

C0	04/08/15	Revisione per modifica materiale perni	AC	AC	YE
C0	04/09/14	Emissione per approvazione	AE	AC	YE
REVISIONE			DESCRIZIONE	EL.	CON. APP.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE
VENETO – TRENTINO ALTO ADIGE – FRIULI VENEZIA GIULIA

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991
ATTO ATTUATIVO A VALERE SU 10ª ASSEGNAZIONE CIPE PER IL “SISTEMA MOSE”

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA

CUP: D51B02000050AD1 (CIPE 10B)




PROGETTO ESECUTIVO

WBS: CH.E1.14

WBE: CH.E1.14.PE.01

BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE E OPERE ELETTROMECCANICHE PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE

ELABORATO  A. Chiarelli	CONTROLLATO  A. Chiarelli	APPROVATO  V. Esposito
N. ELABORATO MV048P-PE-CAR-6029-C1	CODICE FILE MV048P-PE-CAR-6029-C1.DOC	DATA 04 Agosto 2015

CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

VERIFICATO

V. Esposito

CONTROLLATO

V. Ardone



CONSORZIO VENEZIA NUOVA

Ing. H. Redi


PROGETTAZIONE



ALBERTO SCOTTI

IL RESPONSABILE : Ing.



 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE
VENETO – TRENTINO ALTO ADIGE – FRIULI VENEZIA GIULIA**

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991

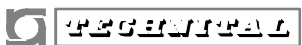
ATTO ATTUATIVO A VALERE SU 10^a ASSEGNAZIONE CIPE PER IL “SISTEMA MOSE”

CONSORZIO VENEZIA NUOVA

**INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA
REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA**

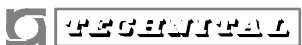
**BOCCA DI CHIOGGIA
CONCHE: PORTE E OPERE ELETTROMECCANICHE
PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI**

**RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO
DELLE TESTATE DELLE CONCHE**


	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 3
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	DOCUMENTI E DISEGNI DI RIFERIMENTO	6
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	8
5.	CARATTERISTICHE DEI PANCONI	11
5.1.	Le guide e le tenute dei panconi	12
5.2.	Materiali e dati tecnici dei panconi	12
5.3.	Specifiche di montaggio e manutenzione dei panconi	13
6.	TRAVE PESCATRICE E FASI DI VARO	14
6.1.	Varo dei panconi	14
6.1.1.	Modalità operative di posizionamento dei panconi	14
6.1.2.	Modalità operative di ripescaggio dei panconi	15
6.2.	Materiali trave pescatrice	17
7.	ANALISI DEI CARICHI PANCONI INFERIORI	18
7.1.	Carichi sulla struttura	18
7.1.1.	Peso proprio	18
7.1.2.	Battente d'acqua con dislivello massimo	18
7.2.	Combinazioni di carico	18
8.	MODELLAZIONE E VERIFICA PANCONI INFERIORI	20
8.1.	Risultati del calcolo	21
8.1.1.	Tensioni sulla struttura	21
8.1.2.	Verifica statica degli elementi strutturali	23
8.1.3.	Deformazioni della struttura	24
8.2.	Stabilità degli elementi compressi	25
8.2.1.	Stabilità dei pannelli lato acqua	25
8.2.2.	Verifica piastra di contrasto	29
9.	ANALISI DEI CARICHI PANCONI SUPERIORI	31
9.1.	Carichi sulla struttura	31
9.1.1.	Peso proprio	31
9.1.2.	Battente d'acqua con dislivello massimo	31
9.2.	Combinazioni di carico	31

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

10.	MODELLAZIONE E VERIFICA PANCONI SUPERIORI	33
10.1.	Risultati del calcolo	34
10.1.1.	Tensioni sulla struttura	34
10.1.2.	Verifica statica degli elementi strutturali	35
10.1.3.	Deformazioni della struttura	36
10.2.	Stabilità degli elementi compressi	37
10.2.1.	Stabilità dei pannelli lato acqua	37
11.	ROTELLE LATERALI	42
11.1.	Supporto rotelle laterali	43
11.2.	Perni rotelle laterali	44
11.3.	Cuscinetti a strisciamento	44
12.	ATTACCHI PER IL SOLLEVAMENTO	45
13.	VERIFICA STRUTTURALE TRAVE PESCATRICE	46
13.1.	Carichi	46
13.1.1.	Peso proprio	46
13.1.2.	Peso pancone	46
13.2.	Combinazioni di carico	46
13.3.	Modello FEM	47
13.4.	Risultati del calcolo	48
13.4.1.	Deformazioni della struttura SLS	49
13.4.2.	Verifica deformabilità	49
13.4.3.	Verifica telaio principale	50
13.5.	Staffe di ancoraggio	52
13.6.	Perni	54
13.7.	Ganci	55
13.8.	Contrappeso	56
13.9.	Grilli o tenditori di aggancio	58
13.10.	Braghe di sollevamento	58

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	


1. PREMESSA

La presente relazione descrive il sistema di messa a secco delle testate delle conche necessario per espletare le attività di manutenzione sulle porte a settore delle conche per pescherecci di Chioggia.

La messa a secco delle testate avviene mediante il posizionamento, a monte ed a valle delle testate, di 4+4 panconi provvisori in acciaio che hanno il compito di garantire la tenuta del dislivello di acqua presente tra la testata della conca messa a secco ed il lato bagnato. Pertanto i panconi dovranno avere le seguenti caratteristiche :


- 1) Una buona rigidità poiché dovranno resistere a dislivelli importanti su luci di 16 metri;
- 2) Dovranno garantire una tenuta sicura delle guarnizioni; pertanto le guarnizioni dovranno essere continue tra gli elementi verticali ed orizzontali e dovranno essere regolabili con un sistema semplice in modo da poter permettere eventuali aggiustamenti anche in opera.

La presente specifica ha il compito di descrivere i processi funzionali che regolano le operazioni di messa all'asciutto della conca e le caratteristiche degli elementi atti ad effettuare tali operazioni; in aggiunta a tale specifica vengono presentate le note di calcolo relative alla progettazione esecutiva dei panconi inferiori e superiori e della trave pescatrice.

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 6
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	


2. DOCUMENTI E DISEGNI DI RIFERIMENTO

CODICE	TITOLO
MV048P-PE-CAD-6039-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI – PANCONI PROVVISORIALI PLANIMETRIA GENERALE
MV048P-PE-CAD-6040-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI – PANCONI PROVVISORIALI ASSIEME GENERALE
MV048P-PE-CAD-6041-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI – PANCONI PROVVISORIALI SCHEMI DI MONTAGGIO E SMONTAGGIO
MV048P-PE-CAD-6042-C1	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI – PANCONI PROVVISORIALI VISTA ASSONOMETRIA DI ASSIEME
MV048P-PE-CAD-6043-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI PANCONI PROVVISORIALI – PANCONI INFERIORI - PIANTE E SEZIONI
MV048P-PE-CAD-6044-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI PANCONI PROVVISORIALI – PANCONI SUPERIORI - PIANTE E SEZIONI
MV048P-PE-CAD-6045-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI PANCONI PROVVISORIALI – PARTICOLARI TENUTE IDRAULICHE E SISTEMI DI SCORRIMENTO
MV048P-PE-CAD-6046-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI PANCONI PROVVISORIALI – VALVOLA DI SCARICO DEI PANCONI INFERIORI
MV048P-PE-CAD-6047-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI PANCONI PROVVISORIALI – TRAVE PESCATRICE – CARPENTERIA TAV 1 DI 3
MV048P-PE-CAD-6048-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI PANCONI PROVVISORIALI – TRAVE PESCATRICE – CARPENTERIA TAV 2 DI 3
MV048P-PE-CAD-6049-C0	BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE ED OPERE ELETTROMECCANICHE – PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI PANCONI PROVVISORIALI – TRAVE PESCATRICE – CARPENTERIA TAV 3 DI 3

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 7
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- DM. LL.PP. del 14/01/2008, Norme Tecniche per le Costruzioni;
- CNR-UNI 10011-88-Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo, la manutenzione;
- UNI 7670- Meccanismi per apparecchi di sollevamento – Istruzioni per il calcolo
- CNR 10021/85- Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- UNI EN 1992-1-1:2005 – “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1 - 1 -Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1993-1-1:2005 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1 - 1 -Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1993-1-5:2007 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1 - 5 –Plated structural element”;
- UNI EN 1993-1-8:2005 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1 - 8 –Design of joints”;

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 8
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE

La manutenzione delle porte richiede con frequenza decennale (ed all'occorrenza in caso di eventi particolari che colpiscano le porte) la messa all'asciutto di un tratto limitato della conca a valle e a monte della chiusura (praticamente coincidente con la lunghezza dell'elemento di testata).

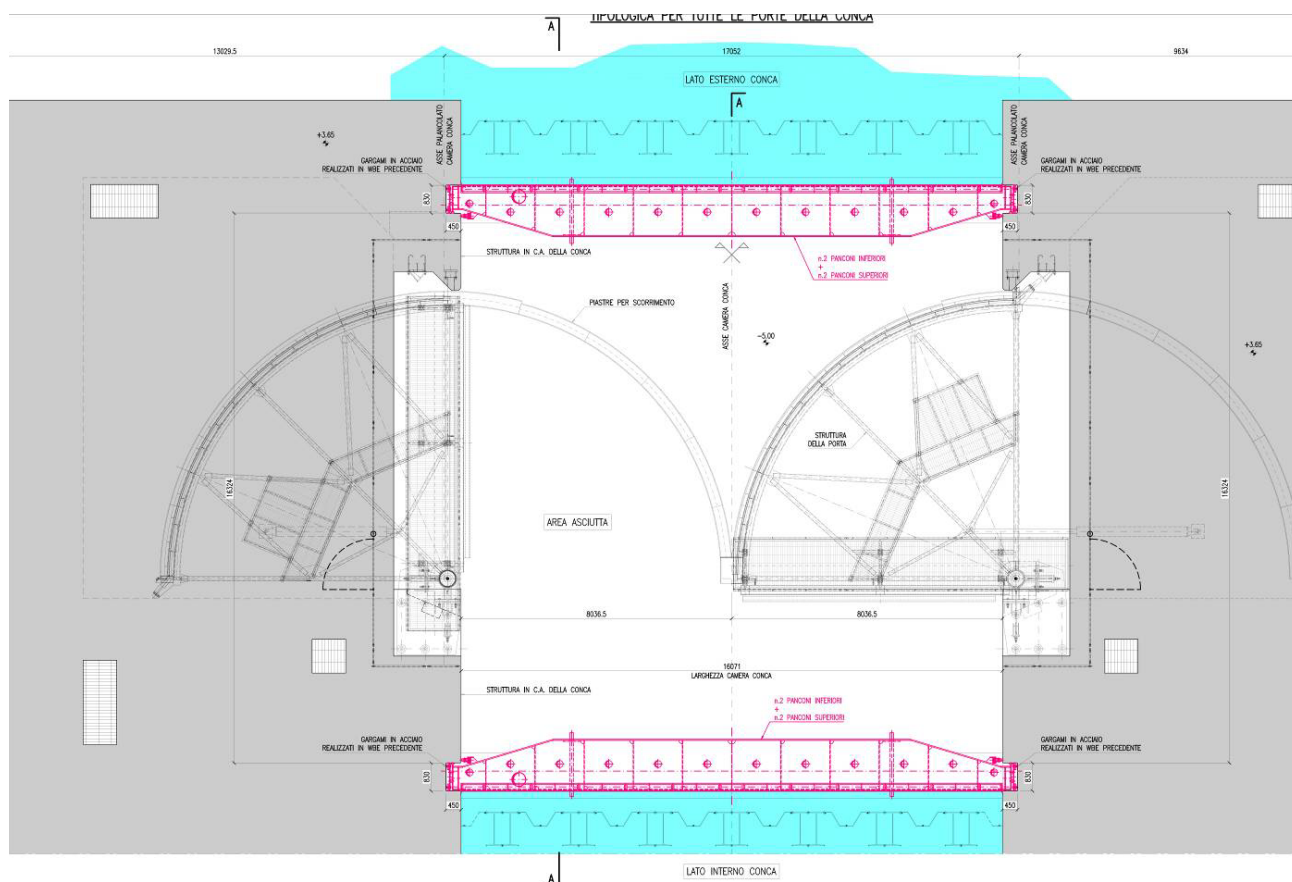



FIG. 4.1 - PIANTA TESTATA CONCHE – ZONA DI MESSA ALL'ASCIUTTO PER MANUTENZIONE PORTE

Per permettere la messa all'asciutto della testate sono previste, alle due estremità delle stesse, dei gargami atti ad alloggiare una serie di 8 panconi in totale, che vengono inseriti (uno sopra l'altro) in numero di 4 per apertura; tali panconi assicurano la possibilità di procedere al prosciugamento delle testate in quanto sono in grado di contrastare il dislivello di acqua tra lato bagnato e lato asciutto garantendo la tenuta idraulica del sistema.

Ciascun pancone è essenzialmente costituito da un mantello in lamiera irrigidito, alto complessivamente circa 2.00 m, contro cui sono saldate due lamiere orizzontali trapezoidali che portano alle estremità due coppie di rotelle con assi ad angolo retto ed aventi

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 9
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

la funzione di agevolare e guidare l'imbocco dei gargami. La chiusura laterale è realizzata con altri due piatti verticali a tutta altezza.

La larghezza del pancone è variabile e compresa fra 700 mm (testate) e 1500 mm (tratto centrale).

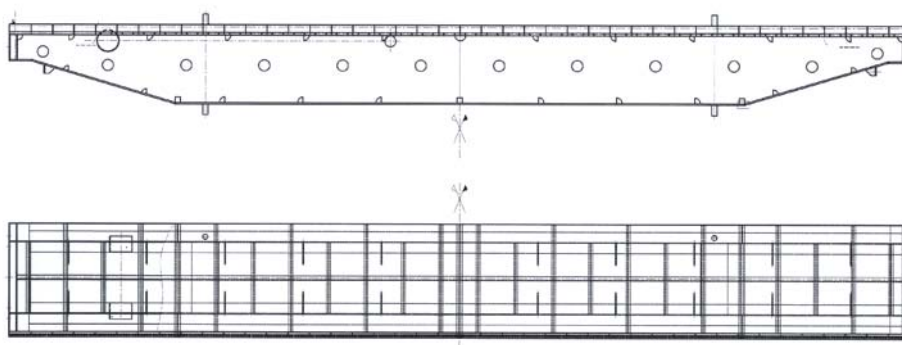


FIG. 4.2 - PANCONE PROVVISORIO

La movimentazione dei panconi viene fatta con gru e trave pescatrice dotata di agganci semiautomatici.

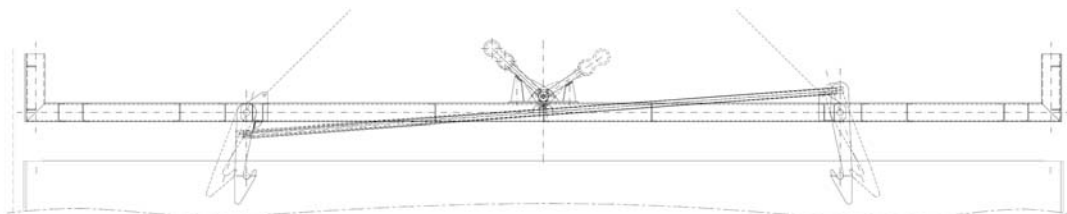



FIG. 4.3 - TRAVE PESCATRICE

Le fasi di intervento per la messa all'asciutta delle testate delle conche possono quindi essere così riassunte :

- 1) Posizionamento di quattro panconi tramite gru e trave pescatrice nei gargami posti all'entrata delle testate delle conche in lato mare. I quattro panconi vengono impilati uno sull'altro ed il loro carico verticale graverà in parte sul pancone posto inferiormente, in parte sulla parte posteriore del gargame verticale.
- 2) Posizionamento di quattro panconi tramite trave pescatrice nei gargami posti all'entrata delle testate delle conche in lato laguna.
- 3) Una volta isolata tramite i panconi lato mare e lato laguna, la testata viene svuotata mediante l'impiego di una pompa portatile sommergibile.
- 4) A svuotamento della testata avvenuto, si procede alle attività di manutenzione presentate nella relazione MV048P-PE-CZM-6023 "Procedura di manutenzione delle porte", facente parte del presente progetto esecutivo.

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 10
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

- 5) Al termine delle attività di manutenzione, avverrà l'allagamento della testata. Ciò avverrà tramite l'utilizzo della valvola di by-pass di cui i panconi inferiori sono dotati. La valvola di by-pass può essere azionata come illustrato in figura: mediante una pertica con terminale ad uncino si agisce sulla valvola di scarico del pancone. In alternativa, la valvola può essere azionata dall'interno della conca, oppure direttamente dalla banchina della conca, poiché questa è posta a 400 mm di distanza dal bordo conca.
- 6) Dopo che la testata della conca è stata allagata, i panconi di lato mare e lato laguna verranno rimossi dai gargami e stoccati sulle banchine delle conche.

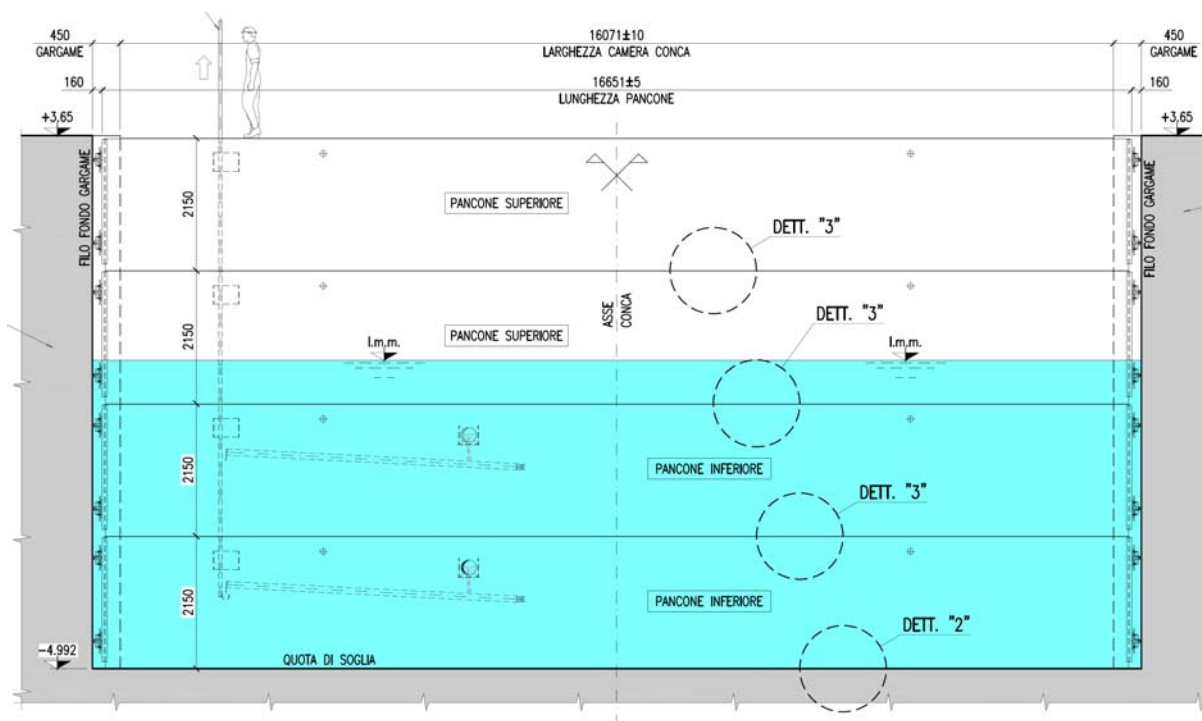



FIG. 4.4 - POSSIBILE MODALITÀ DI AZIONAMENTO DELLA VALVOLA BY-PASS

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 11
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

5. CARATTERISTICHE DEI PANCONI

Come detto i panconi sono elementi costituiti da un mantello in lamiera irrigidito, alti complessivamente circa 2.00 m, contro cui sono saldate due lamiere orizzontali trapezoidali che portano alle estremità due coppie di rotelle con assi ad angolo retto ed aventi la funzione di agevolare e guidare l'imbocco dei gargami. La chiusura laterale è realizzata con altri due piatti verticali a tutta altezza.

