

PROGETTO DEFINITIVO MARINA DI MARSALA FUTURO PIANO REGOLATORE PORTUALE



Tav.

Stato Progetto **DEFINITIVO**

Rev.

Data **Apr. 2014**

Scala

MM

Descrizione

Piano di ormeggio pontili - Relazione di calcolo

M.02

Committente

M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l.
Via Favara 452/c bis- T. +39 0923 722319

Marsala Yachting Resort

Capo Progetto e Marina Designer

Ing. Massimo Ombra

Ordine degli Ing. della Provincia di Trapani n°1046

Timbro e Firma



Progettisti

Coordinamento gruppo di progettazione:

Ing. Francesco Di Noto

Progettazione Architettonica:

Arch. Stefania Bacci

Progettazione Architettonica:

Itinerlab Srl - Architetti Nuzzo

Ingegneria marittima / civile e studi ambientali:

Ing. Antonio D'Arrigo

Collaborazioni

Opere marittime:

Ing. Agostino La Rosa

Analisi strutturali e geotecniche:

Ing. Nicola Rustica

Impianti idrici:

Ing. Giovanni Berbiglia

Impianti elettrici e di illuminazione:

Ing. Pietro Inferrera / Ing. Massimo Brancatelli

Aspetti ambientali:

Ing. Domenico Mangano

Studi geologici e geotecnici:

Dott. Piero Merk Ricordi

REGIONE SICILIANA



COMUNE DI MARSALA

Provincia di Trapani



**PROGETTO DEFINITIVO MARINA DI MARSALA
FUTURO PIANO REGOLATORE PORTUALE**

Committente: M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l

**PIANO DI ORMEGGIO DEI PONTILI
RELAZIONE DI CALCOLO**

INDICE

1. GENERALITÀ	1
1.1. PREMESSA	1
1.2. IL REGIME DEI VENTI.....	2
1.2.1. MEDATLAS (38°N-12°E) - dati di vento annuali.....	3
1.3. ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI DI VENTO.....	4
2. CALCOLO DI STABILITÀ DEI PONTILI.....	6
2.1. PREMESSA	6
2.2. CARICHI DI PROGETTO.....	8
2.3. AZIONI DEL VENTO	9
2.4. AZIONI AGENTI SUI PUNTI DI ANCORAGGIO	14
2.5. DIMENSIONAMENTO DELLE CATENE.....	15
2.5.1. PREMESSA	15
2.5.2. DIMENSIONAMENTO.....	15
2.5.3. AZIONI AGENTI SUI CORPI MORTI	17
2.5.4. AZIONI DELLE CORRENTI.....	18
2.5.5. AZIONI AGENTI IN FASE DI ACCOSTO	18
2.5.6. AZIONI SULL'ORMEGGIO.....	19
2.5.7. DIMENSIONAMENTO DELL'ORMEGGIO.....	22
3. CONCLUSIONI.....	29

1. GENERALITÀ

1.1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce al calcolo delle strutture necessarie per la stabilità dei pontili di ormeggio delle imbarcazioni che attraccano all'interno del porto nell'ambito del *“Progetto Definitivo Marina di Marsala futuro Piano Regolatore Portuale”*. *La relazione viene riemessa per le modifiche apportate al masterplan che hanno comportato la rimodulazione e il cambiamento di alcuni pontili.*

In particolare per la redazione del piano di ormeggio si è ottemperato a quanto richiesto dalla Capitaneria di Porto – Ufficio Demanio di Trapani, al punto n° 1-e dell'allegato F/2 e cioè che i corpi morti previsti per l'attracco dei pontili sono stati studiati in modo tale da non recare limitazioni alla sicurezza dei natanti, e sono compresi all'interno dell'ingombro pontile/posto barca.

Tale disposizione consente una percorribilità del canale di accesso in piena sicurezza.

Nello Studio Idraulico Marittimo (cfr. AP R.02) si è determinato il moto ondoso in corrispondenza del sito in esame nonché il regime dei venti incidente il sito oggetto di studio, mentre nella relazione MM R.03 vengono trattati gli aspetti della propagazione dell'onda all'interno del bacino portuale e della corrispondente agitazione residua.

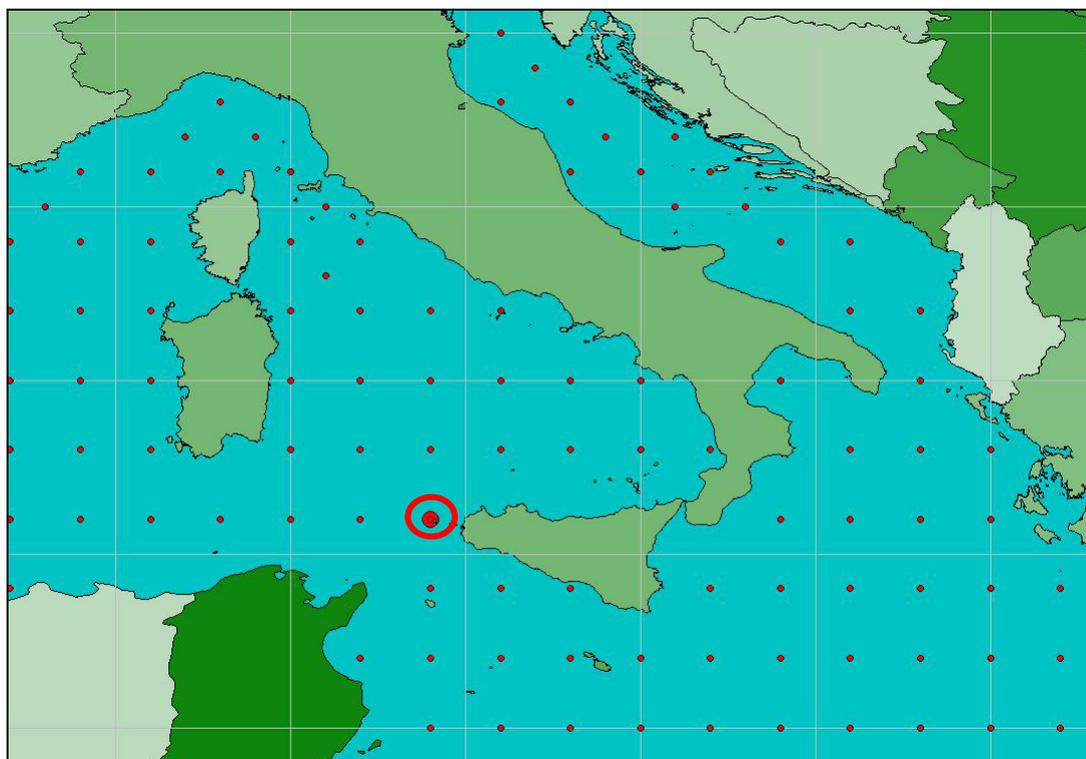


Figura 1 – Localizzazione del punto di rilevamento MedAtlas – (38°N – 12°E).

In particolare per i dati di vento si sono estrapolati i valori massimi per i vari settori di provenienza e sono stati regolarizzati con il metodi di Gumbel e di Weibull ottenendo la velocità massima del vento in funzione del tempo di ritorno.

Per i calcoli di verifica si è assunto un tempo di ritorno pari a 250 anni in concomitanza con una agitazione residua all'interno del bacino portuale corrispondente a onde massime di 0.50 m così come suggerisce il PIANC.

Le verifiche condotte riguardano la compatibilità del pontile prescelto e il sistema di ancoraggio dello stesso e delle imbarcazioni.

1.2. IL REGIME DEI VENTI

Per determinare le azioni dovute al vento, si sono utilizzati i dati riportati nel *Wind and Wave Atlas of the Mediterranean Sea* – Aprile 2004. I dati relativi all'intero anno sono riportati nel paragrafo §1.2.1.

Le osservazioni sono espresse in m/s per ventiquattro direzioni di 15° a partire dal Nord geografico. Si sono ottenute per le sedici direzioni fondamentali, le frequenze stagionali e annuali per le seguenti classi di velocità 0-1 2-4 5-7 8-12 13-23 espresse in m/sec. Sono riportati i grafici relativi alle classi di velocità suddette per le varie direzioni dai quali si evince che

- INTERO ANNO: i venti dominanti provengono con maggiore frequenza da Ponente e da Libeccio e con minore frequenza da Tramontana e Ostro. I venti con alta frequenza, ma non classificabili regnanti, risultano provenire da tutto il paraggio interessato con picchi in corrispondenza di Ponente e Mezzogiorno Libeccio.

1.2.1.

MEDATLAS (38°N-12°E) - DATI DI VENTO ANNUALI

ELABORAZIONE DATI METEREologici

Bivariate frequency table of uw and th_wind

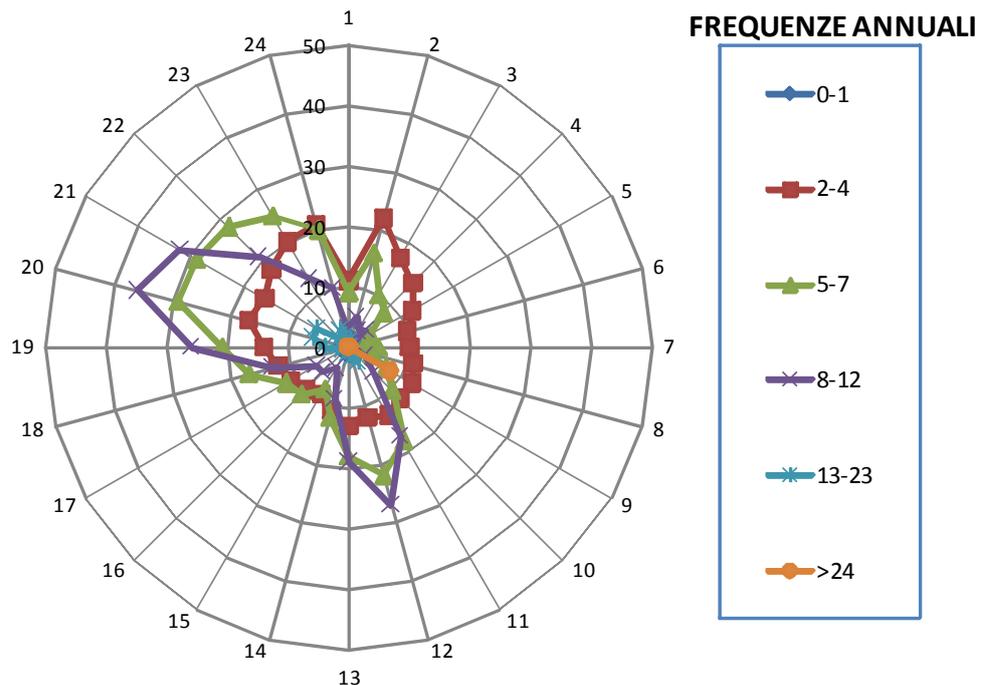
(38N, 12E)

