

# REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'  
DIPARTIMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DELLA MOBILITA' E DEI TRASPORTI

## ISOLA DI SALINA (MESSINA)

### COMUNE DI MALFA

LAVORI DI RIQUALIFICA E DI ADEGUAMENTO  
DELLE OPERE FORANEE, DELLE BANCHINE, DELLO SCALO DI  
ALAGGIO E DEI FONDALI DELL' APPRODO DI SCALO GALERA

Progetto Definitivo:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi Ufficio del Genio Civile di Messina in data 21.07.2004

Progetto Esecutivo 1° stralcio funzionale:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 20.12.2006 dell'importo complessivo di € 4.800.000,00

Progetto Esecutivo 1° stralcio di completamento:

A seguito di rescissione contrattuale ed approvazione Perizia di riparazione danni di forza maggiore di variante in diminuzione in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 07 marzo-26 marzo 2013 dell'importo complessivo di € 1.612.247,45

Progetto Esecutivo stralcio di completamento:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 19.07.2017 dell'importo complessivo di € 13.700.00,00



## PROGETTO ESECUTIVO DI RIUNIONE ED AGGIORNAMENTO DEI LAVORI DEL 1° STRALCIO E DI QUELLO DI COMPLETAMENTO

REV.	DATA	EMISSIONE	RED.	VER.	APPR.
0	27/06/19	PRIMA EMISSIONE	A.INCONTRERA	F.GIORDANO	F.GIORDANO
1					
2					
CODICE PROGETTO 1 9 0 1		ELABORATO: All. 41.3	REV. A	SCALA: -	

Verifiche bitte e parabordi

IL R.U.P.:

Geom. Arturo Ciampi

4° Settore Tecnico Lavori Pubblici



DINAMICA s.r.l.  
PROGETTO VERIFICATO



IL PROGETTISTA:

Ing. Francesco Giordano

ingfrancescogiordano@gmail.com

COLLABORAZIONE:

Sigma Ingegneria S.r.l.

sigmaingsrl@gmail.com

IL SUPPORTO ESTERNO AL R.U.P.:

Ing. Salvatore Perillo



IL SINDACO:

Dott.ssa Clara Rametta

Regione Siciliana  
 Assessorato delle Infrastrutture e della Mobilità  
 Dipartimento Regionale Tecnico  
**COMMISSIONE REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI**  
 Legge regionale 12 luglio 2011, n. 12 art.5, comma 12  
 Copia conforme all'elaborato esaminato nelle sedute  
 del 04 Dicembre 2019 e 17 Dicembre 2019

Parere n° 128

Relatore: Ing. Antonino Platania  
 (Ing. Capo Ufficio del Genio Civile di Messina)



*[Handwritten signature]*

REGIONE SICILIANA  
 UFFICIO DEL GENIO CIVILE - MESSINA  
 Visto il progetto di autorizzazione in linea tecnica  
 ai sensi dell'art. 122, 3, 4, 5, e con riferimento alla  
 nota di parti unita e autorizzata in fotocollato.  
 15 NOV 2019  
 UFFICIO DEL GENIO CIVILE - MESSINA  
 Ing. Antonino Platania



*[Handwritten signature]*

UFFICIO DEL GENIO CIVILE  
 — MESSINA —

Si attesta che le previsioni del presente progetto  
 sono conformi alle norme di edilizia sismica  
 L'autorizzazione allo inizio dei lavori è suborita  
 nata rite formale domanda ai sensi dell'Art 17  
 della Legge 61/1974

Messina, il 5 NOV 2019

*[Handwritten signature]*



## 1. VERIFICHE DELLE BITTE

Lungo le banchine di sopraflutto e le banchine di riva, al fine di consentire direttamente l'ormeggio delle imbarcazioni, in attesa della futura installazione dei pontili galleggianti, è prevista l'installazione di bitte in ghisa resistenti ad un tiro di 20 tonnellate (Fig. 1 e 2). Nel tratto di testata della banchina di sopraflutto, per consentire l'attracco degli aliscafi verranno installate n. 5 bitte resistenti ad un tiro di 50 tonnellate (Fig. 3).

