



Autorità di Sistema Portuale
del Mare di Sicilia Occidentale

Porti di Palermo,
Termini Imerese, Trapani,
Porto Empedocle

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE DI SICILIA OCCIDENTALE

PORTO DI PALERMO - Lavori di completamento per la messa in sicurezza del bacino
di carenaggio 150.000 tpl - 1° lotto funzionale – CUP: I77G19000070007.

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN PROGETTAZIONE:



via AUSONIA, 58 - 30015 CHIOGGIA (VE) - Tel. (041)4967286

Progettista incaricato e coordinatore:
Cirillo Dott. Ing. FONTOLAN

Iscritto all' ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI VENEZIA AL N. 2376

Firma: _____

RUP:

Ing. Salvatore Acquista

Progettazione specialistica:

Studi Ambientali



CODICE:

B.STR.03

OGGETTO: lotto B - Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica - Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano - Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatte semisommersibile - Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche - Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro - Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

**RELAZIONE TECNICA CUNICOLI PASSAGGIO IMPIANTI E
PLOTTE AMOVIBILI INC.A.**

SCALA:

DATA: 04-01-2021

Revisione: 00

SPAZIO PER I VISTI:

Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale

**COMUNE PALERMO
PROVINCIA DI PALERMO**

LAVORI DI COMPLETAMENTO PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL BACINO DI CARENAGGIO 150.000 TPL 1° LOTTO FUNZIONALE

LOTTO B - Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA CUNICOLI PASSAGGIO IMPIANTI E PLOTTE AMOVIBILI IN CA

Rev.00

INDICE



Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. STATO DI PROGETTO E FUNZIONALITÀ DELL'INTERVENTO | 6 |
| A) FASI DI LAVORO..... | 6 |
| 3. STRUTTURE ED OPERE D'ARTE | 7 |
| B) MODELLO FEM..... | 8 |
| C) NORMATIVE..... | 9 |
| D) MATERIALI | 12 |
| E) COPRIFERRO | 13 |
| F) ANALISI DEI CARICHI | 13 |
| G) COMBINAZIONE DELLE AZIONI | 14 |
| 4. PLOTTE | 16 |
| H) VERIFICA A FLESSIONE | 18 |
| I) VERIFICA A TAGLIO..... | 19 |
| 5. CUNICOLI | 20 |
| J) VERIFICA A FLESSIONE | 23 |
| K) VERIFICA A TAGLIO..... | 24 |

1. PREMESSA

Il presente progetto si inquadra nell'ambito del *Piano Operativo Triennale 2017-2019* dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale (AdSP) che prevede la realizzazione di numerosi interventi rivolti al riassetto generale del Porto di Palermo, tra i quali si evidenzia la realizzazione di specifiche opere infrastrutturali relative al comparto industriale, in particolare il completamento del bacino da 150.000 tpl e la concentrazione delle attività cantieristiche e dei gradi bacini nella medesima area portuale, contribuendo così a favorire il mantenimento e lo sviluppo della locale capacità produttiva.

Nell'ambito del *Piano Operativo Triennale* sopra citato è previsto l'intervento di messa in sicurezza del Porto di Palermo oggetto del finanziamento di euro 39.000.000,00 da parte del *Fondo di Sviluppo e Coesione 2014-2020*.

Quest'ultimo è articolato in tre principali interventi:

- I. Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi al nuovo bacino da 150.000 tpl – Demolizione “avanti scalo” sommerso e dragaggio fondali
- II. Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – **Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq** – Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge
- III. Realizzazione delle opere marittime per la realizzazione della nuova strada esterna alle banchine per il collegamento delle aree assegnate secondo protocollo di intesa del 28.12.2018.

A loro volta gli interventi sopra citati sono stati suddivisi nelle seguenti sotto-fasi:

- Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi al nuovo bacino da 150.000 tpl;
- Demolizione “avanti scalo” sommerso e dragaggio fondali;
- Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica;
- Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano;
- **Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq;**
- Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile;
- Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche;
- Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro;
- Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge.

L'obiettivo di valorizzazione e sviluppo del Porto di Palermo e della sua cantieristica del *Piano Operativo Triennale* è stato recepito dal Piano di Sviluppo Industriale (PSV) di Fincantieri S.p.A. che prevede un forte aggiornamento tecnologico dei principali impianti di produzione e una forte razionalizzazione dei flussi produttivi. L'attuazione del PSV e le conseguenti potenziali ricadute sulla capacità di attrarre nuove commesse per lo Stabilimento Palermitano è strettamente legato allo sviluppo dei progetti citati sopra.

Ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 50/2016 la progettazione si articola secondo tre livelli di successivi approfondimenti tecnici:

- progetto di fattibilità tecnica ed economica;
- progetto definitivo;
- progetto esecutivo.

Il presente elaborato fa parte della documentazione del Progetto definitivo.

Cenni storici

Il luogo interessato dal presente progetto è situato nel comune di Palermo, all'interno del Cantiere Navale della Società Fincantieri S.p.A, in via Dei Cantieri n. 75.

Lo stabilimento di Palermo, fu fondato nel 1897 dalla Famiglia Florio che lo fondò vicino al vecchio Arsenale borbonico, modificando per sempre le fattezze della città ed il suo tessuto lavorativo e sociale. Ai primi del '900, l'impresa siciliana confluisce poi nella società Cantieri Navali Riuniti, siglando un gemellaggio con i cantieri di Ancona e Muggiano. È proprio dal lavoro e dalle varie commesse portate a termine in quegli anni, che oggi si può intuire tutto il prestigio dei Cantieri navali palermitani: la nave reale Savoia nel 1925; quattro caccia torpedinieri e un incrociatore, che combatterono durante la Seconda Guerra mondiale; i lavori alla corazzata Giulio Cesare nel 1948. Poi, nei decenni successivi, tantissime navi passeggeri per la Tirrenia, navi cargo, petroliere e traghetti ancora oggi in esercizio.

Oggi l'area del Cantiere si estende su una superficie pari a circa 193.000 mq ed è sito alle pendici di Monte Pellegrino, occupando quasi interamente la zona nord dell'area portuale.

Il sito di intervento nello specifico ricade in parte nel territorio di competenza dell'Autorità Portuale (ora Autorità di Sistema del mare di Sicilia Occidentale – A.d.S.P.M.S.O.).

