

COMUNE DI TRAPANI
PORTO DI TRAPANI

MARINA DI SAN FRANCESCO
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN'APPRODO TURISTICO (art. 2 c.b DPR 509/97)

PROGETTO DEFINITIVO
Conferenza dei Servizi presso il Comune di Trapani del 18/04/2012
concernente l'approvazione del progetto preliminare

OPERE A MARE

Elaborato:

RELAZIONE E VERIFICA ANCORAGGI

Scala:

Aprile 2013

Progettisti:

Dott. Ing. Rocco Ricevuto

Arch. Biancamaria Verde

Geom. Benedetto Lupo

data

revisione

descrizione

Società proponente

Cantiere navale Drepanum s.r.l.

Elaborato:

F1.1/M

a) Sistema di ancoraggio degli elementi galleggianti d'ormeggio

Il calcolo di verifica è condotto considerando, come mostrato nella planimetria di progetto, un sistema di ancoraggio costituito da corpi morti in conglomerato cementizio delle dimensioni di 1,60x1,60x0,8 m del peso a secco di 4,5 t e collegati all'estremità di ogni modulo galleggiante per mezzo di catene, maglia genovese, del diametro di 20 mm.

Il sistema prevede dunque punti d'ancoraggio su entrambi i lati del pontile.

Com'è noto, per quanto riguarda le forze orizzontali che agiscono sul complesso d'ormeggio esse variano principalmente a seconda dell'esposizione delle imbarcazioni ai venti.

Nel calcolo si assumerà convenzionalmente un carico laterale orizzontale uniformemente distribuito pari a 200 Kg/m; tale valore è pari a quello generalmente raccomandato nelle pubblicazioni tecniche¹ verificato anche utilizzando la seguente formula²:

$$F = 0,72 \times E \times D \times S \times V^2 \text{ (Kg/m)}$$

dove:

E = area della sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione.

D = fattore adimensionale di direzione

S = fattore adimensionale di schermo

V = velocità del vento (m/s)

1) Pontile perpendicolare alla banchina della lunghezza di m. 87.20

Verifica corpo morto:

Fronte laterale del pontile:	87,20	m
Carico laterale uniformemente distribuito:	200	Kg/m
Carico laterale totale:	17360	Kg

¹ Raccomandazioni tecniche per i porti del "Dipartimento Alpi Marittime"

² Nichel M.J. Wind design factors for small boat mooring facilities. A survey of practice – PIANC Bulletin n. 68, Brussels.

Numero punti di ancoraggio:	8	
Tiro su ogni catena	2170	Kg
Massa del corpo morto in cls	4500	Kg
Numero dei corpi morti per punto fisso:	1	
Peso specifico cls	2300	Kg/mc
Massa volumetrica dell'acqua:	1.000	Kg/mc
Peso corpo morto in acqua	5850	Kg
Coefficiente di attrito per corpo morto interrato:	1,2	
Resistenza ancoraggio interrato:	7020	Kg
Grado di sicurezza	3.2	

Verifica catene di ancoraggio:

Diametro catene di ancoraggio:	20	mm
Carico di rottura della catena	16000	Kg
Carico di lavoro della catena	4000	
Kg		
Numero delle catene:	1	
Carico unitario:	2730	Kg
Grado di sicurezza	7	

Sistema di ancoraggio degli elementi galleggianti

Il calcolo di verifica è condotto considerando, come mostrato nella planimetria di progetto, un sistema di ancoraggio costituito da corpi morti in conglomerato cementizio delle dimensioni di 2,00x2,00x0,8 m del peso a secco di 7 t e collegati all'estremità di ogni modulo galleggiante per mezzo di catene, maglia genovese, del diametro di 20 mm. Il sistema prevede dunque sei punti d'ancoraggio per il lato sud del pontile, mentre lato terra il sistema comprende aste distanziatrici.