La larghezza di ogni pancone è variabile e compresa fra 700 mm (testate) e 1500 mm (tratto centrale), mentre la lunghezza totale degli elementi è di circa 17 metri.

I panconi saranno stoccati sulla banchina centrale, debitamente protetti dalle intemperie (potrà ad esempio essere approntata una pensilina) e protetti con doppio strato di verniciatura epossidica (spessore tot 300 micron).

Ciascun pancone è dotato di un dispositivo atto a consentire l'aggancio e la movimentazione in sicurezza con una trave pescatrice.

Gli 8 panconi sono differenziati in peso tra i 4 che saranno posizionati inferiormente e che sono progettati per resistere ad un dislivello massimo di 8.3 metri ed i 4 superiori che sono progettati per far fronte ad un dislivello di 4.1 metri. I panconi superiori dovranno essere riconoscibili rispetto ai panconi inferiori da una differente colorazione superficiale e da marcature sul fasciame ben visibili.

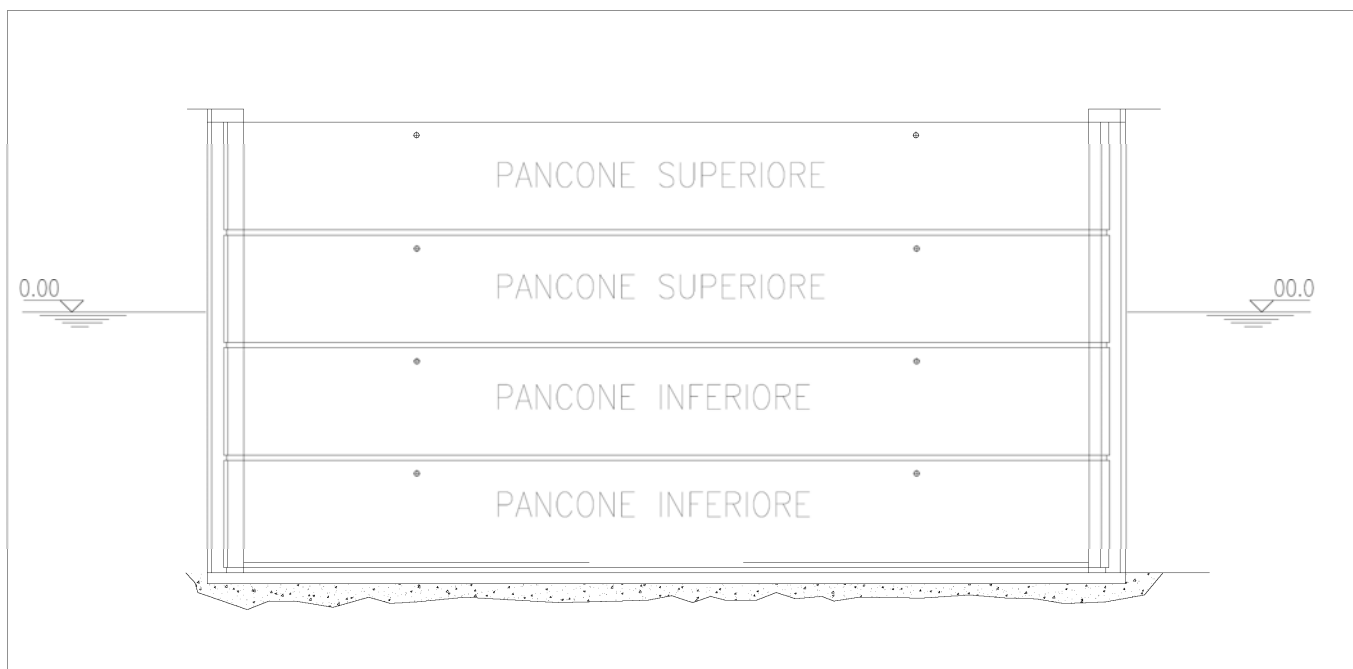



FIG. 5.1 - SCHEMA PANCONI INFERIORI E SUPERIORI

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

5.1. Le guide e le tenute dei panconi

La tenuta verticale viene realizzata con una guarnizione a labbro regolabile lato monte che corre lateralmente al pancone e fa battuta sul gargame laterale. Tali tenute sono direttamente collegate, tramite pezzi angolari speciali, alle tenute di soglia. Le guarnizioni di soglia, disposte perpendicolarmente all'asse conca, effettuano la tenuta tra pancone e pancone e sul fondo della conca battendo sul gargame di fondo.

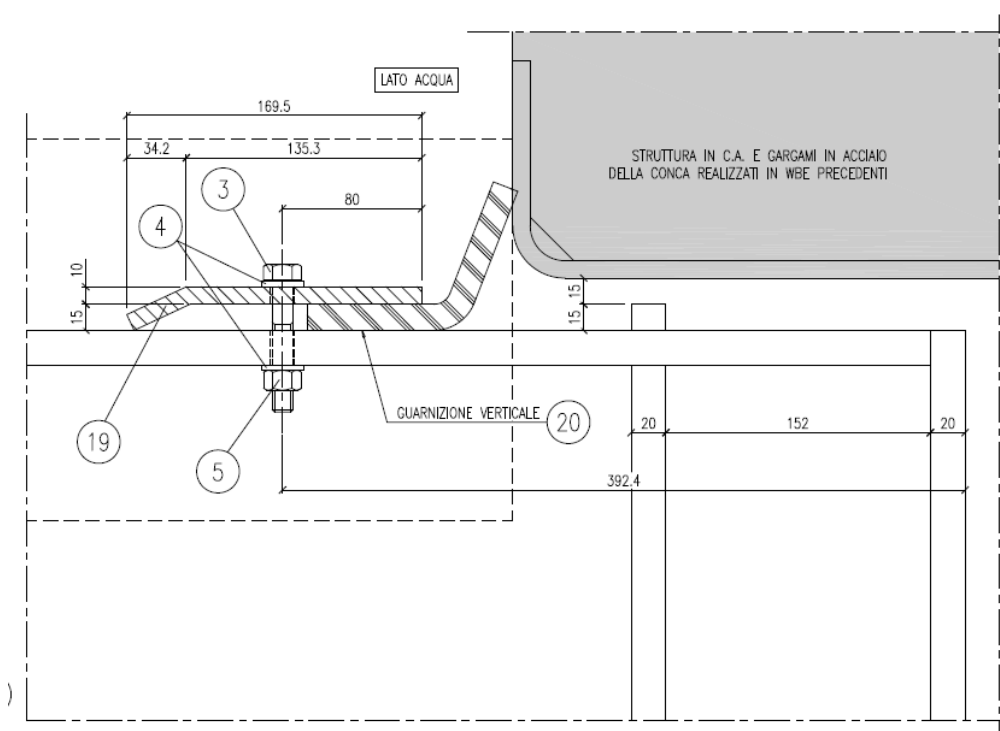



FIG. 5.2 - PARTICOLARE ATTACCO GARGAME - GUARNIZIONE VERTICALE DEI PANCONI

E' prevista una guida composta da 2 rotelle per ogni lato per facilitare l'inserimento dei panconi nei gargami sul lato perpendicolare alla conca.

La spinta del pancone sotto carico verrà assorbita tramite appoggio sul bordo del gargame, appositamente rinforzato.

5.2. Materiali e dati tecnici dei panconi

- Lunghezza: 16 m
- Altezza: 2.15 m
- Dislivello max. lato bagnato – lato secco : 8.4 metri


 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 13
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

- Acciaio S355J0
- Saldature secondo DM 14/01/08 “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Assemblaggio secondo specifica tecnica doc. MV048P-PE-CAC-6033
- N. 4 perni di aggancio in acciaio S355J0
- N. 2 + 2 rotelle laterali di guida in AISI 316, carico laterale massimo rotella 2000 daN per le due direzioni
- Peso panconi inferiori : ~16000 kg
- Peso panconi superiori : ~12000 kg
- Guarnizioni in gomma in EPDM durezza SHORE 60+/-5
- Viterie in acciaio AISI 316 (classe A4)

5.3. Specifiche di montaggio e manutenzione dei panconi

Per le specifiche di montaggio dei panconi si veda la relazione MV048P-PE-CAC-6033 “Specifiche di fabbricazione e montaggio delle porte”.

Per le attività di manutenzione dei panconi si veda la relazione MV048P-PE-CZM-6023 “Procedura di manutenzione delle porte”.

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

6. TRAVE PESCATRICE E FASI DI VARO

La trave pescatrice viene usata per la movimentazione dei panconi (uno per volta) all'interno dei gargami presenti sulle sponde agli imbocchi delle testate.

Vengono previste delle rotelle di guida ai lati nei due assi di posizionamento, laterale e longitudinale, per facilitare l'inserimento della trave nei gargami.

La trave pescatrice è dotata di n. 4 ganci con sistema a contrappeso per l'aggancio-sgancio dei singoli panconi in modo semiautomatico.

Sono inoltre presenti n. 4 attacchi ad occhio per il sollevamento con gru, con funi d'acciaio, del sistema trave pescatrice-pancone.

Gli ancoraggi alla gru, realizzati mediante funi e staffe, avranno un'inclinazione delle braghe di 45° rispetto alla trave (vedi figura).

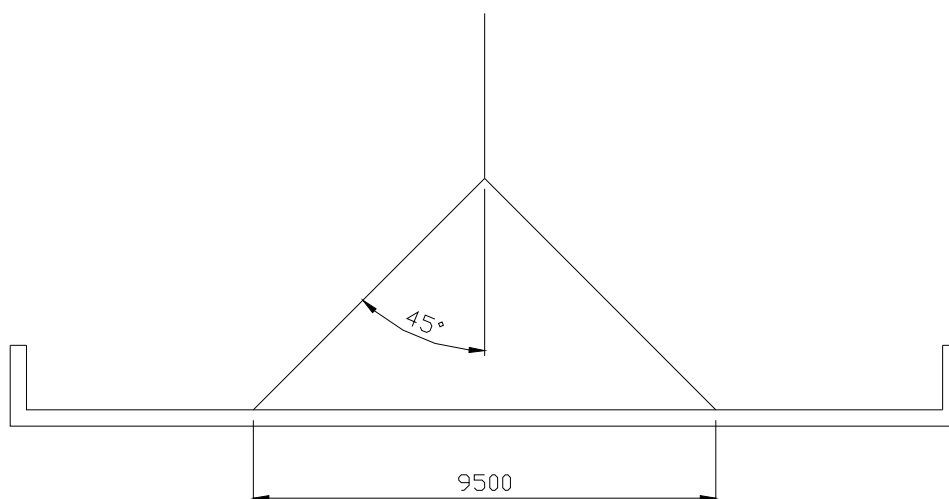



FIG. 6.1 - SCHEMA DI SOLLEVAMENTO DELLA TRAVE PESCATRICE

6.1. Varo dei panconi

6.1.1. Modalità operative di posizionamento dei panconi

- 1) Si posizionano il contrappeso in posizione CHIUSO; si abbassa e si trasla la trave pescatrice fino ad agganciare le staffe di ancoraggio ai ganci del pancone (vedi figura seguente).
- 2) Agganciato il pancone, si posizionano il contrappeso in posizione APERTO e successivamente si solleva la trave pescatrice per calare il pancone nella conca guidato dai gargami (vedi figura seguente): il peso del pancone mantiene le staffe in posizione verticale (vedi figura seguente).

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

- 3) Si abbassa la trave pescatrice fino al posizionamento del pancone sul fondo o su un altro pancone già posizionato; si prosegue l'abbassamento della trave per altri 30-40 cm, fino a che la staffa, per effetto del contrappeso, si riporta in posizione inclinata, sganciando automaticamente il pancone, in quando si liberano i perni.
- 4) Si risollewa la trave pescatrice scarica ed eventualmente si ripetono le operazioni per il successivo pancone.

6.1.2. Modalità operative di ripescaggio dei panconi

- 1) Si posizionano il contrappeso in posizione CHIUSO; si abbassa la trave pescatrice fino ad agganciare le staffe di ancoraggio ai ganci del pancone immerso. Le staffe sono dotate di un piano inclinato che, interferendo con i ganci del pancone, permette alle suddette di inclinarsi; per effetto del contrappeso, le staffe sono quindi richiamate in posizione verticale, facendo presa sui ganci del pancone.
- 2) Si solleva il pancone estraendolo dalla conca.
- 3) Si deposita il pancone nella zona di stoccaggio, abbassando la trave e traslandola fino a liberare le staffe dalla presa.

L'elaborato grafico MV048P-PE-CAD-6041 illustra nel dettaglio le fasi di posa.

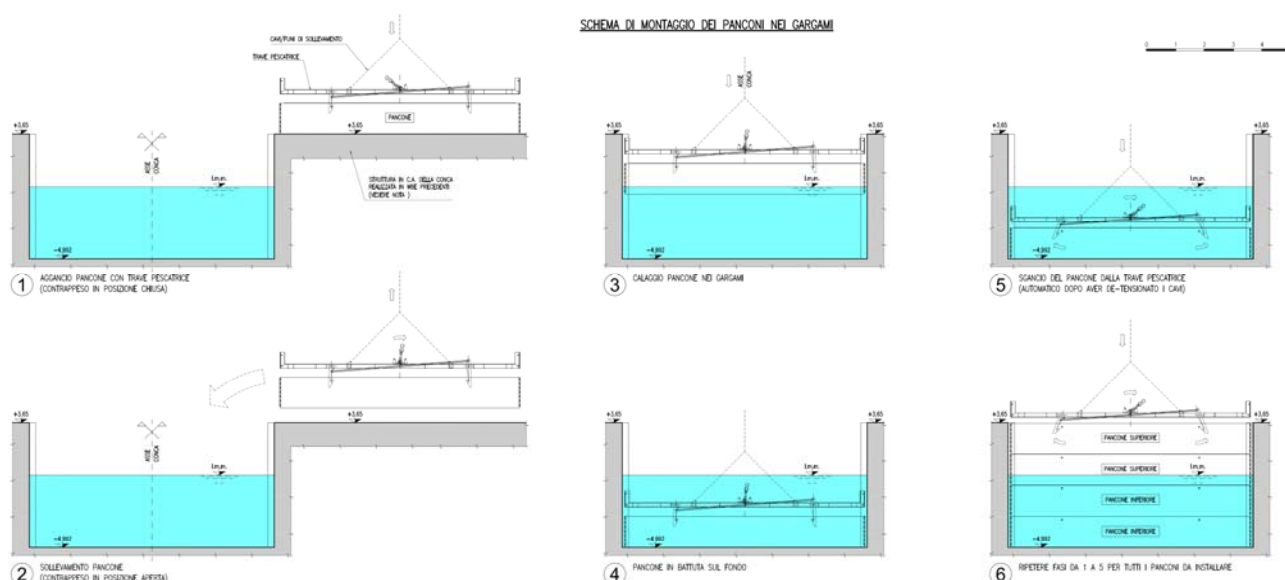



FIG. 6.2 - MODALITÀ OPERATIVE DI POSA DEI PANCONI

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 16
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

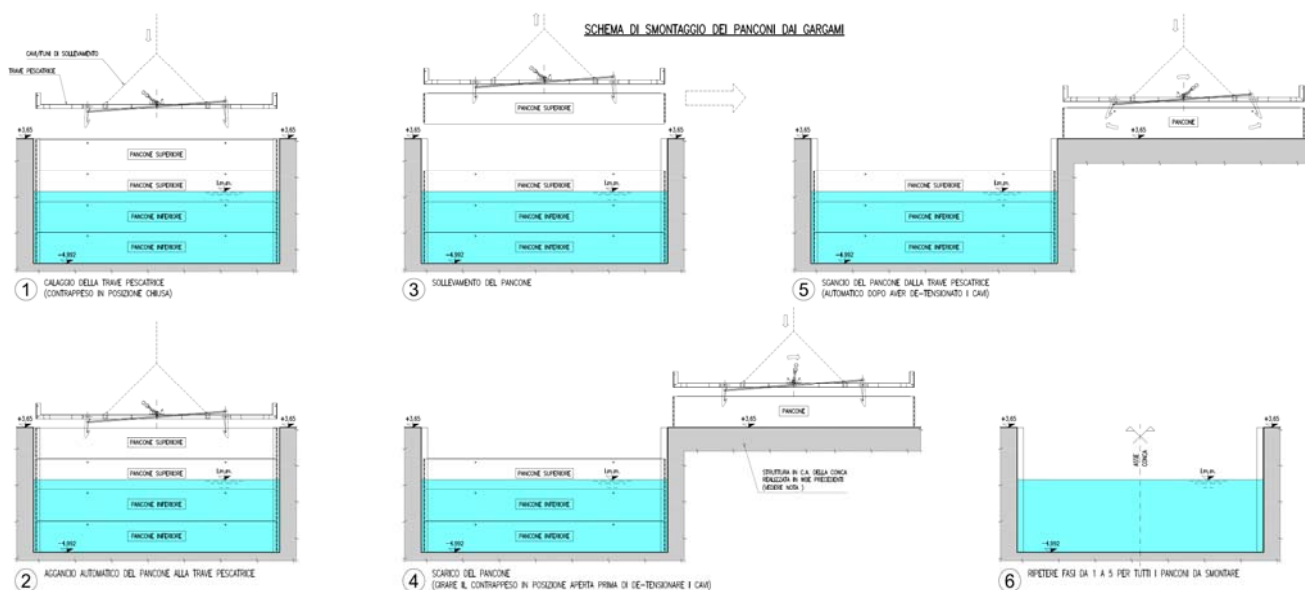




FIG. 6.3 - MODALITÀ OPERATIVE DI SMONTAGGIO DEI PANCONI

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 17
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

6.2. Materiali trave pescatrice

- Lunghezza: 16 m
- Altezza trave: 1.1 m (ingombro totale staffa: 2.6 m)
- Acciaio S355J0
- Saldature secondo DM 14/01/08 “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Assemblaggio secondo specifica tecnica doc. MV048P-PE-CAC-6033
- N. 4 ganci per attacco pancone
- N. 4 agganci per gru
- N. 2 + 2 rotelle laterali per guida, carico laterale massimo rotella 2000 daN per le due direzioni
- Peso totale ~6500 daN

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 18
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

7. ANALISI DEI CARICHI PANCONI INFERIORI

7.1. Carichi sulla struttura

Con pancone immerso in acqua, si considerano le seguenti azioni di carico:

- peso proprio del pancone oggetto di verifica e di tre panconi ad esso sormontati;
- battente d'acqua con livello condizioni estreme, 5.00 + 3.40 m).

In fase di sollevamento, si considera il peso del solo pancone: questo perché, nel caso di pancone immerso in acqua, si ipotizza che la spinta di Archimede compensi la massa apparente d'acqua trascinata dal movimento di sollevamento del pancone.

Per la verifica dei ganci si considera inoltre, oltre al coefficiente dinamico Ψ , un coefficiente M di maggiorazione del carico.

7.1.1. Peso proprio

Panconi inferiori :

Il peso di un pancone immerso in acqua si considera pari a 16000 kg. Il peso di tre panconi, sormontati a quello più basso, risulta $P_3 = 3 \times 16000 = 48000 \text{ kg} \cong 480000 \text{ N}$.