2. STATO DI PROGETTO E FUNZIONALITÀ DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede la realizzazione di una soletta ad alta portata per un nuovo piano di varo di spessore costante pari a 1m e dei cunicoli per il passaggio impianti con plotte di chiusura.

Come risulta dagli elaborati di progetto, la zona oggetto d'intervento corrisponde all'area dell'attuale scalo bacino e l'area attualmente interessata dalla sede della barca porta.

L'area di intervento per la realizzazione della soletta ha una larghezza di 45m e lunghezza che varia da 274m a 312m. I 260m iniziali (dal limite lato mare) sono interessati dai binari dove scorreranno i carrelli del sistema di varo (una volta in esercizio). Lungo tutta la lunghezza di intervento, le sezioni laterali del piano saranno dedicate alla posa dei cunicoli (Gas tecnici, H2O antincendio e potabile, acetilene) con apposite plotte di chiusura.

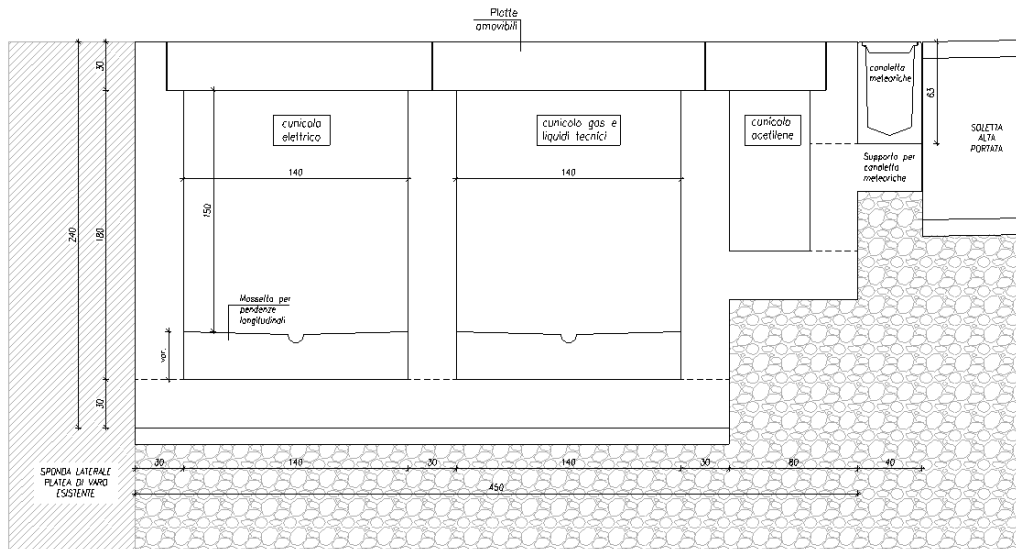
Con questo intervento si ottiene il completamento con cunicoli per impianti del piano di lavoro a quota +3,10 ms.l.m.m..

a) FASI DI LAVORO

Dopo la creazione di una base di magrone di spessore 10cm; si procede con la creazione della soletta in c.a. ad alta portata e dei cunicoli. Il calcestruzzo viene gettato secondo uno schema di conci rettangolari. I cunicoli per l'allontanamento delle acque sono dotati di pendenza per impedire l'accumulo di detriti.

3. STRUTTURE ED OPERE D'ARTE

I cunicoli vengono realizzati con struttura continua in c.a., platea e pareti, di spessore costante pari a 30cm completati da plotte di chiusura superiore della lunghezza modulare pari a 2 metri che possono essere rimosse per la pulizia e manutenzione.



Sezione cunicoli

Per quanto riguarda le verifiche, sono stati considerati i carichi dei mezzi utilizzati abitualmente per il trasporto dei materiali pesanti (veicoli modulari semoventi per movimentazione carichi all'interno di stabilimento); questi mezzi sono dotati di un numero (pari) variabile di sospensioni con 2 ruote per ciascuna sospensione; lo scarico massimo di ogni ruota è pari a 12 ton (24 ton/sospensione). Considerato che le plotte di copertura dei cunicoli consentono l'attraversamento dei mezzi in tutte le direzioni sono state ipotizzate le posizioni delle ruote sulle strutture al fine di massimizzare le sollecitazioni agenti. Il passo minimo tra sospensioni vicine è pari a ca. 1400mm, ed è quindi stato ipotizzato che sulle plotte, la cui dimensione massima risulta pari a ca. 1.65 x 2m, possano gravare una coppia di ruote per volta.

b) MODELLO FEM

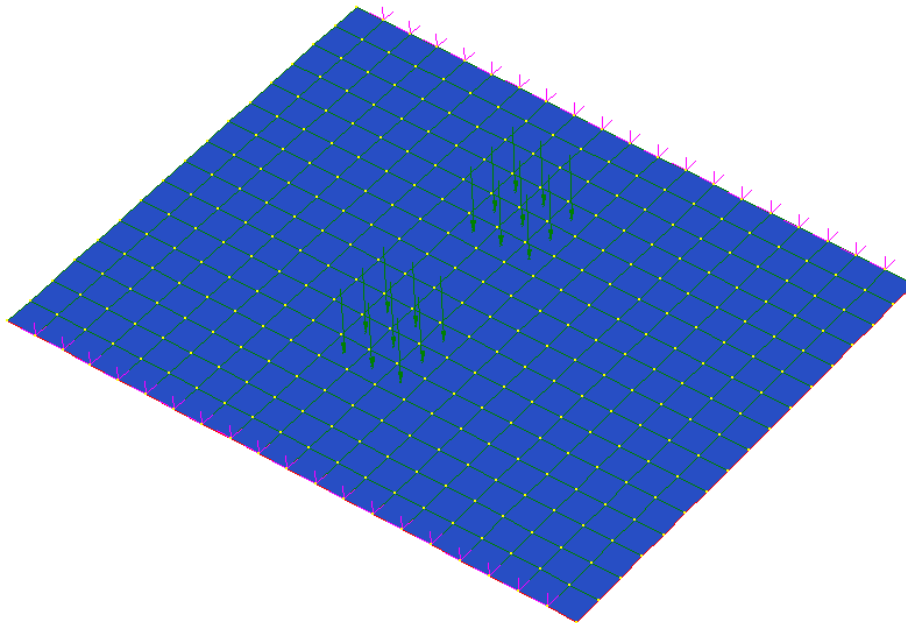
Per il dimensionamento delle plotte e dei cunicoli si è fatto uso di due modelli agli elementi finiti di cui si riporta un'immagine sotto.

