



Il Sindaco del Comune di Messina

Commissario Delegato ex O.P.C.M. n. 3721 del 19 Dicembre 2008

COMUNE DI MESSINA - PROCEDURA APERTA, AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 2 LETTERA C) DEL D.LGS 163/06 E S.M.I. PER L'AFFIDAMENTO DELLA PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DEI LAVORI INERENTI LA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE DI TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - 1° STRALCIO FUNZIONALE - € 80.000.000,00 - O.P.C.M. 3721/08 - CIG. 0429752291. Opera inserita nell'elenco di cui all'art.1 dell'O.P.C.M. 3633 del 2007

PROGETTO DEFINITIVO

(Redatto ai sensi dell'art.25 del D.P.R. n. 554/99 e ai sensi dell'art.8 del Disciplinare di Gara)

PROPONENTE: **SIGENCO S.p.A.**



ELABORATO:	TITOLO:	DATA:
F1	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE	MAGGIO 2010

PROGETTISTI:



INTERPROGETTI S.r.l.

Ing. Marco PITTORI

Ing. Sergio PITTORI

collaboratori:

ing. Plinio MONTI, ing. Silvia POTENA

ing. Andrea PAGNINI, ing. Giulia ZANZA

ing. Christian SFERRA

arch. Francesca Romana MONASS

geom. Alessandro MARCHISELLA



SEACON S.r.l.

Ing. Massimo VITELLOZZI

collaboratori:

Ing. Corrado MONTEFOSCHI

Geom. Lorenzo DI BIASE

CIPRA S.r.l.

Ing. Marco MENEGOTTO

collaboratori:

Ing. Alessandro CONCETTI

CONSULENTI:

Consulenza geotecnica:

Prof. Ing. Giuseppe SCARPELLI

Dipartimento F.I.M.E.T.

dell'Università Politecnica delle Marche



Consulenza opere idrauliche e modellazione fisica delle opere:

Prof. Ing. Pierluigi AMINTI

Dipartimento di ingegneria civile

e ambientale dell'Università di Firenze



Prof. Ing. Enio PARIS

Dipartimento di ingegneria civile

e ambientale dell'Università di Firenze

Consulenza ambientale:

Prof.ssa Angela POLETTI

Dipartimento di architettura

e pianificazione del Politecnico di Milano



Consulenza impiantistica:

NEOS Engineering

Ing. Emiliano GUCCI

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Ing. Marco PITTORI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco DI SARCINA

Rev. n°	DESCRIZIONE	DATA	REDATTA	APPROVATO
00	Emissione	Mag-10	Ing. M. Menegotto	Ing. M. Pittori
	Doc.: 1516			
INTERPROGETTI S.r.l. Via di Priscilla, 116 - 00199 ROMA - Tel. 0686200297 fax: 0686200298 E-mail: INFO@INTERPROGETTI.NET			Società certificata ISO 9001 : 2008 Certificato n° 214513	



COMUNE DI MESSINA



**COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE DI TREMESTIERI
CON ANNESSO SCALO PORTUALE**

Indice

DESCRIZIONE DELLE OPERE	3
Banchina di riva	4
Molo sopraflutto	9
Fossi	11
Muretti di contenimento	13
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	14
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	14
AZIONI	14
Azione sismica	14
Carichi e sovraccarichi	15
MATERIALI	16
VALORI DI PROGETTO	16
VERIFICHE	18
CELLE PREFABBRICATE	19
Ancoraggio delle bitte d'ormeggio	25
SOTTOPASSO STRADALE FOSSO GUIDARI	27
SOTTOPASSO STRADALE FOSSO FAROTA	29
SCATOLARE 7,60 X 3,00 m	30
SCATOLARE 4,50 X 3,00 m	40
MURO PARAONDE DEL MOLO SOPRAFLUTTO	50
PALANCOLATO	51

COMUNE DI MESSINA



COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE DI TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE

RELAZIONE DI CALCOLO SULLE STRUTTURE

DESCRIZIONE DELLE OPERE

Per quanto riguarda l'inquadramento generale delle opere, si fa riferimento alla esauriente "Relazione Descrittiva" del presente progetto (elaborato A1).

Tutte le strutture sono state progettate con riferimento alle vigenti norme tecniche sulle costruzioni NTC 2008 (DM 14/01/2008) e verificate per la sicurezza agli stati limite, di esercizio, ultimi e sismici. Inoltre, data l'esposizione in ambiente marino, speciale cura è stata dedicata agli aspetti che ne assicurino la durabilità nel tempo, per mantenerne l'efficienza senza dover incorrere in pesanti oneri di manutenzione..

La principale causa di degrado nel calcestruzzo armato è la corrosione dell'acciaio dell'armatura, la quale induce poi il deterioramento del calcestruzzo stesso. Nel caso presente, l'agente che tende a innescare la corrosione è costituito dai cloruri dell'acqua marina. La corrosione dell'armatura nel c.a. è funzione della penetrazione degli ioni cloruri nello strato di ricoprimento, fino a compromettere la protezione passiva dell'acciaio. Per garantire la durabilità dell'opera si è provveduto quindi a prendere tutti gli accorgimenti atti a prevenire la corrosione dell'acciaio di armatura del c.a., come pure quello di carpenteria, sin dall'impostazione concettuale del progetto, nella quale si utilizza la necessità di disporre nel porto elementi antiriflettenti al livello del mare, per creare in quella zona strutture in cui nessun elemento di acciaio è esposto direttamente e il calcestruzzo armato è adeguatamente protetto.

Le opere strutturali appartenenti alle varie zone sono riepilogate qui di seguito. Tutti i particolari costruttivi sono riportati estesamente negli elaborati grafici strutturali di progetto, sviluppati a un livello esecutivo (D 21.1-28; D 22.1-9; D 23.1-2; D 24)

Banchina di riva

La banchina è realizzata con celle antiriflettenti prefabbricate, completate e solidarizzate con getto in opera.

Esse sono appoggiate, a tergo, sulla palancolata di contenimento del terreno del piazzale e, a mare, su tubi di acciaio infissi nel fondale e riempiti di calcestruzzo per la parte in acqua. Sono disposte lungo tutto il fronte della banchina, in pianta proiettate integralmente sullo specchio d'acqua e in altezza semisommerse e aperte verso mare. Sono comunicanti fra loro idraulicamente tramite finestre a cavallo del l.m.m. e contengono all'interno i massi in pietrame per l'assorbimento dell'energia cinetica del moto ondoso.