DIREZIONE ED ALTEZZA D'ONDA

Total number of observations: 14608

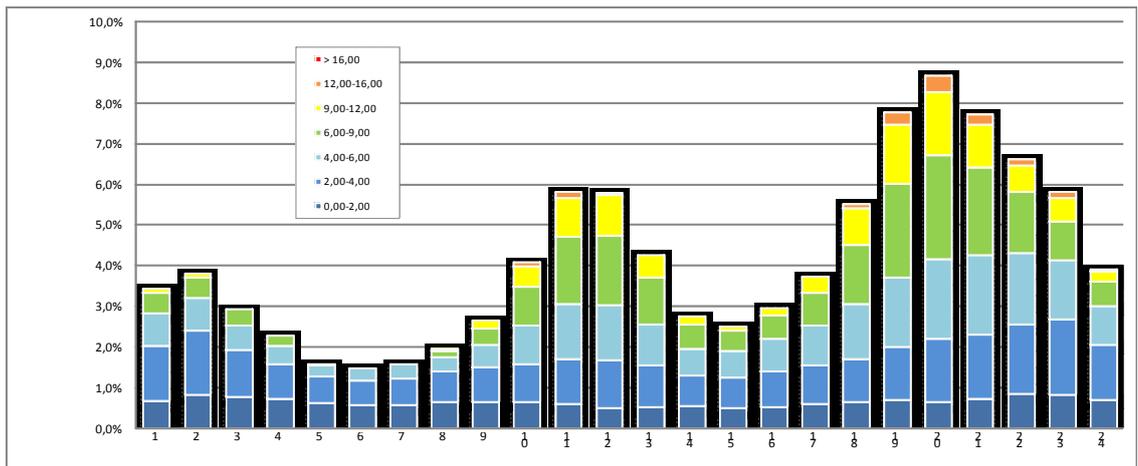
Distribuzione delle frequenze **annuali**

SET	da	a	CLASSI DI VELOCITA' (m/sec)						TOTALE
			0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	>24	
1	0°	15°	1	11	9	3	0	0	24
2	15°	30°	1	22	16	5	1	0	45
3	30°	45°	1	17	10	3	0	0	31
4	45°	60°	1	15	8	4	0	0	28
5	60°	75°	1	12	4	1	0	0	18
6	75°	90°	1	10	3	0	0	0	14
7	90°	105°	1	10	5	0	0	0	16
8	105°	120°	1	11	4	0	0	0	16
9	120°	135°	1	12	7	3	0	8	31
10	135°	150°	1	12	10	6	1	0	30
11	150°	165°	1	13	18	17	3	0	52
12	165°	180°	1	12	22	27	2	0	64
13	180°	195°	1	13	18	19	1	0	52
14	195°	210°	1	11	12	9	0	0	33
15	210°	225°	1	9	8	4	0	0	22
16	225°	240°	1	10	11	6	0	0	28
17	240°	255°	1	11	12	6	1	0	31
18	255°	270°	1	12	17	13	1	0	44
19	270°	285°	1	14	21	26	4	0	66
20	285°	300°	1	17	29	36	6	0	89
21	300°	315°	1	16	29	32	6	0	84
22	315°	330°	1	18	28	21	2	0	70
23	330°	345°	1	20	25	13	3	0	62
24	345°	360°	1	21	20	10	2	0	54
TOTALE			24	329	346	264	33	8	1004



NUMERO DI APPARIZIONI DATI DI VENTO																											
DIREZIONE	7,5°	22,5°	37,5°	52,5°	67,5°	82,5°	97,5°	112,5°	127,5°	142,5°	157,5°	172,5°	187,5°	202,5°	217,5°	232,5°	247,5°	262,5°	277,5°	292,5°	307,5°	322,5°	337,5°	352,5°	TOTALE		
SETTORE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
V = 20 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V = 18 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V = 16 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V = 14 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	22	7	0	0	0	0	0	15	36	44	30	22	22	7	20	30	
V = 12 m/s	8	7	0	0	0	0	0	0	8	29	59	66	37	7	0	8	29	59	88	95	66	44	37	14	661	661	
V = 10 m/s	8	7	0	0	0	0	0	8	22	44	81	81	44	22	15	15	29	74	125	132	88	51	44	22	912	912	
V = 9 m/s	15	15	15	7	0	0	0	0	8	37	73	74	44	22	22	29	36	66	103	110	81	44	29	22	852	852	
V = 8 m/s	22	22	22	14	0	0	0	8	22	44	73	81	51	22	22	29	36	74	110	117	110	81	44	22	1026	1026	
V = 7 m/s	36	37	22	15	7	0	0	15	29	58	96	95	74	44	29	29	44	73	125	146	125	95	66	44	1304	1304	
V = 6 m/s	44	44	29	22	15	22	22	22	36	66	103	102	74	44	44	59	73	103	132	147	139	118	95	59	1614	1614	
V = 5 m/s	73	74	59	44	22	22	29	29	44	73	96	95	74	51	52	59	73	96	117	140	147	139	118	81	1807	1807	
V = 4 m/s	95	110	74	51	37	29	36	52	59	66	88	95	74	51	52	66	73	73	95	124	125	139	154	103	1921	1921	
V = 3 m/s	102	118	95	74	59	59	59	66	73	73	80	74	59	59	66	80	96	66	80	96	103	103	110	117	95	1938	1938
V = 2 m/s	66	81	73	66	51	44	44	52	59	59	51	44	44	44	44	44	44	52	59	59	73	81	80	66	1380	1380	
V = 1 m/s	35	43	43	43	43	43	43	37	36	37	29	36	37	29	36	44	44	44	44	44	37	36	44	44	37	943	943
TOTALE	504	558	432	336	234	219	233	288	390	600	852	849	626	403	368	433	547	809	1138	1269	1130	968	850	572	14608	14608	

PERCENTUALI DI APPARIZIONE DATI DI VENTO																										
DIREZIONE	7,5°	22,5°	37,5°	52,5°	67,5°	82,5°	97,5°	112,5°	127,5°	142,5°	157,5°	172,5°	187,5°	202,5°	217,5°	232,5°	247,5°	262,5°	277,5°	292,5°	307,5°	322,5°	337,5°	352,5°	TOTALE	
SETTORE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
V = 20 m/s	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%
V = 18 m/s	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%
V = 16 m/s	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,10%	0,05%	0,00%	0,00%	0,2%	
V = 14 m/s	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,25%	0,30%	0,21%	0,15%	1,0%	
V = 12 m/s	0,05%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,20%	0,40%	0,45%	0,25%	0,05%	0,00%	0,05%	0,20%	0,40%	0,60%	0,65%	0,45%	0,30%	0,25%	0,10%	4,5%	
V = 10 m/s	0,05%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,15%	0,30%	0,55%	0,55%	0,30%	0,15%	0,10%	0,10%	0,20%	0,51%	0,86%	0,90%	0,60%	0,35%	0,30%	0,15%	6,2%	
V = 9 m/s	0,10%	0,10%	0,05%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,25%	0,50%	0,51%	0,30%	0,15%	0,15%	0,20%	0,25%	0,45%	0,71%	0,75%	0,55%	0,30%	0,20%	0,15%	0,15%	5,8%	
V = 8 m/s	0,15%	0,15%	0,15%	0,10%	0,00%	0,00%	0,05%	0,15%	0,30%	0,50%	0,55%	0,35%	0,15%	0,15%	0,20%	0,25%	0,51%	0,75%	0,80%	0,75%	0,55%	0,30%	0,15%	0,15%	7,0%	
V = 7 m/s	0,25%	0,25%	0,15%	0,10%	0,05%	0,00%	0,05%	0,10%	0,20%	0,40%	0,66%	0,65%	0,51%	0,30%	0,20%	0,20%	0,50%	0,86%	1,00%	0,86%	0,65%	0,45%	0,30%	0,15%	8,9%	
V = 6 m/s	0,30%	0,30%	0,20%	0,15%	0,10%	0,15%	0,15%	0,25%	0,45%	0,71%	0,70%	0,51%	0,30%	0,30%	0,40%	0,50%	0,71%	0,90%	1,01%	0,95%	0,81%	0,65%	0,40%	0,15%	11,0%	
V = 5 m/s	0,50%	0,51%	0,40%	0,30%	0,15%	0,15%	0,20%	0,20%	0,30%	0,50%	0,66%	0,65%	0,51%	0,35%	0,36%	0,40%	0,50%	0,66%	0,80%	0,96%	1,01%	0,95%	0,81%	0,55%	12,4%	
V = 4 m/s	0,65%	0,75%	0,51%	0,35%	0,25%	0,25%	0,36%	0,40%	0,45%	0,60%	0,65%	0,51%	0,35%	0,36%	0,45%	0,50%	0,50%	0,65%	0,85%	0,86%	0,95%	1,05%	0,71%	0,15%	13,2%	
V = 3 m/s	0,70%	0,81%	0,65%	0,51%	0,40%	0,40%	0,40%	0,45%	0,50%	0,50%	0,55%	0,51%	0,40%	0,40%	0,40%	0,45%	0,55%	0,66%	0,71%	0,71%	0,75%	0,80%	0,65%	0,15%	13,3%	
V = 2 m/s	0,45%	0,55%	0,50%	0,45%	0,35%	0,30%	0,30%	0,36%	0,40%	0,35%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,36%	0,40%	0,40%	0,50%	0,55%	0,55%	0,45%	0,15%	0,15%	9,4%	
V = 1 m/s	0,24%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,25%	0,25%	0,25%	0,20%	0,25%	0,25%	0,20%	0,25%	0,30%	0,30%	0,30%	0,25%	0,25%	0,30%	0,30%	0,25%	0,15%	6,5%	
TOTALE	3,5%	3,8%	3,0%	2,3%	1,6%	1,5%	1,6%	2,0%	2,7%	4,1%	5,8%	5,8%	4,3%	2,8%	2,5%	3,0%	3,7%	5,5%	7,8%	8,7%	7,7%	6,6%	5,8%	3,9%	100,0%	



1.3. ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI DI VENTO

L'indagine sin qui eseguita, pur evidenziando le caratteristiche del vento nella zona in esame, nulla dice sulla distribuzione degli eventi ed in particolare sui tempi di ritorno con cui tenderebbero a manifestarsi. Il vento come tutti gli eventi meteorologici determinati da una grande serie di dati può considerarsi un fenomeno stocastico; gli eventi si ipotizzano indipendenti e quindi elaborabili con il metodo delle probabilità.