Già in questa fase, cautelativamente, sono stati considerati tutti i carichi che dovranno sostenere una volta conclusa l'esecuzione dei lavori.

Il modello risulta fedele alla geometria riportata negli elaborati grafici di progetto.

La plotta è stata schematizzata mediante elementi tipo *plate*, con spessore pari alla sezione resistente del componente strutturale, per valutare efficacemente gli effetti dei carichi concentrati e distribuiti a cui è soggetto. I carichi ruota sono applicati come pressioni su impronte 30x30cm, sono stati amplificati cautelativamente agli SLU come carichi accidentali e disposti in pianta su diverse posizioni per massimizzare le sollecitazioni agenti.

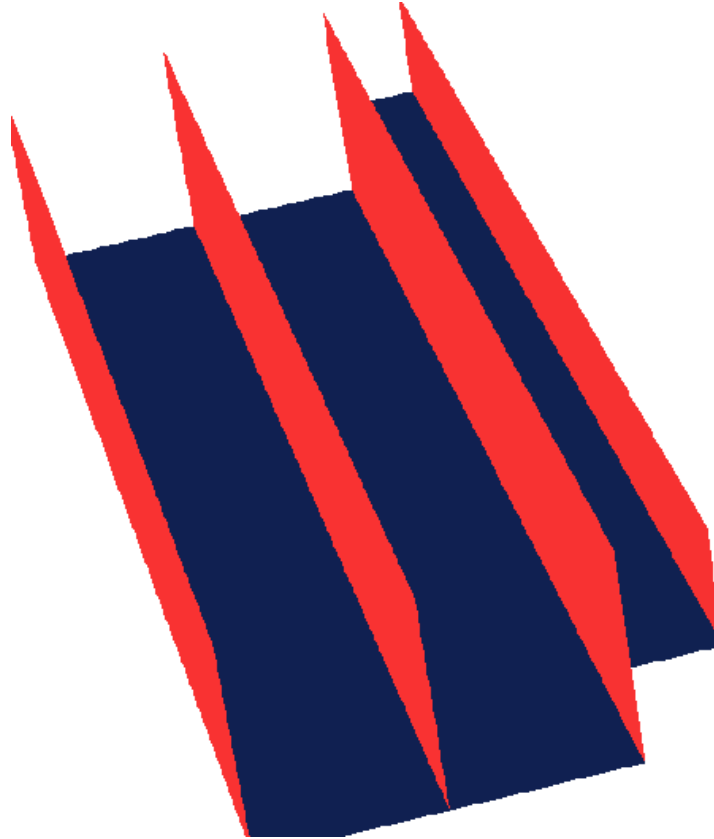
Si riporta un'immagine:



Modello FEM plotte

Anche i cunicoli sono stati schematizzati mediante elementi tipo *plate*, con spessore pari alla sezione resistente del componente strutturale. I carichi ruota sono applicati su plotte “a copertura” dei cunicoli che sono stati semplicemente appoggiati alle strutture del cunicolo.

Sulla platea di fondazione è stato applicato un *support* che ricrea la rigidità del tout-venant su cui poggiano le strutture per imitare il reale comportamento del piano di posa (valore di vincolo alla Winkler $k_w = 3,50 \text{ kg/cm}^3$).



Modello FEM cunicoli

c) NORMATIVE

Il progetto della soletta e dei cunicoli è stato effettuato secondo il metodo degli stati limite ultimi nel rispetto della normativa vigente e dei criteri della scienza delle costruzioni.

Si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";

AZIONI

- "Nuove norme tecniche per le costruzioni" NTC emanate con Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85);
- Eurocodice 1. "Basi della progettazione ed azioni sulle strutture";
- BS 6491-1-2 Maritime works – Part 1-2: General — Code of practice for assessment of actions;
- BS 6349-4:2014 Maritime works. Code of practice for design of fendering and mooring systems.

STRUTTURE IN ACCIAIO E C.A.

- "Nuove norme tecniche per le costruzioni" NTC emanate con Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Eurocodice 0 "Criteri generali di progettazione strutturale";
- Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo";
- Eurocodice 3 Parte 1-1 "Progettazione delle strutture di acciaio: regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1992-4:2018 Eurocodice 2 parte 4 "Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo".

ZONE SISMICHE

- "Nuove norme tecniche per le costruzioni" NTC emanate con Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

- Eurocodice 8. "Regole progettuali per le strutture antisismiche";
- Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Deliberazione n. 408 del 19 dicembre 2003 - "Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274".

OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE E OPERE DI FONDAZIONE

- "Nuove norme tecniche per le costruzioni" NTC emanate con Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018;
- D.M. LL.PP. 11/03/88 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Eurocodice 7 Parte 1 "Progettazione geotecnica: parte generale".

MATERIALI

- Regolamento dei prodotti da costruzione (Reg. UE 305/11);
- UNI EN 206:2016 "Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- UNI 11104:2016: "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206";
- UNI EN 1090: "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio";
- D.M 11/10/2017: "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici". "Nuove norme tecniche per le costruzioni" NTC emanate con Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018.

d) MATERIALI

Calcestruzzo

Classe C32/40

Resistenza cubica caratteristica a compressione: $R_{ck} \geq 40$ MPa

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione: $f_{ck} \geq 32$ MPa

Valor medio resistenza cilindrica: $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40$ MPa

Modulo di elasticità secante: $E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33346$ MPa

Resistenza media a trazione semplice: $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 3$ MPa

Resistenza a trazione corrispondente al frattile 5%: $f_{ctk,0.05} = 0.7 f_{ctm} = 2.1$ MPa

Resistenza a trazione corrispondente al frattile 95%: $f_{ctk,0.95} = 1.3 f_{ctm} = 3.9$ MPa

Classe di esposizione ambientale XS1

Classe di consistenza: S5

Rapporto a/c: 0.50

D. max inerti: 3 cm

coefficiente di sicurezza per la verifica $\gamma_M = 1.50$

Acciaio per c.a. (barre e retti elettrosoldate tipo HD)