Tale carico viene applicato come forza concentrata sui 14 montanti verticali di irrigidimento della lamiera bagnata (lato anteriore).

7.1.2. Battente d'acqua con dislivello massimo

A sicurezza si considera un livello del battente d'acqua originata dalle condizioni estreme di dislivello sul lato bagnato (si veda a tal proposito MV048P-PE-CAR-4024)

$$y_0 = 5.00 + 3.40 = 8.40 \text{ m}$$


Assunta per l'acqua di mare la massa volumica $\rho = 1010 \text{ kg/m}^3$, si considera la pressione massima sul fondo della conca

$$p = \rho \times g \times h = 1010 \times 9.81 \times 8.4 = 83228 \text{ Pa} = 0.08330 \text{ N/mm}^2$$

7.2. Combinazioni di carico

S.L.E. – Stati limite di esercizio

Caso	Peso proprio	Battente Max
1	1	1


 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 19
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

S.L.U. – Stati limite ultimi

Caso	Peso proprio	Battente Max
2	1.4	1.5
3	1	1.5

Le verifiche da eseguire vengono definite come segue:

- S.L.E. Limiti agli spostamenti (frecce e deformazioni)
- Scorrimento delle unioni
- S.L.U. Stato limite ultimo di resistenza degli elementi strutturali
- Stato limite ultimo dei collegamenti (saldati e bullonati)
- Stato limite ultimo di instabilità

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

8. MODELLAZIONE E VERIFICA PANCONI INFERIORI

Per la verifica dei panconi inferiori si è costruito un modello FEM utilizzando il codice di calcolo Straus7 rel. 1.06.5.

Le lamiere saldate sono state rappresentate da elementi plates, mentre i profili di irrigidimento IPE 140 vengono rappresentate da elementi beams. Gli appoggi alle estremità vengono simulati attraverso un nodo fittizio molto vicino alla struttura collegato ad essa con elementi infinitamente rigidi e vincolato in una estremità a cerniera, nell'altra estremità ad appoggio semplice.

Viene riportato nel seguito il modello con la spinta dell'acqua, il peso dei panconi sovrastanti quello più basso.

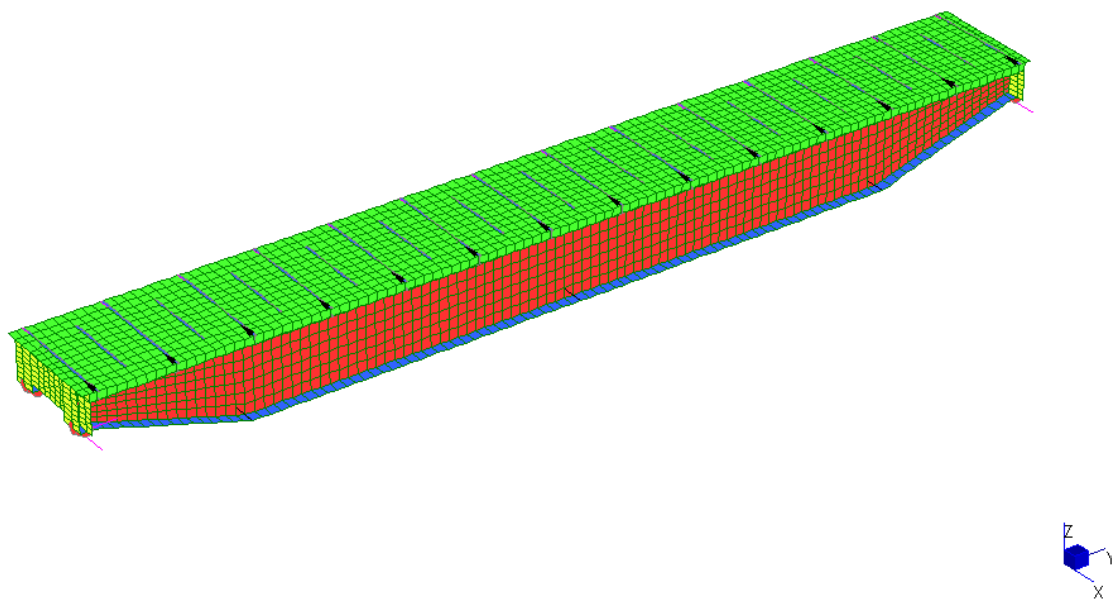



FIG. 8.1 - PANCONI SOGGETTO AL PESO PROPRIO E AL PESO DEI PANCONI SOVRASTANTI

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 21
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

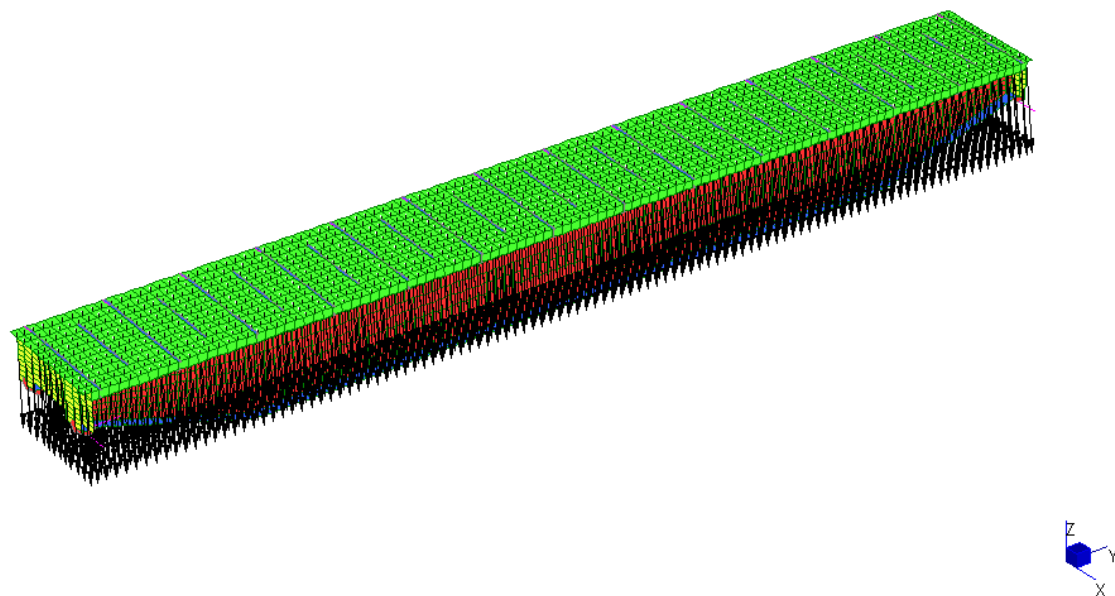


FIG. 8.2 - PANCONE SOGGETTO AL BATTENTE D'ACQUA

8.1. Risultati del calcolo

8.1.1. Tensioni sulla struttura

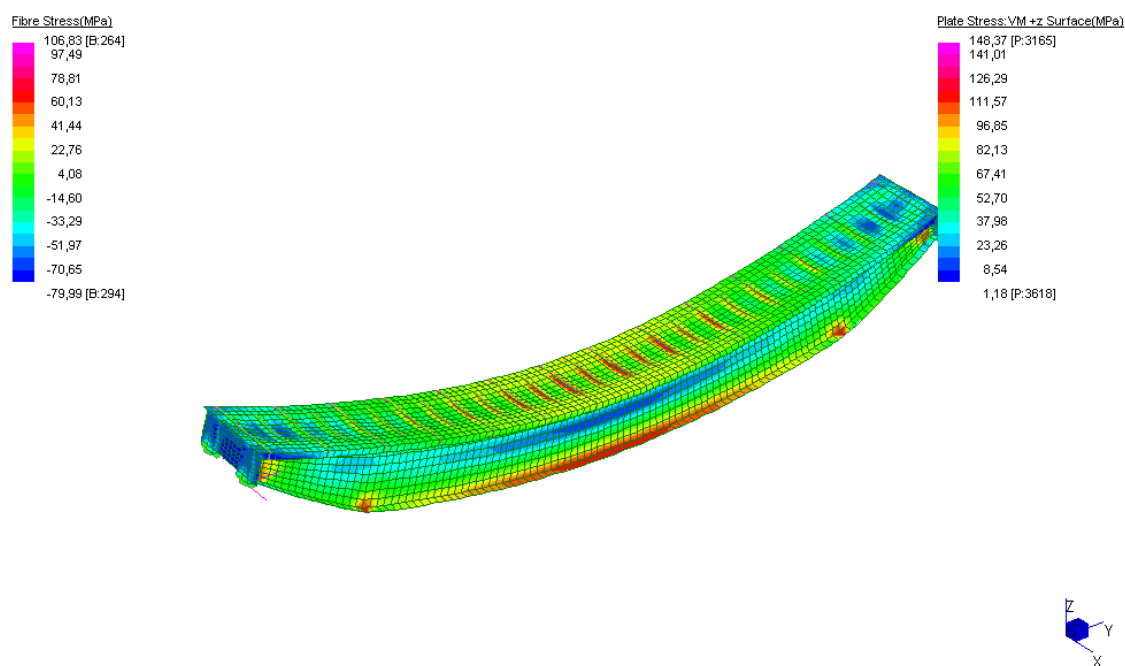



FIG. 8.3 - TENSIONI STRUTTURA CASO1 (PESO PROPRIO + BATTENTE)

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

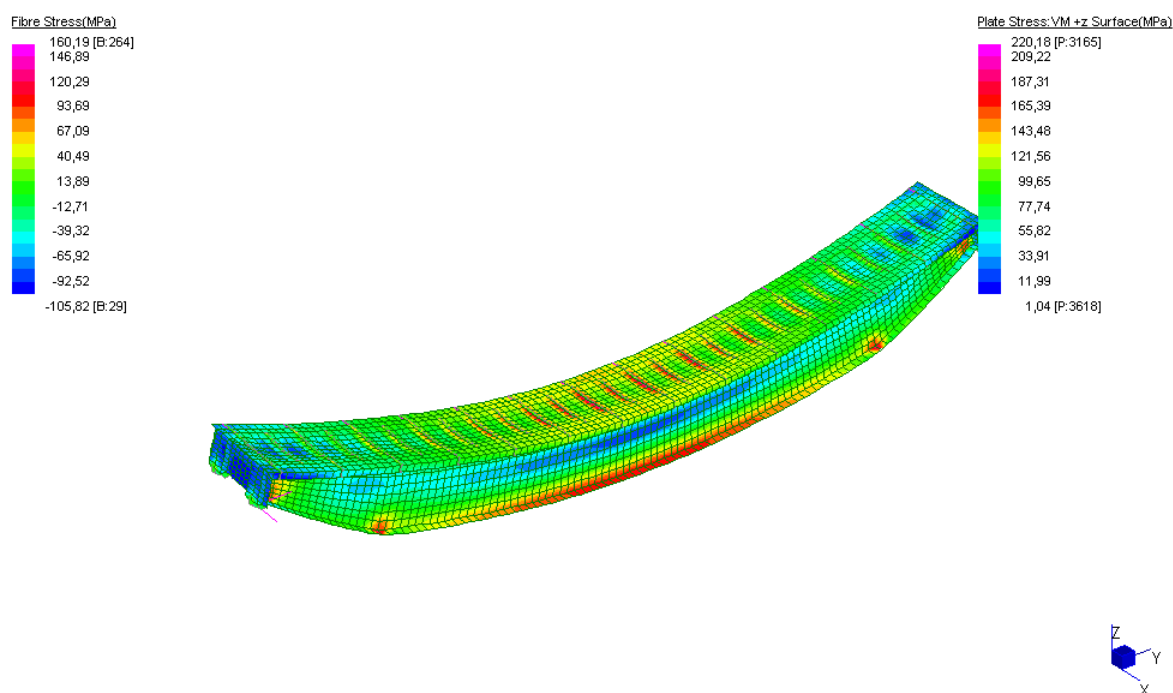


FIG. 8.4 - TENSIONI STRUTTURA CASO2 (PESO PROPRIO $\times 1.4$ + BATTENTE $\times 1.5$)

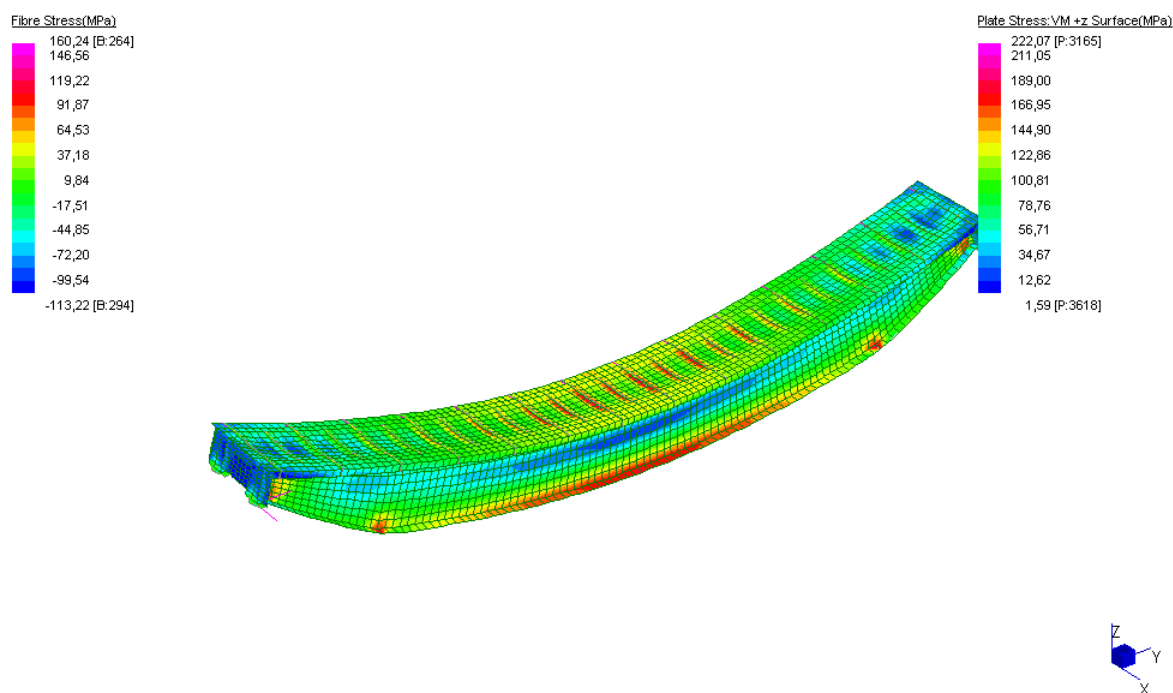



FIG. 8.5 - TENSIONI STRUTTURA CASO3 (PESO PROPRIO + BATTENTE $\times 1.5$)

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 23
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

In tabella sono riportate le tensioni sugli elementi strutturali [N/mm²]

	LAMIERA LATO ACQUA SP. 20 MM	ANIME SP. 15 MM	LAMIERE POSTE- RIORI SP. 30 MM	LAMIERE DI TE- STATA SP. 20 MM	IRRIGIDI- MENTI ANTERIO- RI IPE 140
CASO 1	118.1	127.6	147.0	103.2	102.2
CASO 2	177.3	188.8	218.1	154.9	153.3
CASO 3	177.1	190.9	220.0	154.8	153.3

8.1.2. Verifica statica degli elementi strutturali

Lamiera lato acqua (sp. 20 mm)

$$\sigma_{\max} = 177.3 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 2)}$$

$$\sigma_{\max} = 177.3 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S355J0)}$$

Anime (sp. 15 mm)

$$\sigma_{\max} = 190.9 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 3)}$$

$$\sigma_{\max} = 190.9 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S355J0)}$$

Lamiere posteriori (sp. 30 mm)

$$\sigma_{\max} = 220.0 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 3)}$$

$$\sigma_{\max} = 220.0 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S355J0)}$$

Lamiere di testata (sp. 20 mm)

$$\sigma_{\max} = 154.9 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 2)}$$

$$\sigma_{\max} = 154.9 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S275J0)}$$

Irrigidimenti anteriori (IPE 140)


$$\sigma_{\max} = 153.3 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 3)}$$

$$\sigma_{\max} = 153.3 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S275J0)}$$

Sostegni posteriori (T 100)

$$\sigma_{\max} = 113.0 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 3)}$$

$$\sigma_{\max} = 113.0 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S275J0)}$$

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 24
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

Verifica saldature acciaio S355J0

$$\sigma_{\max} = 220.0 \text{ N/mm}^2 \text{ (lamiere posteriori, sp. 30 mm)}$$

$$f_d = 0.7 f_y = 0.7 \times 355 \text{ N/mm}^2 = 248.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 220.0 \text{ N/mm}^2 < f_d = 248.5 \text{ N/mm}^2$$

Verifica saldature acciaio S275J0

$$\sigma_{\max} = 154.9 \text{ N/mm}^2 \text{ (lamiere posteriori, sp. 30 mm)}$$

$$f_d = 0.7 f_y = 0.7 \times 275 \text{ N/mm}^2 = 192.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 154.9 \text{ N/mm}^2 < f_d = 192.5 \text{ N/mm}^2$$

8.1.3. Deformazioni della struttura

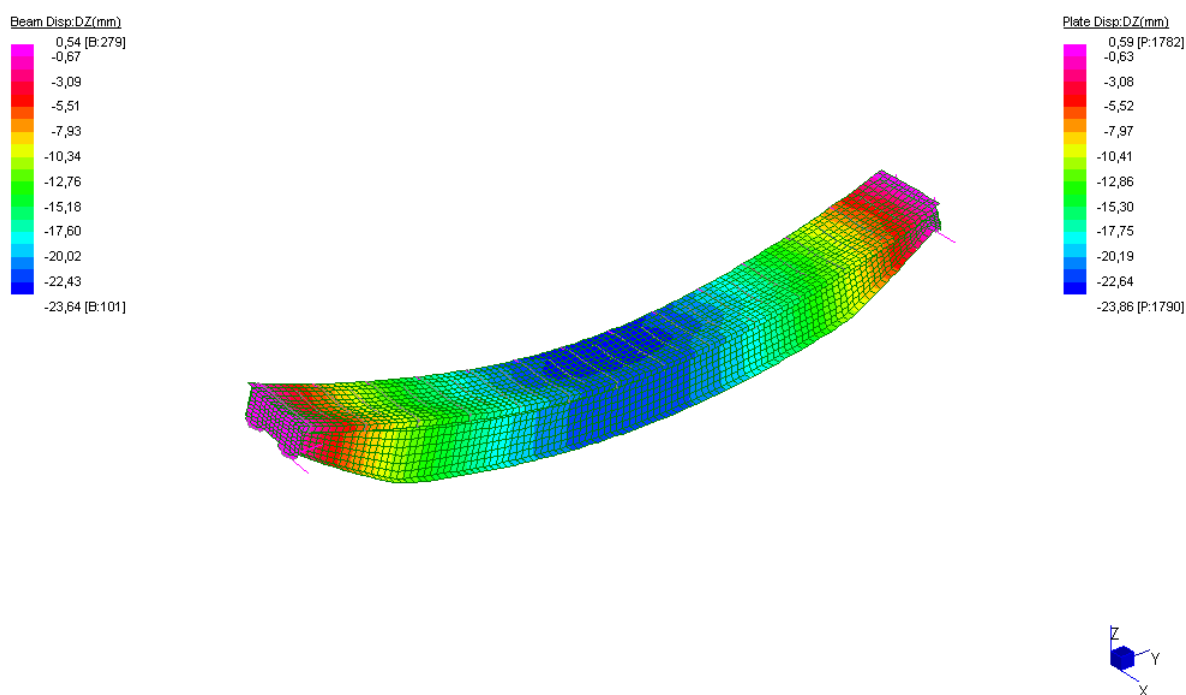


FIG. 8.6 - DEFORMAZIONE MASSIMA CASO 1 (PESO PROPRIO + BATTENTE)


Verifica della deformabilità massima assoluta

Freccia massima: $f_{\max} = 26.83 \text{ mm}$ (caso 2)

Luce tra gli appoggi: $L = 17 \text{ m} = 17000 \text{ mm}$

$$f_{\max} / L = 26.83 / 17000 = 1 / 634 < 1 / 500$$

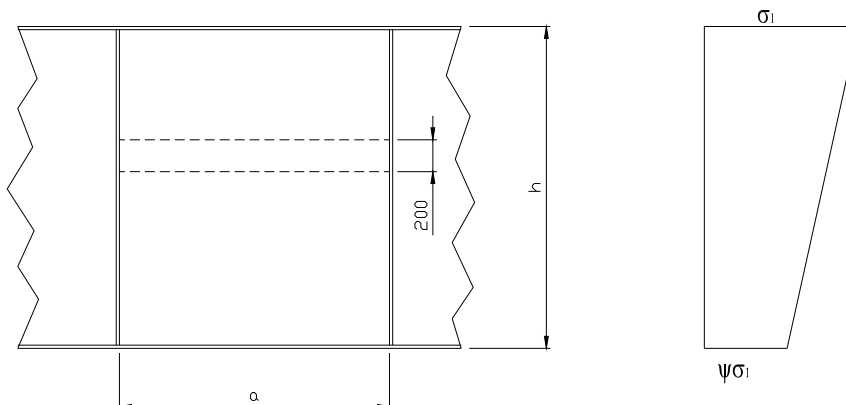
Il valore di spostamento ottenuto risulta accettabile.

