)	Forza - Y (t)	Forza verticale (t)	F_{tot} (t)	Direzione in pianta	%Capacità ultima
A	16	12.3	4.2	20.6	53°	7%
B	20.1	24.3	9.9	33	40°	11%
C	15.8	108	53.2	121.2	8°	40%
F	-31.7	3.3	8.2	32.8	-86°	11%
P	32.6	7.4	12.8	35.5	79°	12%
R	-16.6	85.5	68.9	111	-11°	37%
S	-47.9	55.3	29.1	78.8	-41°	26%



Tabella 6-4. Massime tensioni sulle cime di ormeggio ottenute con il software OPTIMOOR per la nave tipo New Panamax “MSC FRANCESCA” all’ormeggio al Nuovo Terminal Ravano in relazione ai diversi scenari di simulazione rappresentativi di condizioni di vento con frequenza di accadimento annuale (A1, A2, A3) e decennale (D1, D2, D3). Per ogni cima è indicata la direzione del vento più sfavorevole, la tensione e la percentuale rispetto al carico di rottura.

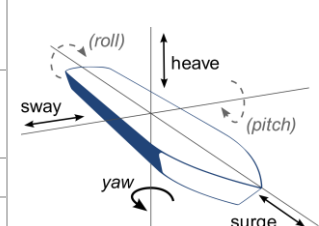
MSC - FRANCESCA - DRAFT 14.0 m - 5 TIERS above deck												
Line to Bollard/Hook	1	2	3	4	5	6	20	24	25	26	27	28
	S	S	R	R	P	P	C	F	F	C	B	A
A1 25 knots - All directions												
Worst Direction (°N)	40	50	40	40	260	260	10	140	140	10	350	350
Tension (t)	20.3	18.1	23.7	23.0	13.9	12.7	24.7	12.2	12.3	22.6	17.0	13.7
% of Strength	15%	13%	17%	16%	10%	9%	18%	9%	9%	16%	12%	10%
D1 35 knots - 310 - 90 °N												
Worst Direction (°N)	40	50	40	40	260	260	10	90	90	10	350	340
Tension (t)	37.7	31.3	47.9	46.5	17.7	14.8	54.2	11.1	11.3	47.7	28.6	18.8
% of Strength	27%	22%	34%	33%	13%	11%	39%	8%	8%	34%	20%	13%
MSC - FRANCESCA - DRAFT 14.0 m - 7 TIERS above deck												
Line to Bollard/Hook	1	2	3	4	5	6	20	24	25	26	27	28
	S	S	R	R	P	P	C	F	F	C	B	A
A2 25 knots - All directions												
Worst Direction (°N)	40	50	40	40	260	260	10	140	140	10	350	350
Tension (t)	22.3	19.4	26.5	25.8	14.4	13.0	28.0	12.4	12.6	25.5	18.4	14.3
% of Strength	16%	14%	19%	18%	10%	9%	20%	9%	9%	18%	13%	10%
D2 35 knots - 310 - 90 °N												
Worst Direction (°N)	40	50	40	40	260	260	10	90	90	10	350	340
Tension (t)	41.6	33.9	53.1	51.6	18.8	15.6	60.7	11.2	11.4	53.1	31.3	19.9
% of Strength	30%	24%	38%	37%	13%	11%	43%	8%	8%	38%	22%	14%
MSC - FRANCESCA - DRAFT 14.0 m - 9 - TIERS above deck												
Line to Bollard/Hook	1	2	3	4	5	6	20	24	25	26	27	28
	S	S	R	R	P	P	C	F	F	C	B	A
A3 25 knots - All directions												
Worst Direction (°N)	40	50	40	40	260	260	10	140	140	10	350	350
Tension (t)	23.6	20.2	28.3	27.4	14.8	13.1	30.1	12.6	12.7	27.3	19.2	14.8
% of Strength	17%	14%	20%	20%	11%	9%	22%	9%	9%	20%	14%	11%
D3 35 knots - 310-90°N												
Worst Direction (°N)	40	50	40	40	260	260	10	90	90	10	350	340
Tension (t)	44.0	35.6	56.4	54.7	19.5	16.1	65.0	11.2	11.4	56.4	33.0	20.6
% of Strength	31%	25%	40%	39%	14%	11%	46%	8%	8%	40%	24%	15%

Spostamenti massimi in condizioni stazionarie

In condizioni stazionarie di vento, data l'elevata rigidità delle cime sintetiche in dotazione alle navi di ultima generazione, gli spostamenti massimi attestati per la nave, rispetto alla posizione di iniziale di ormeggio, risultano piuttosto contenuti (vedi Tabella 6-5 per la MSC DILETTA).