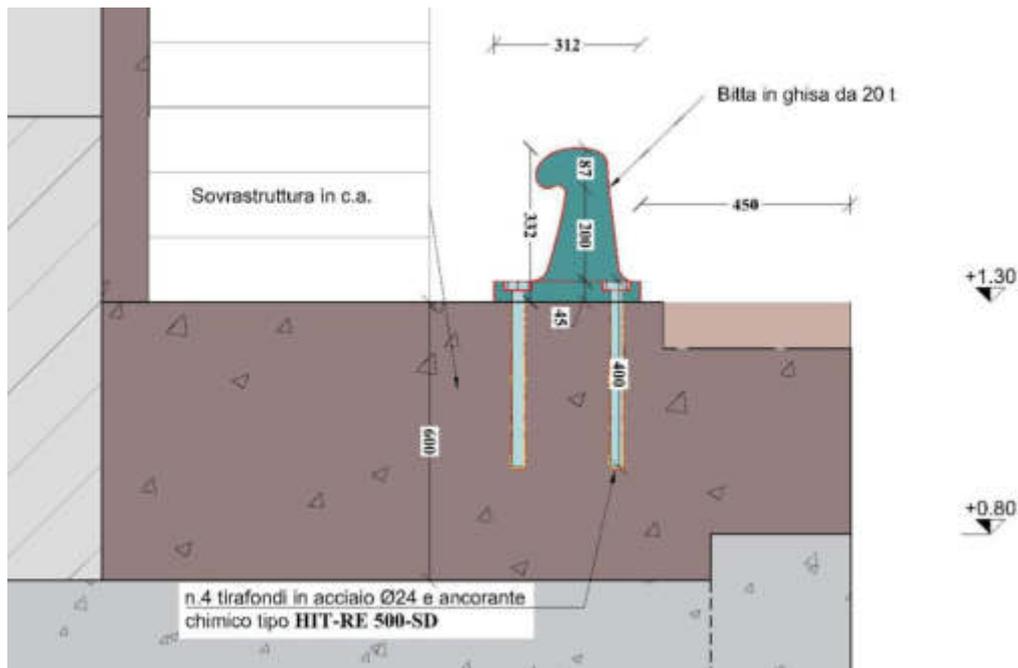


Figura 1: Sezione tipo della bitta da 20 ton posta sulla banchina di sopraflutto

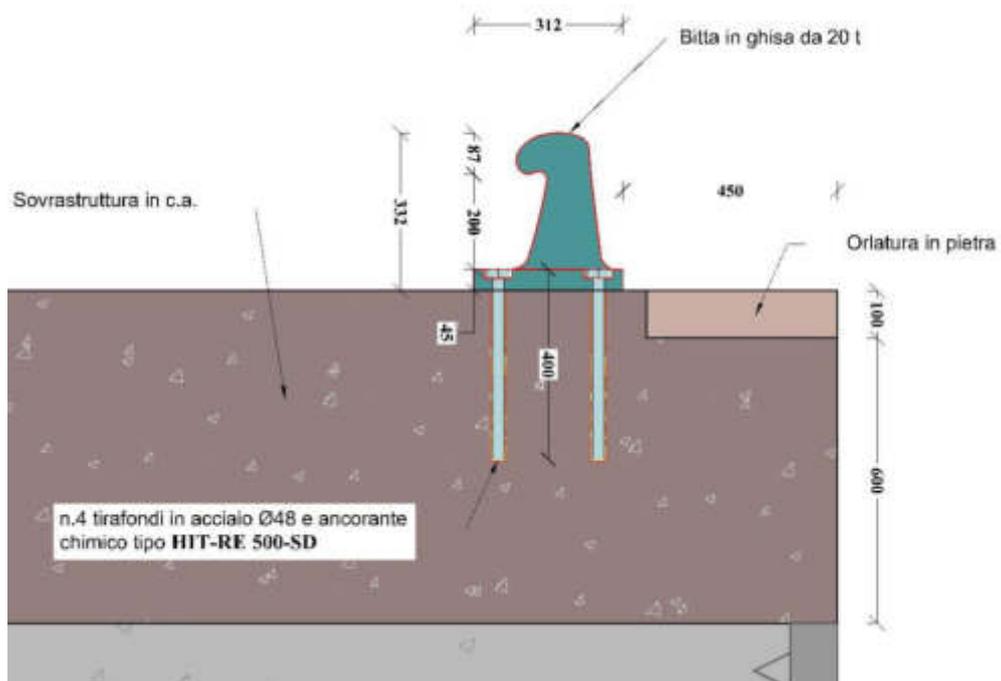


Figura 2: Sezione tipo della bitta da 20 ton posta sulla banchina di riva centrale