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 25
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

8.2. Stabilità degli elementi compressi

8.2.1. Stabilità dei pannelli lato acqua

Si verifica alla instabilità la lamiera lato acqua di altezza 1.35 m, spessore 20 mm, materiale acciaio S355J0.



Dal modello FEM si ricava la σ_1 longitudinale alla trave; poiché l'andamento non è lineare, a favore della sicurezza si considera il valore massimo costante lungo l'altezza della lamiera. Gli irrigidimenti sono costituiti da profili IPE 140 distanziati di 640 mm fra loro.

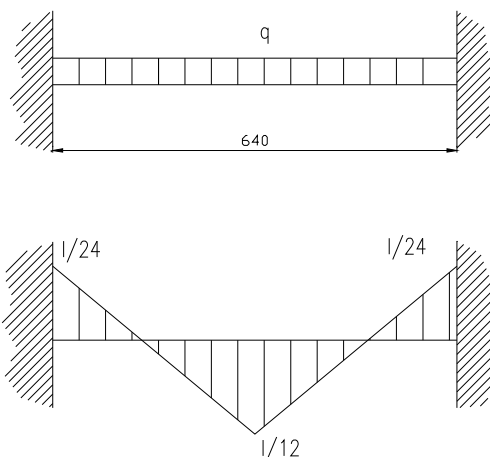
$$\sigma_1 = 126.2 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{dal modello FEM caso di carico 3})$$


$$a = 640 \text{ mm}$$

$$h = 1350 \text{ mm}$$

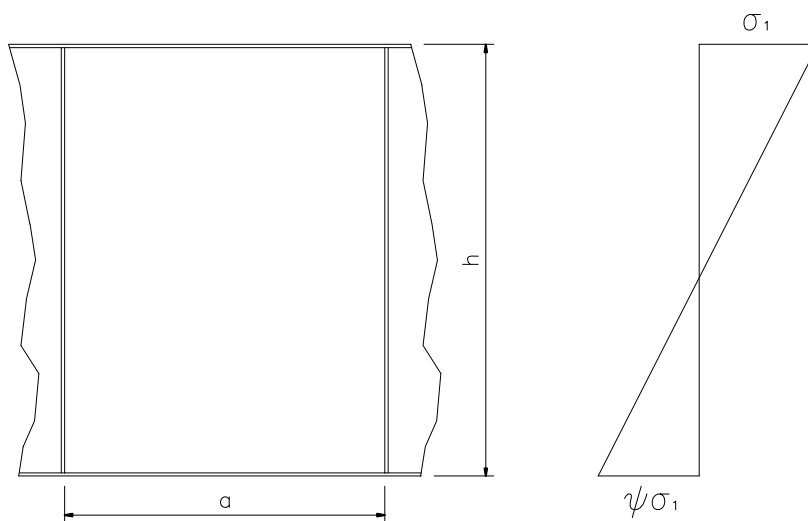
La lamiera è soggetta all'inflessione locale dovuta alla pressione dell'acqua alla profondità, supposta costante pari a 8.3 m, e alla tensione di compressione dovuta alla flessione dell'intero pancone soggetto alla pressione idrostatica.

La verifica locale viene condotta isolando una striscia di lamiera alta 200 mm e lunga 640 mm.



 PROVVEDITORATO INTERREGIONALE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 26
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$\begin{aligned}
 p &= \rho \times g \times h = 1030 \times 9.81 \times 8.3 = 0.08330 \text{ N/mm}^2 \\
 q &= 1.5 \times p \times 200 = 1.5 \times 0.08330 \times 200 = 25.16 \text{ N/mm} \\
 M_{fl} &= q \times l^2 / 12 = 25.16 \times 640^2 / 12 = 858828.8 \text{ Nmm} \\
 M_{fl-2} &= q \times l^2 / 24 = 25.16 \times 640^2 / 24 = 429414.4 \text{ Nmm} \\
 M_{eq} &= (M_{fl} \times 2 + M_{fl-2}) / 3 = (858828.8 \times 2 + 429414.4) / 3 = 715690.7 \text{ Nmm} \\
 i &= \sqrt{J/A} = \sqrt{(200 \times 20^3 / 12) / (200 \times 20)} = 5.78 \text{ mm} \\
 \lambda &= 0.7 \times l / i = 0.7 \times 640 / 5.78 = 77.5 \rightarrow \omega = 1.92 \rightarrow \sigma_{cr} = 334 \text{ N/mm}^2 \\
 N_{cr} &= \sigma_{cr} \times A = 334 \times 200 \times 20 = 1.336 \times 10^6 \text{ N} \\
 N &= A \times \sigma_1 = 126.2 \times 200 \times 20 = 504800 \text{ N} \\
 W_f &= 200 \times 20^2 / 6 = 13333.3 \text{ mm}^3 \\
 \sigma &= \omega \times \sigma_1 + M_{eq} / (W_f (1 - \nu N / N_{cr})) = \\
 &= 1.92 \times 126.2 + 715690.7 / (13333.3 \times (1 - 1 \times 504800 / 1.336 \times 10^6)) \\
 &= 328.7 \text{ N/mm}^2 < f_{y,S355} = 355 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$




Si verifica alla instabilità la lamiera con funzione di anima di spessore 15 mm, materiale S355J0.

La lamiera è soggetta ad una sollecitazione a flessione, il valore di σ_1 si ricava dal modello.

La distanza fra 2 irrigidimenti successivi è pari a 1460mm.

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= 188.5 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{dal modello FEM caso di carico 3, plate 1879}) \\
 \Psi \sigma_1 &= -136.1 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{dal modello FEM caso di carico 3, plate 1851}) \\
 a &= 1460 \text{ mm} \\
 h &= 1450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 27
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$\alpha = a / h = 1.007$$

$$\psi = -0.72$$

$$\sigma_{cr,0} = 186200 (t / h)^2 = 19.92 \text{ N/mm}^2$$

$$k_1 = 8.4 / 1.1 = 7.64$$

$$k_3 = 23.9$$

$$k_\sigma = (1+\psi) k_1 - \psi k_3 + 10\psi (1+\psi) = 17.33$$

$$\sigma_{cr} = k_\sigma \sigma_{cr,0} = 345.2 \text{ N/mm}^2 > 0.8 f_y = 0.8 \times 355 = 284 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr,red} = f_y \frac{20 + \sqrt{25 - 15(f_y / \sigma_{cr,id})^2}}{25 + (f_y / \sigma_{cr,id})^2} = 313.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr} / \sigma_1 \geq \beta \times v$$

$$\beta = (\sigma_N + 0.8 \sigma_M) / (\sigma_N + \sigma_M)$$

$$\sigma_N = \sigma_1 = 188.5 \text{ N/mm}^2$$

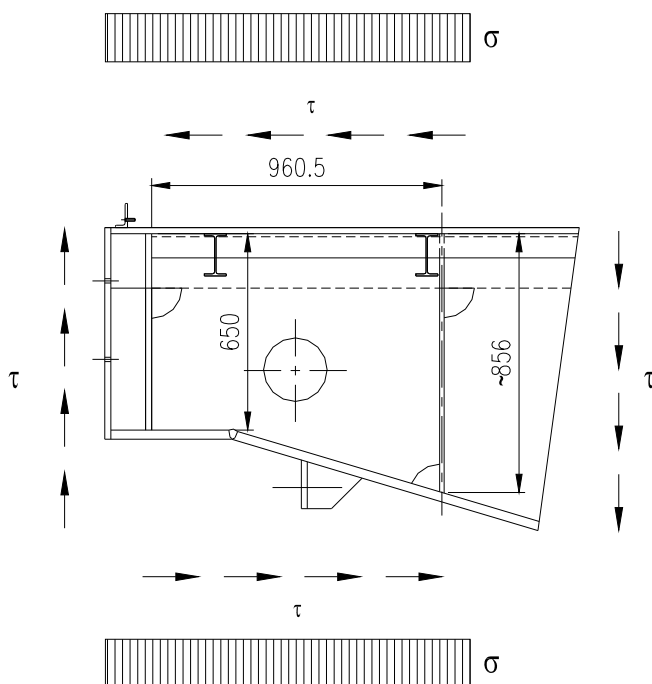
$$\sigma_M \cong 0 \text{ N/mm}^2$$


$$\beta = 1$$

$$v = 1$$

$$\sigma_{cr} / \sigma_1 = 313.6 / 188.5 = 1.66 \geq \beta \times v = 1 \times 1 = 1$$

Si verifica alla instabilità la lamiera con funzione di anima di spessore 15 mm, materiale S355J0, in prossimità della zona di contatto con i gargami.



 PROVVEDITORATO INTERREGIONALE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 28
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

La lamiera è soggetta principalmente a sollecitazioni di taglio e compressione ($\Psi=1$), ricavati da modello FEM, caso di carico 3:

$$\sigma_1 = 87.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 99.1 \text{ N/mm}^2$$

$$a = 856 \text{ mm}$$

$$h = 960.5 \text{ mm}$$

$$t = 15 \text{ mm}$$

$$\alpha = a / h = 856 / 960.5 = 0.8912$$

$$\sigma_{cr,0} = 186200 (t / h)^2 = 45.4 \text{ N/mm}^2$$

$$k_\sigma = (\alpha + 1 / \alpha)^2 = 4.0525 \quad \sigma_{cr} = k_\sigma \sigma_{cr,0} = 184.2 \text{ N/mm}^2$$

$$k_\tau = 4 + 5.34 / \alpha^2 = 10.7114 \quad \tau_{cr} = k_\tau \sigma_{cr,0} = 486.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau^2}}{\frac{1}{2} \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{1}{2} \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}} = \frac{\sqrt{87.0^2 + 3 \times 99.1^2}}{\frac{1}{2} \times \frac{87.0}{184.2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2} \times \frac{87.0}{184.2}\right)^2 + \left(\frac{99.1}{486.9}\right)^2}} = 351.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr,id} = 351.1 \text{ N/mm}^2 > 0.8 \times 355 = 284 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr,red} = f_y \frac{20 + \sqrt{25 - 15 (f_y / \sigma_{cr,id})^2}}{25 + (f_y / \sigma_{cr,id})^2} = 355 \frac{20 + \sqrt{25 - 15 (355 / 351.1)^2}}{25 + (355 / 351.1)^2} = 315.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr} / \sigma_1 \geq \beta \times v$$

$$\beta = (\sigma_N + 0.8 \sigma_M) / (\sigma_N + \sigma_M)$$


$$\sigma_N = \sigma_1 = 87.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_M \cong 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 1$$

$$v = 1$$

$$\sigma_{cr,red} / \sigma_{id} = 315.2 / 192.4 = 1.64 \geq \beta \times v = 1 \times 1 = 1$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 29
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

8.2.2. Verifica piastra di contrasto

Si verifica la pressione all'interno della piastra di spessore $s = 20$ mm che scarica le azioni provenienti dal dislivello idraulico dal pancone al gargame verticale.

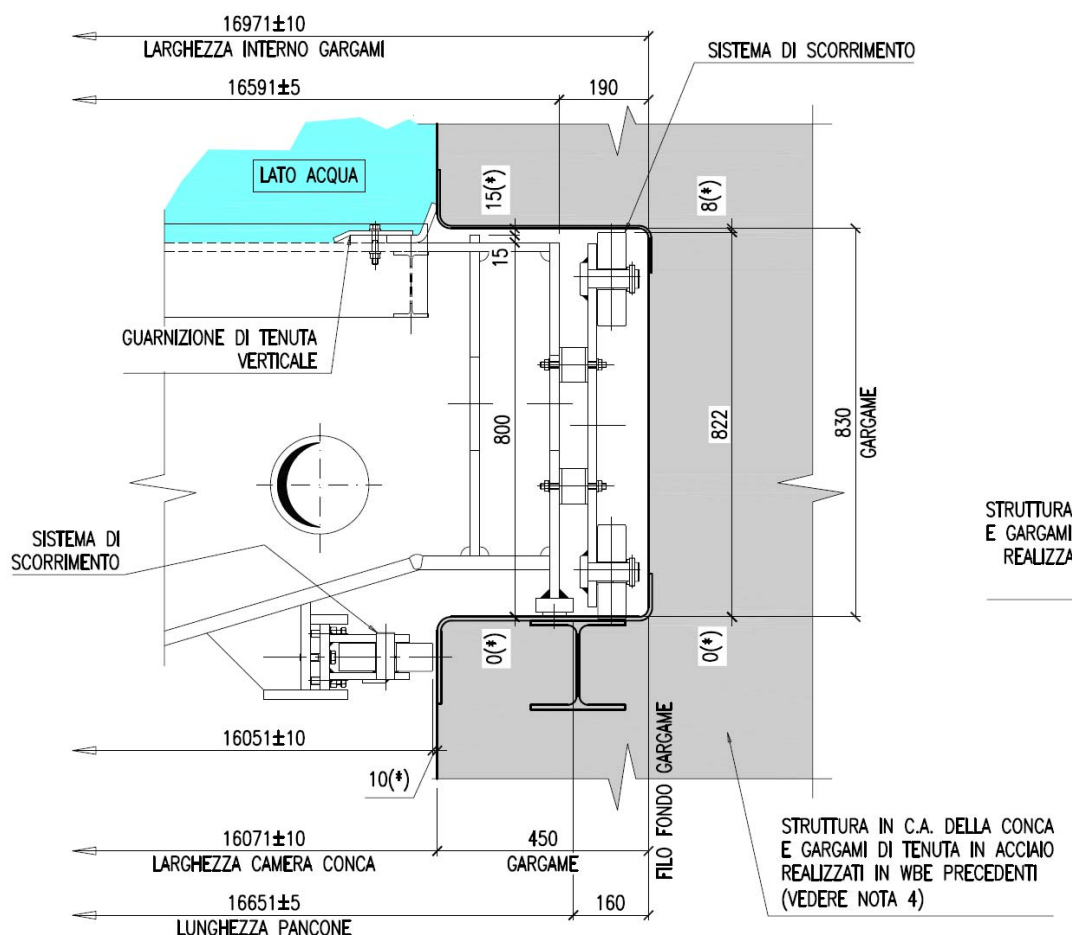


FIG. 8.7 - CONCHE DI CHIOGGIA – PARTICOLARE CONTRASTO PANCONO SUL GARGAME VERTICALE

Si verifica sotto l'azione del massimo dislivello :

Sollecitazioni per pancone (altezza 2.03 m) :


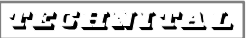
Superficie lato acqua: $A = 17 \times 2.03 = 34.51 \text{ m}^2$

Battente acqua: $p = 0.08328 \text{ N/mm}^2 = 83330 \text{ N/m}^2$

$F_b = p \times A = 83330 \times 34.51 = 2876 \text{ kN}$


Carico per appoggio: $F = 1.5 \times F_b / 2 = 1.5 \times 2876 / 2 = 2157 \text{ kN}$

Verifica piatto sp 20 mm :

 	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 30
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$A_s = 40600 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_s = F / A_s = 2157000 / 40600 = 53.1 \text{ N/mm}^2 < f_{yd}$$

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 31
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

9. ANALISI DEI CARICHI PANCONI SUPERIORI

9.1. Carichi sulla struttura

Con pancone immerso in acqua, si considerano le seguenti azioni di carico:

- peso proprio del pancone oggetto di verifica e del pancone ad esso sormontato;
- battente d'acqua con livello condizioni estreme. Quota inferiore di posa : -0.70
livello massimo : + 3.40 m.

9.1.1. Peso proprio

Panconi inferiori :

Il peso di un pancone immerso in acqua si considera pari a 13000 kg. Il peso del pancone che sormonta l'elemento in oggetto dell'analisi è parimenti: $P_1 = 13000$ kg.

Tale carico viene applicato come forza concentrata sui 14 montanti verticali di irrigidimento della lamiera bagnata (lato anteriore).

9.1.2. Battente d'acqua con dislivello massimo

A sicurezza si considera un livello del battente d'acqua originata dalle condizioni estreme di dislivello sul lato bagnato (si veda a tal proposito MV048P-PE-CAR-4024)

$$y_0 = 0.70 + 3.40 = 4.10 \text{ m}$$

Assunta per l'acqua di mare la massa volumica $\rho = 1010 \text{ kg/m}^3$, si considera la pressione massima sul fondo della conca

$$p = \rho \times g \times h = 1010 \times 9.81 \times 4.1 = 40623 \text{ Pa} = 0.04062 \text{ N/mm}^2$$


9.2. Combinazioni di carico

S.L.E. – Stati limite di esercizio

Caso	Peso proprio	Battente Max
1	1	1


S.L.U. – Stati limite ultimi

Caso	Peso proprio	Battente Max
2	1.4	1.5
3	1	1.5

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 32
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

Le verifiche da eseguire vengono definite come segue:

- S.L.E. Limiti agli spostamenti (frecce e deformazioni)
- Scorrimento delle unioni
- S.L.U. Stato limite ultimo di resistenza degli elementi strutturali
- Stato limite ultimo dei collegamenti (saldati e bullonati)
- Stato limite ultimo di instabilità

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 33
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

10. MODELLAZIONE E VERIFICA PANCONI SUPERIORI

Per la verifica dei panconi superiori si è costruito un modello FEM utilizzando il codice di calcolo SAP2000.

Le lamiere saldate sono state rappresentate da elementi plates, mentre i profili di irrigidimento IPE 140 vengono rappresentate da elementi beams. Gli appoggi alle estremità vengono simulati attraverso un nodo fittizio molto vicino alla struttura collegato ad essa con elementi infinitamente rigidi e vincolato in una estremità a cerniera, nell'altra estremità ad appoggio semplice.

Viene riportato nel seguito il modello con la spinta dell'acqua, il peso del pancone sovrastante.