I componenti prefabbricati delle celle, individuate nei disegni strutturali come di tipo "A", sono:

- involucro della cella, comprendente le testate per i tiranti di ancoraggio nel terreno ed esclusa la copertura;
- predalle di spessore 80 mm per il successivo getto della copertura stessa da realizzare dopo il caricamento del pietrame interno;
- trave di bordo verso mare, della lunghezza pari a due celle.

I getti di completamento in opera riguardano:

- le pareti di collegamento intercelle
- la parte a monte tra la celle e la palancolata nonché tra questa e il terreno;
- Il solettone di copertura, che ricopre e solidarizza tutte le celle.

Quest'ultimo svolge anche la funzione di diaframma di collegamento d'insieme, in specie là dove il bordo della banchina forma degli angoli o incontra gli scatolari di sfocio dei fossi.

Da tutte le superfici degli elementi prefabbricati destinate a interfacciare i getti in opera, come pure dai pali di appoggio in acqua, fuoriescono le opportune armature di connessione.

L'insieme è stato concepito in modo che i getti in opera siano protetti in ogni parte e mai esposti direttamente all'aggressione marina. Lo stesso avviene per le palancolate metalliche e per i tubi, esposti all'acqua marina solo nella zona permanentemente immersa, ove, per il basso tenore di ossigeno disciolto nell'acqua, la corrosione non

trova alimento.

Infatti, tutte le superfici esposte direttamente alle condizioni più aggressive (zona con alternanze di asciutto e bagnato) fanno parte degli elementi prefabbricati, realizzati con calcestruzzo armato della più alta resistenza al degrado. Questi possono fornire prestazioni ottimali, anche di durabilità, attraverso un elevato controllo di qualità dell'esecuzione nei dosaggi, nella compattazione, nella maturazione, nella geometria e nella disposizione delle armature. Sono controllati dopo l'ultimazione e prima della posa in opera, potendo al limite essere scartati qualora non rispondenti ai requisiti.

Gli elementi prefabbricati sono fatti in modo che tutti i getti in opera si eseguano praticamente senza casseri e che il calcestruzzo in opera non rimanga in vista in alcun punto, per ottenere, oltre alla protezione, anche un aspetto estetico di buona finitura.

Come accennato, è stata curata particolarmente la progettazione in funzione della durabilità, con provvedimenti più stringenti di quelli indicati dalle *Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale* del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., le quali riportano come "criteri comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare dell'intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo".

In funzione della classe di esposizione XS3 (come individuata dalla UNI EN 206 e corrispondente alle zone di bagnasciuga o di spruzzi di acqua marina), si è fatto in modo di:

- (i) realizzare un calcestruzzo impermeabile;
- (ii) limitare la fessurazione sia da ritiro sia da sollecitazioni in esercizio;
- (iii) presentare una barriera di protezione alle armature costituita da uno spesso ricoprimento (45 mm) verso la superficie esposta;
- (iv) disporre in quest'ultimo una rete di armature ϕ 5/200x200 in acciaio inossidabile "di pelle", aggiuntiva rispetto alle armature "di forza".

Le celle sono modulari, con passo di 6,20 m, pari a tre volte il passo degli elementi H della palancolata, in modo che i denti di appoggio capitino sempre sugli elementi Z e gli H possano salire fino a una quota prossima a quella dei tiranti, al fine di ridurre le sollecitazioni nella trave di ripartizione. Il passo dei pali a mare è pari a quello delle celle, essendo questi collocati agli estremi delle celle stesse.

Una cella prefabbricata misura m 6,20 x 5,60 x 4,30. La soletta inferiore è spessa 40 cm; la parete posteriore ha lo spessore minimo di 30 cm, essendo nervata orizzontalmente e verticalmente da ringrossi di ripartizione delle sollecitazioni; le pareti laterali, che poi sono integrate dal getto in opera intercella di 70 cm, hanno spessore di 15 cm, con il copriferro maggiore presso la superficie esposta (interno della cella). I denti di appoggio alla palancolata, tre per cella, hanno larghezze di 80 / 85 cm e altezza 140 cm; alla loro base sono annegate piastre di appoggio di 600x600x12 mm. I tre appoggi sono in blocchi che, all'interno, incorporano gli altrettanti alloggiamenti delle testate dei tiranti, con contropiastra di contrasto all'apparecchio e un foro ϕ 160 mm per il passaggio del tirante stesso. La trave superiore contro la palancolata, che ripartisce le reazioni dei tiranti, ha sezione 80 x 120 cm e la sua armatura è continua anche da una cella all'altra, per sovrapposizione nella parete inercelle.

La trave di bordo inferiore ha sezione 120 x 80 cm. Quella superiore, prefabbricata a parte ha sezione 77 x 100 cm ed è lunga 12,40 m.

La copertura ha spessore complessivo 50 cm, di cui 8cm della dala di intradosso. Essa forma un solettone continuo che si estende all'intera banchina, rivestito poi da un tappetino superficiale.

L'insieme delle celle costituisce alla fine una travatura monolitica che vincola, tramite le testate dei tiranti attivi nel terreno, l'intera paratia di contenimento costituita dalla palancolata.

Col disegno e il dimensionamento dei componenti prefabbricati delle celle, per ridurre la probabilità di fessurazioni, altra via di penetrazione degli agenti aggressivi, si è fatto in modo da limitare le tensioni di trazione in esercizio, sia nelle armature sia nel calcestruzzo teso, aumentando le rispettive sezioni nelle zone tese rispetto a quelle necessarie ai fini statici, come ad esempio creando dei "pilastrini" nella parete a monte, in corrispondenza dei denti di appoggio, o in quelli frontali di chiusura dei getti intercella e, in generale, in tutte le sezioni inflesse.

In alcune delle pareti gettate in opera tra due celle sono collocate delle *bitte di ormeggio* da 1000 kN (tav. D 24).