Tale studio è stato eseguito nello "Studio Idraulico Marittimo" e per facilità di lettura si riporta nella Tabella 1 il regime dei venti in funzione dei tempi di ritorno. Le elaborazioni dei dati di vento per il calcolo degli ormeggi dei pontili galleggianti

vengono effettuati per tempi di ritorno di 250 anni, in quanto il pontile deve rimanere stabile anche per forti raffiche che possono avvenire anche per brevi periodi.

RIEPILOGO ELABORAZIONI STATISTICHE SUI DATI DI VENTO											
Sett.	Fattori distrib.	DISTRIBUZIONE DI GUMBEL					DISTRIBUZIONE DI WEIBULL				
		Tr = 10	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 250	Tr = 10	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 250
tutti	P(x)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	V (m/s)	13.26	15.91	17.05	18.19	18.56	15.04	19.47	21.48	23.55	24.22
2	V (m/s)	13.07	15.67	16.79	17.92	18.28	14.72	19.00	20.93	22.92	23.57
3	V (m/s)	11.05	13.27	14.23	15.19	15.50	12.61	16.37	18.08	19.84	20.41
4	V (m/s)	10.49	12.73	13.69	14.65	14.96	11.75	15.41	17.08	18.79	19.35
5	V (m/s)	7.87	9.61	10.36	11.11	11.35	8.61	11.39	12.66	13.96	14.39
6	V (m/s)	7.15	8.70	9.37	10.04	10.25	7.82	10.32	11.46	12.64	13.03
7	V (m/s)	7.15	8.66	9.31	9.96	10.17	7.82	10.28	11.40	12.55	12.93
8	V (m/s)	11.42	14.01	15.13	16.25	16.61	12.78	16.99	18.91	20.88	21.53
9	V (m/s)	14.00	16.94	18.21	19.47	19.88	15.95	20.89	23.13	25.43	26.18
10	V (m/s)	16.94	20.19	21.59	22.99	23.44	19.68	25.34	27.90	30.53	31.39
11	V (m/s)	17.47	20.56	21.89	23.22	23.65	20.54	26.08	28.59	31.15	31.99
12	V (m/s)	16.56	19.44	20.68	21.91	22.31	19.10	24.17	26.46	28.80	29.57
13	V (m/s)	15.58	18.46	19.71	20.95	21.35	18.42	23.64	26.00	28.43	29.22
14	V (m/s)	14.00	16.83	18.06	19.28	19.67	15.95	20.78	22.97	25.22	25.96
15	V (m/s)	12.75	15.34	16.46	17.57	17.93	14.85	19.43	21.51	23.65	24.35
16	V (m/s)	13.86	16.63	17.82	19.01	19.39	15.83	20.55	22.69	24.90	25.62
17	V (m/s)	15.26	18.20	19.47	20.73	21.14	17.89	23.09	25.44	27.86	28.66
18	V (m/s)	17.21	20.30	21.63	22.95	23.38	20.03	25.45	27.91	30.42	31.25
19	V (m/s)	18.77	21.97	23.35	24.72	25.17	21.62	27.18	29.69	32.26	33.10
20	V (m/s)	19.27	22.52	23.92	25.31	25.76	22.56	28.33	30.92	33.59	34.46
21	V (m/s)	18.33	21.50	22.86	24.22	24.66	21.08	26.53	28.98	31.50	32.33
22	V (m/s)	16.97	20.00	21.31	22.61	23.03	19.84	25.14	27.54	29.99	30.79
23	V (m/s)	16.98	20.14	21.50	22.85	23.29	19.84	25.30	27.77	30.30	31.13
24	V (m/s)	15.55	18.66	19.99	21.33	21.76	17.71	22.88	25.23	27.63	28.42

Tabella 1 - Dati di vento elaborati MedAtlas

Come si evince dalla tabella riportata sopra i valori massimi di vento per fissato tempo di ritorno risultano essere quelli dell'elaborazione statistica dei dati mediante i Weibull e per tale motivo nei calcoli di seguito riportati si utilizzerà l'ultima colonna della Tabella 1.

2. CALCOLO DI STABILITA' DEI PONTILI

2.1. PREMESSA

I pontili galleggianti sono di norma ancorati con sistemi di catenarie e corpi morti.

Per i sistemi a catenarie si assume una lunghezza di catena pari a due-tre volte la profondità con l'aggiunta di corpi morti e di pesi intermedi per ridurre le oscillazioni laterali. Il pontile galleggiante è costituito da moduli singoli di 12 m e di larghezza 2.50 m compresi i parabordi in gomma per i pontili denominati A, B, C, D, E, F, G, H, mentre per i pontili denominati I, L, M, N, O, P la larghezza del pontile viene scelta pari a 3,00 m per ottenere un maggior comfort e sicurezza per le medie imbarcazioni che vi stazionano .

Il pontile tipo è realizzato con travi in acciaio EN UNI 10025:2004 S275JR, è interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. L'intero telaio del pontile è realizzato con travi in acciaio UPN 180 interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. Le travi trasversali sono realizzate con acciaio a "T" da 80 interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. L'intera bulloneria ed i fissaggi sono in acciaio inox AISI 316. Sul telaio sono predisposti i fori per l'alloggio degli anelli d'ormeggio.

Calpestio:

Il piano di calpestio è realizzato con doghe in legno esotico pregiato essiccato. Le doghe sono fissate con viti autofilettanti in acciaio inox AISI 316 che resistono ad una trazione $>$ di 100 Kg/cm² e ad una compressione $>$ di 600 Kg/cm², e fissate su ferro ad "U" e barre in legno.

Ispezione cavi:

I pontili sono predisposti per il passaggio di cavi elettrici ed idrici separati. Ai lati del calpestio sono predisposte canalette in legno (uguale al piano di calpestio) per eventuali ispezioni di luce ed acqua.

Galleggianti:

il pontile è dotato di 3 galleggianti, in calcestruzzo hanno lo spessore delle pareti di 4,00 cm; con rete elettrosaldata zincata a caldo secondo le normative. Il nucleo di

polistirolo espanso a cellula chiusa non rigenerato, di densità 15Kg/m³, fissato per mezzo di prigionieri in acciaio inox AISI 316. Caratteristiche calcestruzzo: resistenza a compressione 28,00 Nmmq, cemento tipo 425 pozzolanico. Additivo con fibre in polipropilene tipo Fibromix PPM, resistenza a trazione 700Nmmq

Giunzione:

I Pontili sono uniti da coppie di bulloni in Acciaio M22 e tamponi di gomma in neoprene. Carico di rottura per compressione non inferiore a 90 Kg cm².

Il pontile indicato nella tavola con la lettera “P” è realizzato con travi in acciaio EN UNI 10025:2004 S275JR, è interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. L’intero telaio del pontile è realizzato con travi in acciaio UPN 120 interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. Le travi trasversali sono realizzate con acciaio a “T” da 80 interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. L’intera bulloneria ed i fissaggi sono in acciaio inox AISI 316.

Parabordi:

Continui laterali della stessa essenza del legno usato per il piano di calpestio.

I natanti vengono ormeggiati al pontile tramite anelli o golfari in acciaio zincato.

Ai pontili si accede mediante passerelle costituite da travi metalliche in acciaio EN UNI 10025:2004 – S275JR interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. Il telaio principale è realizzato con travi in acciaio zincato a caldo. Bulloneria e fissaggi in acciaio inox AISI 316

Passerella per accesso al pontile così costituita:

Telaio e fissaggi:

Travi metalliche in acciaio EN UNI 10025:2004 – S275JR interamente zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI EN ISO 1461. Telaio principale realizzato con travi in acciaio zincato a caldo. Bulloneria e fissaggi in acciaio inox AISI 316

Calpestio:

realizzato con doghe in legno esotico pregiato essiccato fissato con viti autofilettanti in acciaio inox AISI 316 che resistono ad una trazione > di 100 Kg/cm² e ad una compressione > di 600 Kg/cm²; fissate su barre in alluminio anodizzato.

Corrimano:

a tubo da 1 pollice elettrosaldato estraibile.

Piastra di ancoraggi:

snodabile per attacco alla banchina zincata a caldo secondo le norme UNI EN ISO 1416.

Per i pontili dotati di posti barca per disabili è necessaria una passerella per le persone diversamente abili così costituita:

Struttura:

L'intelaiatura della passerella è realizzata in acciaio inox AISI 316. La scatola è in acciaio zincato ed è realizzato con travi in acciaio da 180. Sistema di pistoni idraulici che permettono l'apertura e la chiusura della passerella in maniera automatica con telecomando o pulsante a distanza. Centralina con motore (Kg 15 con pieno di olio).

L'intera bulloneria ed i fissaggi sono in acciaio inox AISI 316.

Peso: Kg 400 Kg circa.

Calpestio:

Il piano di calpestio è realizzato con doghe in legno esotico pregiato essiccato. Le doghe di simil teack ad alto contenuto ecologico sono fissate con viti autofilettanti in acciaio inox AISI 316 che resistono ad una trazione $>$ di 100 Kg/cm² e ad una compressione $>$ di 600 Kg/cm², e fissate su barre in legno e ferro ad "U"

2.2. CARICHI DI PROGETTO

Per il progetto del pontile occorre conoscere i dati agenti su di esso. Per quanto riguarda i carichi verticali al progettista si affianca il produttore dei prefabbricati che dimensiona secondo le usuali necessità la struttura graduando la spinta di galleggiamento, il baricentro e il metacentro del pontile in modo da assicurare stabilità e sicurezza all'insieme del manufatto.

Il pontile in oggetto è caratterizzato da tre galleggianti, un'altezza di 1.25 m, un dislocamento di 5800 kg, un bordo libero di 0.75 m ed è progettato per un sovraccarico di 220 kg/mq.