Tabella 6-5. MSC DILETTA - Analisi statica dell'ormeggio - Massimi spostamenti della nave

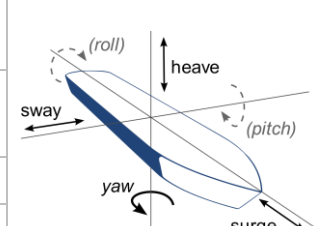
MSC DILETTA - Analisi statica dell'ormeggio - Massimi spostamenti della nave			
Scenario	Surge	Sway	Yaw
Condizioni di vento annuali (Tr 1 anno) – Raffica 1-min			
A1 – 25 nodi	0.31 (fwd) 0.02 (aft)	-0.43 (out) 0.04 (inw)	0.0° (port) -0.1° (stbd)
A4 – 25 nodi	0.43 (fwd) -0.02 (aft)	-0.74 (out) 0.05 (inw)	0.0° (port) -0.2° (stbd)
Condizioni di vento decennali (Tr 10 anni) – Raffica 1-min			
D1 – 35 nodi	0.53 (fwd) -0.12 (aft)	-1.10 (out) 0.07 (inw)	0.0° (port) -0.2° (stbd)
D4 – 35 nodi	0.74 (fwd) -0.20 (aft)	-1.60 (out) 0.09 (inw)	0.0° (port) -0.3° (stbd)



Per la MSC FRANCESCA, data la maggiore capacità di allungamento dei cavi di ormeggio in nylon in dotazione alla nave, gli spostamenti massimi della nave risultano maggiori (vedi Tabella 6-6).

Tabella 6-6. Spostamenti massimi ottenuti per la MSC FRANCESCA

MSC FRANCESCA - Analisi statica dell'ormeggio - Massimi spostamenti della nave			
Scenario	Surge	Sway	Yaw
Condizioni di vento annuali (Tr 1 anno) – Raffica 1-min			
A1 – 25 nodi	0.56 (fwd) -0.51 (aft)	-1.28 (out) 0.04 (inw)	0.1° (port) -0.1° (stbd)
A3 – 25 nodi	0.71 (fwd) -0.53 (aft)	-1.61 (out) 0.04 (inw)	0.1° (port) -0.1° (stbd)
Condizioni di vento decennali (Tr 10 anni) – Raffica 1-min			
D1 – 35 nodi	0.99 (fwd) -1.11 (aft)	-2.79 (out) 0.06 (inw)	0.1° (port) -0.2° (stbd)
D3 – 35 nodi	1.18 (fwd) -1.25 (aft)	-3.23 (out) 0.07 (inw)	0.1° (port) -0.2° (stbd)



Gli scenari analizzati sono rappresentativi di condizioni meteomarine severe, con cadenza annuale (25 nodi di vento) e decennale (35 nodi di vento) e sono stati valutati allo scopo di analizzare le massime forze sulle strutture di ormeggio, pertanto non devono essere presi a riferimento per valutare l'operatività del terminale.

È comunque possibile verificare che gli spostamenti ottenuti, in condizioni stazionarie per venti annuali di 25 nodi di velocità, risultano compresi (o poco al di sopra per la nave con cavi di nylon) nei limiti indicati dal PIANC nel rapporto "Criteria for Movements of Moored Ships in Harbours" per assicurare un'efficienza del 50% per le operazioni di carico e scarico.

Ship Type	Cargo Handling Equipment	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Yaw (°)	Pitch (°)	Roll (°)
Fishing vessels	Elevator crane	0.15	0.15	0.4	3	3	3
	Lift-on-lift-off	1.0	1.0				
	suction pump	2.0	1.0				
Freighters, coasters	Ship's gear Quarry cranes	1.0	1.2	0.6	1	1	2
		1.0	1.2	0.8	2	1	3
Ferries, Ro-Ro	Side ramp ²	0.6	0.6	0.6	1	1	2
	Dew/storm ramp	0.8	0.6	0.8	1	1	4
	linkspan	0.4	0.6	0.8	3	2	4
	Rail ramp	0.1	0.1	0.4	-	1	1
General cargo	-	2.0	1.5	1.0	3	2	5
Container vessels	100% efficiency	1.0	0.6	0.8	1	1	3
	50% efficiency	2.0	1.2	1.2	1.5	2	6
Bulk carriers	Cranes	2.0	1.0	1.0	2	2	6
	Elevator/ bucket-wheel	1.0	0.5	1.0	2	2	2
	Conveyor belt	5.0	2.5		3		
Oil tankers	Loading arms	3.0 ³	3.0				
Gas tankers	Loading arms	2.0	2.0		2	2	2