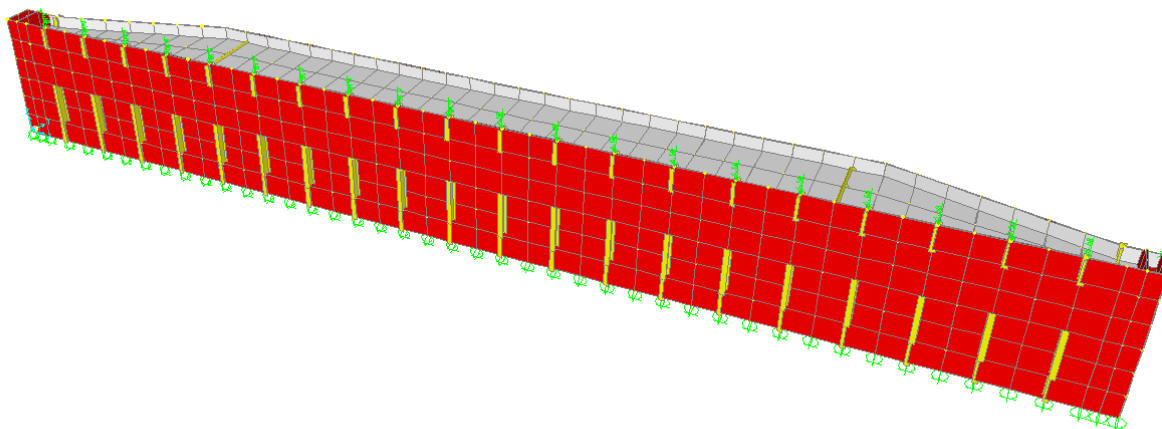


FIG. 10.1 - PANCONO SUPERIORE SOGGETTO AL PESO PROPRIO E AL PESO DEI PANCONI SOVRASTANTI

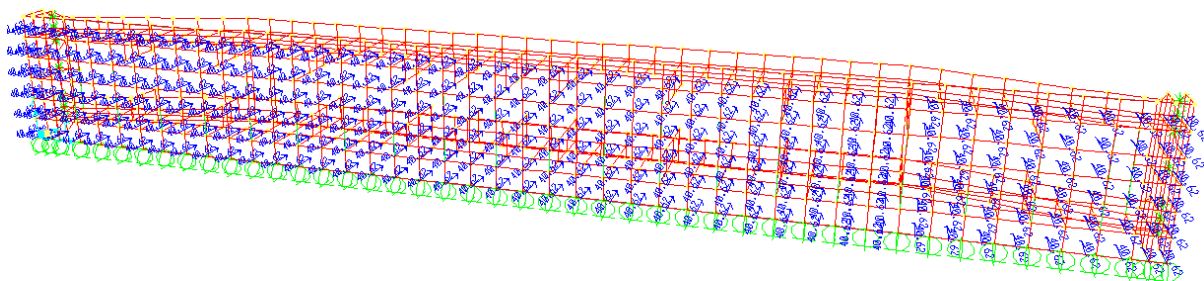



FIG. 10.2 - PANCONO SUPERIORE SOGGETTO AL BATTENTE D'ACQUA

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 34
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

10.1. Risultati del calcolo

10.1.1. Tensioni sulla struttura

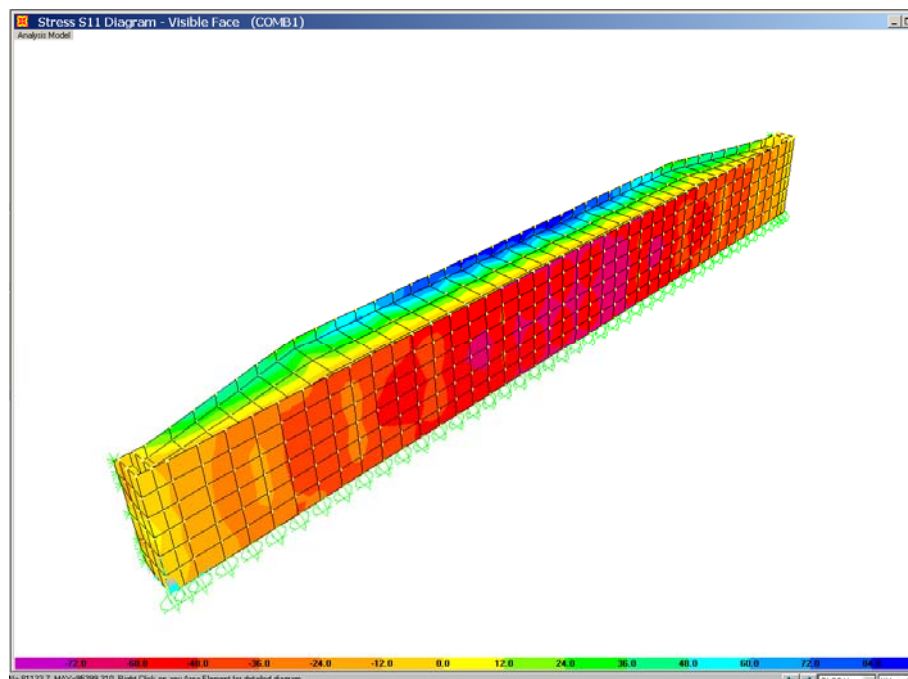


FIG. 10.3 - TENSIONI STRUTTURA CASO1 (PESO PROPRIO + BATTENTE)

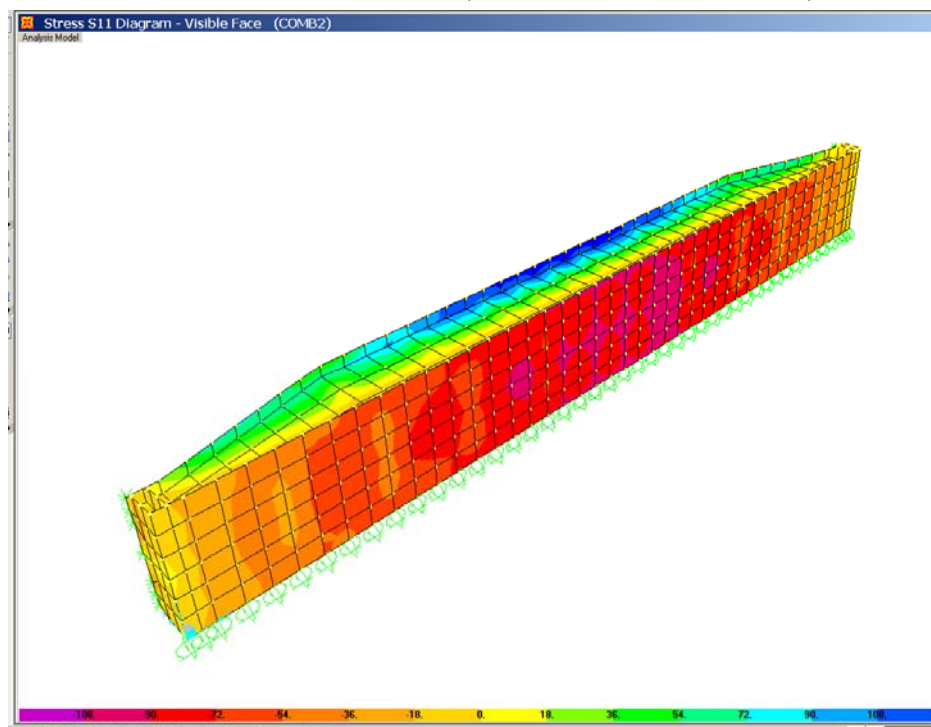


FIG. 10.4 - TENSIONI STRUTTURA CASO2 (PESO PROPRIO $\times 1.4$ + BATTENTE $\times 1.5$)

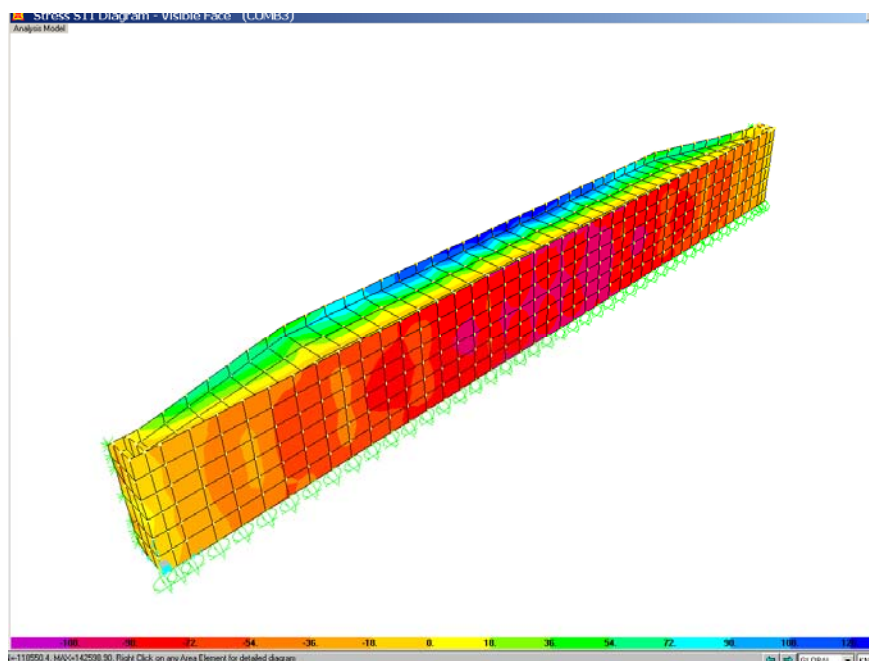


FIG. 10.5 - TENSIONI STRUTTURA CASO3 (PESO PROPRIO + BATTENTE $\times 1.5$)

In tabella sono riportate le tensioni sugli elementi strutturali [N/mm²] degli elementi di spessore differente rispetto a quelli dei panconi inferiori.

	LAMIERA LATO ACQUA SP. 16 MM	ANIME SP. 12 MM	LAMIERE POSTERIORI SP. 18MM
CASO 1	77.8	96.5	98.9
CASO 2	114.6	144.5	147.6
CASO 3	112.1	144.8	145.8

10.1.2. Verifica statica degli elementi strutturali

Lamiera lato acqua (sp. 16 mm)


$$\sigma_{\max} = 114.6 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 2)}$$

$$\sigma_{\max} = 114.6 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S355J0)}$$

Anime (sp. 12 mm)

$$\sigma_{\max} = 118.3 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 3)}$$

$$\sigma_{\max} = 118.3 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S355J0)}$$

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 36
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

Lamiere posteriori (sp. 18 mm)

$$\sigma_{\max} = 145.4 \text{ N/mm}^2 \text{ (caso 3)}$$

$$\sigma_{\max} = 145.4 \text{ N/mm}^2 < f_d = f_y / 1.0 = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ (acciaio S355J0)}$$

10.1.3. Deformazioni della struttura

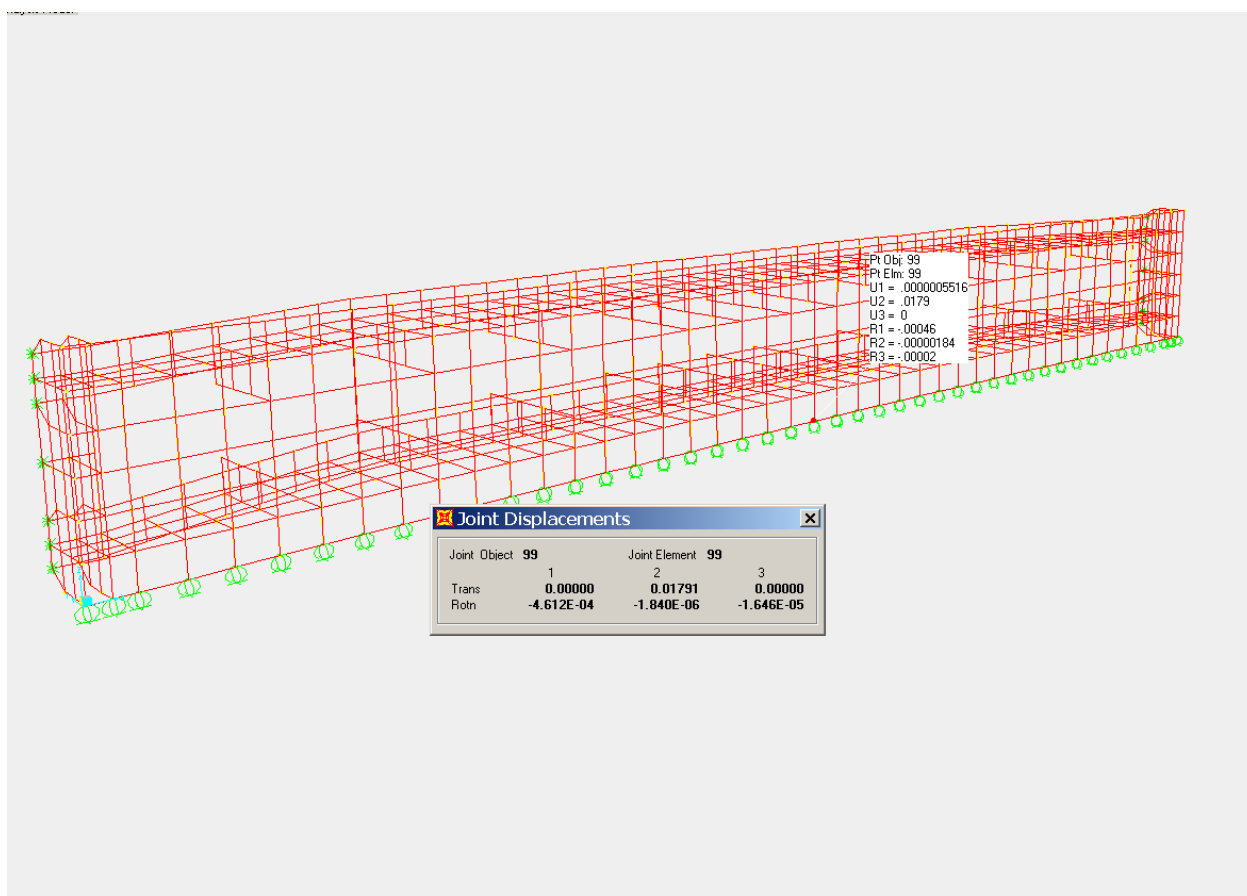


FIG. 10.6 - DEFORMAZIONE MASSIMA CASO 1 (PESO PROPRIO + BATTENTE)


Verifica della deformabilità massima assoluta

Freccia massima: $f_{\max} = 17.91 \text{ mm}$ (caso 2)

Luce tra gli appoggi: $L = 17 \text{ m} = 17000 \text{ mm}$

$$f_{\max} / L = 17.91 / 17000 = 1 / 949 < 1 / 500$$

Il valore di spostamento ottenuto risulta accettabile.

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 37
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

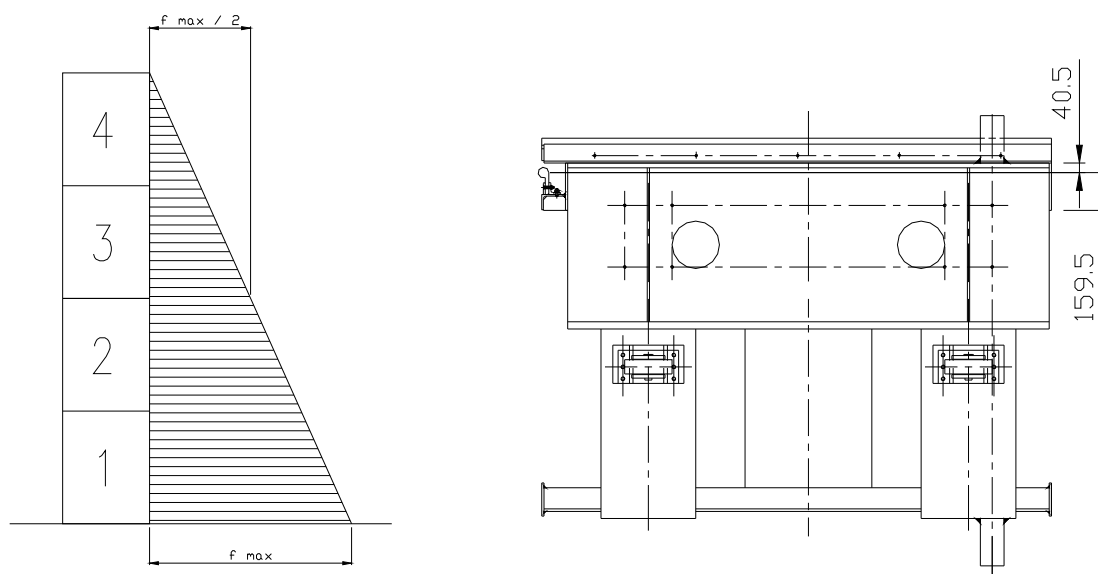
Verifica della deformabilità relativa (tra pancone inferiore e pancone superiore)

Assunta una variazione lineare della freccia proporzionale al battente d'acqua, la freccia relativa tra due panconi successivi del tipo inferiore e superiore (pancone 2 e pancone 3) è :

$$f_{2, \max} = f_{\max 1} \times 3 / 4 = 20.12 \text{ mm}$$

$$f_{3, \max} = 17.92 \text{ mm}$$

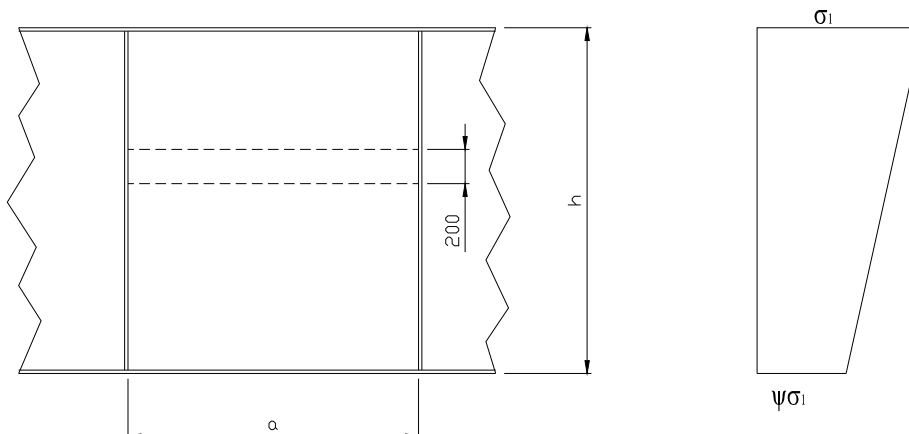
$$\Delta f_{r, \max} = 3.2 \text{ mm}$$




10.2. Stabilità degli elementi compressi

10.2.1. Stabilità dei pannelli lato acqua

Si verifica alla instabilità la lamiera lato acqua di altezza 1.35 m, spessore 20 mm, materiale acciaio S355J0.



 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 38
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

Dal modello FEM si ricava la σ_1 longitudinale alla trave; poiché l'andamento non è lineare, a favore della sicurezza si considera il valore massimo costante lungo l'altezza della lamiera. Gli irrigidimenti sono costituiti da profili IPE 140 distanziati di 640 mm fra loro.

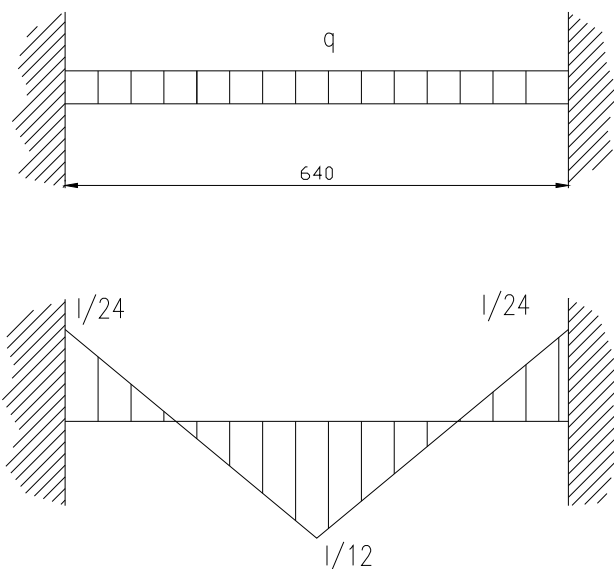
$$\sigma_1 = 114.6 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{dal modello FEM caso di carico 2})$$

$$a = 640 \text{ mm}$$

$$h = 1350 \text{ mm}$$

La lamiera è soggetta all'inflessione locale dovuta alla pressione dell'acqua alla profondità, supposta costante pari a 4.1 m, e alla tensione di compressione dovuta alla flessione dell'intero pancone soggetto alla pressione idrostatica.