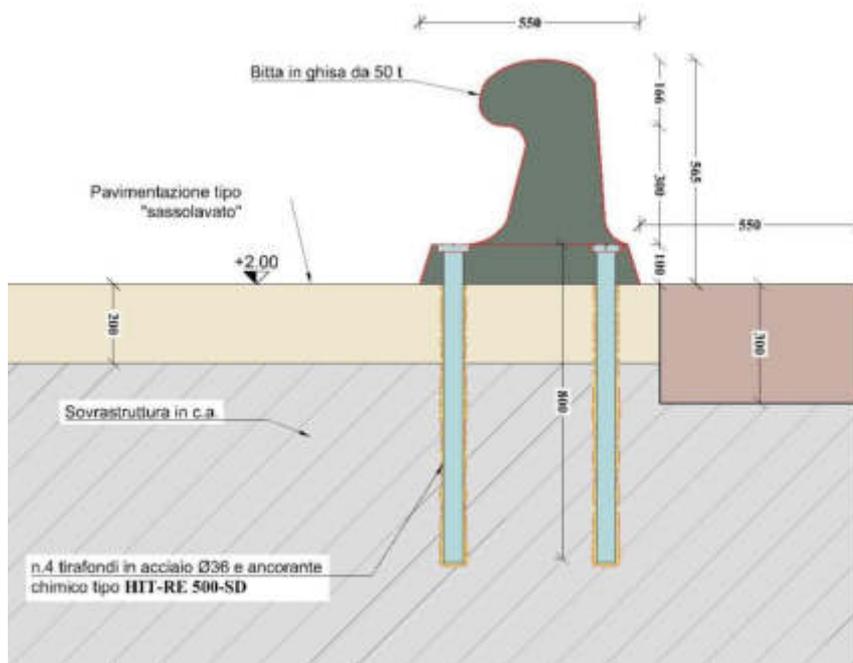


Figura 3: Sezione tipo della bitta da 50 ton posta in testata della banchina di sopraflutto

Le bitte verranno ancorate alla sovrastruttura in c.a. delle banchine mediante tiranti in acciaio fissati mediante resina chimica.

La presente relazione ha lo scopo di verificare la dimensione dei tiranti di fissaggio delle bitte in funzione del tiro di progetto e delle dimensioni della fondazione di base.

Come si evince dalle figure 1, 2 e 3, la bitta da 20 t lungo la banchina di riva, verrà installata sulla sovrastruttura in c.a. del cassone cellulare, posta a quota +1.20 m s.l.m.m. ed avente uno spessore di 45 cm circa, mentre le bitte posizionate nelle banchine di riva verranno ancorate alla sovrastruttura, realizzata al di sopra della pila di massi parallelepipedi in cls, avente uno spessore di 50 cm.

Le bitte da 50 t collocate nel tratto di testata della banchina di sopraflutto verranno ancorate alla sovrastruttura del cassone cellulare di testata avente uno spessore complessivo di 120 cm.

## 1.1 Sollecitazioni

Il tiro sulla bitta viene considerato con un'angolazione sul piano orizzontale di  $160^\circ$  e  $-10/+70$  sul piano verticale, come definito in figura sotto.



Figura 4: Angolazione del carico sulle bitte

Si considerano le tre condizioni limite che può assumere il tiro per definire quale sia, fra esse, la più gravosa per la sollecitazione sui tirafondi.

### 1.1.1 Bitta da 20 t

#### 1.1.1.1 Configurazione 1: tiro in direzione orizzontale, perpendicolare in asse con la bitta

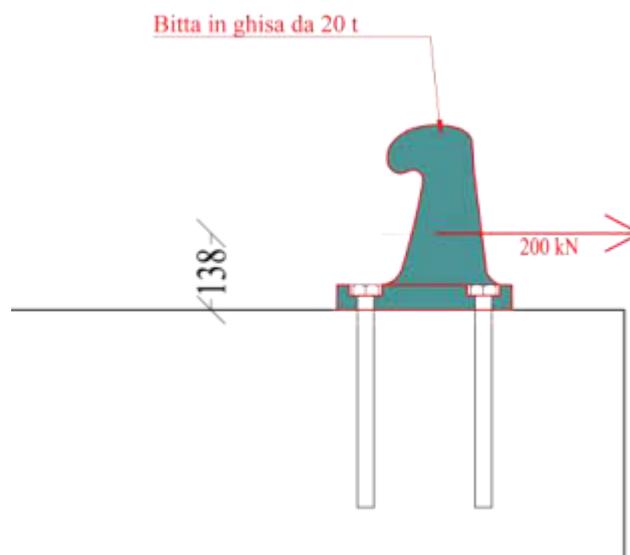


Figura 5: Schema di carico nella configurazione 1 (Bitta da 20 t)