B450C: $f_{yk} = 450$ MPa

Caratteristiche di resistenza SLU $f_{sd} = 391.30$ MPa

Caratteristiche di resistenza SLE $0.80 \cdot f_{yk} = 360$ Mpa

coefficiente di sicurezza per la verifica $\gamma_M = 1.15$

Acciaio da carpenteria

S355 JR secondo UNI EN 10219-2 $f_{yk} = 355$ MPa $t \leq 16$ mm

$f_{yk} = 345$ MPa $40 < t \leq 40$ mm

Tensione di rottura nominale $f_{tk} = 510$ MPa

Modulo Elastico $E_s = 210000$ Mpa

coefficiente di sicurezza per la verifica $\gamma_{M1} = 1.05$

coefficiente di sicurezza per la verifica $\gamma_{M2} = 1.25$

e) COPRIFERRO

Le dimensioni minime del copriferro delle strutture vengono definite secondo normativa vigente:

4.1.2.2.4.2 Condizioni ambientali

Ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche e della protezione contro il degrado del calcestruzzo, le condizioni ambientali possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle *Linee Guida per il calcestruzzo strutturale* emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nonché nella UNI EN 206:2016.

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

| Condizioni ambientali | Classe di esposizione |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

C4.1.6.1.3 Copriferro e interferro

Con riferimento al § 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} , i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

| C_{min} | C_0 | ambiente | barre da c.a. elementi a piastra | | barre da c.a. altri elementi | | cavi da c.a.p. elementi a piastra | | cavi da c.a.p. altri elementi | |
|-----------|--------|------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| | | | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ |
| C25/30 | C35/45 | ordinario | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 |
| C30/37 | C40/50 | aggressivo | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | 40 | 40 | 45 |
| C35/45 | C45/55 | molto ag. | 35 | 40 | 40 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 |

La classe di resistenza minima C_{min} indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

Nel caso in esame, classe esposizione XS1 (ambiente aggressivo), elementi a piastra armati con barre da c.a., calcestruzzo classe C32/40, il copriferro minimo risulta pari a 30mm. Si prescrive, considerando le tolleranze di posa, un copriferro minimo netto pari a $30+10 = 40$ mm.

f) ANALISI DEI CARICHI

Di seguito i carichi considerati per il dimensionamento e la verifica della soletta:

Peso proprio:

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato considerato tramite il modello fem nel una volta definito il peso per unità di volume del calcestruzzo pari a 25,00 kN/m³;

Scarico ruote:

Viene considerato che sulle plotte (e sui cunicoli) possano passare mezzi adibiti al trasporto materiale di lavoro con scarico massimo fino a 12ton/ruota su impronte 30x30cm;

g) COMBINAZIONE DELLE AZIONI

I carichi agenti sul manufatto sono stati combinati allo SLU e SLE in accordo con le prescrizioni delle NTC 2018 e in modo da ottenere la condizione più sfavorevole a seconda dell'elemento strutturale investigato.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

Con:

- G₁ peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G₂ peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- Q azioni variabili;
- E azioni sismiche.

Nelle combinazioni sono indicati con il pedice k i valori caratteristici, senza pedice k i valori nominali.

I valori dei coefficienti di combinazione sono riportati:

| Categoria/Azione variabile | Ψ_{0i} | Ψ_{1i} | Ψ_{2i} |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Categoria A Ambienti ad uso residenziale | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria B Uffici | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria D Ambienti ad uso commerciale | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN) | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN) | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria H Coperture | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.) | 0,5 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota > 1000 m s.l.m.) | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| Variazioni termiche | 0,6 | 0,5 | 0,0 |

Valori dei coefficienti di combinazione STR

4. PLOTTE

Le plotte hanno dimensioni di 164x200cm ed uno spessore di 30cm. Sono caricate con carichi ruota da 12 ton/ruota, per simulare il passaggio di un mezzo semovente da trasporto a pieno carico, oltre che dal peso proprio.

Le sollecitazioni massime sono:

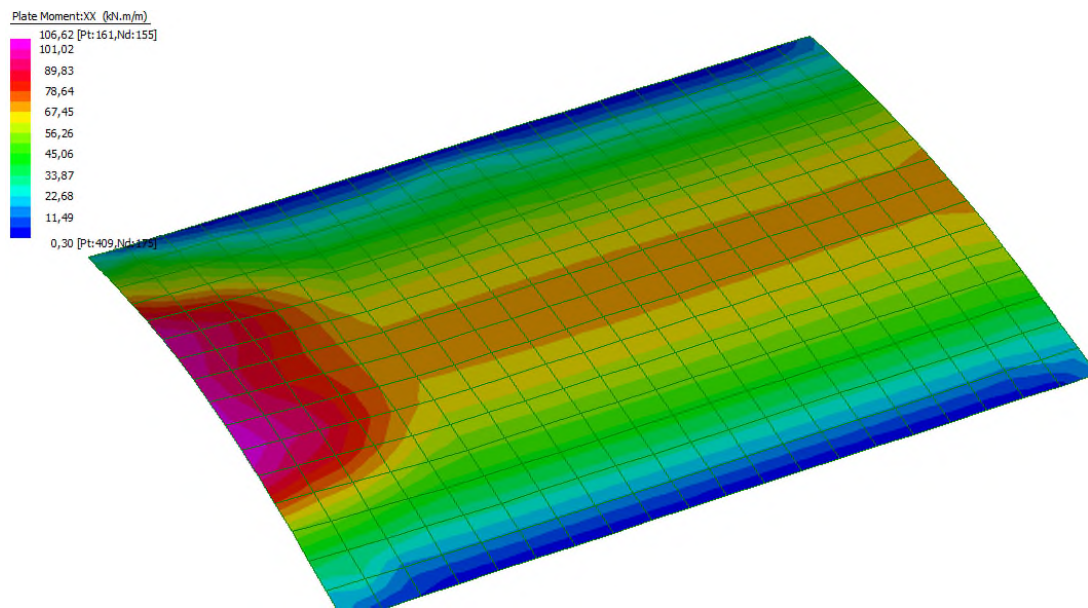


Plate moment trasversale XX

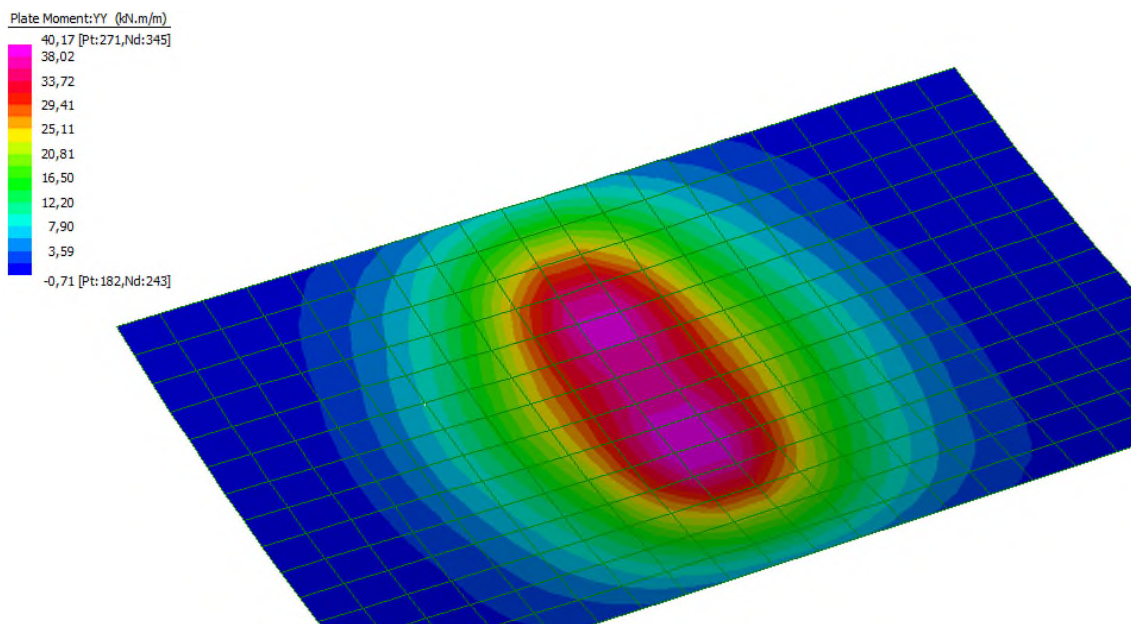


Plate moment longitudinale YY

Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

Plate Force:YZ (kN/m)

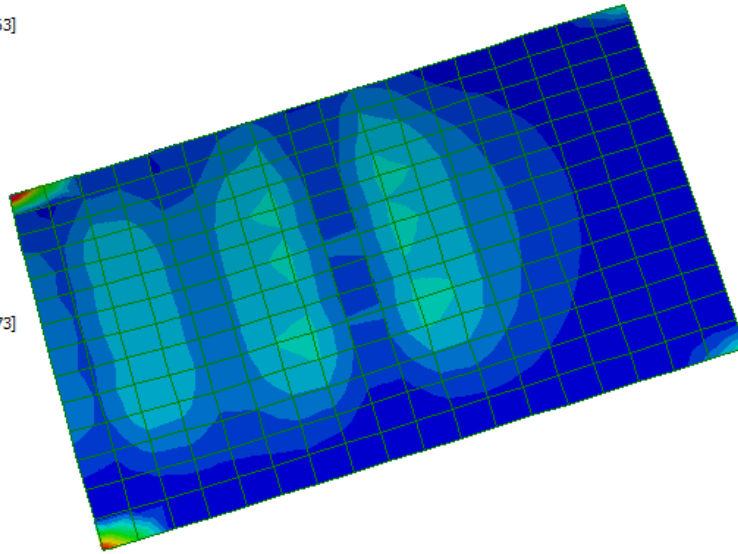
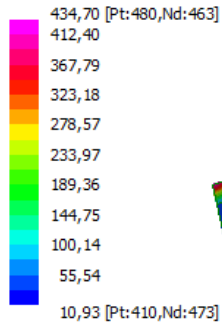


Plate force YZ

Plate Force:ZX (kN/m)

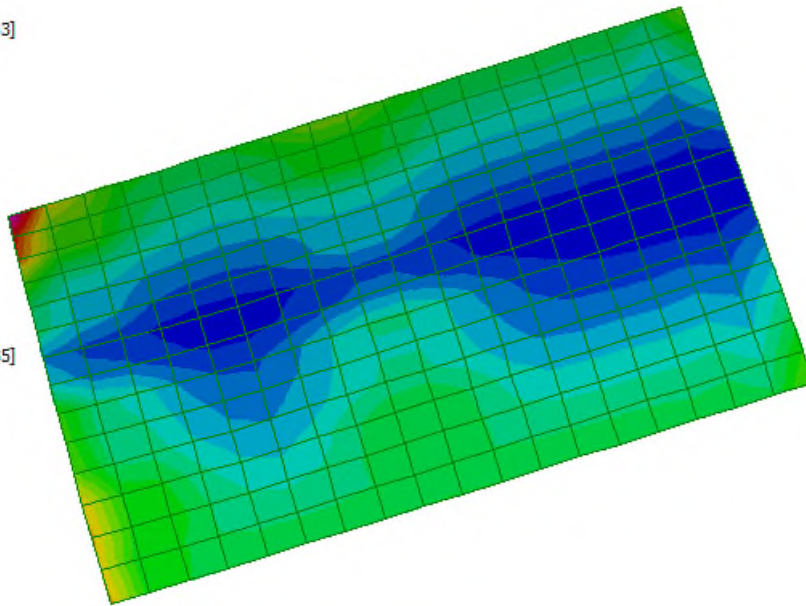
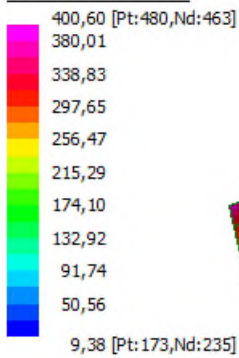


Plate force XZ

Questa porzione è armata:

Ferri direzione trasversale:

- **1+1 ϕ 16/20cm;**
- **3 ϕ 16** aggiuntivi inferiori sulle zone laterali;

Ferri direzione longitudinale:

- **1 ϕ 26/20cm;**

Ferri a taglio:

- Ganci: **ganci ϕ 11/20x20;**

Per una più completa comprensione si rimanda alle tavole di progetto.