La verifica locale viene condotta isolando una striscia di lamiera alta 200 mm e lunga 640 mm.



$$p = \rho \times g \times h = 1030 \times 9.81 \times 4.2 = 0.04161 \text{ N/mm}^2$$

$$q = 1.5 \times p \times 200 = 1.5 \times 0.08330 \times 200 = 12.48 \text{ N/mm}$$

$$M_{f1} = q \times l^2 / 12 = 12.48 \times 640^2 / 12 = 425984 \text{ Nmm}$$

$$M_{f1-2} = q \times l^2 / 24 = 12.48 \times 640^2 / 24 = 212992 \text{ Nmm}$$

$$M_{eq} = (M_{f1} \times 2 + M_{f1-2}) / 3 = (425984 \times 2 + 212992) / 3 = 354986 \text{ Nmm}$$

$$i = \sqrt{J/A} = \sqrt{(200 \times 16^3 / 12) / (200 \times 16)} = 4.62 \text{ mm}$$

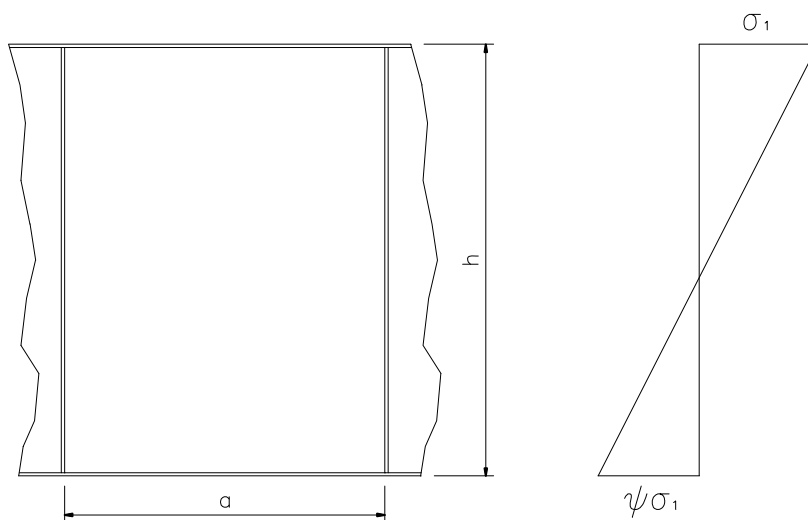
$$\lambda = 0.7 \times l / i = 0.7 \times 640 / 4.62 = 97 \rightarrow \omega = 2.12 \rightarrow \sigma_{cr} = 216 \text{ mm}^2$$

$$N_{cr} = \sigma_{cr} \times A = 216 \times 200 \times 16 = 691200 \text{ N}$$

$$N = A \times \sigma_1 = 114.6 \times 200 \times 16 = 366720 \text{ N}$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 39
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$\begin{aligned}
 W_f &= 200 \times 16^2 / 6 = 8533.33 \text{ mm}^3 \\
 \sigma &= \omega \times \sigma_1 + M_{eq} / (W_f (1 - \nu N / N_{cr})) = \\
 &= 2.12 \times 114.6 + 354986 / (8533.33 \times (1 - 1 \times 366720 / 691200)) \\
 &= 331.5 \text{ N/mm}^2 < f_{y,S355} = 355 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$




Si verifica alla instabilità la lamiera con funzione di anima di spessore 12 mm, materiale S355J0.

La lamiera è soggetta ad una sollecitazione a flessione, il valore di σ_1 si ricava dal modello.

La distanza fra 2 irrigidimenti successivi è pari a 1460mm.

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= 144.9 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{dal modello FEM caso di carico 3}) \\
 \Psi \sigma_1 &= -118.1 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{dal modello FEM caso di carico 3}) \\
 a &= 1460 \text{ mm} \\
 h &= 1450 \text{ mm} \\
 \alpha &= a / h = 1.007 \\
 \psi &= -0.80 \\
 \sigma_{cr,0} &= 186200 (t / h)^2 = 12.75 \text{ N/mm}^2 \\
 k_1 &= 8.4 / 1.1 = 7.64 \\
 k_3 &= 23.9
 \end{aligned}$$

 PROVVEDITORATO INTERREGIONALE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 40
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$k_{\sigma} = (1+\psi) k_1 - \psi k_3 + 10\psi (1+\psi) = 19.05$$

$$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \sigma_{cr,0} = 243.0 \text{ N/mm}^2 < 0.8 f_y = 0.8 \times 355 = 284 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr} / \sigma_1 \geq \beta \times v$$

$$\beta = (\sigma_N + 0.8 \sigma_M) / (\sigma_N + \sigma_M)$$

$$\sigma_N = \sigma_1 = 144.9 \text{ N/mm}^2$$

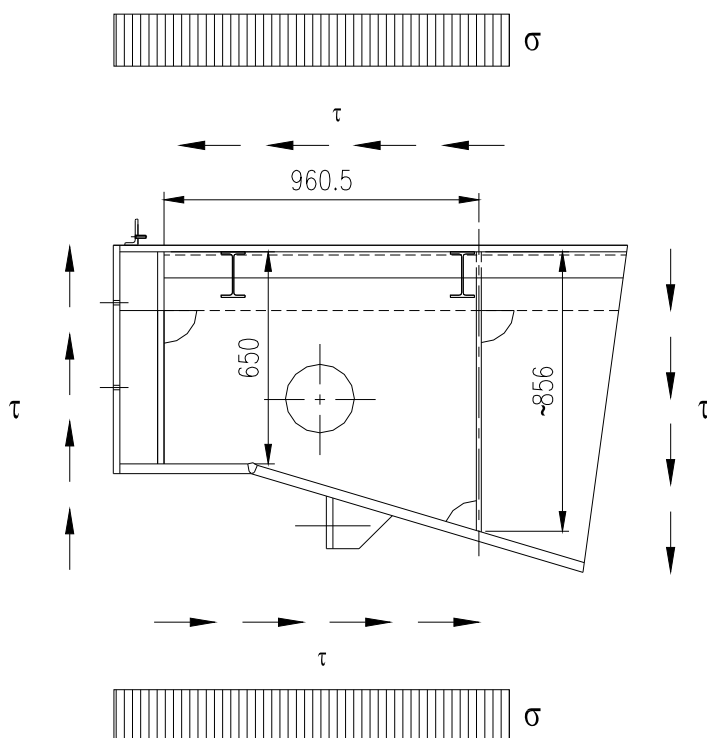
$$\sigma_M \cong 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 1$$

$$v = 1$$

$$\sigma_{cr} / \sigma_1 = 243.0 / 144.9 = 1.67 \geq \beta \times v = 1 \times 1 = 1$$

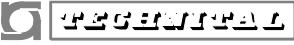
Si verifica alla instabilità la lamiera con funzione di anima di spessore 12 mm, materiale S355J0, in prossimità della zona di contatto con i gargami.



La lamiera è soggetta principalmente a sollecitazioni di taglio e compressione ($\Psi=1$), ricavati da modello FEM, caso di carico 3:

$$\sigma_1 = 118 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 85 \text{ N/mm}^2$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 41
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$a = 856 \text{ mm}$$

$$h = 960.5 \text{ mm}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$\alpha = a / h = 856 / 960.5 = 0.8912$$

$$\sigma_{cr,0} = 186200 (t / h)^2 = 36.6 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{\sigma} = (\alpha + 1 / \alpha)^2 = 4.0525 \quad \sigma_{cr} = k_{\sigma} \sigma_{cr,0} = 148.3 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{\tau} = 4 + 5.34 / \alpha^2 = 10.7114 \quad \tau_{cr} = k_{\tau} \sigma_{cr,0} = 392 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau^2}}{\frac{1}{2} \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{1}{2} \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}} = 220.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr,id} = 220.9 \text{ N/mm}^2 < 0.8 \times 355 = 284 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr} / \sigma_1 \geq \beta \times v$$

$$\beta = (\sigma_N + 0.8 \sigma_M) / (\sigma_N + \sigma_M)$$


$$\sigma_N = \sigma_1 = 118.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_M \cong 0 \text{ N/mm}^2$$

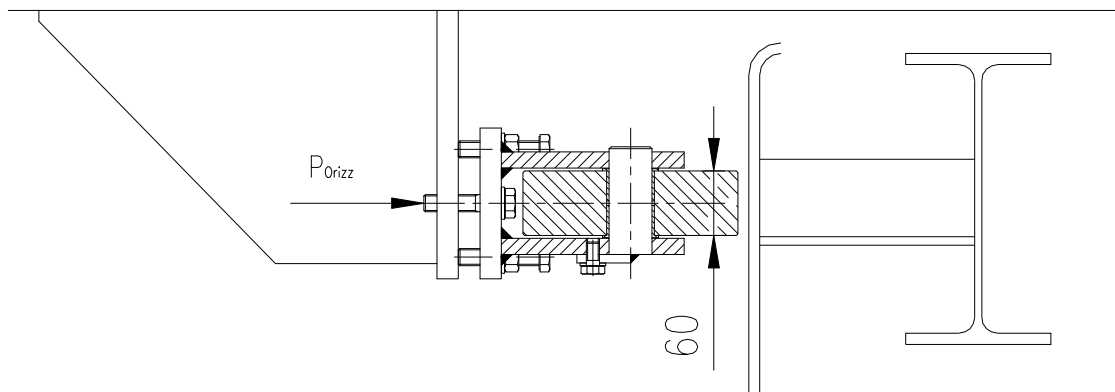
$$\beta = 1$$

$$v = 1$$

$$\sigma_{cr,red} / \sigma_{id} = 220.9 / 118.0 = 1.85 \geq \beta \times v = 1 \times 1 = 1$$

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 42
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

11. ROTELLE LATERALI



Le rotelle sono soggette ad un carico orizzontale pari a 1/10 del peso del pancone:

$$P \cong 16000 \text{ daN}$$

$$P_{\text{orizz}} = 1600 \text{ daN} = 16000 \text{ N}$$

$$\text{Diametro rotelle: } D = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Lunghezza rotelle: } L = 60 \text{ mm}$$

Contatto acciaio-acciaio

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.18 \times E \times P_{\text{orizz}} \times 1.5}{(D/2) \times L}} = \sqrt{\frac{0.18 \times 206000 \times 20000 \times 1.5}{(200/2) \times 60}} = 430.6 \text{ N/mm}^2$$

Materiali a contatto: acciaio AISI 316, $f_y = 185 \text{ N/mm}^2$

acciaio S235J0, $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma = 430.6 \text{ N/mm}^2 < 4 \times f_{y,\text{min}} = 4 \times 185 = 740 \text{ N/mm}^2$$

Contatto acciaio-calcestruzzo

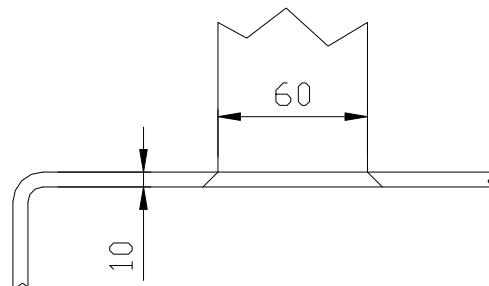
$$\begin{aligned} \sigma &= P_{\text{orizz}} \times 1.5 / (L + 2 \times s) \times 2 \times s = \\ &= 16000 \times 1.5 / [(60 + 2 \times 10) \times 2 \times 10] = \\ &= 15 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

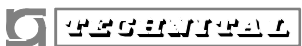
$$f_{ck} = R_{ck} \times 0.83 = 35 \times 0.83 = 29.05 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 29.05 / 1.5 = 19.4 \text{ N/mm}^2$$

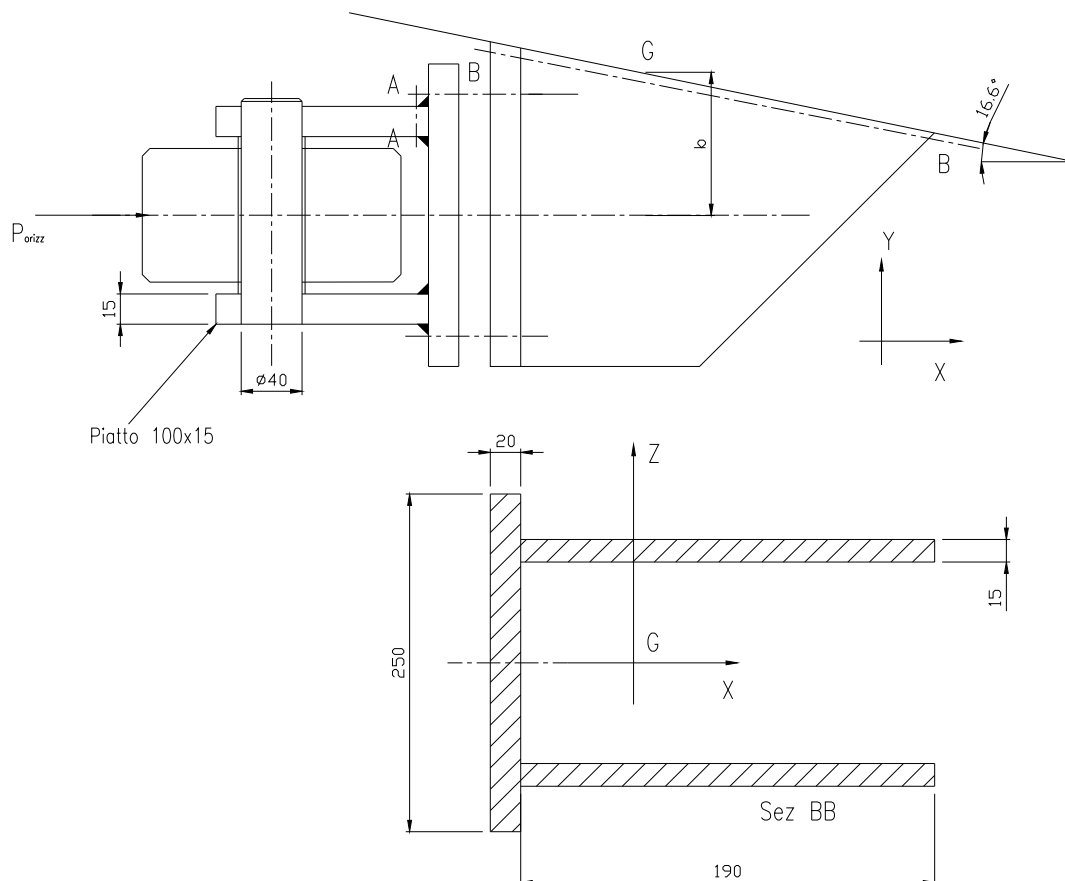
$$\sigma = 15 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} = 19.4 \text{ N/mm}^2$$



	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 43
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

11.1. Supporto rotelle laterali

Materiale: acciaio S 235J0



Verifica sez. A-A

$$P_{orizz} = 1600 \text{ daN} = 16000 \text{ N}$$

$$\sigma = P_{orizz} \times 1.5 / (2 \times A) = 16000 \times 1.5 / (2 \times 100 \times 15) = 8 \text{ N/mm}^2 < f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{rif} = P_{orizz} \times 1.5 / (2 \times \phi \times L) = 16000 \times 1.5 / (2 \times 15 \times 40) = 20 \text{ N/mm}^2 < 1.35 \times f_y = 317.2 \text{ N/mm}^2$$


Verifica sez. B-B

$$A = 10700 \text{ mm}^2$$

$$W_z = 3.24 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_z = P_{orizz} \times 1.5 \times b = 16000 \times 1.5 \times 71.2 = 1.709 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_f = M_z / W_z = 1.709 \times 10^6 / 3.24 \times 10^5 = 5.3 \text{ N/mm}^2$$

 PROVVEDITORATO INTERREGIONALE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 44
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$\sigma_c = P_{orizz} \times 1.5 \sin \alpha / A = 0.64 \text{ N/mm}^2 \quad (\alpha = 16.6^\circ)$$

$$\tau = P_{orizz} \times 1.5 \cos \alpha / A = 2.15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma_f + \sigma_c)^2 + 3\tau^2} = 8.73 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{id} = 7.0 \text{ N/mm}^2 < f_d = 235 \text{ N/mm}^2$$

11.2. Perni rotelle laterali

Le rotelle sono supportate da perni diametro 40 mm, materiale C40:

$$A = 1256 \text{ mm}^2$$

$$A_T = 942 \text{ mm}^2$$

$$W_f = \pi \times d^3 / 32 = \pi \times 40^3 / 32 = 6280 \text{ mm}^3$$

$$P_{orizz} = 1600 \text{ daN} = 16000 \text{ N}$$

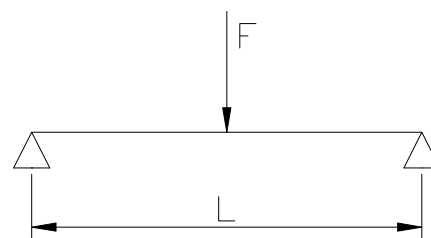
$$F = 1.5 \times P_{orizz} = 1.5 \times 1600 \text{ daN} = 24000 \text{ N}$$

$$M_{max} = F \times L / 4 = 24000 \times 70 / 4 = 420000 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_f = M_{max} / W_f = 66.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = (F / 2) / A_T = (24000 / 2) / 942 = 12.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{id} = 70.4 \text{ N/mm}^2 < f_{y,C40} = 410 \text{ N/mm}^2$$



11.3. Cuscinetti a strisciamento

Le rotelle sono supportate da boccole tipo “IGUS” tipo Iglidur J, cod. JFM 4044-30

Supponendo una velocità massima di salita-discesa del pancone pari a:

$$v = 0.1 \text{ m/s} = 6 \text{ m/min}$$

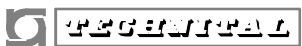
si ha che la massima pressione ammissibile sulle boccole è:

$$p_{adm} = 16 \text{ N/mm}^2$$

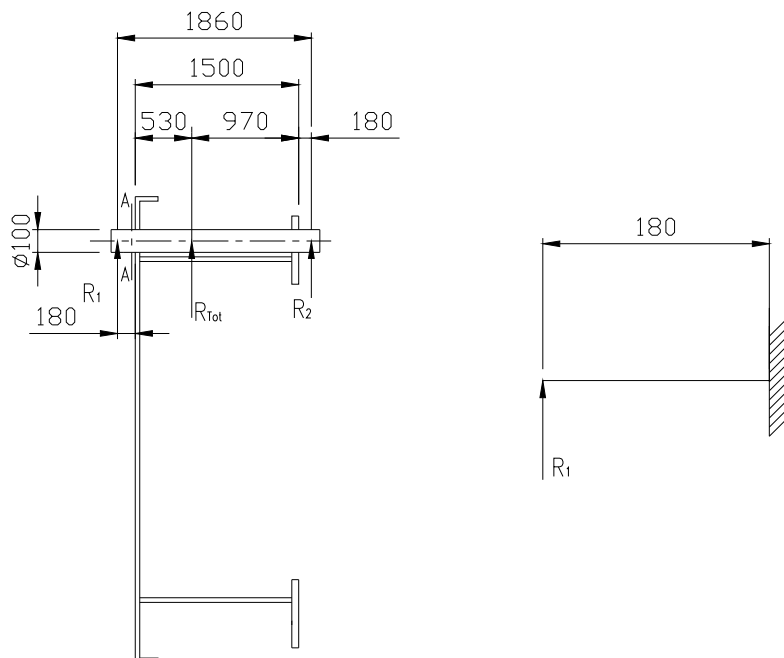
$$\text{Diametro perno: } D = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Lunghezza boccola: } L = 56 \text{ mm}$$

$$p = P_{orizz} / (D \times L) = 16000 / (40 \times 56) = 7.1 \text{ N/mm}^2 < p_{adm} = 16 \text{ N/mm}^2$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 45
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

12. ATTACCHI PER IL SOLLEVAMENTO



Coefficiente dinamico: $\psi = 1.15$

Coefficiente di maggiorazione del carico: $M = 1.2$

Carico di sollevamento: $R_{Tot} = P \times \psi \times M =$
 $= 16000 \times 1.5 \times 1.15 \times 1.2 = 33120 \text{ daN}$

N. 4 perni passanti $\phi 100$: si verifica la sezione A-A

$$A = 100^2 \times \pi / 4 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$A_T = \frac{3}{4} \times 100^2 \times \pi / 4 = 5887.5 \text{ mm}^2$$

$$W = 100^3 \times \pi / 32 = 98174 \text{ mm}^3$$


$$R_1 = (R_{Tot} / 2) \times (1500 - 530 + 180) / (1500 + 180 + 180) = 10239 \text{ daN}$$

$$M = R_1 \times 180 = 1.843 \times 10^6 \text{ daNmm}$$

$$\sigma = M / W = 187.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = R_1 / A_T = 17.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{id} = 190.1 < f_{y,S355} = 355/1.05 = 338 \text{ N/mm}^2$$

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 46
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

13. VERIFICA STRUTTURALE TRAVE PESCATRICE

13.1. Carichi

13.1.1. Peso proprio

Il peso della trave risulta pari a circa 3750 kg: tale carico viene calcolato e considerato automaticamente dal solutore FEM.