Remarks: ¹⁾ Motions refer to peak-peak values (except for sway: zero-peak).
²⁾ Ramps equipped with rollers.
³⁾ For exposed locations 5.0 m (regular loading arms allow large movements)

Table 1.2 - Recommended Motion Criteria for Safe Working Conditions.

7 GLOSSARIO

Deadweight tonnage (DWT): è la misura della capacità di carico della nave espressa in tonnellate.

Displacement tonnage (DT): è la massa totale della nave in condizioni di pieno carico, è la misura della massa d'acqua spostata dalla nave espressa in tonnellate.

Length over all (L_{oa}): lunghezza fuori tutto, è la lunghezza compresa tra le due estremità della nave espressa in metri.

Length between perps (L_{bp}): lunghezza tra le perpendicolari, è la lunghezza compresa tra le rette che individuano la chiglia della nave, espressa in metri.

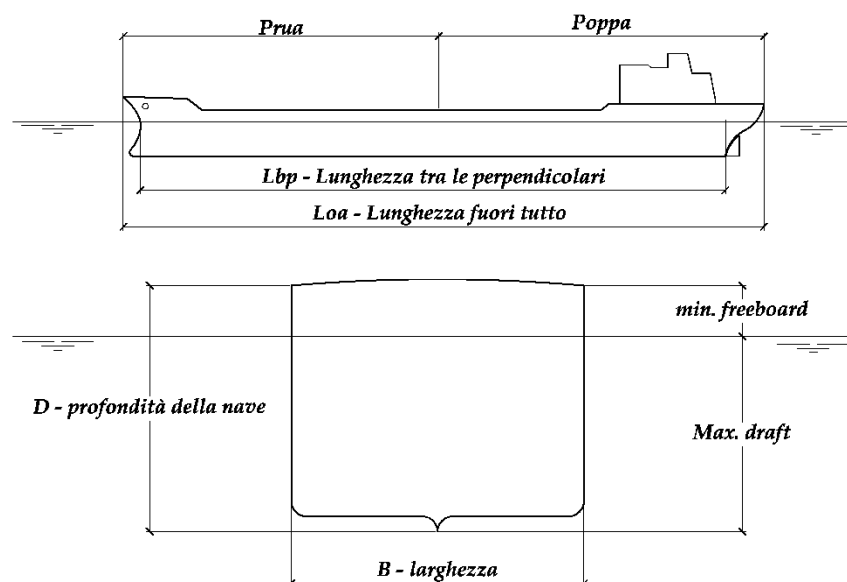
Beam (B): larghezza della nave espressa in metri.

Moulded depth (D): profondità complessiva dello scafo espressa in metri.

Max Draft (d): è il massimo pescaggio della nave in condizioni di pieno carico.

Full load condition: condizioni di pieno carico per la nave.

Ballast condition: in assenza di carico per assicurare la stabilità della nave viene zavorrata con acqua di mare.



Definizione dei parametri geometrici di una nave

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

MBL Sigla di Minimum Breaking Load, indica il valore minimo certificato a cui si rompe un cavo di ormeggio

SWL Sigla di Safe Working Load, indica il valore massimo a cui può essere sottoposto un dispositivo di ritenuta per le cime di ormeggio (bitta, gancio a scocco)

TEU Sigla di twenty (feet) equivalent unit, indica il container da 20×12×8 piedi e anche, la capacità di trasporto di una nave portacontainer



8 BIBLIOGRAFIA

British Standards BS 6349-6. (1989). *Design of inshore moorings and floating structures.*

BS 6349-4. (2014). *Code of Practice for Design of Fendering and Mooring Systems.*