In tale condizione di carico la forza orizzontale è pari al tiro:

$$F_x = T = 200kN$$

In questo modo si genera un momento sollecitante pari a:

$$M_{ed,SLE,1} = F_x \cdot b = 200 \cdot 0,245 = 27,6kNm$$

### 1.1.1.2 Configurazione 2: tiro sul piano verticale, inclinato di 70° rispetto al piano orizzontale

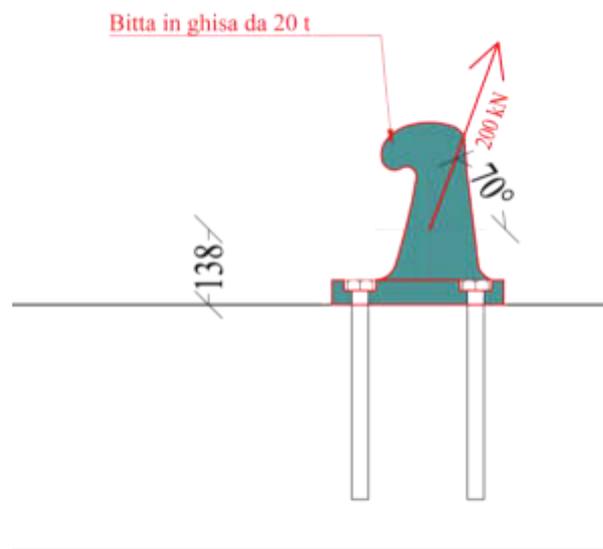


Figura 6: Schema di carico nella configurazione 2 (Bitta da 20 t)

In questo caso le componenti orizzontali e verticale valgono:

$$F_x = F \cdot \cos(70^\circ) = 200 \cdot \cos(70^\circ) = 68,40kN$$

$$F_z = F \cdot \sin(70^\circ) = 200 \cdot \sin(70^\circ) = 187,90kN$$

Il momento che si genera vale:

$$M_{ed,SLE,2} = f_x \cdot b = 68,40 \cdot 0,138 = 9,43kNm$$

### 1.1.1.3 Configurazione 3: tiro sul piano orizzontale, inclinato di 80° rispetto alla perpendicolare

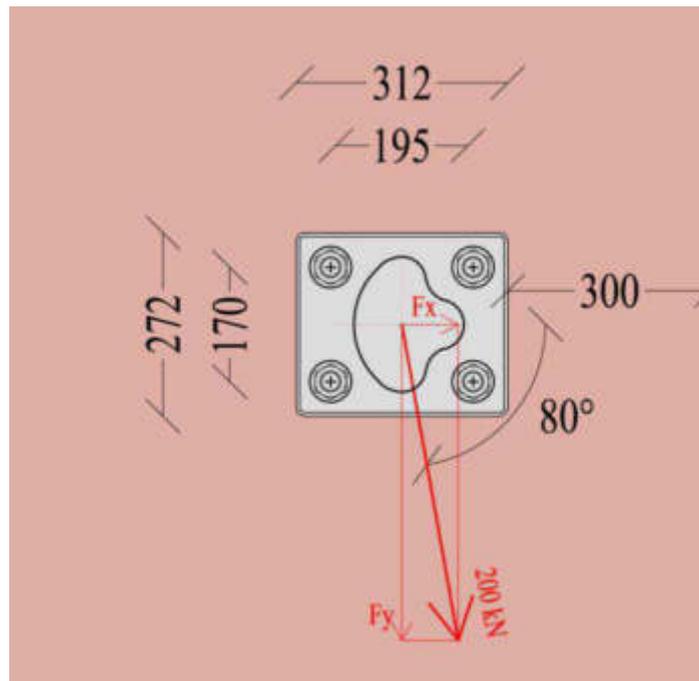


Figura 7: Schema di carico nella configurazione 3 (Bitta da 20 t)

Le componenti nelle due direzioni valgono:

$$F_x = F \cdot \cos(80^\circ) = 200 \cdot \cos(80^\circ) = 34,70 \text{ kN}$$

$$F_y = F \cdot \sin(80^\circ) = 200 \cdot \sin(80^\circ) = 197,0 \text{ kN}$$

Il momento che si genera nelle due direzioni vale:

$$M'_{ed,SLE,3} = F_x \cdot b = 34,70 \cdot 0,138 = 4,80 \text{ kNm}$$

$$M''_{ed,SLE,3} = F_y \cdot b = 197,0 \cdot 0,138 = 27,2 \text{ kNm}$$

## 1.1.2 Bitta da 50 t

### 1.1.2.1 Configurazione 1: tiro in direzione orizzontale, perpendicolare in asse con la bitta

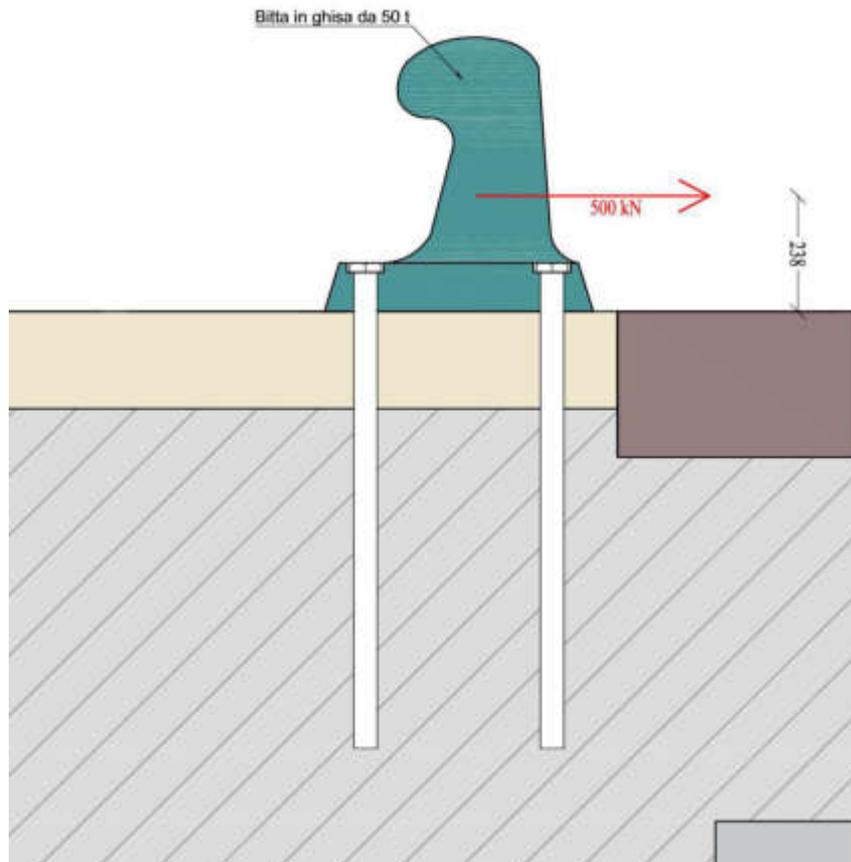


Figura 8: Schema di carico nella configurazione 1 (Bitta da 50 t)

In tale condizione di carico la forza orizzontale è pari al tiro:

$$F_x = T = 500 \text{ kN}$$

In questo caso si genera un momento sollecitante pari a:

$$M_{ed,SLE,1} = F_x \cdot b = 500 \cdot 0,238 = 119,0 \text{ kNm}$$

### 1.1.2.2 Configurazione 2: tiro sul piano verticale, inclinato di 70° rispetto al piano orizzontale

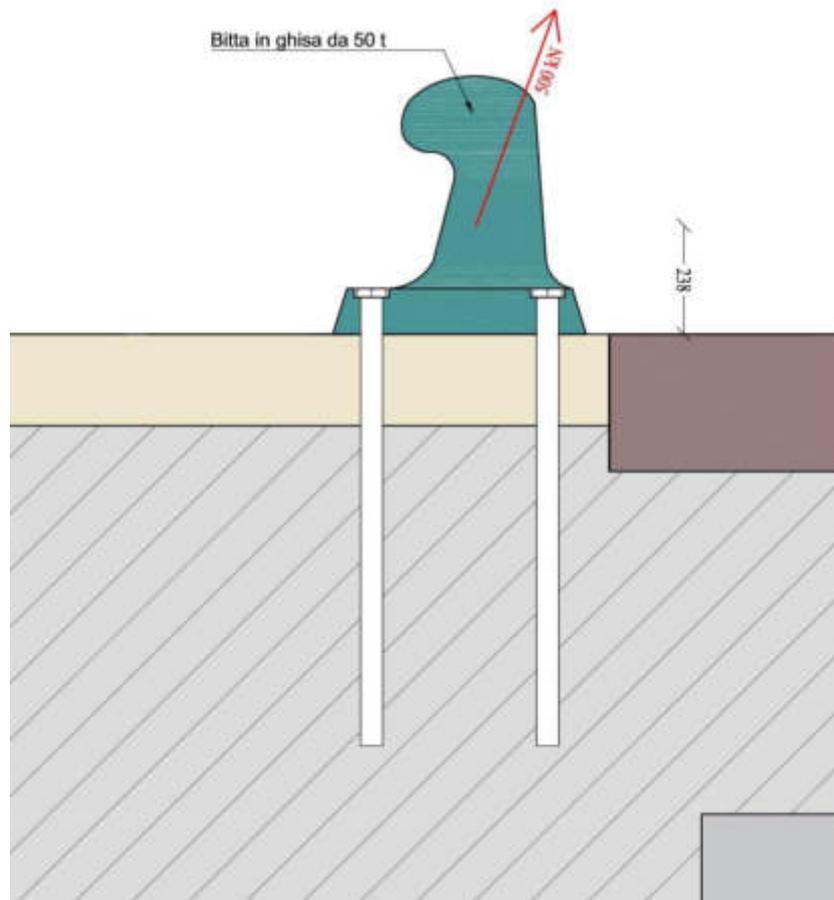


Figura 9: Schema di carico nella configurazione 2 (bitta da 50 t)

In questo caso le componenti orizzontali e verticale valgono:

$$F_x = F \cdot \cos(70^\circ) = 500 \cdot \cos(70^\circ) = 171,0 \text{ kN}$$

$$F_z = F \cdot \sin(70^\circ) = 500 \cdot \sin(70^\circ) = 469,8 \text{ kN}$$

Il momento che si genera vale:

$$M_{ed,SLE,2} = f_x \cdot b = 171,0 \cdot 0,238 = 40,7 \text{ kNm}$$

### 1.1.2.3 Configurazione 3: tiro sul piano orizzontale, inclinato di 80° rispetto alla perpendicolare

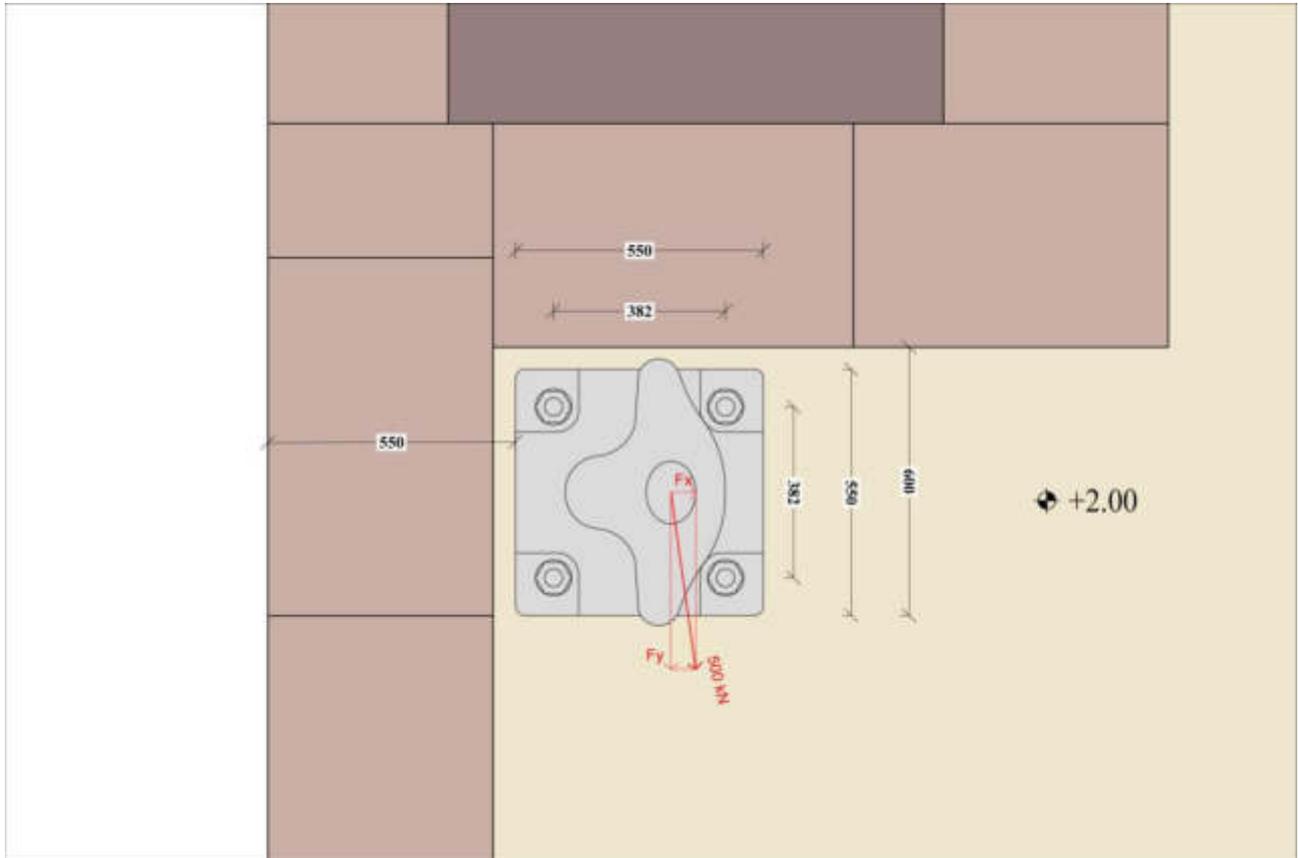


Figura 10: Schema di carico nella configurazione 3 (Bitta da 50 t)