Per la bitta è stato previsto un sistema di ancoraggio dedicato, con rinvio della componente orizzontale dello sforzo di trazione fino a monte degli apparecchi di testata dei tiranti di ancoraggio nel terreno, mediante quattro profilati di acciaio L 100x10 lunghi 6 m. Su questi sono saldati quattro traversi intorno ai tirafondi e tre traversi di ripartizione nel tratto terminale, con cui si genera una diffusione degli sforzi su un'ampia zona di impalcato, individuata da un modello tipo tiranti-puntoni (*strut-and-tie*), in cui il primo tirante è costituito dai profilati longitudinali, i puntoni sono costituiti da bielle ideali di calcestruzzo inclinate in pianta a 45° nella piastra di estradosso delle celle, e gli ulteriori tiranti diffusi sono costituiti dall'armatura ordinaria contenuta in quest'ultima (tavv. D 21.4, 5). In tal modo si viene a realizzare una diffusione degli sforzi orizzontali su una fascia di oltre 15 m di banchina, interessante otto tiranti nel terreno. I due tiranti prossimi alla bitta sono di sezione rinforzata, poiché una parte significativa dello sforzo è trasmessa nella zona centrale direttamente dal primo tirante.

Le componenti di trazione verticale e di flessione dello sforzo sulla bitta sono affidate a quattro tirafondi, lunghi 2 m, cui sono saldati 6 + 6 profilati UPN 100 e 6 + 6 spezzoni ϕ 20mm a diverse profondità.

I vari profilati saldati ai tirafondi servono anche come dime per il corretto posizionamento. L'armatura ordinaria contenuta nel getto in opera tra le due celle e quella di connessione fra questo e le celle stesse assicurano la stabilità dell'insieme (tavv. da D 21.4 a D 21.10).

Un caso particolare di celle è rappresentato da quelle sottostanti alle rampe di sbarco dai traghetti RO RO.

Le rampe, in leggera pendenza a salire verso terra, sono rivestite di profilati di acciaio HEB200 affiancati a interasse 30 cm, e il bordo a mare è dotato di grossi parabordi.

Esse hanno le stesse dimensioni delle precedenti e ne risultano del tutto uguali per la parte inferiore, gli appoggi e gli ancoraggi dei tiranti. Si differenziano per la trave di bordo verso mare, più alta per ospitare i parabordi, e per la copertura, che ha l'intradosso ribassato di 15 cm rispetto alle altre, per dar luogo alle dette putrelle metalliche.

Queste sono considerate autoportanti, anche se appoggiate sul getto di calcestruzzo

inclinato e di fatto collaborante. Gli spazi fra i profilati vengono riempiti fino al livello di intradosso dell'ala superiore con calcestruzzo fibrorinforzato a ritiro compensato.

Gli elaborati grafici, dove sono individuate come di tipo "A' ", ne descrivono le carpenterie, dato che le armature si differenziano da quelle del tipo "A" solo per i leggeri adattamenti alla forma specifica. Fra le celle delle rampe non sono presenti bitte, che, nella zona, sono collocate all'interno del piazzale.

Altri casi singolari di celle sono quelle d'angolo e di raccordo, con dimensionamento ad hoc, basato sui medesimi concetti.

I tiranti nel terreno a tergo della palancolata di banchina hanno le testate di ancoraggio situate al disopra delle celle, ben accessibili e protette, che possono consentirne l'eventuale ritaratura dopo il tiro iniziale.

Essi vengono perforati e inseriti dall'estradosso delle celle prima del getto della soletta, disponendo di un pratico piano d'appoggio orizzontale sulle predalle. Le testate di ancoraggio contrastano sulla calcestruzzo dei blocchi facenti parte del corpo prefabbricato della cella, dotati delle opportune armature di frettaggio.

Le palancolate, composte da elementi in acciaio con sezioni ad H e a Z, sono compiutamente descritte nella Relazione Geotecnica, dove pure sono riportate le sollecitazioni, riprese qui per le verifiche di resistenza delle sezioni.

Le fasi di realizzazione seguono la sequenza schematica:

- operazioni topografiche;
- infissione delle palancolate;
- infissione dei pali anteriori, loro riempimento di calcestruzzo e armature di collegamento;
- posizionamento delle celle prefabbricate;
- armatura e getto in opera delle pareti intercelle fino a quota finestre;
- getti in opera a tergo delle celle fino a quota intradosso predalle;
- caricamento dei massi di pietrame;
- posizionamento delle travi di bordo superiori;
- posizionamento dei tirafondi e degli ancoraggi delle bitte;

- getto in opera delle pareti intercelle fino a quota intradosso predalle;
- posizionamento delle predalle;
- esecuzione e messa in tiro dei tiranti nel terreno;
- armatura del solettone di copertura;
- completamento dei getti in opera;
- scavo del terreno verso mare, che trascina anche quello sotto le celle;
- applicazione e fissaggio delle bitte;
- finiture.

Naturalmente, le fasi non sono contemporanee per tutta l'estensione dell'opera ma si concatenano zona per zona.

Molo sopraflutto

Il molo è costituito da un corpo di terrapieno artificiale compreso fra due palancolate. Anche qui per le verifiche geotecniche e le sollecitazioni delle palandole, si rinvia alla Relazione pertinente.

Anche il molo, nella sua maggior parte, presenta verso l'interno del porto una banchina con celle antiriflettenti semisommerse, prefabbricate e solidarizzate con getto in opera, individuate nei disegni come celle di tipo "B". A differenza di quelle della banchina di riva, queste non hanno anche il compito di ancorare dei tiranti nel terreno, qui assenti. Inoltre, verso mare presenta per tutta la sua lunghezza un muro paraonde alto 4,30 m, di cui è prefabbricata tutta la superficie esterna, a predalle che ne contengono le armature, per i medesimi obiettivi di protezione e di durabilità. Analogamente, pure prefabbricata è la trave di bordo alta 3,0 m che protegge verso mare l'impalcato e la testa della palancolata.

I componenti prefabbricati delle dette opere sono:

- involucro della cella antiriflettente di m 6,20 x 5,60 x 4,05, esclusa la copertura e la trave di bordo superiore;
- predalle di spessore 80 mm per il cielo della cella;
- predalle di spessore 80 mm per le facce esterne e la copertina del muro paraonde;

- trave di bordo superiore delle celle verso mare (porto), di lunghezza pari a due celle.
- trave di bordo dell'impalcato verso il mare aperto, della lunghezza pari a 6 m.