Per quanto riguarda le forze orizzontali e i rispettivi carichi, essi incidono sul complesso dell'ormeggio del pontile e variano a seconda dell'esposizione delle imbarcazioni ormeggiate, ai mari, ai venti e alle eventuali correnti.

2.3. AZIONI DEL VENTO

La pressione cinetica p è determinata in funzione della velocità v (m/sec) con la relazione

$$p = v^2/(1.60*10) \text{ [kg/mq]}$$

La forza agente sulle imbarcazioni che sono ancorate al pontile è data quindi dalla relazione

$$F_v = 1.15/1.60 * E * D * S * v^2 = 0.72 * E * D * S * v^2$$

in cui

- E è l'area della sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione in mq;
- D è un fattore adimensionale di direzione;
- S è un fattore adimensionale di schermo;
- v è la velocità del vento in m/sec.

avendo applicato alla relazione un fattore di forma per tenere conto della geometria tipica delle imbarcazioni da diporto che si assume pari a 1.15.

Il fattore di schermo S è pari a 1 per le barche direttamente esposte al vento, 0.5 per quelle in seconda fila e 0.3 per tutte le altre.

Il fattore di direzione D è funzione dell'angolo formato dalla direzione del vento con l'asse prua-poppa dell'imbarcazione e si deduce dal grafico riportato nella Figura 2.

Il coefficiente D può essere omissso nel calcolo se si inseriscono le aree trasversali e longitudinali delle imbarcazioni tipo e si proietta la forza derivante dalla pressione cinetica sull'asse poppa-prua e sulla perpendicolare ad essa. I calcoli di seguito esposti sono stati effettuati con il metodo sopra descritto.

Le azioni dovute al vento sono state quindi determinate in una tabella in cui sono riportati il valore dell'area della sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione E_t e il valore dell'area della sezione longitudinale della parte

emergente dell'imbarcazione EI, l'angolo β di inclinazione della direzione prua-poppa rispetto al Nord, e il numero delle barche che devono essere disposte nella fila anteriore e nella fila posteriore N1 e N2 per ogni modulo di pontile di 12,00 ml.

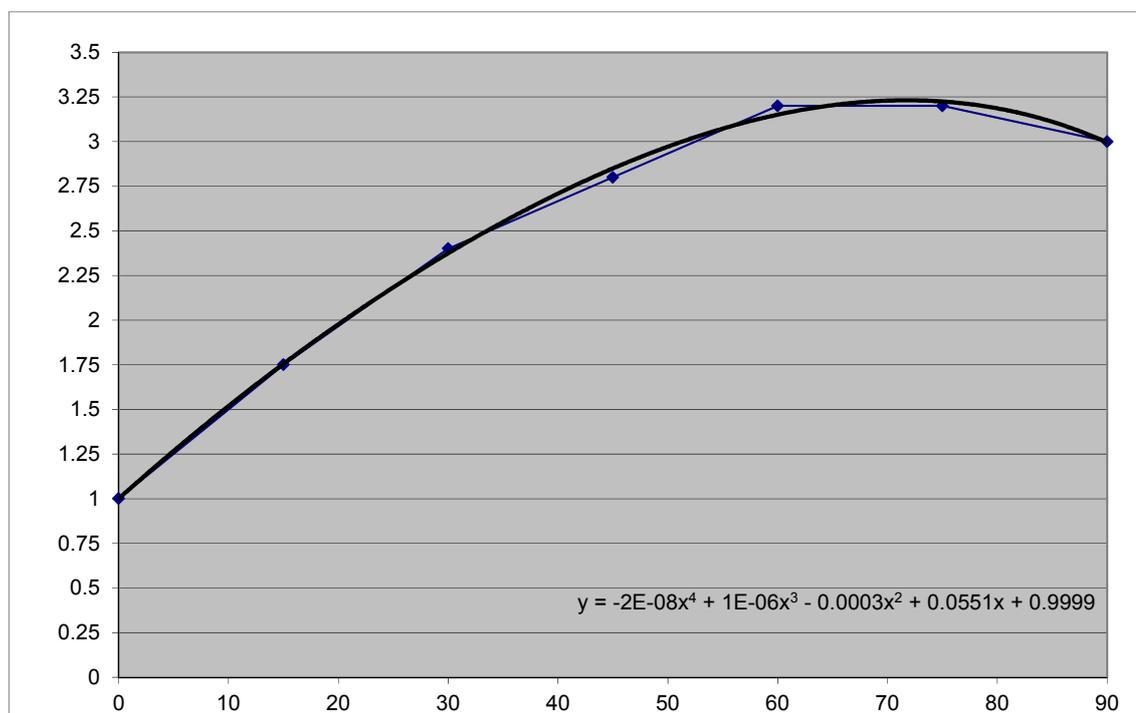


Figura 2 – Valori del coefficiente D fattore adimensionale di direzione

L'azione del vento è determinata per ogni settore per cui si calcola la direzione media del settore (Dir). Per ogni settore si calcola la velocità v del vento corrispondente ad un tempo di ritorno di 250 anni estrapolato con la distribuzione di Weibull in quanto il calcolo degli ancoraggi per effetto dell'azione del vento deve essere eseguito sui valori massimi anche per eventi di breve durata. In funzione alla effettiva posizione dei pontili si stabilisce una direzione di calcolo (Dir.calc) e quindi si calcola la pressione cinetica mediante la relazione prima descritta. Vengono quindi determinate le pressioni agenti sulla superficie trasversale e su quella longitudinale p_t e p_l e moltiplicando per le aree di influenza si determinano le azioni sulle superficie trasversale e longitudinale P_t e P_l . Le reazioni nella direzione normale al pontile (R_n) e tangenziale al pontile (R_t) si determinano moltiplicando l'azione sulla singola barca per il numero delle barche e per ognuna di esse il relativo fattore adimensionale di schermo. Per il calcolo di R_n si considera che sul pontile sono disposte due file di barche e che la prima fila non fornisce azioni sul pontile, in quanto gli sforzi vengono assorbiti dalla trappa, mentre per la seconda fila si deve applicare un coefficiente di schermo pari a 0.5. Quindi si ha

$$R_n = P_n * 0.5 * N^2$$

Il valore di R_t è determinato considerando che sul pontile vi sono due file di barche e che il coefficiente di schermo vale 1 per la prima barca, 0.5 per la seconda e 0.3 per le restanti barche, per cui si ha

$$R_t = P_t * (1.00 + 0.5 + (N-2) * 0.30) * 2$$

I calcoli relativi all'ormeggio dei pontili vengono divisi per tipologia di imbarcazione che ormeggia sul pontile stesso. In particolare si sono divise le imbarcazioni in due tipologie:

1. Imbarcazioni da 13 m a 18 m (V, VI, VII ctg);
2. Imbarcazioni da 7 m a 13 m (I, II, III, IV ctg).

Di seguito per facilità di lettura verranno indicate le imbarcazioni da 13 a 18 m come tipologia 1, mentre le imbarcazioni da 7 a 13 m come tipologia 2.

I calcoli relativi alla pressione cinetica e alle azioni sui pontili sono riportati nella Tabella 2 e Tabella 3. A vantaggio di sicurezza, nel calcolo delle azioni si sono inserite le aree delle imbarcazioni più grandi afferenti al pontile mentre il numero dei natanti viene fuori dalle più piccole imbarcazioni presenti nella categoria di calcolo.

Dalla tabella si evince che il modulo del pontile nella direzione normale al pontile stesso è soggetto ad un'azione dovuta al vento pari a $R_n = 2.20$ ton mentre nella direzione tangenziale l'azione è pari a $R_t = 10.01$ ton per imbarcazioni di tipologia 1, mentre per le imbarcazioni di tipologia 2 le azioni normale e tangenziale valgono rispettivamente $R_n = 1.40$ ton e $R_t = 5.50$ ton.

CALCOLO DELLE AZIONI DEL VENTO AGENTI SUL PONTILE PER IMBARCAZIONI DA 13m A 18 m (V, VI, VII CTG)											
Et =	17.00	mq	(Area sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione)								
EI =	50.00	mq	(Area sezione longitudinale della parte emergente dell'imbarcazione)								
$\beta =$	127.23	°	(Inclinazione della direzione prua-poppa rispetto a N)								
N1 =	3.00		(Fila anteriore)								
N2 =	3.00		(Fila posteriore)								
Settore	Dir. (°)	v (10) (m/sec)	Dir calc (°)	Dir calc (rad)	p (kg/mq)	pt (kg/mq)	pl (kg/mq)	Pt (ton)	PI (ton)	Rn (ton)	Rt (ton)
1	7.50	24.22	-119.73	-2.09	44.01	-21.82	-38.22	-0.37	-1.91	0.56	6.88
2	22.50	23.57	-104.73	-1.83	41.68	-10.60	-40.31	-0.18	-2.02	0.27	7.26
3	37.50	20.41	-89.73	-1.57	31.25	0.15	-31.25	0.00	-1.56	0.00	5.63
4	52.50	19.35	-74.73	-1.30	28.08	7.40	-27.09	0.13	-1.35	0.19	4.88
5	67.50	14.39	-59.73	-1.04	15.53	7.83	-13.41	0.13	-0.67	0.20	2.41
6	82.50	13.03	-44.73	-0.78	12.73	9.04	-8.96	0.15	-0.45	0.23	1.61
7	97.50	12.93	-29.73	-0.52	12.54	10.89	-6.22	0.19	-0.31	0.28	1.12
8	112.50	21.53	-14.73	-0.26	34.77	33.63	-8.84	0.57	-0.44	0.86	1.59
9	127.50	26.18	0.27	0.00	51.42	51.42	0.24	0.87	0.01	1.31	0.04
10	142.50	31.39	15.27	0.27	73.88	71.27	19.46	1.21	0.97	1.82	3.50
11	157.50	31.99	30.27	0.53	76.77	66.30	38.70	1.13	1.93	1.69	6.97
12	172.50	29.57	45.27	0.79	65.58	46.16	46.59	0.78	2.33	1.18	8.39
13	187.50	29.22	60.27	1.05	64.04	31.76	55.61	0.54	2.78	0.81	10.01
14	202.50	25.96	75.27	1.31	50.54	12.85	48.87	0.22	2.44	0.33	8.80
15	217.50	24.35	90.27	1.58	44.47	-0.21	44.47	0.00	2.22	0.01	8.00
16	232.50	25.62	105.27	1.84	49.23	-12.96	47.49	-0.22	2.37	0.33	8.55
17	247.50	28.66	120.27	2.10	61.58	-31.04	53.19	-0.53	2.66	0.79	9.57
18	262.50	31.25	135.27	2.36	73.22	-52.02	51.53	-0.88	2.58	1.33	9.28
19	277.50	33.10	150.27	2.62	82.19	-71.37	40.76	-1.21	2.04	1.82	7.34
20	292.50	34.46	165.27	2.88	89.04	-86.11	22.64	-1.46	1.13	2.20	4.08
21	307.50	32.33	180.27	3.15	78.37	-78.37	-0.37	-1.33	-0.02	2.00	0.07
22	322.50	30.79	195.27	3.41	71.11	-68.60	-18.73	-1.17	-0.94	1.75	3.37
23	337.50	31.13	210.27	3.67	72.66	-62.76	-36.63	-1.07	-1.83	1.60	6.59
24	352.50	28.42	225.27	3.93	60.58	-42.63	-43.04	-0.72	-2.15	1.09	7.75
Valori massimi delle azioni										2.20	10.01