Le componenti nelle due direzioni valgono:

$$F_x = F \cdot \cos(80^\circ) = 500 \cdot \cos(80^\circ) = 86,8 \text{ kN}$$

$$F_y = F \cdot \sin(80^\circ) = 500 \cdot \sin(80^\circ) = 492,4 \text{ kN}$$

Il momento che si genera nelle due direzioni vale:

$$M'_{ed,SLE,3} = F_x \cdot b = 86,8 \cdot 0,238 = 20,6 \text{ kNm}$$

$$M''_{ed,SLE,3} = F_y \cdot b = 492,4 \cdot 0,238 = 117,2 \text{ kNm}$$

## **1.2 Resistenza degli ancoraggi**

L'ancoraggio delle bitte verrà realizzato mediante barre filettate in acciaio fissate mediante resina chimica tipo HIT-RE 500-SD al cls della struttura di fondazione.

Per la determinazione della resistenza dell'ancoraggio si è proceduto mediante idoneo software di calcolo, verificando per ciascuna tipologia di bitta le tre condizioni di carico.

Scegliendo la condizione di carico più gravosa è stato possibile individuare il diametro e la lunghezza minima degli ancoraggi per le due tipologie di bitte.

Di seguito si riportano le elaborazioni effettuate per la verifica degli ancoraggi delle bitte di 20 t (**Allegato 1,2,3**) e delle bitte di 50 t (**Allegato 4,5,6**)

Le bitte da 20 t dovranno essere ancorate con ancoranti chimici costituiti da n.4 barre filettate in acciaio classe 8.8 del diametro minimo di 24 mm e della lunghezza di 400 mm e resina chimica del tipo HIT-RE 500-SD. Il foro dovrà essere realizzato con idoneo perforatore e l'installazione dovrà avvenire all'asciutto.

Le bitte da 50 t dovranno essere ancorate con ancoranti chimici costituiti da n.4 barre filettate in acciaio classe 8.8 del diametro minimo di 36 mm e della lunghezza di 800 mm e resina chimica del tipo HIT-RE 500-SD, anche se dal calcolo eseguito è sufficiente un diametro di 30 mm ed una lunghezza di 600 mm si è scelto di aumentare tali valori per avere un ulteriore margine di sicurezza. Il foro dovrà essere realizzato con idoneo perforatore e l'installazione dovrà avvenire all'asciutto.

Nell'**Allegato 7** vengono riportati i particolari delle bitte da installare lungo la banchina di riva e la banchina di sopraflutto, mentre nell'**Allegato 8** si riportano particolari delle bitte per l'attracco aliscafi collocate in testata della banchina di sopraflutto.

## 2. VERIFICHE DEI PARABORDI

Per la verifica dei parabordi della passerella metallica destinata all'attracco degli aliscafi si è fatto riferimento all'urto nave secondo quanto previsto dalle "Guidelines for design of Fender Systems 2002" pubblicate dalla INTERNATIONAL NAVIGATION ASSOCIATION (PIANC).

Il calcolo è basato sulla determinazione dell'energia cinetica di una nave in movimento.

L'energia cinetica di una nave in movimento può essere calcolata come:

$$E=1/2 \cdot M \cdot v^2$$

Dove:

E = energia cinetica della stessa nave (kJm);

M = massa della nave (t);

v = velocità della nave in avvicinamento alla banchina (m/s).

Nel processo di attracco, l'energia di progetto che deve essere assorbita dal parabordo può essere ottenuta come:

$$E_d = 1/2 \cdot M \cdot v_a^2 \cdot C_e \cdot C_m \cdot C_s \cdot C_c$$

Dove:

$E_d$  = energia di progetto che deve essere assorbita dal sistema di difesa in condizioni normali (kJm);

$v_a^2$  = velocità di accosto della nave (m/s);

$C_e$  = coefficiente di eccentricità;

$C_m$  = coefficiente di massa virtuale;

$C_s$  = coefficiente di deformabilità;

$C_c$  = coefficiente di configurazione della banchina oppure fattore cuscinio;

La nave presa in considerazione per il calcolo dei parabordi della piattaforma metallica di attracco è un Aliscafo avente le caratteristiche tecniche di seguito riportate:

Lunghezza	30,00 m
Larghezza	6,00 m
Immersione	3,10 m/1,20 m
Massa della nave	215 t

Le norme sulle regole di esecuzione delle manovre di accosto fanno riferimento alla velocità di accosto  $v_a^2$ , definita come la componente normale all'accosto della velocità del baricentro della nave e pongono dei limiti a questa velocità.