I getti in opera riguardano:

- le pareti di collegamento intercelle;
- Il solettone di copertura delle medesime, che ricopre e solidarizza tutte le celle ed esse all'impalcato;
- l'impalcato di copertura del terrapieno;
- il nucleo del muro paraonde.

Le fasi di realizzazione seguono la sequenza schematica:

- operazioni topografiche;
- infissione e collegamento delle palancolate;
- riempimento del terrapieno tra le palancolate;
- infissione dei pali anteriori, loro riempimento di calcestruzzo e armature di collegamento;
- posizionamento delle celle prefabbricate;
- posizionamento della trave di bordo verso mare, con fissaggio provvisorio;
- armatura e getto in opera delle pareti intercelle fino a quota finestre;
- getti in opera a tergo delle celle fino a quota intradosso predalle;
- caricamento dei massi di pietrame;
- posizionamento delle travi di bordo superiori delle celle;
- posizionamento dei tirafondi e degli ancoraggi delle bitte;
- getto in opera delle pareti intercelle fino a quota intradosso predalle;
- posizionamento delle predalle di copertura delle celle;
- armatura del solettone di copertura celle e dell'impalcato, predisponendovi i fori per il *jet-grouting* del terrapieno;
- getti in opera del solettone di copertura e dell'impalcato;
- esecuzione del *jet-grouting* del terrapieno;
- posizionamento delle predalle laterali del muro paraonde;
- getto in opera del muro paraonde con applicazione della copertina;
- applicazione e fissaggio delle bitte;

- finiture.

Le fasi non sono contemporanee per tutta l'estensione del molo ma si concatenano zona per zona.

Fossi

I corsi dei fossi Guidari e Farota vengono tombati completamente nel loro passaggio attraverso il piazzale del porto, mediante strutture scatolari. Sono poi previste le opere di regolarizzazione del deflusso a monte del piazzale, comprendenti anche, per ognuno di essi, un sottopasso stradale sotto la SS. 113 e sotto la ferrovia a doppio binario Messina – Catania.

Le opere sono illustrate attraverso le sezioni tipiche nei vari tratti, riportate negli elaborati da D 22.1 a D 22.8. e D 23.1-2.

Per il piazzale, sono previsti degli scatolari chiusi di altezza interna 3 m e di larghezza netta rispettivamente di 7,60 m e 4,50 m.

Il criterio adottato è quello delle altre opere, cioè di prevedere per tutte le superfici bagnate un calcestruzzo di elevata impermeabilità, prefabbricato, con adeguato ricoprimento per le armature di forza e rete di acciaio inox come armatura di pelle.

Solo per le solette di fondo, non essendo praticabile un prefabbricato di estradosso, si è ricorsi a un sistema equivalente, mediante il rivestimento della superficie con intonaco speciale di elevata resistenza all'abrasione e impermeabilità.

Negli scatolari per i corsi d'acqua restano così i prefabbricati:

- predalle di spessore 80 mm per le facce dei muri di contenimento;
- predalle di spessore 80 mm per l'intradosso dell'impalcato.

Essi vengono realizzati con una sequenza costruttiva tradizionale, a partire dal solettone di fondo, previa scavo dell'area circondata da palancolato provvisorio, dato che la parte inferiore delle opere vengono a trovarsi sotto il livello del mare.

Nelle parti a monte, invece, si prevedono canali a cielo aperto.

Le sezioni tipiche sono illustrate nelle rispettive tavole, con carpenteria e armature e rispondono ai criteri di garanzia della durabilità adottati per tutte le opere.

Il procedimento costruttivo è invece diverso, procedendo dall'alto in basso, con le strutture di contenimento, rispettivamente pali ϕ 800mm e micropali ϕ 220 mm, contrastate dall'inizio con puntoni provvisori.

Viene eseguito in seguito lo scavo e si costruisce il solettone di fondo del canale, che diviene il contrasto definitivo. Si possono quindi rimuovere i contrasti provvisori e costruire le pareti laterale del canale, senza funzione di contenimento del terreno.

Come per il resto, le opere di contenimento trovano la loro giustificazione e le verifiche nella relazione geotecnica.

I sottopassi stradali, ubicati lungo gli stessi tratti a monte, seguono lo stesso schema, con la differenza che l'opera di contrasto in sommità non è provvisoria ma definitiva ed è costituita dalla stessa soletta di impalcato stradale.

Diverso è il concetto costruttivo per i due sottopassi ferroviari, ad angolo retto rispetto all'asse dei binari, da realizzarsi senza interruzioni nell'esercizio della linea.

Si adotta il sistema della costruzione fuori dalla sua sede dello scatolare, che viene spinto in posizione mediante avanzamento con spinta oleodinamica (metodo detto dello "spingitubo") mentre i binari sono mantenuti in funzione, tramite una struttura di sostegno provvisoria con l'impiego del Ponte *Essen* Standard, come previsto dallo stesso progetto a base di gara.

Il ponte *Essen* trova appoggio su travi di ripartizione trasversali (travi di manovra) che scorrono mediante opportuni dispositivi sulla soletta dello scatolare monolitico durante le sue fasi di avanzamento. Le operazioni vanno monitorate con continuità, data la loro delicatezza, e sono condotte in esclusiva dall'azienda titolare del marchio.

Le strutture dei due interventi sono illustrate nelle tavole D 23.1 e D 23.2, per le quali si è attinto a materiale della ESSEN ITALIA SpA per gentile concessione.

Le strutture stesse, ampiamente sperimentate sul campo, sono verificate secondo normativa dalla documentazione dei brevetti.

Muretti di contenimento

Lungo il confine del piazzale corre il rilevato ferroviario, la cui scarpata viene tagliata alla base per dare spazio al piazzale.

Le altezze da contenere variano dai 2 ai 4 m circa dalla quota del piazzale. Il calcolo delle azioni è sviluppato nella Relazione geotecnica.

Per quelle più alte si fa ricorso a una palancoata. Fino ai 3 m si realizzano dei muretti, della cui sezione tipica le caratteristiche sono illustrate nella tavola D 22.9.