Com'è noto, per quanto riguarda le forze orizzontali che agiscono sul complesso d'ormeggio esse variano principalmente a seconda dell'esposizione delle imbarcazioni ai venti.

Nel calcolo si assumerà convenzionalmente un carico laterale

orizzontale uniformemente distribuito pari a 200 Kg/m; tale valore è pari a quello generalmente raccomandato nelle pubblicazioni tecniche³ verificato anche utilizzando la seguente formula⁴:

$$F = 0,72 \times E \times D \times S \times V^2 \text{ (Kg/m)}$$

dove:

E=area della sezione trasversale della parte emergente dell'imbarcazione.

D= fattore adimensionale di direzione

S= fattore adimensionale di schermo

V=velocità del vento (m/s)

Verifica corpo morto:

Fronte laterale del pontile:	82,00	m
Carico laterale uniformemente distribuito:	200	Kg/m
Carico laterale totale:	16400	Kg
Numero punti di ancoraggio:	6	
Tiro su ogni catena	2730	Kg
Massa del corpo morto in cls	7000	Kg
Numero dei corpi morti per punto fisso:	1	
Peso specifico cls	2300	Kg/mc
Massa volumetrica dell'acqua:	1.000	Kg/mc
Peso corpo morto in acqua	3800	
Coefficiente di attrito per corpo morto interrato:	1,5	
Resistenza ancoraggio interrato:	5700	Kg
Grado di sicurezza	2	

Verifica catene di ancoraggio:

Diametro catene di ancoraggio:	20	mm
Carico di rottura della catena	20000	Kg
Numero delle catene:	1	
Carico unitario:	2730	Kg

³ Raccomandazioni tecniche per i porti del "Dipartimento Alpi Marittime"

⁴ Nichel M.J. Wind design factors for small boat mooring facilities. A survey of practice – PIANC Bulletin n. 68, Bruxells.

1. PARAMETRI DI PROGETTO

Il calcolo di verifica è condotto secondo le seguenti ipotesi di progetto:

Velocità del vento 26 m/s

Profondità 4 m

Variazione del livello di marea 0.4 m

Altezza dell'onda incidente 0.75 m

2. APPROCCIO METODOLOGICO

Si riporta nel seguito la metodologia applicata per il calcolo della forze.

2.1 Forze dovute al vento

La forza dovuta al vento è calcolata come segue:

Dove:

F_w = forza dovuta all'azione del vento sulla parte esposta delle imbarcazioni ormeggiate;

q_z = pressione del vento (velocità del vento² x 0,0006);

$\sum A_i$ = sommatoria delle aree delle fiancate di tutte le barche ormeggiate al pontile.

L'area delle murate esposte al vento è desunta, in rapporto alla lunghezza della stessa dalla seguente tabella adottata nell'Australian Standard – Guidelines for Design of marinas

2.2 Coefficiente di riduzione della velocità del vento

Poiché la velocità del vento è misurata all'altezza standard di 10 m dal suolo, è necessario adottare un coefficiente di riduzione per tenere conto che le fiancate delle imbarcazioni sono posizionate ad una altezza inferiore (circa 2 m dalla superficie dell'acqua).

Dove:

R_c = coefficiente di riduzione del vento;

H_e = Altezza sopra il livello dell'acqua dove si vuole stimare la velocità del vento. Si fissa pari a 2 m;

H_m = Altezza sopra il livello del mare di rilevazione della velocità del vento;

a = coefficiente che tiene conto della "scabrezza della superficie". Generalmente si utilizza 0.134 per spazi aperti e 0.1 aree costiere. Nel caso specifico si utilizza un coefficiente pari a 0.85.

2.3 Forze dovute alle onde

Usando la formula di H. Maruo per ricavare la forza di deriva definite come la forza necessaria per muovere un oggetto galleggiante second la direzione dell'onda è possibile individuare il carico sul pontile generato dall'onda incidente.