Tabella 2 –Calcolo della pressione cinetica e azioni sui pontili – Tipologia 1

CALCOLO DELLE AZIONI DEL VENTO AGENTI SUL SINGOLO PONTILE PER IMBARCAZIONI DA 7 m A 12 m (I, II, III, IV CTG)											
Et =	12.00	mq	(Area sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione)								
EI =	36.00	mq	(Area sezione longitudinale della parte emergente dell'imbarcazione)								
$\beta =$	127,23	°	(Inclinazione della direzione prua-poppa rispetto a N)								
N1 =	4,00		(Fila anteriore)								
N2 =	4,00		(Fila posteriore)								
Settore	Dir. (°)	v (10) (m/sec)	Dir calc (°)	Dir calc (rad)	p (kg/mq)	pt (kg/mq)	pl (kg/mq)	Pt (ton)	PI (ton)	Rn (ton)	Rt (ton)
1	7.50	19,47	-119,73	-2,09	28,44	-14,10	-24,70	-0,17	-0,89	0,34	3,73
2	22,50	19,00	-104,73	-1,83	27,07	-6,88	-26,18	-0,08	-0,94	0,17	3,96
3	37,50	16,37	-89,73	-1,57	20,10	0,09	-20,10	0,00	-0,72	0,00	3,04
4	52,50	15,41	-74,73	-1,30	17,81	4,69	-17,18	0,06	-0,62	0,11	2,60
5	67,50	11,39	-59,73	-1,04	9,73	4,91	-8,40	0,06	-0,30	0,12	1,27
6	82,50	10,32	-44,73	-0,78	7,99	5,68	-5,62	0,07	-0,20	0,14	0,85
7	97,50	10,28	-29,73	-0,52	7,92	6,88	-3,93	0,08	-0,14	0,17	0,59
8	112,50	16,99	-14,73	-0,26	21,66	20,95	-5,51	0,25	-0,20	0,50	0,83
9	127,50	20,89	0,27	0,00	32,72	32,72	0,15	0,39	0,01	0,79	0,02
10	142,50	25,34	15,27	0,27	48,14	46,44	12,68	0,56	0,46	1,11	1,92
11	157,50	26,08	30,27	0,53	51,02	44,07	25,72	0,53	0,93	1,06	3,89
12	172,50	24,17	45,27	0,79	43,80	30,83	31,12	0,37	1,12	0,74	4,71
13	187,50	23,64	60,27	1,05	41,92	20,79	36,40	0,25	1,31	0,50	5,50
14	202,50	20,78	75,27	1,31	32,38	8,23	31,31	0,10	1,13	0,20	4,73
15	217,50	19,43	90,27	1,58	28,31	-0,13	28,31	0,00	1,02	0,00	4,28
16	232,50	20,55	105,27	1,84	31,67	-8,34	30,56	-0,10	1,10	0,20	4,62
17	247,50	23,09	120,27	2,10	39,98	-20,15	34,53	-0,24	1,24	0,48	5,22
18	262,50	25,45	135,27	2,36	48,59	-34,52	34,20	-0,41	1,23	0,83	5,17
19	277,50	27,18	150,27	2,62	55,42	-48,13	27,49	-0,58	0,99	1,16	4,16
20	292,50	28,33	165,27	2,88	60,18	-58,20	15,30	-0,70	0,55	1,40	2,31
21	307,50	26,53	180,27	3,15	52,77	-52,77	-0,25	-0,63	-0,01	1,27	0,04
22	322,50	25,14	195,27	3,41	47,42	-45,74	-12,49	-0,55	-0,45	1,10	1,89
23	337,50	25,30	210,27	3,67	48,01	-41,47	-24,20	-0,50	-0,87	1,00	3,66
24	352,50	22,88	225,27	3,93	39,27	-27,64	-27,90	-0,33	-1,00	0,66	4,22
Valori massimi delle azioni										1,40	5,50

Tabella 3 –Calcolo della pressione cinetica e azioni sui pontili – Tipologia 2

CALCOLO DELLE AZIONI DEL VENTO AGENTI SULLA PRUA PER IMBARCAZIONI DA 13m A 18 m (V, VI, VII CTG)									
Et =	17.00	mq	(Area sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione)						
$\beta =$	127.23	°	(Inclinazione della direzione prua-poppa rispetto a N)						
N1 =	3.00		(Fila anteriore)						
Settore	Dir. (°)	v (10) (m/sec)	Dir calc (°)	Dir calc (rad)	p (kg/mq)	pt (kg/mq)	pl (kg/mq)	Pt (ton)	Rn (ton)
1	7.50	24.22	-119.73	-2.09	44.01	-21.82	-38.22	-0.37	1.11
2	22.50	23.57	-104.73	-1.83	41.68	-10.60	-40.31	-0.18	0.54
3	37.50	20.41	-89.73	-1.57	31.25	0.15	-31.25	0.00	0.01
4	52.50	19.35	-74.73	-1.30	28.08	7.40	-27.09	0.13	0.38
5	67.50	14.39	-59.73	-1.04	15.53	7.83	-13.41	0.13	0.40
6	82.50	13.03	-44.73	-0.78	12.73	9.04	-8.96	0.15	0.46
7	97.50	12.93	-29.73	-0.52	12.54	10.89	-6.22	0.19	0.56
8	112.50	21.53	-14.73	-0.26	34.77	33.63	-8.84	0.57	1.72
9	127.50	26.18	0.27	0.00	51.42	51.42	0.24	0.87	2.62
10	142.50	31.39	15.27	0.27	73.88	71.27	19.46	1.21	3.63
11	157.50	31.99	30.27	0.53	76.77	66.30	38.70	1.13	3.38
12	172.50	29.57	45.27	0.79	65.58	46.16	46.59	0.78	2.35
13	187.50	29.22	60.27	1.05	64.04	31.76	55.61	0.54	1.62
14	202.50	25.96	75.27	1.31	50.54	12.85	48.87	0.22	0.66
15	217.50	24.35	90.27	1.58	44.47	-0.21	44.47	0.00	0.01
16	232.50	25.62	105.27	1.84	49.23	-12.96	47.49	-0.22	0.66
17	247.50	28.66	120.27	2.10	61.58	-31.04	53.19	-0.53	1.58
18	262.50	31.25	135.27	2.36	73.22	-52.02	51.53	-0.88	2.65
19	277.50	33.10	150.27	2.62	82.19	-71.37	40.76	-1.21	3.64
20	292.50	34.46	165.27	2.88	89.04	-86.11	22.64	-1.46	4.39
21	307.50	32.33	180.27	3.15	78.37	-78.37	-0.37	-1.33	4.00
22	322.50	30.79	195.27	3.41	71.11	-68.60	-18.73	-1.17	3.50
23	337.50	31.13	210.27	3.67	72.66	-62.76	-36.63	-1.07	3.20
24	352.50	28.42	225.27	3.93	60.58	-42.63	-43.04	-0.72	2.17
Valori massimi delle azioni									4.39

Tabella 4 –Calcolo della pressione cinetica e azione sulla prua– Tipologia 1

CALCOLO DELLE AZIONI DEL VENTO AGENTI SULLA PRUA PER IMBARCAZIONI DA 7 m A 13 m (I, II, III, IV CTG)									
Et =	12.00	mq	(Area sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione)						
$\beta =$	127.23	°	(Inclinazione della direzione prua-poppa rispetto a N)						
N1 =	4.00		(Fila anteriore)						
Settore	Dir. (°)	v (10) (m/sec)	Dir calc (°)	Dir calc (rad)	p (kg/mq)	pt (kg/mq)	pl (kg/mq)	Pt (ton)	Rn (ton)
1	7.50	24.22	-119.73	-2.09	44.01	-21.82	-38.22	-0.26	1.05
2	22.50	23.57	-104.73	-1.83	41.68	-10.60	-40.31	-0.13	0.51
3	37.50	20.41	-89.73	-1.57	31.25	0.15	-31.25	0.00	0.01
4	52.50	19.35	-74.73	-1.30	28.08	7.40	-27.09	0.09	0.36
5	67.50	14.39	-59.73	-1.04	15.53	7.83	-13.41	0.09	0.38
6	82.50	13.03	-44.73	-0.78	12.73	9.04	-8.96	0.11	0.43
7	97.50	12.93	-29.73	-0.52	12.54	10.89	-6.22	0.13	0.52
8	112.50	21.53	-14.73	-0.26	34.77	33.63	-8.84	0.40	1.61
9	127.50	26.18	0.27	0.00	51.42	51.42	0.24	0.62	2.47
10	142.50	31.39	15.27	0.27	73.88	71.27	19.46	0.86	3.42
11	157.50	31.99	30.27	0.53	76.77	66.30	38.70	0.80	3.18
12	172.50	29.57	45.27	0.79	65.58	46.16	46.59	0.55	2.22
13	187.50	29.22	60.27	1.05	64.04	31.76	55.61	0.38	1.52
14	202.50	25.96	75.27	1.31	50.54	12.85	48.87	0.15	0.62
15	217.50	24.35	90.27	1.58	44.47	-0.21	44.47	0.00	0.01
16	232.50	25.62	105.27	1.84	49.23	-12.96	47.49	-0.16	0.62
17	247.50	28.66	120.27	2.10	61.58	-31.04	53.19	-0.37	1.49
18	262.50	31.25	135.27	2.36	73.22	-52.02	51.53	-0.62	2.50
19	277.50	33.10	150.27	2.62	82.19	-71.37	40.76	-0.86	3.43
20	292.50	34.46	165.27	2.88	89.04	-86.11	22.64	-1.03	4.13
21	307.50	32.33	180.27	3.15	78.37	-78.37	-0.37	-0.94	3.76
22	322.50	30.79	195.27	3.41	71.11	-68.60	-18.73	-0.82	3.29
23	337.50	31.13	210.27	3.67	72.66	-62.76	-36.63	-0.75	3.01
24	352.50	28.42	225.27	3.93	60.58	-42.63	-43.04	-0.51	2.05
Valori massimi delle azioni									4.13

Tabella 5 –Calcolo della pressione cinetica e azione sulla prua– Tipologia 2

Nelle Tabella 4 e Tabella 5 sono riportati i valori delle azioni sulla prua delle imbarcazioni calcolati con le stesse formulazioni riportate sopra con coefficiente di esposizione S pari a 1.