La suola ha una forma singolarmente massiccia, dovuta al fatto che il paramento a tergo del muro corre sul confine, per cui non è realizzabile una parte posteriore della suola stessa per sostenere una porzione di terreno stabilizzante.

La parete avrà un profilo altimetrico conformato all'andamento locale del terreno e sarà corredata dagli opportuni drenaggi a monte.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

NTC 2008: D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (Suppl. Ord. alla G.U. 4-02-2008, n. 29);

C.M. Infrastrutture e Trasporti 2 Febbraio 2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 14 Gennaio 2008";

Cons. Sup. LL.PP. – STC: "Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale";

UNI EN 206-1 2006 - Calcestruzzi

UNI EN 197- Cementi

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Bando di Gara, Disciplinare ed Allegati relativi alla "Procedura aperta, ai sensi dell'art. 53 comma 2 lettera c) del d.lgs 163/06 e s.m.i. per l'affidamento della progettazione e costruzione dei lavori inerenti la piattaforma logistica intermodale di Tremestieri con annesso scalo portuale – 1° STRALCIO FUNZIONALE – Comune di Messina".

AZIONI

Azione sismica

Per le opere in progetto il Disciplinare di gara prevede di considerare :

- vita nominale dell'opera: 50 anni;
- classe d'uso dell'opera: III (coefficiente d'uso 1,5);

Il periodo di riferimento da considerare (V_R) è quindi pari a 75anni.

Per il sito di Tremestieri (lat. 38,138; long. 15,525) si ottengono i seguenti valori dell'accelerazione orizzontale di riferimento *su suolo rigido*:

SLD $a_g = 0,105g$

SLV $a_g = 0,305g$

Applicando i coefficienti di amplificazione stratigrafica (S_s) per la categoria di sottosuolo C, e di amplificazione topografica (S_T), si ottengono le accelerazioni

massime di progetto (a_{max}) in funzione dei due Stati Limite:

	a_g	F_0	S_s	S_T	a_{max}/g
SLD	0,105	2,297	1,50	1,00	0,158
SLV	0,305	2,410	1,26	1,00	0,384

Fattore di Struttura:

È stato assunto prudenzialmente un fattore $q = 1$, cioè nessuna riduzione delle sollecitazioni che tenesse conto della duttilità strutturale.

Carichi e sovraccarichi

Si considerano, oltre alle azioni sismiche di cui al punto successivo, le azioni seguenti.

- Pesi propri di terreno e strutture
- Carichi permanenti di superficie: pavimentazioni, ecc.
- Carichi permanenti nelle celle: acqua (peso e/o spinta), massi di pietrame;
- Sovraccarichi variabili per i sottopassi stradali: per ponti di 1° Categoria
- Sovraccarichi ferroviari per i sottopassi: treni di carico LM 71 e SW
- Sovraccarichi mobili sul piazzale: 40 kN/m²

È stata eseguita l'analisi statica delle strutture soggette a tali azioni, con anche il tiro sulla bitta di banchina; ne è stata quindi verificata la sicurezza regolamentare delle sezioni rappresentative.

MATERIALI

I materiali strutturali principali sono:

Calcestruzzo per getti in opera	C28/35
Classe esp. XS1 – Cemento* 350 kg/ m ³ – A/C = 0,45	
Calcestruzzo prefabbricato	C40/50 SCC (autocompattante)
Classe esp. XS3 – Cemento* 370 kg/ m ³ – A/C = 0,40	
Acciaio in barre per armature passive	B450C ($f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$)
Acciaio in trefoli per tiranti attivi	$f_{ptk} 1900 \text{ N/mm}^2$ $f_{p(1)k} 1700 \text{ N/mm}^2$
Acciaio per carpenteria fuori terra	S 275
Acciaio per i palancolati	S430GP
Bulloni e tirafondi	8.8

Calcestruzzo

(*) cementi con aggiunte di loppa d'altoforno o pozzolaniche (CEM III e CEM IV, come da UNI EN 197).

VALORI DI PROGETTO

I valori di progetto dei parametri principali per le verifiche agli stati limite ultimi sono ricavati dai valori caratteristici moltiplicati per i rispettivi coefficienti parziali di sicurezza, assunti come segue.

Coefficienti parziali di sicurezza

Azioni

Pesi propri strutturali e carichi permanenti $\gamma_G = 1,35$

Sovraccarichi variabili $\gamma_Q = 1,5$

Per la combinazione dei carichi gravitazionali con l'azione sismica e la determinazione delle masse associate, il coefficiente ψ_E è stato stimato cautelativamente in 0,25 per i carichi mobili sul piazzale (rappresentati da gru gommate e containers in

movimentazione), che risultano così di 10 kN/m²

Materiali

Calcestruzzo	$\gamma_c = 1,5$	$\alpha_{cc} = 0,85$
Acciaio per armatura passiva e attiva	$\gamma_s = 1,15$	
Acciaio per carpenteria	$\gamma_s = 1,1$	

VERIFICHE

CELLE PREFABBRICATE

Sono scatolari modulari ed hanno un ingombro contenuto all'interno di un ideale parallelepipedo di dimensioni esterne 5,60 x 6,20 x 4,25 m. Sono provviste del fondo, delle due pareti laterali e di quella posteriore.

Sul lato anteriore trovano appoggio su pali metallici infissi (ϕ 1.214 – 14 mm), riempiti parzialmente di calcestruzzo, posti ad interasse longitudinale di 6,20 m (modulo cella) e capaci di accogliere il carico verticale trasmesso da due celle adiacenti.

Posteriormente, mediante tre mensole tozze rovesce, si appoggiano sulla sommità di un allineamento di paratia.

All'interno di ogni mensola è inserito il tirante "attivo" che vincola la paratia a terra e viene posto in trazione da un martinetto dall'interno della mensola.

Sopra la soletta di fondo vengono disposti massi con funzione di attenuare le conseguenze del moto ondoso.

Tra cella e cella si realizza un getto di calcestruzzo avente la funzione di collegare le due tra loro ed al palo sottostante da cui fuoriescono barre di armatura verticali.