Le verifiche sotto riportate sono riferite alle configurazioni di carico più gravose.

h) VERIFICA A FLESSIONE

Le sollecitazioni sono:

$$M_{xx} = 106 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yy} = 40 \text{ kNm/m}$$

Di seguito si riportano le verifiche a flessione nelle due direzioni:

Verifica C.A. S.L.U. - File: pletta long

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: PLOTTA

N° strati barre | 2 | Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1 | 100 | 30 | 1 | 10.05 | 5 |
| | | | 2 | 10.05 | 25 |

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
Coord. [cm]: xN 0, yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

ε_{su} 67.5‰ ε_{c2} 2‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 97.13 kNm
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5‰
ε_s 18.1‰
d 25 cm
x 4.051 x/d 0.162
δ 0.7

Verifica a flessione direzione longitudinale

$$M_{rd}/M_{ed} = 97\text{kNm/m}/40\text{kNm/m} = 2,43$$

Verifica soddisfatta.

Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input and output parameters for a structural analysis. The title is 'PLOTTA'. The software version is 'S.L.U.'. The project name is 'PLOTTA'. The software is configured for 'Progetto Sez. Rett.' (Rectangular Section Design) and 'Sismica' (Seismic) analysis, following the 'Normativa: NTC 2008'.

Section Properties:

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1 | 100 | 30 | 1 | 10.05 | 5 |
| | | | 2 | 16.08 | 25 |

Materials:

| Material | ϵ_{su} ‰ | ϵ_{c2} ‰ | f_{yd} N/mm² | ϵ_{cu} ‰ | f_{cd} ‰ |
|----------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|------------|
| B450C | 67.5 | 2 | 391.3 | 3.5 | 17 |
| C30/37 | | | | | |

Design Parameters:

- M_{xRd} : 145.7 kNm
- σ_c : -17 N/mm²
- σ_s : 391.3 N/mm²
- ϵ_c : 3.5 ‰
- ϵ_s : 14.76 ‰
- d : 25 cm
- x : 4.791
- x/d : 0.1917
- δ : 0.7

Calculation Settings:

- Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n
- Tipo flessione: Retta
- N° rett.: 100
- Calcola MRd: Dominio M-N
- L₀: 0 cm
- Col. modello: []
- Precompresso: []

Verifica a flessione direzione trasversale

$$M_{rd}/M_{ed} = 145\text{kNm/m}/106\text{kNm/m} = 1,37$$

Verifica soddisfatta.

i) VERIFICA A TAGLIO

Le sollecitazioni agli SLU agenti sulla soletta sono derivate dal modello fem.

Le sollecitazioni sono:

$$T_{xy,} = 400 \text{ kN/m}$$

$$T_{yz,} = 434 \text{ kN/m}$$

Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

| geometria: | | |
|---|-----------|--|
| H = | 300 mm | altezza elemento |
| b = | 1000 mm | larghezza elemento |
| c = | 40 mm | copriferro ambo i lati |
| d = | 260 mm | altezza utile |
| Asl = | 1005 mmq | area arm long trazione Morsch |
| ρ = | 0,0039 | |
| k = | 1,88 | |
| N = | 0 kN | sforzò normale di compressione |
| σ_{cp} = | 0,00 MPa | tensione media di compressione nella sezione |
| materiali: | | |
| R_{ck} = | 40 MPa | F_{yk} = 450 MPa |
| f_{ck} = | 33 MPa | f_{vd} = 391 MPa |
| f_{cd} = | 18,81 MPa | |
| f'_{cd} = | 9,41 MPa | |
| f_{ctm} = | 3,10 MPa | |
| f_{ctk} = | 2,17 MPa | |
| f_{ctd} = | 1,5 MPa | |
| V_{min} = | 0,52 | |
| verifica resistenza a taglio senza armatura specifica | | |
| V_{sd} = | 434 kN | V_{Rd1} = 137 kN |
| α = | 90 ° | angolo inclinazione armatura |
| $\sin\alpha$ = | 1 | |
| $\text{ctg}\alpha$ = | 0 | |
| θ = | 30 ° | angolo inclinazione puntoni di cls |
| $\text{ctg}\theta$ = | 1,7 | |
| Φ = | 12 mm | diametro staffe |
| n° = | 5 | n°bracci delle staffe |
| A_{sw} = | 565 mmq | area staffe |
| s = | 200 mm | passo staffe |
| V_{Rsd} = | 448 kN | contributo a taglio trazione |
| α_c = | 1,00 | coefficiente maggiorativo |
| V_{Rcd} = | 953 kN | contributo a taglio compressione |
| V_{sd} = | 434 kN | V_{Rsd} = 448 kN |

Verifica a taglio

$$\text{Trd/Ted} = 448\text{kN/m}/434\text{kN/m} = 1,03$$

Verifica sodisfatta.

5. CUNICOLI

I cunicoli hanno forma scatolare e corrono lungo tutto il perimetro della banchina; hanno spessore costante pari a 30cm. Su di essi, attraverso le plotte, gravano i carichi ruota dei mezzi di trasporto materiale pari a 12ton/ruota applicati ad un'impronta pari a 30x30cm.