2.4. AZIONI AGENTI SUI PUNTI DI ANCORAGGIO

Le azioni massime agenti sul singolo modulo di pontile per effetto dell'azione del vento sono per la tipologia 1

- $R_n = 2.20$ ton
- $R_t = 10.01$ ton

mentre per la tipologia 2

- $R_n = 1.40$ ton
- $R_t = 5.50$ ton

Per l'ancoraggio di ogni singolo modulo di pontile da 12 m si dispongono 2 corpi morti per ogni lato ancorati al pontile con catene inclinate di 45° sul piano orizzontale e di 15° sul piano verticale. In totale ogni pontile è ancorato con 4 corpi morti funzionanti a coppie ad eccezion fatta per il pontile di testata che presenta due ulteriori corpi morti necessari per stabilizzare il pontile stesso.

Il numero dei punti di ancoraggio nella direzione normale al pontile è pari a 2 situati dal medesimo lato e altrettanti sono i punti di ancoraggio nella direzione longitudinale ma attivi su lati opposti. Gli sforzi sugli ancoraggi R_n' e R_t' e lo sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio sono riportati nelle Tabella 6 Tabella 7

$R_n =$	2.20 ton	(Azione max normale al pontile)					
$R_t =$	10.01 ton	(Azione max tangente al pontile)					
$N_n =$	2	(Numero di punti di ancoraggio della catena al pontile nella direzione ortogonale)					
$N_t =$	2	(Numero di punti di ancoraggio della catena al pontile nella direzione tangenziale)					
$R_n' =$	1.10 ton	(Sforzo sul ponto di ancoraggio nella direzione ortogonale al pontile)					
$R_t' =$	5.00 ton	(Sforzo sul punto di ancoraggio nella direzione tangente al pontile)					
$R' =$	5.00 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio)					

Tabella 6 –Calcolo dello sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio del pontile– Tipologia 1

$R_n =$	1.397 ton	(Azione max normale al pontile)					
$R_t =$	5.504 ton	(Azione max tangente al pontile)					
$N_n =$	2	(Numero di punti di ancoraggio della catena al pontile nella direzione ortogonale)					
$N_t =$	2	(Numero di punti di ancoraggio della catena al pontile nella direzione tangenziale)					
$R_n' =$	0.70 ton	(Sforzo sul ponto di ancoraggio nella direzione ortogonale al pontile)					
$R_t' =$	2.75 ton	Sforzo sul punto di ancoraggio nelkla direzione tangente al pontile)					
$R' =$	2.75 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio)					

Tabella 7 –Calcolo dello sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio del pontile – Tipologia 2

La stessa tipologia di calcolo è stata eseguita per il calcolo dello sforzo sul punto di ancoraggio della prua delle barche. Questa volta si è considerato solo il vento impattante sulla sezione trasversale e con coefficiente di schermo S pari a 1. Nelle Tabella 8 Tabella 9 si riportano i calcoli effettuati

Rn =	4.39 ton	(Azione max normale al pontile)					
Rt =	0.00 ton	(Azione max tangente al pontile)					
Nn =	3.00	(Numero di punti di ancoraggio della catena alla catena di fondo)					
Rn' =	1.46 ton	(Sforzo sul ponto di ancoraggio nella direzione ortogonale al pontile)					
R' =	1.46 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio - prua imbarcazione)					

Tabella 8 –Calcolo dello sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio dell'imbarcazione – Tipologia 1

Rn =	4.13 ton	(Azione max normale al pontile)					
Rt =	0.00 ton	(Azione max tangente al pontile)					
Nn =	4.00	(Numero di punti di ancoraggio della catena alla catena di fondo)					
Rn' =	1.03 ton	(Sforzo sul ponto di ancoraggio nella direzione ortogonale al pontile)					
R' =	1.03 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio - prua imbarcazione)					

Tabella 9 –Calcolo dello sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio dell'imbarcazione – Tipologia 2

2.5. DIMENSIONAMENTO DELLE CATENE

2.5.1. PREMESSA

Come già descritto nello studio idraulico marittimo, l'evento da tenere particolarmente in considerazione è il meteotsunami o "marrobbio" in quanto tale fenomeno comporta un abbassamento e un successivo innalzamento del livello medio mare con escursioni che possono arrivare ad 1.50 m. questo comporta una particolare attenzione alla lunghezza delle catene in quanto, in seguito al rigonfiamento del mare la catena deve possedere un opportuno bando per consentire all'imbarcazione di seguire l'innalzamento del livello medio mare. Tale condizione consente indirettamente la non interferenza tra le catene di ormeggio attraccate ai corpi morti e le imbarcazioni, grazie alle modeste pendenze con cui la catena si aggancia al corpo morto.

2.5.2. DIMENSIONAMENTO

La condizione che sollecita la catena si attiva per l'azione tangenziale sul pontile che produce il massimo sforzo sul corpo morto.

Essendo la catena disposta a 45° rispetto al pontile e a 15° rispetto alla verticale, l'azione sulla catena vale

$$C = R' / [\cos(45) * \cos(15)]$$

Si adottano quindi catene tipo genovese con carico di prova pari a tre volte lo sforzo sulla catena.

Lo stesso dicasi per il calcolo della catena di attracco delle imbarcazioni che è disposta con un angolo pari a 0° planimetricamente e di 15° rispetto alla verticale, per cui in questo caso l'azione sulla catena vale

$$C = R' / [\cos(0) * \cos(15)]$$

Di seguito nella Tabella 10, Tabella 11, Tabella 12, Tabella 13 si riportano i calcoli effettuati per il dimensionamento delle catene.

R' =	5.00 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio)							
α =	45 °	(Angolo della catena sull'orizzontale)		0.785 rad					
β =	15 °	(Angolo della catena sulla verticale)		0.262 rad					
C =	7.33 ton	73.27 kN			(Sforzo massimo sulla catena)				
C.R. =	219.82 kN	(Carico di rottura di progetto)				Si adotta una catena CTZ 22 con carico di rottura di 250 kN e peso di 10.4 kg/m			

Tabella 10 –Calcolo dello sforzo massimo agente sulla catena di ancoraggio pontili e relativo carico di rottura e tipologia scelta – Tipologia 1

R' =	2.75 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio)							
α =	45 °	(Angolo della catena sull'orizzontale)		0.785 rad					
β =	15 °	(Angolo della catena sulla verticale)		0.262 rad					
C =	4.03 ton	40.29 kN			(Sforzo massimo sulla catena)				
C.R. =	120.87 kN	(Carico di rottura di progetto)				Si adotta una catena CTZ 16 con carico di rottura di 130 kN e peso di 5.7 kg/m			

Tabella 11 –Calcolo dello sforzo massimo agente sulla catena di ancoraggio pontili e relativo carico di rottura e tipologia scelta – Tipologia 2

R' =	1.46 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio - prua imbarcazione)							
α =	0 °	(Angolo della catena sull'orizzontale)		0.000 rad					
β =	15 °	(Angolo della catena sulla verticale)		0.262 rad					
C =	1.52 ton	15.16 kN			(Sforzo massimo sulla catena)				
C.R. =	45.47 kN	(Carico di rottura di progetto)				Si adotta una catena CTZ 10 con carico di rottura di 55 kN e peso di 2.1 kg/m			

Tabella 12 –Calcolo dello sforzo massimo agente sulla catena di ancoraggio imbarcazione e relativo carico di rottura e tipologia scelta – Tipologia 1

R' =	1.03 ton	(Sforzo massimo agente sul punto di ancoraggio - prua imbarcazione)							
α =	0 °	(Angolo della catena sull'orizzontale)		0.000 rad					
β =	15 °	(Angolo della catena sulla verticale)		0.262 rad					
C =	1.07 ton	10.70 kN			(Sforzo massimo sulla catena)				
C.R. =	32.09 kN	(Carico di rottura di progetto)				Si adotta una catena CTZ 8.5 con carico di rottura di 35 kN e peso di 1.54 kg/m			

Tabella 13 –Calcolo dello sforzo massimo agente sulla catena di ancoraggio imbarcazione e relativo carico di rottura e tipologia scelta – Tipologia 2

Riassumendo per facilità di lettura si ha:

- **Catena per ormeggio pontili per imbarcazioni di V, VI, VII** ctg: catena tipo genovese con zincatura a fuoco di 80 micron $\phi 22$ con carico a rottura di 250 kN e peso 10.4 kg/ml;
- **Catena per ormeggio pontili per imbarcazioni di I, II, III, IV** ctg: catena tipo genovese con zincatura a fuoco di 80 micron $\phi 16$ con carico a rottura di 130 kN e peso 5.7 kg/ml;
- **Catena per ormeggio natanti per imbarcazioni di V, VI, VII** ctg: catena tipo genovese con zincatura a fuoco di 80 micron $\phi 10$ con carico a rottura di 55 kN e peso 2.1 kg/ml – cima in poliestere $\phi 26$ con carico di rottura pari a 50 kN;
- **Catena per ormeggio natanti per imbarcazioni di I, II, III, IV** ctg: catena tipo genovese con zincatura a fuoco di 80 micron $\phi 8.5$ con carico a rottura di 35 kN e peso 1.34 kg/ml– cima in poliestere $\phi 22$ con carico di rottura pari a 34.5 kN;

2.5.3. AZIONI AGENTI SUI CORPI MORTI

I corpi morti inseriti per la stabilità dei pontili sono stati studiati in modo tale da non interferire con i canali di manovra e sono stati posizionati all'interno del perimetro individuato dai posti barca.