PIANC MarCom WG 121. (2014). *Harbour Approach Channel Design Guidelines.*

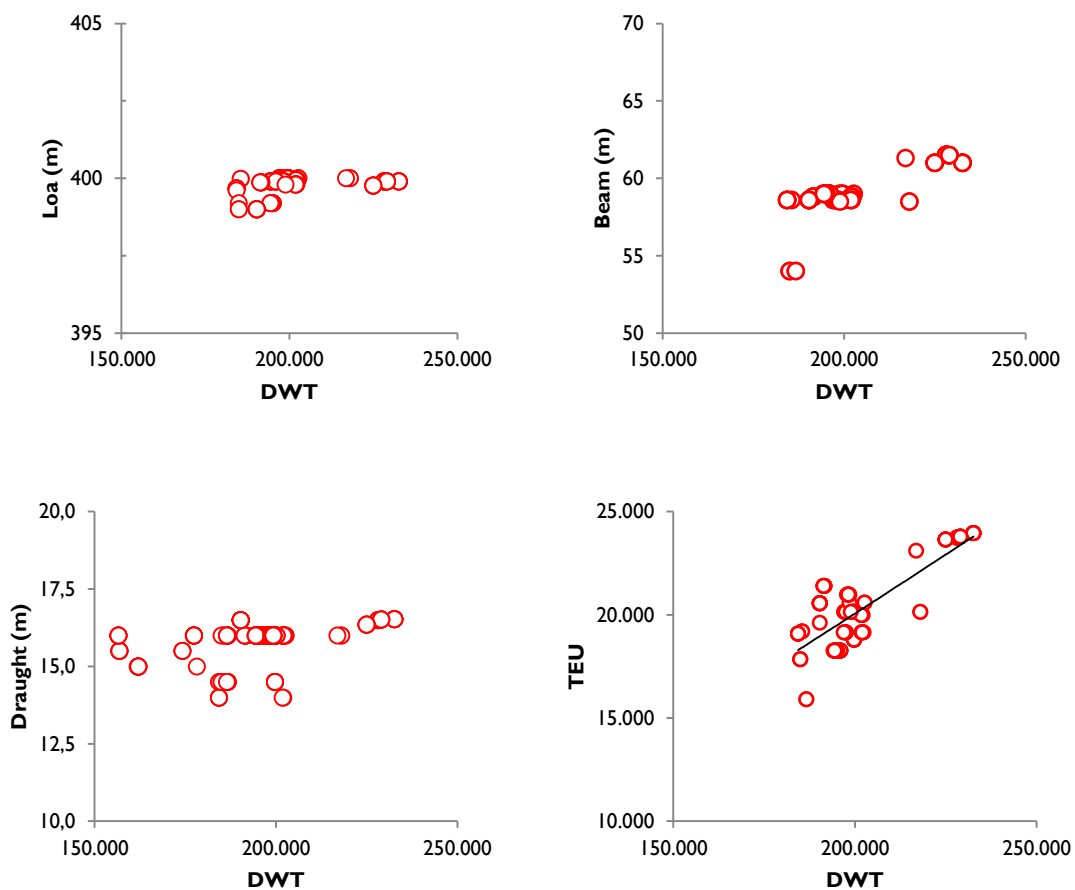
PIANC MarCom152. (2016). *Guidelines for Cruise Terminal.*

PIANC MarCom33. (2002). *Guidelines for the Design of Fender Systems.*

APPENDICE 1: ULCV ship dimensions



Pictures of MSC Gülsün ULVC container vessel
Length over all (Loa): 399.9 m, Beam: 61.8 m, Draught: 16.5 m, Gross Tonnage (GT): 232618,
Deadweight DWT: 228149



Main ship dimensions Length over all (L_{oa}), Beam, Draught and TEU capacity as function of deadweight tonnage (DWT), for ULCV (built after 2006).
Data extracted from Clarkson register ship database (2020)

Appendice 2: Metodo di calcolo per l'energia di accosto

Il metodo proposto dal PIANC (PIANC MarCom33, 2002) per il calcolo dell'energia di cinetica della nave in fase di accosto E_f utilizza la seguente formula:

$$E_f = 0.5 \cdot C_M \cdot C_E \cdot C_C \cdot C_S \cdot M_d \cdot V_B^2 \quad \text{kNm}$$

dove:

C_M = coefficiente di massa aggiunta;

C_E = coefficiente di eccentricità;

C_C = coefficiente di configurazione dell'ormeggio;

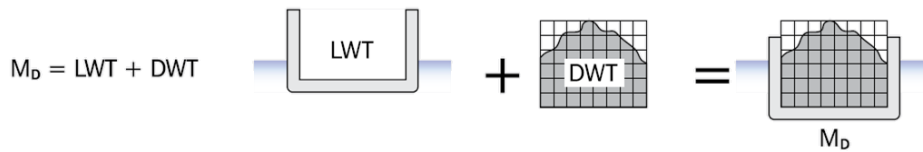
C_S = coefficiente di deformabilità.