Le sollecitazioni massime sono:

Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

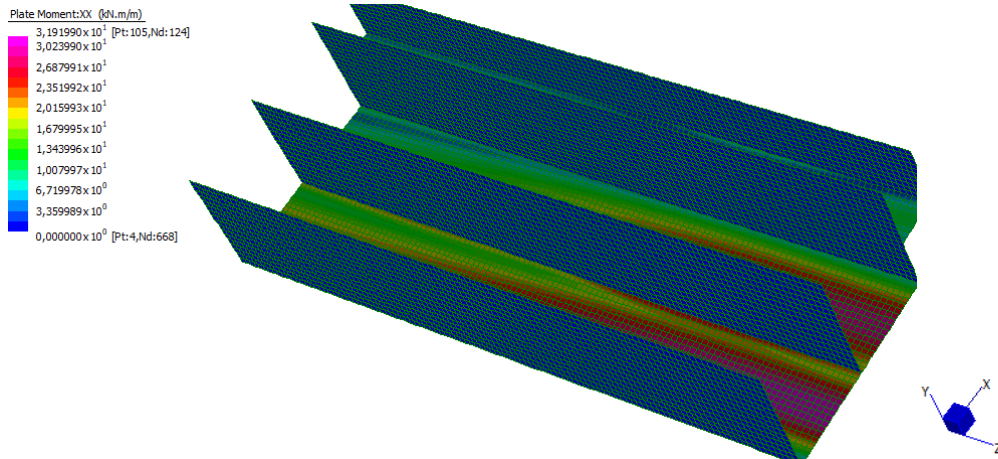


Plate moment XX

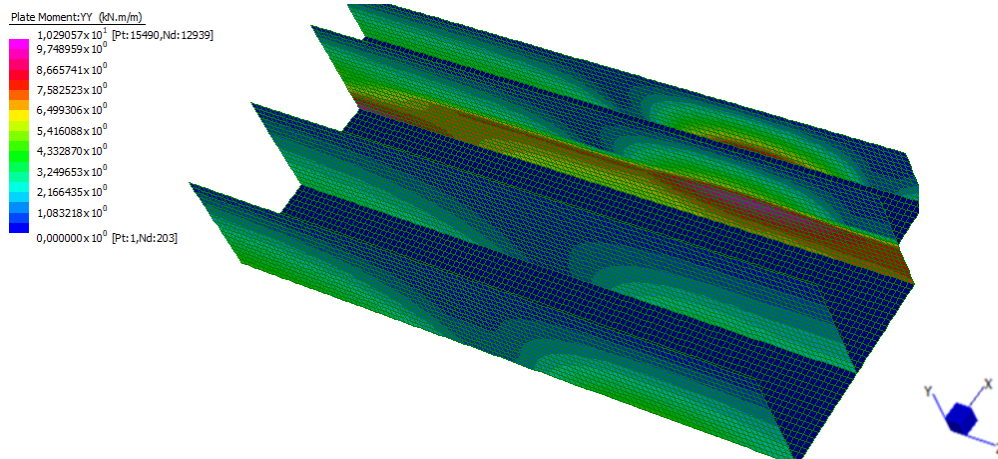


Plate moment YY

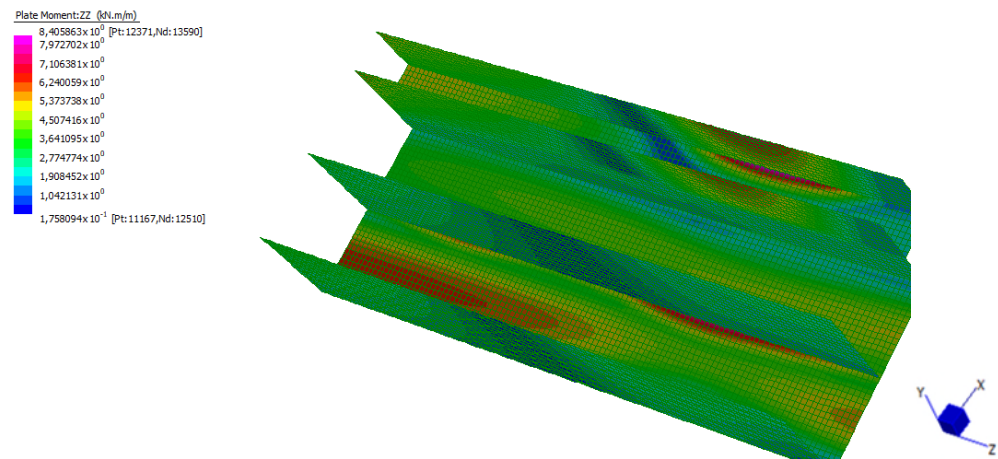


Plate moment ZZ

Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

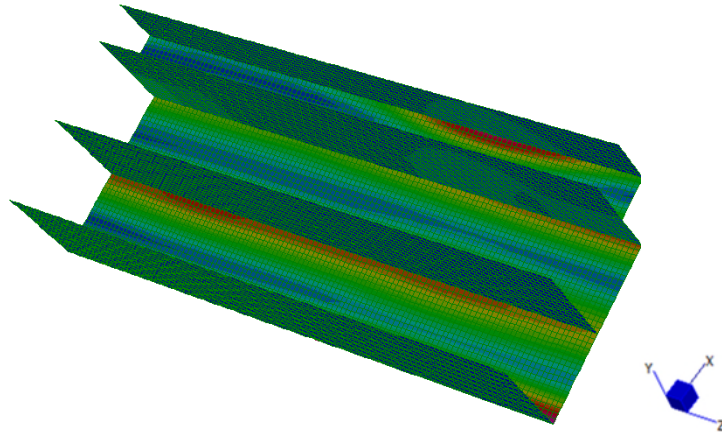
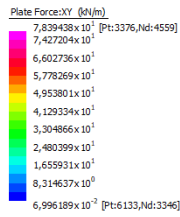


Plate force XY

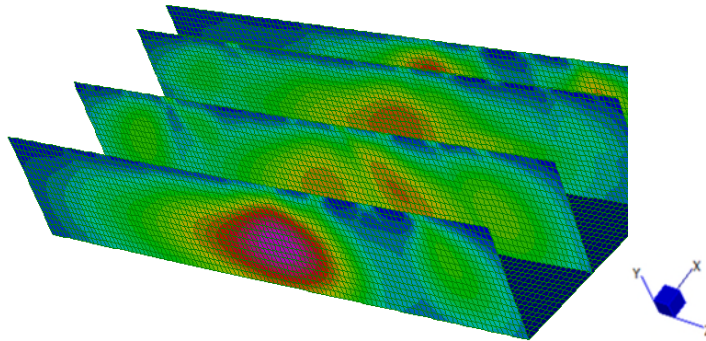
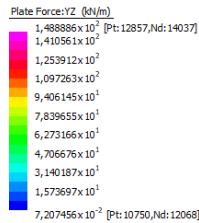