L'azione massima necessaria per il dimensionamento del corpo morto deve essere valutata tra la spinta che subiscono i pontili in direzione ortogonale all'asse del pontile stesso e la spinta longitudinale. La spinta sul corpo morto in direzione perpendicolare all'asse va moltiplicata per due, in quanto sul corpo morto afferiscono due catene che fanno capo a due pontili diversi, che attivano i corpi morti dallo stesso lato. La spinta longitudinale invece attiva due corpi morti posizionati su lati diversi e non attiva le altre catene che afferiscono al corpo morto attivato. Per tale motivo la spinta longitudinale va ripartita sui due corpi morti "attivi". In genere per valutare la spinta maggiore per eseguire il calcolo del corpo morto, si confronta la spinta R_n con la spinta $R_t/2$ e si utilizza la massima delle due.

Nella maggior parte dei casi la verifica del corpo morto viene effettuata per le azioni longitudinali in quanto più gravose per il corpo morto, come nel caso in questione.

Tali azioni devono essere contrastate dal peso del corpo morto e dalle eventuali azioni dovute all'interramento dello stesso. I calcoli di verifica vengono riportati nel § 2.5.7 dopo aver trattato tutte le azioni agenti sul corpo morto nei paragrafi che seguono.

2.5.4. AZIONI DELLE CORRENTI

Per tenere conto dell'azione delle correnti sull'opera viva dell'imbarcazione, viene utilizzata una formula che presenta la stessa struttura di quella descritta in precedenza

$$F_c = 0.72 * E_v * D * S * u^2$$

in cui

- E_v è l'area della sezione trasversale della parte viva;
- D è un fattore adimensionale di direzione (Figura 2);
- S è un fattore adimensionale di schermo $S=1,0.5,0.3$;
- u è la velocità della corrente in m/sec.

Nel caso in esame le velocità della corrente interne al bacino portuale sono praticamente nulle, come si evince dalla relazione BI_3 "Idrodinamica e Trasporto Solido". Per tale motivo il valore di tale azione risulta nulla e in generale è trascurabile l'azione dovuta alle correnti in quanto il valore che essa può esercitare sul pontile è di molto inferiore rispetto alle azioni dovute al vento.

2.5.5. AZIONI AGENTI IN FASE DI ACCOSTO

L'energia cinetica dell'imbarcazione in fase di accosto è determinata dalla relazione

$$I = W * v^2 / (2 * g) \text{ (kN*m)}$$

in cui

- W è il peso dell'imbarcazione stimato con la relazione $W = 0.60 * L^2$ con L lunghezza fuori tutto in m e W in kN;
- v è la velocità di accosto che si assume pari a 0.3-0.6 m/sec.

Le forze dinamiche dovute alle onde e alle oscillazioni del natante sono valutate approssimativamente nell'ordine di 1 kN/m lungo la linea di galleggiamento.

Se consideriamo che sono ormeggiate al pontile barche della lunghezza massima di 18 m, il peso dell'imbarcazione è data da

$$W = 0.60 * 18.00^2 = 194 \text{ kN}$$

L'energia cinetica in fase di accosto, considerando una velocità di 0.4 m/sec, vale

$$I = 194 \cdot 0.4^2 / (2 \cdot g) = 1.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Le azioni dovute al moto ondoso sull'imbarcazione e le azioni di accosto si considerano inferiori alle azioni dovute al vento sull'opera morta.

2.5.6. AZIONI SULL'ORMEGGIO

I pontili sono vincolati al fondo mediante dei corpi morti e catene per cui occorre definire i carichi dovuti al moto ondoso sui corpi morti. Le azioni sui corpi morti per effetto del moto ondoso sono:

- azioni di trascinamento;
- azione inerziale;
- azione di taglio

La conoscenza dei movimenti delle particelle d'acqua indotti dall'ondazione porta alla comprensione dei tipi di forza agenti sul corpo morto e quindi ne permette il dimensionamento agli effetti della stabilità.

La presenza dei corpi morti costituisce ostacolo al flusso delle particelle liquide sul fondo, che viene impedito al di sotto del corpo morto, ed alterato al di sopra di esso, con un aumento della velocità e conseguente diminuzione della pressione. Questo fenomeno genera una forza di sollevamento (lift), alla quale può opporsi unicamente il peso apparente in acqua del corpo morto.

Oltre alla forza di sollevamento agisce una forza orizzontale di trascinamento (drag) correlata sempre alla velocità orizzontale delle particelle liquide sul fondo, la cui azione è in fase temporale con la forza di sollevamento, ed alla quale si può opporre la sola reazione di attrito fra corpo morto e fondale.

Le forze agenti su un corpo morto soggetto al moto ondoso e alle correnti sono quindi le seguenti:

- peso proprio
- spinta idrostatica
- forza di lift
- forza di drag
- forza resistente di attrito
- forza di massa.

Per la valutazione della forza di drag occorre valutare la velocità orbitale e l'accelerazione delle particelle fluide durante il moto ondoso.

L'azione di drag è data dall'espressione

$$F_d = 0.5 \cdot \delta \cdot C_d \cdot A \cdot |U| \cdot U$$

dove

- δ la densità dell'acqua
- A l'area laterale del corpo morto esposta al moto ondoso
- U la velocità di flusso delle particelle normale alla superficie suddetta
- C_d coefficiente di drag

Il coefficiente C_d è funzione della posizione del corpo morto rispetto al fondo, del numero di Keulegan Carpenter (k_c) e del numero di Reynolds definiti da:

- $k_c = U_m \cdot T / A$
- $Re = U \cdot A / \mu$
- in cui
- U_m è la velocità orbitale massima
- T il periodo d'onda
- μ la viscosità cinematica.

L'azione di lift è data dalla relazione

$$F_l = 0.5 \cdot \delta \cdot C_l \cdot A \cdot |U| \cdot U$$

con la stessa simbologia adottata per la definizione delle forze di drag e avendo indicato con C_l il coefficiente di lift funzione anch'esso della posizione del corpo morto rispetto al fondo, del numero di Keulegan Carpenter (k_c) e del numero di Reynolds e con A' area della sezione di base del blocco di ancoraggio.

Il movimento delle particelle fluide investe il blocco di ancoraggi non solo con un campo di velocità ma anche con un campo di accelerazione, per cui deve essere tenuta in conto anche la forza di massa esprimibile con la relazione

$$F_m = C_m \cdot \delta \cdot V \cdot (dU/dt)_{\max}$$

Dove:

- C_m è il coefficiente d'inerzia
- $(dU/dt)_{\max} = 2*\pi*U_{\max}/T$ è il valore massimo dell'accelerazione nel moto orbitale delle particelle e V il volume del blocco di ancoraggio.

Le forze d'inerzia sono in opposizione di fase con quelle di trascinamento e di sollevamento. Esse infatti, raggiungono il loro valore massimo quando l'altezza dell'onda è sul valore medio del mare ($T/4$ e $3*T/4$). Queste forze diventano predominanti rispetto alle altre quando l'ampiezza del movimento delle particelle fluide è minore di tre volte l'altezza dell'ostacolo che, nel caso di blocchi di ancoraggio, si identifica con lo spessore del blocco. Normalmente per valori dello spessore non elevati, ondazioni e profondità come quelli che si riscontrano in pratica, la verifica di stabilità nei confronti delle forze di trascinamento e sollevamento comporta anche quella nei confronti delle forze d'inerzia; tuttavia può necessitare, per casi particolari, considerare la loro azione congiunta e verificare che la somma delle forze non al loro massimo, non superi i limiti calcolati per l'azione dei due sistemi disgiunti.

Il movimento delle particelle liquide sul fondo è legato essenzialmente alle entità delle caratteristiche ondose H, T e alla profondità dei fondali.

Esso presenta due aspetti caratteristici e cioè:

- un movimento periodico legato alla modificazione delle traiettorie delle particelle in prossimità del fondo;
- un movimento di massa, a carattere continuo, dovuto al fatto che le traiettorie descritte dalle particelle non si ripetono identicamente dopo un periodo e quindi non si chiudono su se stesse.

In un mezzo sede di moto ondosso le particelle liquide descrivono delle traiettorie che in prima approssimazione possono considerarsi chiuse.

La forma di tali traiettorie varia man mano che si passa da fondali illimitati per cui $h/L > 1/2$ a profondità finite in cui $1/20 < h/L < 1/2$.

In profondità illimitate le traiettorie si discostano poco da circonferenze il cui diametro diminuisce rapidamente con la profondità. In tal caso gli effetti del moto ondosso sono del tutto trascurabili.

In profondità finite le traiettorie assumono la forma di ellissi sempre più schiacciate avvicinandosi al fondo. In corrispondenza del fondo le ellissi degenerano in segmenti di retta la cui lunghezza varia con l'altezza d'onda e con la profondità relativa.

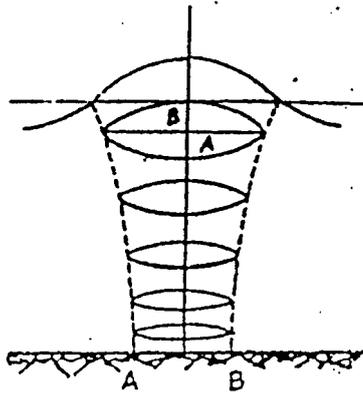


Figura 3 – Andamento della velocità con la profondità

Con riferimento alla teoria delle onde di piccola altezza il segmento AB (Figura 3) vale

$$AB = H/\sinh(kh)$$

dove $k = 2*\pi/L$ numero d'onda.

La velocità massima della particella che alternativamente percorre tale segmento è data da

$$U_f = \pi*H/T * 1/\sinh(kh)$$

in cui H altezza dell'onda, T periodo dell'onda, k numero d'onda e h profondità.

2.5.7. DIMENSIONAMENTO DELL'ORMEGGIO

I calcoli delle azioni sul corpo morto sono definite in funzione di tutti i settori in relazione al vento incidente sulle imbarcazioni, mentre l'altezza d'onda viene considerata pari a $H_s=0.50$ m che risulta quella consigliata dal PIANC per eventi estremi con tempi di ritorno di 50 anni all'interno di bacini portuali. Per i calcoli di verifica del corpo morto è importante la velocità U delle particelle sul fondo generate dal moto ondoso, che nel caso in questione vale zero come si evince dalla relazione BI_3 Idrodinamica e Trasporto Solido. L'annullarsi della velocità U comporta l'annullamento della accelerazione $(dU/dt)_{max}$. Essendo nulla sia la velocità delle particelle che l'accelerazioni delle stesse, si ha che sia la forza di lift, di drag, e di massa esposte sopra si annullano.