M = Massa della nave (equivalente al dislocamento DT in t)

V_B = velocità di accosto ortogonale alla linea d'ormeggio (in m/s)

Massa (dislocamento) della nave (M_d)

La massa della nave M_d equivale al suo dislocamento DT, espresso in tonnellate, dato dal peso della nave scarica (Light Ship Weight LWT) e dal carico trasportato DWT (peso delle merci + carburante + acqua e viveri, etc...).



Dato il pescaggio della nave D_L in condizioni di pieno carico M_d è possibile determinare il pescaggio in condizioni di carico parziale utilizzando la relazione:

$$D = (LWT + DWT) \times D_L / M_d$$

In mancanza di indicazioni specifiche per le dimensioni delle navi è possibile fare riferimento ai dati forniti dal PIANC (PIANC MarCom WG 121, 2014).

La seguente tabella riportata le dimensioni caratteristiche delle navi porta contenitori appartenenti alle classi Post Panamax e ULCV.

TYPE	DWT (t)	Δ_m (t)	L_{oa} (m)	L_{pp} (m)	B (m)	T (m)	C_s (-)	MIN. LATERAL WINDAGE: FULLY LOADED (m ²)	MAX. LATERAL WINDAGE: IN BALLAST (m ²)	APPROX. CAPACITY: TEU / CEU
Container Ships (Post-Panamax)	245,000	340,000	470.0	446.0	60.0	18.0	0.69	11,000	12,500	22,000
	200,000	260,000	400.0	385.0	59.0	16.5	0.68	10,700	12,000	18,000
	195,000	250,000	418.0	395.0	56.4	16.0	0.68	10,100	11,300	14,500
	165,000	215,000	398.0	376.0	56.4	15.0	0.66	9,500	10,500	12,200
	125,000	174,000	370.0	351.0	45.8	15.0	0.70	8,700	9,500	10,000
	120,000	158,000	352.0	335.0	45.6	14.8	0.68	8,000	8,700	9,000
	110,000	145,000	340.0	323.0	43.2	14.5	0.70	7,200	7,800	8,000
	100,000	140,000	326.0	310.0	42.8	14.5	0.71	6,900	7,500	7,500
TEU	90,000	126,000	313.0	298.0	42.8	14.5	0.66	6,500	7,000	7,000
	80,000	112,000	300.0	284.0	40.3	14.5	0.66	6,100	6,500	6,500
	70,000	100,000	280.0	266.0	41.8	13.8	0.64	5,800	6,100	6,000
	65,000	92,000	274.0	260.0	41.2	13.5	0.62	5,500	5,800	5,600
	60,000	84,000	268.0	255.0	39.8	13.2	0.61	5,400	5,700	5,200
	55,000	76,500	261.0	248.0	38.3	12.8	0.61	5,200	5,500	4,800

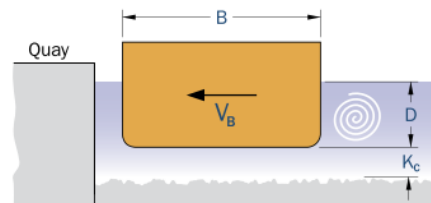
“Block coefficient” (CB)

Il “block coefficient” è un coefficiente funzione della forma dello scafo della nave definito come il rapporto tra il dislocamento della nave, peso del volume d’acqua spostato dalla nave, e il peso del volume d’acqua del parallelepipedo in cui è inscritta la carena della nave:

$$C_B = \frac{M_D}{L_{BP} \times B \times d \times \rho_w}$$

Coefficiente di massa aggiunta (CM)

Il coefficiente di massa aggiunta CM tiene conto del volume di acqua che si muove assieme alla nave e che comporta un aumento della massa in movimento.