Il piano calpestabile (copertura) è realizzato con un getto di calcestruzzo al di sopra di predalles tessute trasversalmente, appoggiate sulla parete posteriore della cella e su una trave prefabbricata di bordo con sezione ad "L". La copertura connette le celle tra loro e la trave posteriore su cui sono vincolati i tiranti, rendendo monolitico il tutto.

Le testate di questi ultimi sono accessibili dalla soletta di copertura in caso di necessità di ritesatura.

Peso cella

- soletta di fondo $25 \times 0,40 \times 6,20 \times 5,60 = 347,20 \text{ kN}$
- parete posteriore $25 \times 0,70 \times 3,70 \times 5,40 = 349,65 \text{ kN}$
- pareti laterali $2 \times 25 \times 5,60 \times 0,50 \times 4,25 = 595,00 \text{ kN}$
- copertura $25 \times 0,50 \times 5,60 \times 6,20 = 434,00 \text{ kN}$
- trave frontale inferiore $25 \times 1,20 \times 0,40 \times 6,20 = 74,40 \text{ kN}$
- trave frontale superiore $25 \times (0,80 \times 0,45 + 0,45 \times 0,55) \times 6,20 = 94,16 \text{ kN}$
- finitura copertura $20 \times 0,05 \times 5,60 \times 6,20 = 34,72 \text{ kN}$
- massi sulla soletta inferiore $24 \times 3,60 \times 2,60 / 2 \times 5,40 = 606,53 \text{ kN}$

il carico dell'acqua dovuto alle onde è stimato in:

- onde $10,00 \times 2,00 \times 5,40 \times 4,50 = 486,00 \text{ kN}$

il carico variabile sulla copertura di $40,00 \text{ kN/m}^2$ produce un carico totale per cella pari a:

- variabili $40,00 \times 5,60 \times 6,20 = 1.388,80 \text{ kN}$

Trascurando l'effetto della sottospinta e dividendo il carico totale tra l'allineamento di palancole e quello dei pali, l'aliquota di carico gravante su ogni palo, amplificando per 1,3 il valore dei permanenti e per 1,5 quello dei variabili, è:

$$P = (1 / 2) \times [1,3 \times (347,20 + 349,65 + 595,00 + 434,00 + 74,40 + 94,16 + 34,72 + 606,53) + 1,5 \times (486,00 + 1.388,80)] = 0,5 \times (2.190,21 + 1.638,79) = 1.914,00 \text{ kN}$$

Trattandosi di acciaio S 275 la resistenza offerta dalla sezione del palo, di certo non soggetto a fenomeni di instabilità, vale:

$$N_{c,Rd} = A \times f_{yk} / \gamma_{M0} = (\pi \times 1.200 \times 14) \times 275 / 1,05 / 10^3 = 13.823 \text{ kN} > 1.914 \text{ kN}$$

Il taglio su ogni mensola (75 x 140 cm) per carichi verticali fattorizzati è pari a $1.914 / 3 = 638 \text{ kN}$.

Si dispongono staffe $\phi 12/20$ a quattro bracci capaci di assorbire un taglio di 1.746 kN.

La trazione massima, che si genera, dovuta al meccanismo tirante-puntone all'interno

della mensola tozza, considerando cautelativamente la bilella compressa inclinata di 45°, è pari a 638 kN.

La trazione è assorbita con 12 ϕ 20 disposti inferiormente.

Essi garantiscono l'assorbimento di uno sforzo pari a $S = 12 \times 314 \times (450 / 1.15) / 10^3 = 1.474 \text{ kN} > 638 \text{ kN}$

La mensola è interessata anche dalla componente verticale dello sforzo del tirante ($\alpha = 25^\circ$) che in condizioni sismiche raggiunge il valore di circa 700 kN.

La fattorizzazione dei carichi richiede in condizione sismica l'applicazione di coefficienti moltiplicativi uguali ad 1 per tutti i carichi ad eccezione dei variabili per i quali è previsto il valore 0,25.

Il taglio, pertanto, vale:

$$V = P = (1 / 2) \times (1 / 3) \times (347,20 + 349,65 + 595,00 + 434,00 + 74,40 + 94,16 + 34,72 + 606,53 + 486,00 + 0,25 \times 1.388,80) + 700 \times \text{sen } 25^\circ = 562 + 296 = 858 \text{ kN}$$

Anche in questo caso si vede come le armature presenti riescono a garantire l'assorbimento delle sollecitazioni prodotte.

Oltre all'armatura indicata si dispongono nell'ambito della stessa mensola altre armature capaci di collegare la stessa al getto in opera da realizzarsi in seconda fase e si inserisce a livello inferiore, direttamente a contatto con la sommità delle palancole una piastra zancata atta a diffondere lo sforzo nel calcestruzzo ed a contenere sovratensioni locali dovute alla eventuali irregolarità della superficie delle palancole.

Soletta inferiore (s = 40 cm)

Trattandosi di corpi immersi il peso specifico è ridotto.

- Peso proprio soletta di fondo $(25 - 10) \times 0,40 = 6,00 \text{ kN}$
- massi sulla soletta inferiore $(24 - 10) \times 2,60 / 2 = 18,20 \text{ kN}$
- onde $10,00 \times 2,00 = 20,00 \text{ kN}$

Il carico agente vale:

$$Q = 1,3 \times (6,00 + 18,20) + 1,5 \times 20,00 = 61,46 \text{ kN/m}$$

$$V = 61,46 \times 3,60 / 2 = 110,62 \text{ kN/m}$$

La sezione di calcestruzzo senza armatura garantisce l'assorbimento di uno sforzo di taglio pari a 129 kN/m.

$$M = 61,46 \times 4,50^2 / 8 = 155,57 \text{ kNm/m}$$

Si dispongono ϕ 20/20 inferiori e ϕ 16/20 superiori.

$$M_{lim} = 194 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{lim} = 0,80$$

$$\varepsilon_c = 0,0019$$

$$\varepsilon_s = -0,01$$

$$x = 6 \text{ cm}$$

Trave anteriore inferiore (120 x 80 cm)

Trattandosi di corpi immersi il peso specifico è ridotto.