In totale le forze agenti sul corpo morto e i rispettivi bracci di leva sono:

- l'azione orizzontale C_o con braccio di leva h_1
- l'azione verticale C_v con braccio di leva d_1
- il peso del corpo morto con braccio di leva d_2
- la sottospinta idraulica con braccio di leva d_3

Sul corpo morto devono essere eseguite le verifiche allo scorrimento e al ribaltamento che sono riportate nelle Tabella 14, Tabella 15, Tabella 16, Tabella 17. Le verifiche di scorrimento sono state effettuate utilizzando un coefficiente $\mu=0,7$ che moltiplica la somma algebrica delle forze verticali agenti sul corpo morto, ma non considerando, a vantaggio di sicurezza, la spinta passiva dovuta all'interramento del corpo morto.

La verifica al ribaltamento invece è stata ottenuta rapportando il momento resistente, dato dal peso apparente del corpo morto per il suo braccio, col momento sollecitante, dato dall'azione della catena per il suo braccio.

Dimensioni del corpo morto					
A =	3.00 m	A' =	9 mq	$\gamma =$	2.50 ton/mc
B =	3.00 m	A =	3 mq	$\gamma_w =$	1.00 ton/mc
H =	1.00 m	V =	9.00 mc		
Hi =	0.00 m	(Altezza di interrimento corpo morto)			
Azioni agenti sul corpo morto					
C =	7.33 ton	Azione della singola catena			
Co =	7.08 ton	Azione orizzontale sul corpo morto della singola catena			
Cv =	1.90 ton	Azione verticale sul corpo morto della singola catena			
P =	22.50 ton	Peso del corpo morto			
Sw =	9.00 ton	Sottospinta idraulica			
Fd =	0.00 ton	Forza di drag			
Fl =	0.00 ton	Forza di lift			
Fm =	0.00 ton	Forza di massa			
Sp =	0.00 ton	Spinta passiva			
h1 =	1.00 m				
d1 =	1.50 m				
d2 =	1.50 m				
d3 =	1.50 m				
VERIFICHE GLOBALI SUL CORPO MORTO					
Verifica allo scorrimento					
$\gamma =$	1800 kg/mc	(Peso unità di volume del terreno di fondo)			
$\phi =$	35 °	(Angolo di attrito interno del terreno di fondo)			
$\mu =$	0.70	(Coefficiente di attrito)			
Verifica allo scorrimento					
$\Sigma F =$	7.08 ton				
$\Sigma P =$	11.60 ton				
$\mu_s =$	1.15				
Verifica al ribaltamento					
Ms =	17.41 ton*m				
Mr =	7.08 ton*m				
$\mu_r =$	2.46				

Tabella 14 – Verifiche di stabilità del corpo morto per ormeggio pontili – Tipologia 1

Dimensioni del corpo morto					
A =	3.00 m	A' =	9 mq	$\gamma =$	2.50 ton/mc
B =	3.00 m	A =	1.8 mq	$\gamma_w =$	1.00 ton/mc
H =	0.60 m	V =	5.40 mc		
Hi =	0.00 m	(Altezza di interrimento corpo morto)			
Azioni agenti sul corpo morto					
C =	4.03 ton	Azione della singola catena			
Co =	3.89 ton	Azione orizzontale sul corpo morto della singola catena			
Cv =	1.04 ton	Azione verticale sul corpo morto della singola catena			
P =	13.50 ton	Peso del corpo morto			
Sw =	5.40 ton	Sottospinta idraulica			
Fd =	0.00 ton	Forza di drag			
Fl =	0.00 ton	Forza di lift			
Fm =	0.00 ton	Forza di massa			
Sp =	0.00 ton	Spinta passiva			
h1 =	0.60 m				
d1 =	1.50 m				
d2 =	1.50 m				
d3 =	1.50 m				
VERIFICHE GLOBALI SUL CORPO MORTO					
Verifica allo scorrimento					
$\gamma =$	1800 kg/mc	(Peso unità di volume del terreno di fondo)			
$\phi =$	35 °	(Angolo di attrito interno del terreno di fondo)			
$\mu =$	0.70	(Coefficiente di attrito)			
Verifica allo scorrimento					
$\Sigma F =$	3.89 ton				
$\Sigma P =$	7.06 ton				
$\mu_s =$	1.27				
Verifica al ribaltamento					
Ms =	10.59 ton*m				
Mr =	2.34 ton*m				
$\mu_r =$	4.53				

Tabella 15 – Verifiche di stabilità del corpo morto per ormeggio pontili – Tipologia 2

Dimensioni del corpo morto					
A =	3.00 m	A' =	9 mq	$\gamma =$	2.50 ton/mc
B =	3.00 m	A =	1.8 mq	$\gamma_w =$	1.00 ton/mc
H =	0.60 m	V =	5.40 mc		
Hi =	0.00 m	(Altezza di interrimento corpo morto)			
Azioni agenti sul corpo morto					
C =	1.52 ton	Azione della singola catena			
Co1 =	1.46 ton	Azione orizzontale sul corpo morto della singola catena			
Co =	4.39 ton	Azione orizzontale sul corpo morto dovuta alle catene			
Cv1 =	0.39 ton	Azione verticale sul corpo morto della singola catena			
Cv =	1.18 ton	Azione verticale sul corpo morto dovuto alle catene			
P =	13.50 ton	Peso del corpo morto			
Sw =	5.40 ton	Sottospinta idraulica			
Fd =	0.00 ton	Forza di drag			
Fl =	0.00 ton	Forza di lift			
Fm =	0.00 ton	Forza di massa			
Sp =	0.00 ton	Spinta passiva			
h1 =	0.60 m				
d1 =	1.50 m				
d2 =	1.50 m				
d3 =	1.50 m				
h2 =	0.30 m				
d4 =	1.50 m				
d5 =	1.50 m				
h3 =	0.00 m				
VERIFICHE GLOBALI SUL CORPO MORTO					
Verifica allo scorrimento					
$\gamma =$	1800 kg/mc	(Peso unità di volume del terreno di fondo)			
$\phi =$	35 °	(Angolo di attrito interno del terreno di fondo)			
$\mu =$	0.70	(Coefficiente di attrito)			
Verifica allo scorrimento					
$\Sigma F =$	4.39 ton				
$\Sigma P =$	6.92 ton				
$\mu_s =$	1.10				
Verifica al ribaltamento					
Ms =	10.38 ton*m				
Mr =	2.64 ton*m				
$\mu_r =$	3.94				

Tabella 16 – Verifiche di stabilità del corpo morto per ormeggio imbarcazioni – Tipologia 1

Dimensioni del corpo morto					
A =	3.00 m	A' =	9 mq	$\gamma =$	2.50 ton/mc
B =	3.00 m	A =	1.8 mq	$\gamma_w =$	1.00 ton/mc
H =	0.60 m	V =	5.40 mc		
Hi =	0.00 m	(Altezza di interrimento corpo morto)			
Azioni agenti sul corpo morto					
C =	1.07 ton	Azione della singola catena			
Co1 =	1.03 ton	Azione orizzontale sul corpo morto della singola catena			
Co =	4.13 ton	Azione orizzontale sul corpo morto dovuta alle catene			
Cv1 =	0.28 ton	Azione verticale sul corpo morto della singola catena			
Cv =	1.11 ton	Azione verticale sul corpo morto dovuto alle catene			
P =	13.50 ton	Peso del corpo morto			
Sw =	5.40 ton	Sottospinta idraulica			
Fd =	0.00 ton	Forza di drag			
Fl =	0.00 ton	Forza di lift			
Fm =	0.00 ton	Forza di massa			
Sp =	0.00 ton	Spinta passiva			
h1 =	0.60 m				
d1 =	1.50 m				
d2 =	1.50 m				
d3 =	1.50 m				
VERIFICHE GLOBALI SUL CORPO MORTO					
Verifica allo scorrimento					
$\gamma =$	1800 kg/mc	(Peso unità di volume del terreno di fondo)			
$\phi =$	35 °	(Angolo di attrito interno del terreno di fondo)			
$\mu =$	0.70	(Coefficiente di attrito)			
Verifica allo scorrimento					
$\Sigma F =$	4.13 ton				
$\Sigma P =$	6.99 ton				
$\mu_s =$	1.18				
Verifica al ribaltamento					
Ms =	10.49 ton*m				
Mr =	2.48 ton*m				
$\mu_r =$	4.23				

Tabella 17 – Verifiche di stabilità del corpo morto per ormeggio imbarcazioni – Tipologia 2

Riassumendo per facilità di lettura si ha:

- ***Corpo morto per ormeggio pontili per imbarcazioni di V, VI, VII*** ctg: dimensioni 3.00x3.00x1.00 m P=22.5 ton e Papp=13.5 ton;
- ***Corpo morto per ormeggio pontili per imbarcazioni di I, II, III, IV*** ctg: dimensioni 3.00x3.00x0.60 m P=13.5 ton e Papp=8.1 ton;
- ***Corpo morto per ormeggio imbarcazioni di V, VI, VII*** ctg: dimensioni 3.00x3.00x0.60 m P=13.5 ton e Papp=8.1 ton;
- ***Corpo morto per ormeggio imbarcazioni di I, II, III, IV*** ctg: dimensioni 3.00x3.00x0.60 m P=13.5 ton e Papp=8.1 ton;

3. CONCLUSIONI

Vengono analizzate le azioni sul pontile per effetto del vento per le varie direzioni di provenienza e sono state calcolate le azioni sui punti di ancoraggio dei pontili e le azioni sui corpi morti.

Le azioni dovute al vento sono state calcolate con un tempo di ritorno pari a 250 anni per tenere conto delle potenziali raffiche di vento che inficerebbero gli ormeggi dei pontili.

Alle azioni trasmesse dai pontili sui corpi morti devono essere aggiunte le azioni sugli stessi dovute al moto ondoso. Si è presa in esame la condizione in cui in corrispondenza del sito si ha un'onda di altezza $H_s=0.50$ m che però non induce correnti tali da ottenere velocità al fondo e di conseguenza azioni di trascinamento di sollevamento e di massa.

Per quanto riguarda le azioni del vento occorre considerare che l'ormeggio è da ritenersi agibile per qualunque azione del vento essendo stato calcolato con tempi di ritorno molto elevati.