Al peso della trave va aggiunto il peso delle 4 staffe di ancoraggio (circa 350 kg ciascuna) e dei 4 contrappesi (circa 300 kg), e di altri componenti accessori, per un totale di circa 6380 kg. Tale peso aggiuntivo viene distribuito, in favore di sicurezza su tutta la carpenteria incrementando fittiziamente il peso proprio degli elementi di un fattore 1.7.

13.1.2. Peso pancone

Per il pancone si considera il peso totale nella condizione di carico più sfavorevole, ovvero quando il pancone non è immerso in acqua. $P = 19000$ kg.

13.2. Combinazioni di carico

S.L.S.

Caso	Peso proprio	Peso pancone immerso
1	$1 \times \psi$	$1 \times \psi$

S.L.U.

Caso	Peso proprio	Peso pancone immerso
2	$1.35 \times \psi$	$1.5 \times \psi$

Dove ψ è il coefficiente dinamico per il sollevamento verticale, assunto, nell'ipotesi di basse velocità di sollevamento, pari a 1.15.


S.L.S. Verifica di deformabilità

Verifica particolari soggetti ad usura (perni, staffe...) secondo Direttiva Macchine, con coefficiente di sicurezza 5 al carico di rottura

S.L.U. Stato limite ultimo di resistenza degli elementi strutturali

Stato limite ultimo dei collegamenti

Stato limite ultimo di instabilità

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 47
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

13.3. Modello FEM

Per la verifica della trave pescatrice si utilizza un modello FEM utilizzando il codice di calcolo Sap2000 rel. 16.0.

I profili UPN 300 sono rappresentati con elementi beams fra di loro incastrati.

Gli attacchi delle funi sono rappresentati mediante elementi rigidi, mentre le funi sono considerate come elementi truss.

La struttura è vincolata a terra, mediante cerniere ed appoggi, in corrispondenza del punto di sollevamento e di vincoli fittizi (elastici) auto equilibrati necessari per eliminare la labilità intrinseca nella fase di sollevamento.

In corrispondenza dei 4 punti di sollevamento del pancone sono applicate dei valori di forza la cui somma è pari al peso del pancone da sollevare, ed il cui valore è calcolato proporzionalmente alla distanza tra il punto di sollevamento e il baricentro del pancone.

Viene riportato nel seguito il modello di calcolo ad elementi finiti.

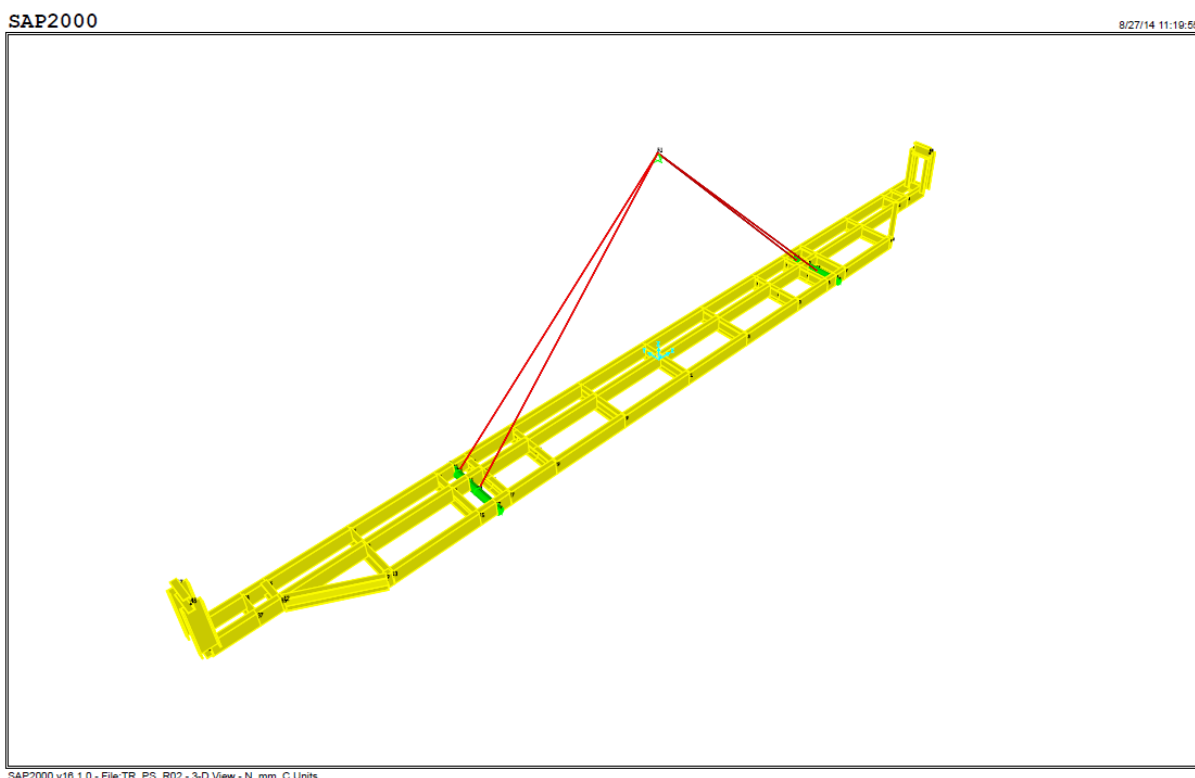



FIG. 13.1 - MODELLO 3D DELLA TRAVE PESCATRICE IN FASE DI SOLLEVAMENTO

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 48
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

13.4. Risultati del calcolo

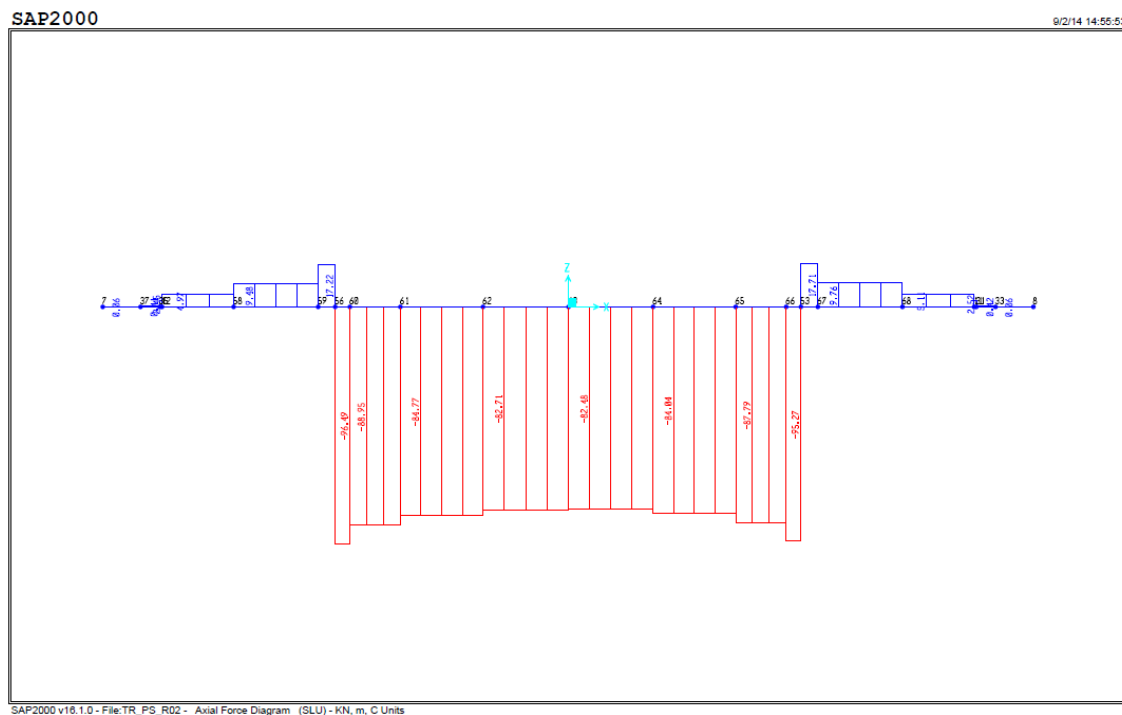


FIG. 13.2 - AZIONE ASSIALE NELLA CORDA PIÙ SOLLECITATA (S.L.U.)

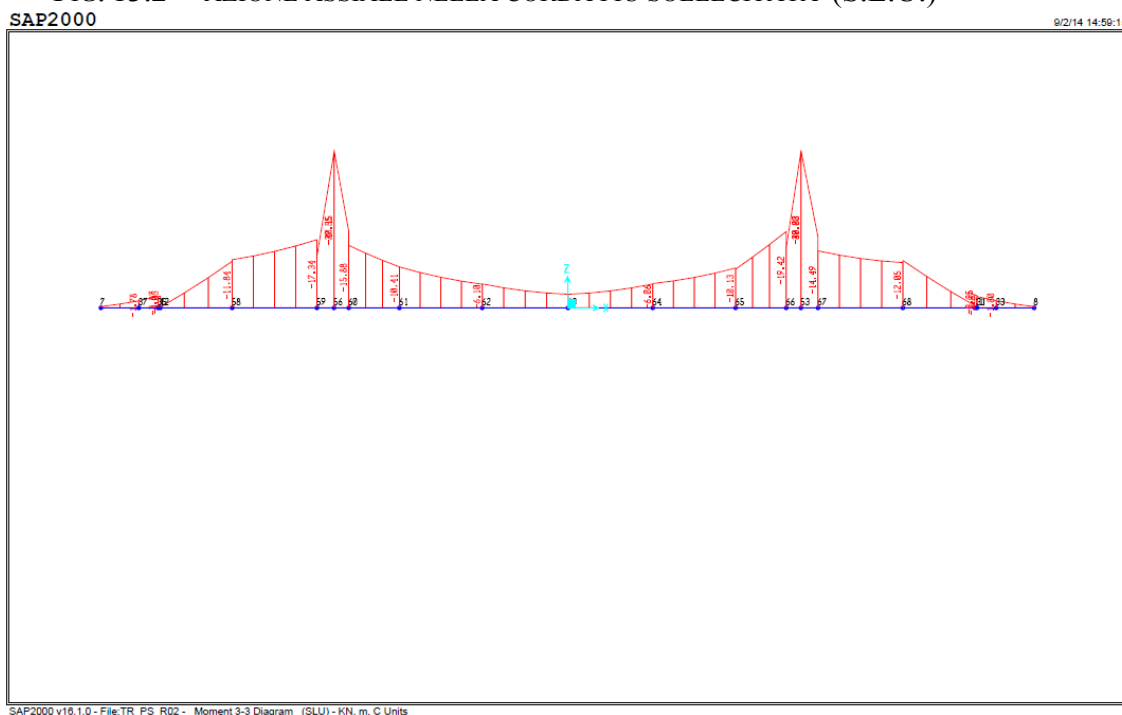



FIG. 13.3 - MOMENTO FLETTENTE NELLA CORDA PIÙ SOLLECITATA (S.L.U.)

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 49
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

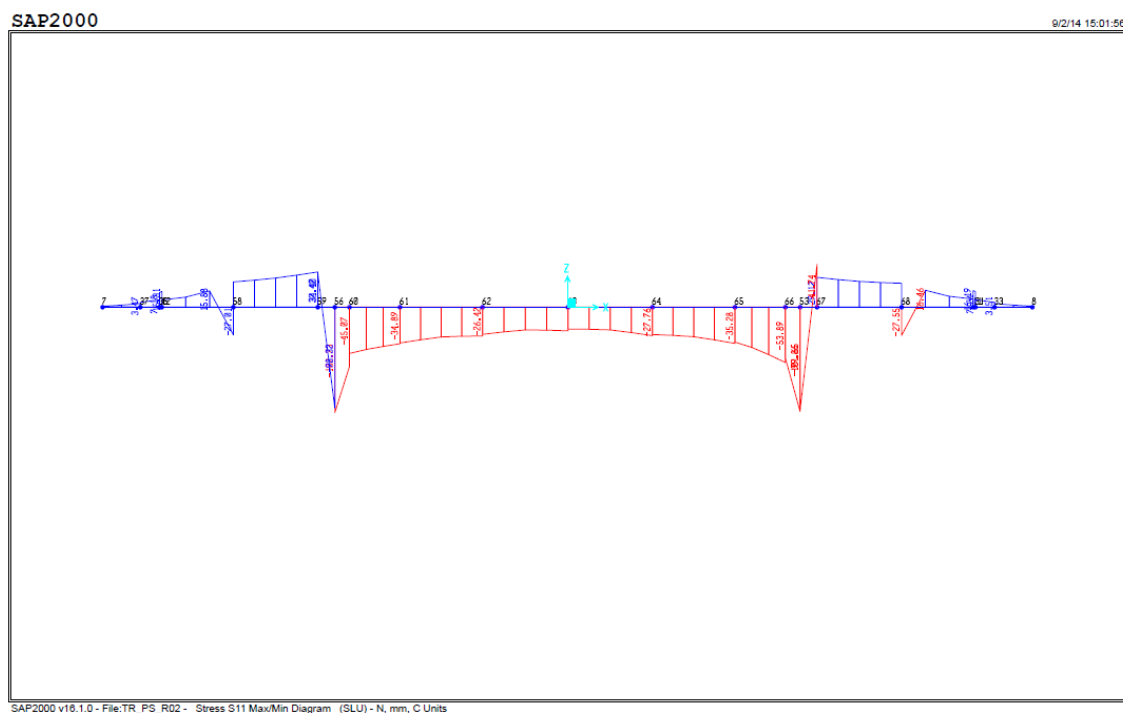


FIG. 13.4 - TENSIONI SULLA CORDA PIÙ SOLLECITATA (S.L.U.)

13.4.1. Deformazioni della struttura SLS

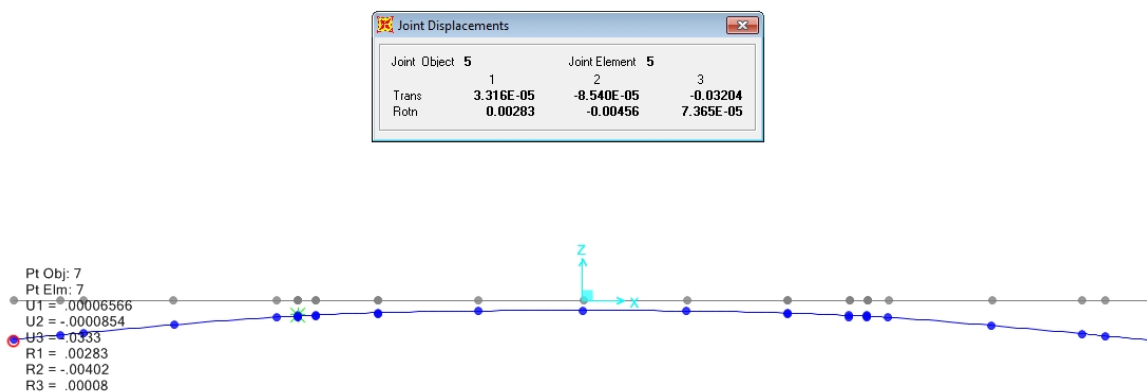



FIG. 13.5 - DEFORMAZIONE MASSIMA CASO 1 (S.L.S.)

13.4.2. Verifica deformabilità

Freccia massima allo spigolo: $f_{\max} = 32.04 \text{ mm}$ (Caso 1 – S.L.S.)

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 50
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

Freccia nel punto di sollevamento: $f_{\max} = 11.67 \text{ mm}$ (Caso 1 – S.L.S.)

Freccia della struttura in carpenteria metallica $32.04 - 11.67 = 20.37 \text{ mm}$

Lunghezza trave: $L \cong 16.5 \text{ m} = 16500 \text{ mm}$

$f_{\max} / L = 20.37 / 16500 = 1 / 810 < 1 / 500$

Il valore di spostamento ottenuto risulta accettabile.

13.4.3. Verifica telaio principale

Si verifica a presso-flessione il profilo UPN 300 costituente la trave pescatrice.

Caratteristiche sezione UPN 300, materiale S355 J0:

$A = 5880 \text{ mm}^2$

$W_1 = 535000 \text{ mm}^3$

$W_2 = 67600 \text{ mm}^3$

$i_1 = 117 \text{ mm}$

$i_2 = 29 \text{ mm}$

Distanza tra i due perni di attacco del pancone: $L = 9500 \text{ mm}$

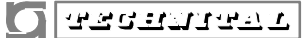
La presenza degli irrigidimenti trasversali a passo 1.725 m, realizzati saldando ortogonalmente ai correnti principali ulteriori elementi UPN 300, costituisce un vincolo alla sbandamento rispetto all'asse debole, nonché un efficace ritegno torsionale nei confronti dei fenomeni di instabilità latero-torsionale. Di seguito si verifica la stabilità del corrente sulla luce di 9.5 m (pari alla distanza tra i perni) ponendo pari a 1 i fattori di riduzione della resistenza sia per instabilità nel piano debole della UPN300 sia per instabilità latero-torsionale.