- peso proprio trave $(25 - 10) \times 1,20 \times 0,80 = 14,40 \text{ kN}$
- massi sulla soletta inferiore $(24 - 10) \times 2,60 / 2 = 18,20 \text{ kN}$
- onde $10,00 \times 2,00 = 20,00 \text{ kN}$

Il carico agente vale:

$$Q = 1,3 \times [14,40 + 18,20 \times (3,60 / 2)] + 1,5 \times [20,00 \times (3,60 / 2)] = 61,31 + 54,00 = 115,31 \text{ N/m}$$

$$V = 115,31 \times 5,00 / 2 = 288,27 \text{ kN}$$

Si dispongono staffe doppie ϕ 12/20.

La sezione di calcestruzzo armata garantisce l'assorbimento di uno sforzo di taglio pari a 1.149 kN/m.

$$M = 115,31 \times 5,70^2 / 8 = 468 \text{ kNm}$$

Si dispongono (7 + 7) ϕ 20

$$M_{lim} = 594 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{lim} = 0,79$$

$$\varepsilon_c = 0,0012$$

$$\varepsilon_s = -0,01$$

$$x = 8 \text{ cm}$$

Soletta superiore (s = 50 cm)

- soletta di copertura $25 \times 0,50 = 12,50 \text{ kN}$
- finitura copertura $20 \times 0,05 = 1,00 \text{ kN}$
- variabili $40,00 \text{ kN}$

Il carico agente vale:

$$Q = 1,3 \times (12,50 + 1,00) + 1,5 \times 40,00 = 77,55 \text{ kN/m}$$

$$V = 77,55 \times 4,30 / 2 = 166,73 \text{ kN/m}$$

La sezione di calcestruzzo senza armatura garantisce l'assorbimento di uno sforzo di taglio pari a 174 kN/m.

$$M = 77,55 \times 4,00^2 / 8 = 155,10 \text{ kNm/m}$$

Si utilizzano dalle armate con $\phi 20/20$ e si dispongono $\phi 16/20$ superiori.

$$M_{lim} = 252 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{lim} = 0,62$$

$$\varepsilon_c = 0,0016$$

$$\varepsilon_s = -0,01$$

$$x = 6 \text{ cm}$$

Trave di bordo superiore (80 x 100 cm)

Ha sezione ad "L" con ala 80 x 45 ed anima 45 x 55 cm.

È destinata a sostenere la soletta di copertura.

- peso proprio $25 \times (0,80 \times 0,45 + 0,45 \times 0,55) = 15,19 \text{ kN}$
- soletta di copertura $25 \times 0,50 = 12,50 \text{ kN}$
- finitura copertura $20 \times 0,05 = 1,00 \text{ kN}$
- variabili $40,00 \text{ kN}$

Il carico agente vale:

$$Q = 1,3 \times [15,19 + (12,50 + 1,00) \times (4,50 / 2)] + 1,5 \times 40,00 \times (4,50 / 2) = 59,23 +$$

$$135,00 = 194,23 \text{ kN/m}$$

$$V = 194,23 \times 5,20 / 2 = 505 \text{ kN/m}$$

La sezione di calcestruzzo è armata con ϕ 12/20 a quattro bracci capaci di assorbire un taglio di 1.249 kN.

$$M = 194,23 \times 5,50^2 / 8 = 734,43 \text{ kNm/m}$$

L'armatura è costituita da (5 + 5) ϕ 25.

$$M_{lim} = 839 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{lim} = 0,87$$

$$\varepsilon_c = 0,0012$$

$$\varepsilon_s = -0,01$$

$$x = 10 \text{ cm}$$

Trave di ripartizione tiranti (80 x 120 cm)

La componente orizzontale dello sforzo dei tiranti vale $T_o = 700 \times \cos 20^\circ = 658 \text{ kN}$; essendo l'interasse tra i tiranti di 2,07 m il momento massimo sulla trave di ripartizione, considerando cautelativamente per essa lo schema statico di trave doppiamente appoggiata con carico concentrato in mezzzeria, vale:

$$M = 658 \times 2,07 / 4 = 340 \text{ kNm}$$

L'armatura è costituita da (8 + 8) ϕ 20 disposti sui lati verticali della sezione.

$$M_{lim} = 677 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{lim} = 0,50$$

$$\varepsilon_c = 0,0012$$

$$\varepsilon_s = -0,01$$

$$x = 8 \text{ cm}$$

Il taglio è pari a $658 / 2 = 329 \text{ kN}$.

Esso è assorbito con staffe ϕ 12/20 a quattro bracci.

$$V = 1.249 \text{ kN.}$$

Ancoraggio delle bitte d'ormeggio

I natanti possono ormeggiarsi presso la banchina sfruttando le apposite bitte, ancorate a 1,25 m dal bordo tra due celle prefabbricate, dove è previsto un getto di calcestruzzo in opera.

Sono vincolate a strutture metalliche disposte sia orizzontalmente che verticalmente, in modo da assorbire le due componenti di sforzo.

Il tiro massimo previsto per la bitta è di 1.000 kN e si ipotizza una sua inclinazione sull'orizzontale di 30°.

Le due componenti, pertanto, valgono:

$$T_o = 1.000 \times \cos 30^\circ = 866 \text{ kN}$$

$$T_v = 1.000 \times \sin 30^\circ = 500 \text{ kN}$$

La bitta è fissata a terra con 4 tirafondi ϕ 68mm lunghi 2,00 m posti agli angoli della piastra di base (75 x 75 cm), a distanza di circa 8 cm dai bordi. Essi a loro volta sono saldati a diverse quote ad elementi UPN 100 in due direzioni, in modo da garantire il completo inghisaggio.