PIANC (2002)	SHIGERA UEDA (1981)	VASCO COSTA* (1964)
for $\frac{K_c}{D} \leq 0.1$ $C_M = 1.8$	$C_M = \frac{\pi \times D}{2 \times C_B \times B}$	$C_M = 1 + \frac{2D}{B}$
for $0.1 \leq \frac{K_c}{D} \leq 0.5$ $C_M = 1.875 - 0.75 \left[\frac{K_c}{D} \right]$		
for $\frac{K_c}{D} \geq 0.5$ $C_M = 1.5$		

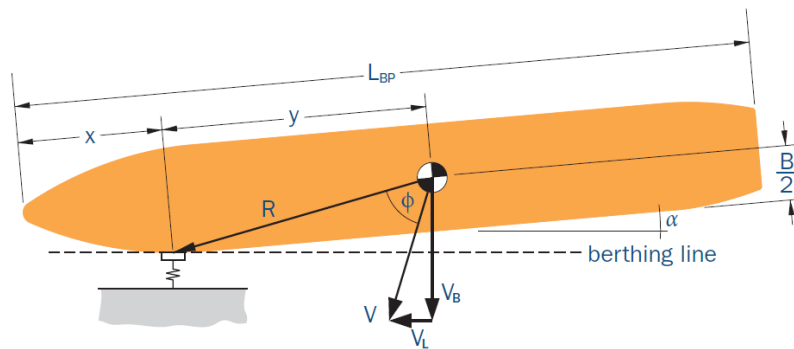
*valid where $V_B \geq 0.08\text{m/s}$, $K_c \geq 0.1D$

where,
D = draft of vessel (m)
B = beam of vessel (m)
 L_{BP} = length between perpendiculars (m)
 K_c = under keel clearance (m)

Il metodo di calcolo raccomandato è quello indicato dal PIANC (2002). Il metodo di calcolo di Vasco Costa può essere adottato dove le profondità dei fondali risultano confrontabili con il pescaggio della nave ($K_c > 0.1D$).

Coefficiente di eccentricità (CE)

Il coefficiente di eccentricità tiene conto della dissipazione di energia nella rotazione della nave intorno al punto di impatto dei parabordi.



Il coefficiente di eccentricità è calcolato come segue:

$$C_E = \frac{K^2 + R^2 \cdot \cos^2 \phi}{K^2 + R^2} \text{ per } \phi > 10^\circ$$

dove:

K = raggio di girazione [m]

$$K = (0.19 \times C_B + 0.11) \times L_{BP}$$

R = distanza del centro di massa della nave dal punto di impatto [m]

$$R = [y^2 + (B/2)^2]^{0.5}$$

con

$$x + y = L_{PB}/2$$

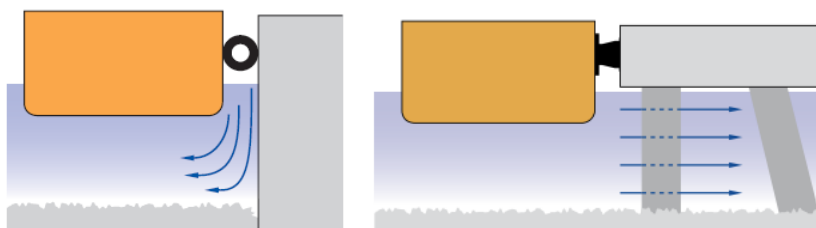
ϕ = angolo del vettore velocità (per $\phi < 10^\circ$ si pone $C_E = 1$)

$$\phi = \arccos(B/2R) - \alpha$$

Coefficiente di configurazione dell'ormeggio (CC)

Il coefficiente di configurazione dell'ormeggio tiene conto della dissipazione di energia dovuta all'acqua presente tra lo scafo della nave e la struttura di ormeggio che funge da cuscinetto.

Per banchine a parete verticale in caso di accosto parallelo (angolo di ormeggio $< 5^\circ$) e con franco sotto chiglia K_c inferiore al 15% del pescaggio della nave il coefficiente di configurazione C_c può essere assunto pari a 0.9 mentre per le strutture semi-chiuse o aperte il coefficiente di configurazione C_c è pari a 1.0.