Parametri di sollecitazione massima (Caso 2 – S.L.U.):

$N = 97000 \text{ N}$

$M_{y\max} = 3.80 \times 10^7 \text{ Nmm}$

Lunghezza libera di inflessione: $L_0 = L = 9500 \text{ mm}$ (estremità incernierate)

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 51
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

Instabilità flessio-torsionale travi in acciaio Metodo A


Caratteristiche geometriche e meccaniche del profilo			
	Tipo:	IPE300	
Area	A	58.8	cm ²
Momento d'inerzia dir.y	J _y	8030	cm ⁴
Momento d'inerzia dir.z	J _z	495	cm ⁴
Raggio d'inerzia dir. y	i _y	11.69	cm
Raggio d'inerzia dir.z	i _z	2.90	cm
Modulo res. elastico dir.y	W _y	535	cm ³
Modulo res. elastico dir.z	W _z	67.8	cm ³
Modulo res. plastico dir.y	W _{y,pl}	632	cm ³
Modulo res. elastico dir.z	W _{z,pl}	130	cm ³
Momento d'inerzia torsionale	J _T	37.4	cm ⁴
Inerzia torsionale secondaria	J _W	69100	cm ⁶
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Modulo elastico	E	210000	N/mm ²
Modulo tangenziale	G	80769	N/mm ²
tensione snervamento acciaio	f _{yk}	355	N/mm ²
coefficiente di sicurezza	γ _{M1}	1.05	

Sollecitazioni critiche			
Lunghezza di inflessione	L _{cr}	9.5	m
Carico critico assiale (asse forte)	N _{cr,y}	1844	kN
Carico critico assiale (asse debole)	N _{cr,z}	114	kN
coeff. distribuzione mom. flettente	ψ	1	
Momento flettente critico	M _{cr}	60	kNm

Fattori di riduzione			
Snellezza adimensionale (asse forte)	λ_y	1.064	Elementi compressi
Snellezza adimensionale (asse debole)	λ_z	4.285	
Fattore di imperfezione (asse forte)	α_y	0.34	
Fattore di imperfezione (asse debole)	α_z	0.49	
	Φ _y =	1.213	
	Φ _z =	10.682	Elementi inflessi
Fattore di riduzione assiale (asse forte)	χ _y =	0.557	
Fattore di riduzione assiale (asse debole)	χ _z =	1.000	
	λ _{LT,0} =	0.2	
	β=	1	
fattore di imperfezione	α _{LT} =	0.34	
Snellezza adimensionale	λ _{LT} =	1.777	
	Φ _{LT} =	2.348	
	kc=	1	
	f=	1	
Fattore di riduzione latero - torsionale	χ _{LT} =	1.000	0.316543

Sollecitazioni			
Azione assiale di calcolo	N _{Ed} =	-97	kN
Momento flettente equivalente di calcolo (asse forte)	M _{yeq,Ed} =	-38	kNm
Momento flettente equivalente di calcolo (asse debole)	M _{zeq,Ed} =	0	kNm

Verifica	
0.08759	
0.18771	
0.00000	
0.275	SI

 PROGETTA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 52
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

13.5. Staffe di ancoraggio

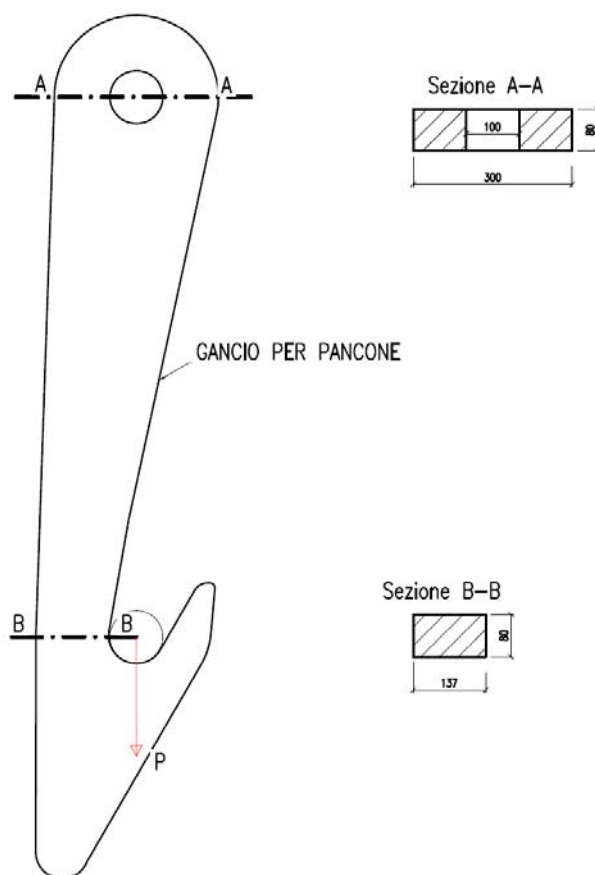


FIG. 13.6 - TRAVE PESCATRICE – STAFFE DI ANCORAGGIO

Materiale staffe: S355 J0 $f_t = 470 \text{ N/mm}^2$ per spessori fino a 80 mm

Verifica sez. A-A

$$P = 68660 \text{ N (Carico massimo su gancio, caso 1 S.L.S.)}$$

$$A = (300 - 100) \times 80 = 16000 \text{ mm}^2$$

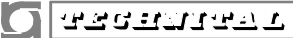
$$\sigma_N = 1.4 P / A = 8.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_N = 6.1 \text{ N/mm}^2 < f_t / 5 = 470 / 5 = 94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{rif} = P / (\phi \times b) = 68660 / (100 \times 80) = 8.6 \text{ N/mm}^2 < 1.35 \times f_d = 1.35 \times 94 = 126.9 \text{ N/mm}^2$$

Verifica sez. B-B

$$A = 137 \times 80 = 10960 \text{ mm}^2$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 53
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$W = 80 \times 137^2 / 6 = 250000 \text{ mm}^3$$

$$N = P = 68660 \text{ N}$$

$$M = N \times (50 + 68.5) = 8.136 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{\max} = N / A + M / W = 68660 / 10960 + 8.136 \times 10^6 / 250000 = 38.81 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\min} = N / A - M / W = 68660 / 10960 - 8.136 \times 10^6 / 250000 = -26.27 \text{ N/mm}^2$$

Con "ROARK'S Formulas for Stress & Strain" si calcolano:

$$\frac{R}{c} = \frac{50 + 68.5}{68.5} = 1.729$$

$$\frac{h}{c} = \frac{R}{c} - \frac{2}{\ln \frac{R/c + 1}{R/c - 1}} = 1.729 - \frac{2}{\ln \frac{1.729 + 1}{1.729 - 1}} = 0.215$$

$$k_i = \frac{1}{3h/c} \frac{1 - h/c}{R/c - 1} = \frac{1}{3 \times 0.215} \times \frac{1 - 0.215}{1.729 - 1} = 1.69$$

$$k_o = \frac{1}{3h/c} \frac{1 + h/c}{R/c + 1} = \frac{1}{3 \times 0.215} \times \frac{1 + 0.215}{1.729 + 1} = 0.69$$


Tensione lato interno (trazione):

$$\begin{aligned} \sigma_i &= k_i \times \sigma_{\max} = 1.69 \times 38.81 = \\ &= 65.60 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tensione lato esterno (compressione):

$$\begin{aligned} \sigma_o &= k_o \times \sigma_{\min} = 0.690 \times (-26.27) = \\ &= -18.13 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\max} = 65.60 \text{ N/mm}^2 < f_t / 5 = 94 \text{ N/mm}^2$$

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 54
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

13.6. Perni

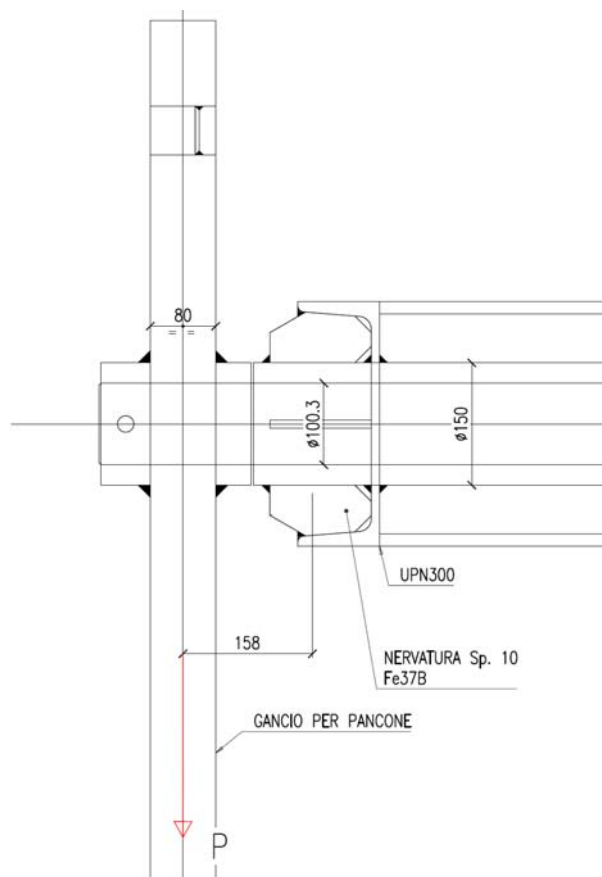


FIG. 13.7 - TRAVE PESCATRICE – PERNI DELLE STAFFE

$P = 103000 \text{ N}$ (Carico massimo su gancio, caso 2 S.L.U.)

Perno $\phi 100$

Materiale: S355 J0

$A = 7853 \text{ mm}^2$

$A_T = 5890 \text{ mm}^2$


$W_{el.} = 98170 \text{ mm}^3$

$$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{tk} \cdot A / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 470 \cdot 7853 / 1.25 = 1771636 \text{ N} > 103000 \text{ N}$$

$$M_{Ed} = 103000 \cdot 158 = 16 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{Rd} = 1.5 \cdot W_{el} f_{yk} / \gamma_{M0} = 1.5 \cdot 98170 \cdot 335 / 1.05 = 47. \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{Ed} < M_{Rd}$$

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 55
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

Verifica combinata a taglio e flessione:

$$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1.0 \rightarrow \left[\frac{16 \times 10^6}{47 \times 10^6} \right]^2 + \left[\frac{103000}{1771636} \right]^2 = 0.345 \leq 1.0$$

13.7. Ganci

Massimo tiro sulle funi (Caso 2 – S.L.U.):

$$T_{\max} = 155600 \text{ N}$$

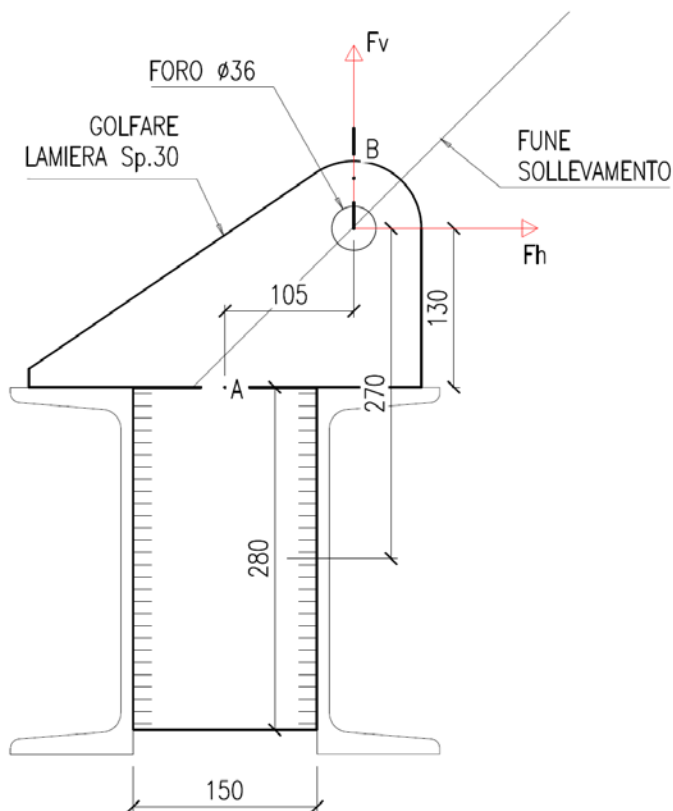



FIG. 13.8 - TRAVE PESCATRICE – GANCI

Verifica sez. A-A

$$\begin{aligned} F_{\perp} &= T_{\max} \times \cos 45^{\circ} &= 110000 \text{ N} \\ F_{//} &= T_{\max} \times \sin 45^{\circ} &= 110000 \text{ N} \\ M_f &= F_{//} \times 130 - F_{\perp} \times 105 &= 2.75 \times 10^6 \text{ Nmm} \\ A &= 150 \times 30 &= 4500 \text{ mm}^2 \\ W &= 150^2 \times 30 / 6 &= 112500 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

 PROVVEDITORATO INTERREGIONALE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 56
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$\sigma = F_{\perp y} / A + M / W = 50.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau \cong F_{//x} / A = 110000 / 4500 = 25.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{id} = 67.0 \text{ N/mm}^2 < f_y = 355.0/1.05 = 340 \text{ N/mm}^2$$

Verifica saldatura

$$F_{\perp} = T_{\max} \times \cos 45^\circ = 110000 \text{ N}$$

$$F_{//} = T_{\max} \times \sin 45^\circ = 110000 \text{ N}$$

$$M_f = F_{//} \times 270 - F_{\perp} \times 105 = 18.15 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Le azioni agenti sulla coppia di cordoni di saldatura più sollecitati valgono:

$$t_{\perp} = F_{\perp} / 2 / A_{\text{gola}} = 110000 / (280 \times 5 \times 2) = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = (F_{//} / 2 + M_f / 150) / A_{\text{gola}} = 62.8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2} \leq \beta_1 \cdot f_{yk} \rightarrow 66 \leq 0.7 \cdot 355 = 248 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Verifica a rifollamento foro $\phi 36$

Si usa un grillo di portata 13500 daN con un perno $\phi 35\text{mm}$ (vedi capitolo “Componenti di commercio”).

Massimo carico su fune (Caso2 - S.L.U.) = 155600 N

Verifica al rifollamento:

$$F_{b,Rd} = 1.5 \cdot t \cdot d \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 1.5 \cdot 30 \cdot 35 \cdot 355 / 1.05 = 532500 \text{ N} > 155600 \text{ N}$$


Verifica sez. B-B

$$(55 - 36 / 2) \text{ mm} \geq \frac{F_{v,Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_{yk}} + \frac{2d_0}{3} = \frac{155600 \cdot 1.05}{2 \cdot 30 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 36}{3} \rightarrow 37 \text{ mm} \geq 31.67 \text{ mm}$$

13.8. Contrappeso

Il contrappeso che consente lo sgancio semiautomatico dei panconi è calcolato in via teorica; in accordo con la Direzione Lavori ne saranno valutate le funzionalità effettive in campo.

Si verifica la funzionalità del sistema di contrappeso nelle due posizioni di staffa aperta (inclinata di circa 18.5°) e chiusa (verticale). Il contrappeso deve controbilanciare le 4 staffe; si riportano di seguito le masse dei corpi e la verifica della stabilità nelle due posizioni d'impiego del meccanismo.

 PROGETTA	Rev.	Data:	EI. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 57
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

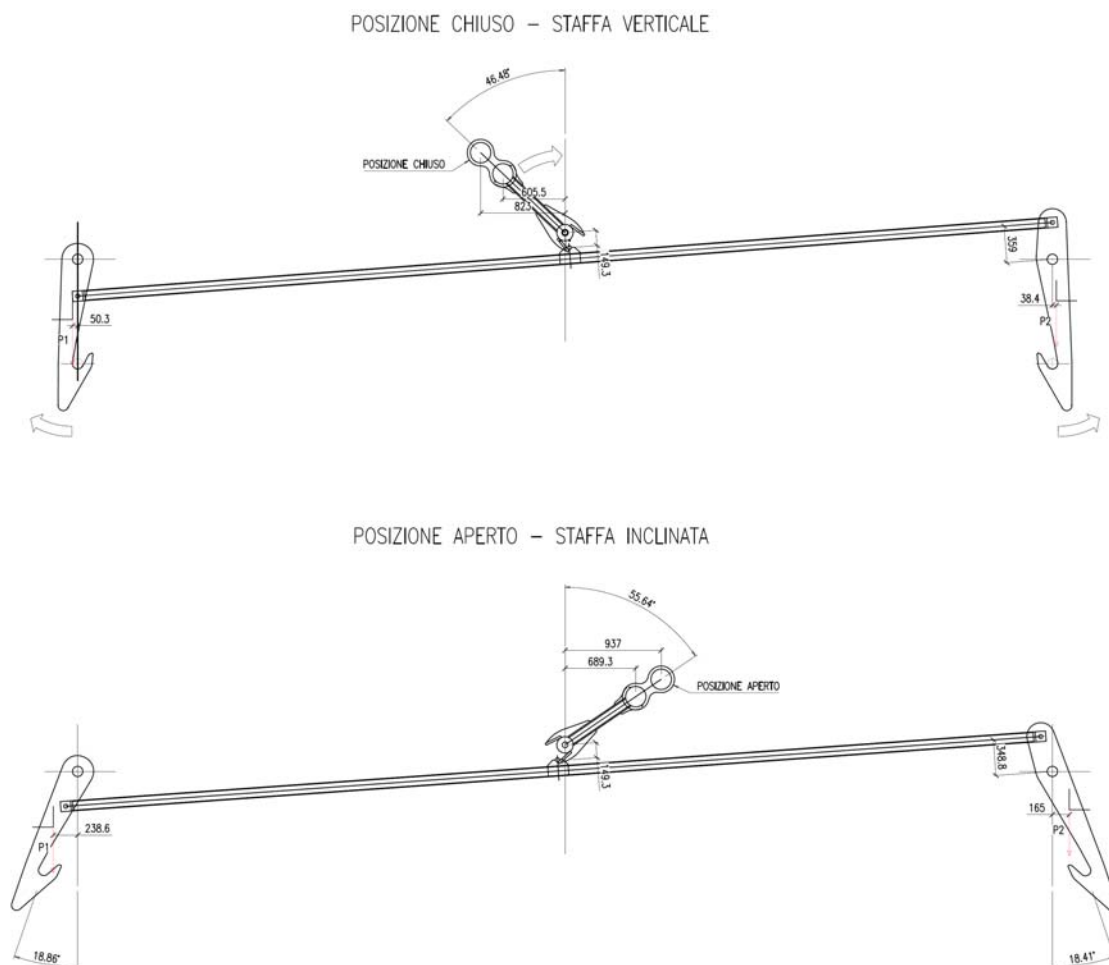


Fig. 13.9 - Trave pescatrice – Contrappeso

Peso contrappeso: $P_C \cong 150 + 150 \text{ kg}$

Peso staffa ancoraggio tipo P1: $P_1 = 230 \text{ kg} + 230 \text{ kg}$

Peso staffa ancoraggio tipo P2: $P_2 = 285 \text{ kg} + 285 \text{ kg}$

Staffa chiusa:

In posizione di staffa chiusa/verticale il baricentro delle staffe rimane sul lato estremo rispetto alla verticale del perno, pertanto la staffa tende naturalmente a chiudersi ulteriormente. La posizione verticale è assicurata dai fermi montati sulla carpenteria della trave pescatrice.


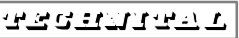
Staffa aperta

$$M_1 = 460 \times 239 = 109940 \text{ kg mm}$$

$$M_2 = 570 \times 165 = 94050 \text{ kg mm}$$

Azione nella staffa:

$$N = (109940 + 94050) / 348 = 586 \text{ kg}$$

 	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6029	Pag. n. 58
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE PER LA MESSA ALL'ASCIUTTO DELLE TESTATE DELLE CONCHE	

$$M_C = 586 \times 150 = 87900 \text{ kg mm}$$

$$M_P = 150 \times 689 + 150 \times 937 = 243900 \text{ kg mm}$$

$$F_s = M_P / M_C = 2.77$$

13.9. Grilli o tenditori di aggancio

Portata: 13500 daN

Perno: ϕ 35 mm

Massimo carico su fune (Caso1- S.L.S.) = 104000 N < 135000 N

13.10. Braghe di sollevamento

Sono previste n. 2 braghe a due bracci per sollevamento tipo M2R ϕ 30 mm.

Portata: $P_b = 2 \times 14000 = 28000 \text{ kg}$

Peso totale strutture da sollevare: $P_s = 19000 + 6380 = 25380 \text{ kg}$

$$P_s = 25380 \text{ kg} < P_b = 28000 \text{ kg}$$