Plate force YZ

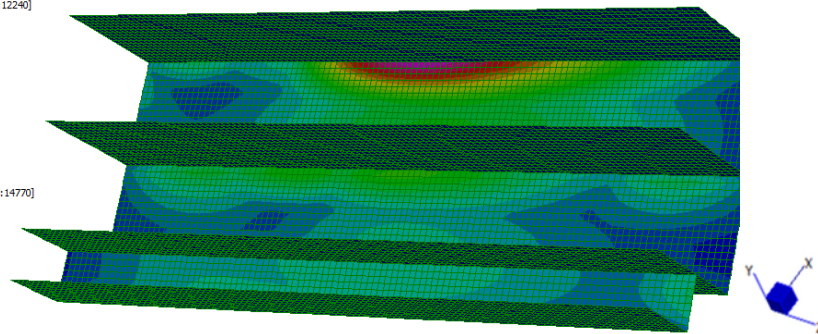
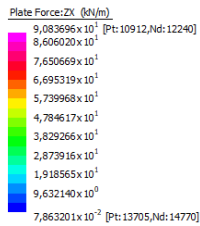


Plate force ZX

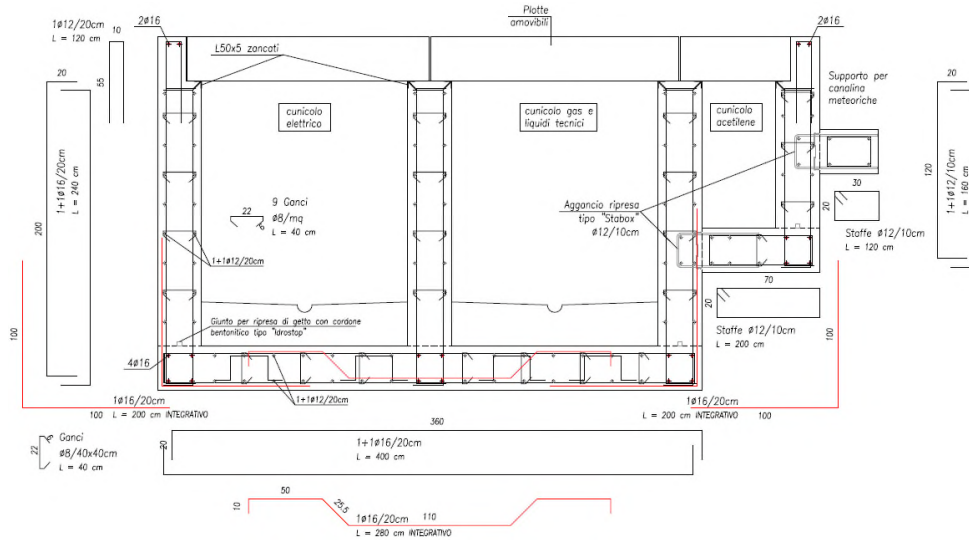
Le sollecitazioni più gravose sono le seguenti poiché le altre sono nel piano dell'elemento:

$$M_{xx} = 32 \text{ kNm/m}$$

$$T_{xy} = 79 \text{ kN/m}$$

Lotto B – Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq - Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio e incaglio barge

I cunicoli sono armati come segue:



Armature cunicoli

Le verifiche sotto riportate sono riferite alle configurazioni di carico più gravose.

j) VERIFICA A FLESSIONE

Le sollecitazioni sono:

$$M_{xx} = 32 \text{ kNm/m}$$

Verifica C.A. S.L.U. - File: cunicoli

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1 | 100 | 30 | 1 | 10,05 | 5 |
| | | | 2 | 10,05 | 25 |

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U. S.L.U. - Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

| B450C | | C30/37 | |
|--------------------------------|---------------|----------------------------------|--------|
| E _{su} | 67,5 ‰ | E _{c2} | 2 ‰ |
| f _{yd} | 391,3 N/mm² | E _{cu} | 3,5 ‰ |
| E _s | 200.000 N/mm² | f _{cd} | 17 ‰ |
| E _s /E _c | 15 | f _{cc} /f _{cd} | 0,8 |
| E _{syd} | 1.957 ‰ | σ _{c,adm} | 11,5 |
| σ _{s,adm} | 255 N/mm² | τ _{co} | 0,6933 |
| | | τ _{c1} | 2,029 |

M_{xRd} 97,13 kNm

α_c -17 N/mm²
α_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 18,1 ‰
d 25 cm
x 4,051 x/d 0,162
δ 0,7

Verifica a flessione direzione longitudinale

$$M_{rd}/M_{ed} = 97\text{kNm/m}/32\text{kNm/m} = 3$$

Verifica soddisfatta.

k) VERIFICA A TAGLIO

Le sollecitazioni agli SLU agenti sulla soletta sono derivate dal modello fem.

Le sollecitazioni sono:

$$T_{xy} = 79 \text{ kN/m}$$

| | | | |
|--|----------------|--|--------------------|
| <i>geometria:</i> | | | |
| H = | 300 mm | altezza elemento | |
| b = | 1000 mm | larghezza elemento | |
| c = | 50 mm | copriferro ambo i lati | |
| d = | 250 mm | altezza utile | |
| Asl = | 1005 mmq | area arm long trazione Morsch | |
| ρ = | 0,0040 | | |
| k = | 1,89 | | |
| N = | 0 kN | sforzo normale di compressione | |
| σ_{cp} = | 0,00 MPa | tensione media di compressione nella sezione | |
| <i>materiali:</i> | | | |
| R_{ck} = | 40 MPa | F_{yk} = | 450 MPa |
| f_{ck} = | 33 MPa | f_{yd} = | 391 MPa |
| f_{cd} = | 18,81 MPa | | |
| f'_{cd} = | 9,41 MPa | | |
| f_{ctm} = | 3,10 MPa | | |
| f_{ctk} = | 2,17 MPa | | |
| f_{ctd} = | 1,5 MPa | | |
| V_{min} = | 0,53 | | |
| verifica resistenza a taglio senza armatura specifica | | | |
| V_{sd} = | 79 kN | < | V_{Rd1} = 135 kN |

Verifica a taglio

$$T_{rd}/T_{ed} = 135\text{kN/m}/79\text{kN/m} = 1,71$$

Verifica soddisfatta senza armatura specifica.

Chioggia, Gennaio 2021

Il Progettista

FONTOLAN Dott. Ing. CIRILLO