Coefficiente di deformabilità (CS)

Il coefficiente di deformabilità tiene conto dell'energia dissipata dallo scafo della nave nel caso di parabordi che presentano una durezza maggiore rispetto a quella dello scafo. La durezza dei parabordi è definita in funzione della loro deformabilità nei limiti seguenti:

$\delta_F \leq 150 \text{ mm}$: $C_S = 0.9$ (Fender soffici)

$\delta_F > 150 \text{ mm}$: $C_S = 1.0$ (Fender duri)

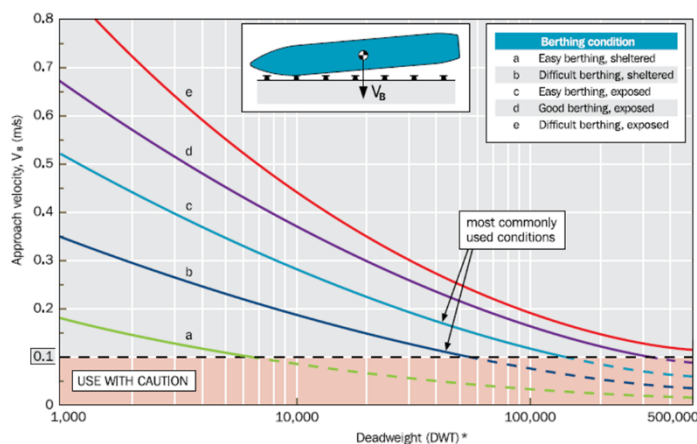


Velocità di accosto

In **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. sono riportate le curve che forniscono, in funzione del DWT/DT la velocità di accosto della nave suggerita dal PIANC (PIANC MarCom33, 2002) e dalle British Standards (BS 6349-4, 2014) per diverse condizioni di ormeggio.

La velocità di accosto delle navi maggiori è minore di quelle di piccole dimensioni. Le velocità di accosto presentate nel grafico sono valide in condizioni di ormeggio assistito con i rimorchiatori. I valori di velocità possono essere molto più grandi in assenza di rimorchiatori.

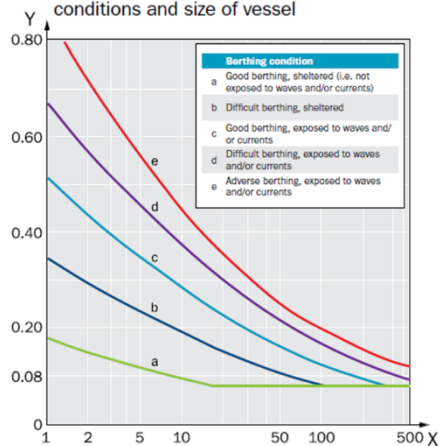
Berthing Speeds indicated in the Table is based on PIANC Guidelines for the Design of Fender Systems, 2002



*PIANC suggests using DWT from 50% or 75% confidence limit ship tables.

BS 6349-4:2014

Design berthing velocity as function of navigation conditions and size of vessel



Key – X Water displacement, in 1000 t
Y Characteristic velocity, in m/s, perpendicular to the berth

Velocità di accosto in funzione del DWT/DT delle navi. (PIANC 2002/BS 6349:2014)

Coefficiente di sicurezza (FS) (abnormal berthing)

Per tenere conto di possibili errori in fase di manovra, di malfunzionamenti o di condizioni meteorologiche particolarmente avverse, si considera un coefficiente di sicurezza F_s per il calcolo dell'energia di accosto eccezionale definito come $E_A = F_s \times E_f$.

Il coefficiente di sicurezza F_s può essere selezionato facendo riferimento alla tabella del PIANC di seguito riportata (PIANC2002, Tab. 4.2.5).

PIANC Factors of Safety (F_s)

VESSEL TYPE	SIZE	F_s
Tanker, bulk, cargo	Largest	1.25
	Smallest	1.75
Container	Largest	1.5
	Smallest	2.0
General cargo	–	1.75
RoRo, ferries	–	≥ 2.0
Tugs, workboats, etc	–	2.0

Source: PIANC 2002; Table 4.2.5.

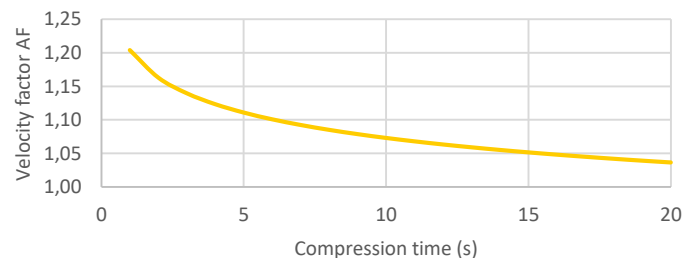
Fattori correttivi per il calcolo dell'energia e della reazione effettive

I valori caratteristici di energia e reazione dei parabordi forniti nei cataloghi dei produttori sono riferiti a condizioni standard con velocità di accosto costante $v = 150 \text{ mm/s}$, temperatura di 23°C e angolo di accosto nullo. La tolleranza sulle prestazioni è generalmente del $\pm 10\%$.