Le norme British Standard ed il PIANC/AIPCN distinguono cinque condizioni: due per le acque protette e tre per le acque non protette.

Nella **Tabella 1** sono riportati i valori dei limiti della velocità di accosto  $v_a$  adottati dalle suddette norme in funzione del dislocamento della nave.

**Tabella 1 – Limiti velocità di accosto**

$\Delta$ (t)	Velocità di accosto ( $m\ s^{-1}$ )				
	Acque protette		Acque non protette		
	<i>easy berthing</i>	<i>difficult berthing</i>	<i>easy berthing</i>	<i>good berthing</i>	<i>difficult berthing</i>
1.000	0.179	0.347	0.518	0.671	0.868
2.000	0.151	0.295	0.443	0.574	0.722
3.000	0.135	0.266	0.402	0.522	0.647
4.000	0.126	0.249	0.376	0.489	0.594
5.000	0.117	0.233	0.352	0.459	0.561
10.000	0.095	0.191	0.288	0.378	0.452
20.000	0.075	0.155	0.229	0.306	0.359
30.000	0.064	0.135	0.200	0.266	0.309
40.000	0.057	0.121	0.177	0.238	0.277
50.000	0.052	0.112	0.163	0.219	0.254
100.000	0.039	0.086	0.126	0.170	0.200
200.000	0.027	0.062	0.094	0.129	0.156
300.000	0.021	0.048	0.076	0.106	0.132
400.000	0.019	0.044	0.071	0.099	0.125
500.000	0.018	0.041	0.068	0.096	0.121

Nel caso in esame è stato assunto un valori di  $v_a = 0,35\ m/s$ , che fa riferimento a condizioni di accosto difficoltoso in banchina protetta.

Il coefficiente di eccentricità tiene conto della riduzione dell'energia trasmessa dalla nave al parabordo, nel nostro caso è stato assunto cautelativamente pari a 0,7.

Il coefficiente di massa virtuale si ottiene moltiplicando la massa della nave per il coefficiente di massa (Svendsen 1970):

$$C_m = 1 + 2T/B$$

essendo T l'immersione e B la larghezza della nave.

Nel nostro caso  $C_m = 1,7$ .

Conseguentemente la massa virtuale  $M_v$  è pari a:

$$M_v = M \cdot C_m = 365\ t$$

Il coefficiente di deformabilità  $C_s$  nel nostro caso è pari a 0,9, per parabordi rigidi con deformazione  $\delta_f \leq 150\ mm$ .

Il coefficiente di configurazione della banchina  $C_c$  è pari ad 1,00.

Stante quanto sopra si deduce che l'energia cinetica della nave risulta:

$$E = 21,8 \text{ KNm}$$

Tenendo conto delle raccomandazioni del PIANC-AIPCN per impatti eccezionali dovuti ad errori di manovra, avaria, condizioni eccezionali di vento o di corrente, per  $E_{\text{prog}}$  si è considerato un fattore correttivo pari a 1,75.

Pertanto:

$$E_{\text{prog}} = E \cdot 1,75 = 21,8 \cdot 1,75 = 38,15 \text{ KNm}$$

Il parabordo a delta in gomma utilizzato di forma a "D" 500x500 mm è in grado di contrastare un'energia di accosto superiore a 46 KNm (**Allegato 10**).

Per le banchine interne al porto per il calcolo dei parabordi è stata considerata la seguente unità navale:

Lunghezza	15,00 m
Larghezza	4,00 m
Immersione	0,80 m
Massa della nave	50 t

Considerando:

$$v_a^2 = 0,35$$

$$C_e = 0,70$$

$$C_m = 1,40$$

$$C_s = 0,9$$

$$C_c = 1,00$$

$$M_v = 50t \times 1,40 = 70 \text{ t}$$

Avremo che l'energia cinetica della nave risulta essere pari a:

$$E = 2,70 \text{ KNm}$$

Pertanto:

$$E_{\text{prog}} = E \cdot 1,75 = 2,70 \cdot 1,75 = 4,73 \text{ KNm}$$

Il parabordo a delta in gomma utilizzato di forma a "D" 200x200 mm è in grado di contrastare un'energia di accosto pari a 7,5 KNm (**Allegato 11**).