Dove:

F = forza dovuta all'onda;

ρ =densità dell'acqua;

g = gravità;

R = coefficiente di riflessione;

L =lunghezza del pontile galleggiante break water;

H = altezza d'onda;

α = angolo tra il pontile e la direzione dell'onda incidente.

Il coefficiente di riflessione assume i seguenti valori:

Tipo di struttura	Coefficiente di riflessione
Parete verticale con sommità emergente	0.7-1.0
Parete verticale con sommità sommersa	0.5-0.7
Pontili galleggianti	0.5-0.8

Relativamente al valore di α assumiamo la condizione più sfavorevole e cioè $\alpha = 90^\circ$

2.4 Forze dovute alle correnti

Nel caso di correnti marine rilevanti, la forza che esse generano sul pontile può essere calcolata con la seguente formula idrodinamica.

Dove:

p =pressione generata dall'azione della corrente marina sul pontile (in pascal)

ρ = densità dell'acqua in kg/m³

C_d = coefficiente di drag

v = velocità della corrente in m/s

La forza in Kn può essere ricavata dalla seguente formula:

Dove:

F = forza in KN

p = carico superficiale

A = area immersa

3. DISTRIBUZIONE DEI CARICHI SULLE IMBARCAZIONI IN ORMEGGIO

Facendo riferimento all' Australian Standard – Guidelines for Design of marinas il carico totale generato dalle forze di cui ai paragrafi precedenti può essere applicato per intero sulle imbarcazioni sopravvento e per un'aliquota del 20% sulle imbarcazioni sottovento.

4. FORZE AGENTI SUI DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO

Per individuare la tensione generata sui dispositivi di ormeggio (cavi o catene), dalle forze generate da vento, corrente e azione delle onde è possibile ricorrere alla seguente formula tenuto conto della scomposizione vettoriale delle forze in funzione della giacitura dei cavi di ormeggio e quindi dell'inclinazione degli stessi sul piano orizzontale e su quello verticale.

Dove:

F_{sfx} = componente orizzontale della forza agente sul cavo d'ormeggio in KN

F_h = somma delle forze orizzontali in KN

α_h = angolo formato dal cavo di ormeggio sul piano orizzontale

α_v = angolo formato dal cavo di ormeggio sul piano verticale al momento del massimo livello di sopralzo del tirante idrico

5. RISULTATI

Ai fini del calcolo si ipotizza che su una lunghezza di 100 m di pontile siano ormeggiati 15 p.b. da 20 m di lft.

Si assume inoltre l'ipotesi cautelativa che la direzione del vento e delle onde sia incidente perpendicolarmente al pontile break water.

L'area delle imbarcazioni esposte al vento è pari a $15 \times 24 = 360$ mq, usando l'equazione per il calcolo della forza del vento si ottiene un valore pari a 105 KN.

Con un valore dell'onda incidente pari a 0.75 m tramite l'equazione per il calcolo della forza dovuta alle onde, si ottiene un valore pari a 113 KN sulla lunghezza totale di 100 m

Relativamente alle forze di corrente in relazione al sito (interno al bacino portuale) si ritiene di potere trascurare tali forze.

Si avrà quindi un totale di $105 + 113 = 218$ Kn

Supponendo di utilizzare 20 tiranti (che si suppone inclinato di circa 30°) per l'ancoraggio del pontile breakwater, il carico totale pari a 218 KN che verrà trasferito al sistema d'ormeggio sarà pari a 288 KN, ricordando che l'azione si esplica sulla metà dei tiranti d'ormeggio.

Adoperando perciò un sistema seaflex in cui ogni tirante è costituito da n.8 cavi, si avrà su ogni cavo una forza pari a $288 / (10 \times 8) = 3.6$ KN

Poiché il carico di rottura di un cavo seaflex è pari a 150KN. Il carico di lavoro stabilito in $8 \times 3.6 = 29$ KN si avrà un fattore di sicurezza pari a 5.1