Per determinare le prestazioni reali del parabordo occorre applicare dei fattori correttivi in funzione delle effettive condizioni di esercizio.

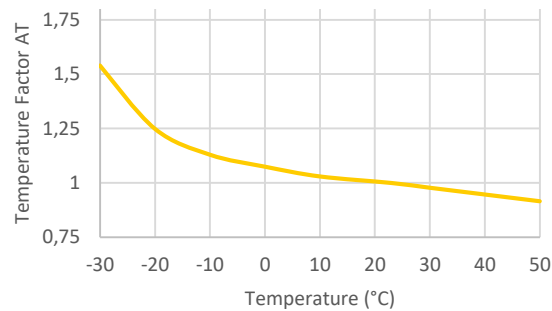
fattore correttivo dovuto alla velocità di accosto

Il fattore correttivo AF dovuto alla velocità di accosto è in funzione del tempo di deformazione del parabordo (compression time), che a sua volta dipende dalla velocità iniziale di accosto della nave e dalla decelerazione fornita dal parabordo.



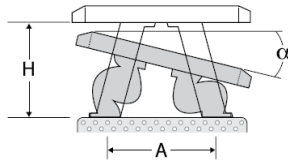
fattore correttivo dovuto alla temperatura

Il comportamento della gomma dei parabordi cambia in funzione della temperatura. I parabordi diventano più morbidi ad alte temperature con una minore capacità di assorbimento dell'energia, al contrario a basse temperature i parabordi sono più rigidi e assorbono più energia.



fattore correttivo dovuto all'angolo di contatto sui parabordi

I parabordi dotati di piastra di contatto possono essere soggetti a delle modifiche, rispetto ai valori teorici di energia di assorbimento e reazione, determinate dall'angolo di contatto della nave sulla piastra (vedi figura seguente) sia in termini longitudinali che trasversali, determinati da diversi fattori come ad esempio l'angolo di accosto e inclinazione (trasversale e longitudinale) dello scavo della nave.



I valori di correzione di energia di assorbimento e reazione del parabordo sono in genere forniti dai produttori del parabordi all'interno di schede tecniche o nel catalogo, sotto forma di valori tabellati e/o grafici espressi in funzione delle dimensioni del parabordo e dell'angolo di inclinazione.

I coefficienti correttivi relativi all'angolo di inclinazione adottati nel calcolo sono stati desunti dalle schede tecniche dei fornitori e sono riportati nella seguente tabella.

Angle Factor (AF) Table

ANGLE (°)	ENERGY FACTOR (SUPER CONE FENDER)	ENERGY FACTOR (SCK CELL FENDER)	REACTION FACTOR
0	1.000	1.000	1.000
3	1.039	0.977	1.000
5	1.055	0.951	1.000
8	1.029	0.909	1.000
10	1.000	0.883	1.000
15	0.856	0.810	0.950
20	0.739	0.652	0.800

The table can be used to estimate fender performance under angular compression (due to bow flare, berthing angle, etc).

Verifica della pressione del parabordo sulla carena della nave

Le pressioni ammissibili sulla carena della nave dipendono dallo spessore dello scafo e dalla distanza dei telai di irrigidimento interno e variano a seconda del tipo di nave. Per le definizioni delle pressioni ammissibili sullo scafo si può fare riferimento alla tabella del PIANC riportata di seguito.

VESSEL TYPE	SIZE/CLASS	HULL PRESSURE (kN/m ²)
Container ships	< 1,000 teu (1st/2nd generation)	< 400
	< 3,000 teu (3rd generation)	< 300
	< 8,000 teu (4th generation)	< 250
	> 8,000 teu (5th/6th generation)	< 200
General cargo	≤ 20,000 DWT	400–700
	> 20,000 DWT	< 400
Oil tankers	≤ 20,000 DWT	< 250
	≤ 60,000 DWT	< 300
	> 60,000 DWT	150–200
Gas carriers	LNG/LPG	< 200
Bulk carriers		< 200
RoRo		Usually fitted with beltings (strakes)
Passenger/cruise		
SWATH		

Source: PIANC 2002; Table 4.4.1

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	-----------------------

APPENDICE 3: MSC FRANCESCA Mooring layout