La componente orizzontale genera una trazione ampiamente assorbita dai quattro profilati L 100x10 longitudinali. Su questi sono saldati quattro traversi intorno ai tirafondi e tre traversi di ripartizione nel tratto terminale, tutti formati dallo stesso profilato; i primi raccolgono la trazione orizzontale e con i secondi si genera una diffusione degli sforzi su un'ampia zona di impalcato, individuata da un modello tipo tiranti-puntoni (*strut-and-tie*), in cui il primo tirante è costituito dai profilati longitudinali, i puntoni sono costituiti da bielle ideali di calcestruzzo inclinate in pianta a 45° nella piastra di estradosso delle celle, e gli ulteriori tiranti diffusi sono costituiti dall'armatura ordinaria contenuta in quest'ultima. In tal modo si viene a realizzare una diffusione degli sforzi orizzontali su una fascia di oltre 15 m di banchina, interessante otto tiranti nel terreno. In ogni caso, i due tiranti prossimi alla bitta sono di sezione rinforzata (8 trefoli invece di 6), poiché una parte significativa dello sforzo è trasmessa nella zona centrale direttamente dal primo tirante. L'armatura ordinaria contenuta nel getto in opera tra le due celle e quella di connessione fra questo e le celle stesse assicurano la stabilità dell'insieme

Per effetto del punto di applicazione della componente orizzontale, a 35 cm sopra la base della bitta, si origina un momento flettente $M = 866 \times 0,35 = 303 \text{ kNm}$ associato allo sforzo di trazione verso l'alto di 500 kN.

$$M_{lim} = 955 \text{ kNm/m}$$

$$N_{lim} = - 1.575 \text{ kNm/m}$$

$$N / N_{lim} = 0,32 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{lim} = 0,72$$

$$\varepsilon_c = 0,0016$$

$$\varepsilon_s = - 0,01$$

$$x = 9 \text{ cm}$$

Lo sforzo massimo prodotto sui tirafondi è pari a 380 kN, trasferito direttamente alla struttura metallica verticale mediante saldatura.

MANUFATTO IDRAULICO DI SEZIONE LIBERA 7,60 X 3,00 m PER SOTTOPASSO STRADALE FOSSO GUIDARI

La struttura dell'attraversamento stradale ha lo scopo di assorbire in esercizio le sollecitazioni dovute al peso proprio, alla finitura ed ai carichi mobili, ed in prima fase a contrastare reciprocamente in testa i due allineamenti di pali mediante il suo comportamento a puntone.

La soletta superiore è gettata direttamente a terra; una volta maturato il getto è idonea per il transito dei veicoli e permette di scavare al di sotto per consentire la realizzazione del manufatto in c.a. con sezione ad "U", necessario per il deflusso del corso d'acqua.

La verifica è relativa alla fase finale, per la quale, a vantaggio di sicurezza, si trascura l'effetto della compressione (taglio in testa ai pali).

La luce della soletta, su due appoggi, in asse ai due allineamenti di pali, è di 9,40 m; lo spessore è di 80 cm.

Il peso proprio è di $25 \times 0,80 = 20,00$ kN/m; il peso della finitura stradale, prevista con uno spessore di 10 cm, è di $20 \times 0,10 = 2,00$ kN/m.

Lo schema di carico è quello per ponti stradali di prima categoria previsto dalla normativa, che considera una larghezza della carreggiata di 3,00 m, comprende un carico distribuito di $9,00$ kN/m² e 2 assi isolati da 300 kN disposti a distanza longitudinale di 1,20 m.

Riferendo, pertanto, la verifica ad una fascia di larghezza di 3,00 m si ottiene:

$$\text{p.p. struttura} = 25 \times 3,00 \times 0,80 = 60,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{p.p. finitura} = 20 \times 3,00 \times 0,10 = 6,00 \text{ kN/m}$$

La sollecitazione flettente massima si origina in mezzzeria e vale:

$$M_{\max} = 1,3 \times (60,00 + 6,00) \times 9,40^2 / 8 + 1,5 \times (9,00 \times 3,00) \times 9,40^2 / 8 + 1,5 \times 300 \times (9,40 / 2 - 0,60) = 947,66 + 447,32 + 1.845,00 = 3.240 \text{ kNm} / 3,00 \text{ m} = 1.080 \text{ kNm/m}$$

$$A_f = 10 \phi 25$$

$$A'_f = 5 \phi 20$$

$$M_{\lim} = 1.316 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{\lim} = 0,82$$

$$\varepsilon_c = 0,0022$$

$$\varepsilon_s = -0,001$$

$$x = 14 \text{ cm}$$

Per il taglio si considerano i carichi concentrate prossimi agli appoggi.

La luce di calcolo di riferimento è quella dell'estensione della soletta con spessore di 80 cm (8,40 m).

$$V_{\max} = 1,3 \times (60,00 + 6,00) \times 8,40 / 2 + 1,5 \times (9,00 \times 3,00) \times 8,40 / 2 + 1,5 \times 300 + 1,5 \times 3,00 \times (8,40 - 1,20) / 8,40 = 360,36 + 170,10 + 450,00 + 385,71 = 1.366,17 \text{ kN/3,00 m} \\ = 455 \text{ kN/m}$$

Si dispongono staffe $\phi 16/30$ a 4 bracci

$$V_c = 1.214 \text{ kN}$$

**MANUFATTO IDRAULICO DI SEZIONE LIBERA 4,50 X 3,00 m
PER SOTTOPASSO STRADALE FOSSO FAROTA**

È simile al precedente, da cui differisce per la luce di calcolo della soletta, pari a 6,30 m, e per lo spessore della stessa, di 50 cm.

Riferendo la verifica ad una fascia di larghezza di 3,00 m si ottiene:

$$\text{p.p. struttura} = 25 \times 3,00 \times 0,50 = 37,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{p.p. finitura} = 20 \times 3,00 \times 0,10 = 6,00 \text{ kN/m}$$

$$M_{\max} = 1,3 \times (37,50 + 6,00) \times 6,30^2 / 8 + 1,5 \times (9,00 \times 3,00) \times 6,30^2 / 8 + 1,5 \times 300 \times (6,30 / 2 - 0,60) = 280,56 + 200,93 + 877,50 = 1.358,99 \text{ kNm/3,00 m} = 453 \text{ kNm/m}$$

$$A_f = 8 \phi 25$$

$$A'_f = 5 \phi 20$$

$$M_{\text{lim}} = 629 \text{ kNm/m}$$

$$M / M_{\text{lim}} = 0,72$$

$$\varepsilon_c = 0,0026$$

$$\varepsilon_s = -0,0001$$

$$x = 10 \text{ cm}$$

$$V_{\max} = 1,3 \times (37,50 + 6,00) \times 5,30 / 2 + 1,5 \times (9,00 \times 3,00) \times 5,30 / 2 + 1,5 \times 300 + 1,5 \times 300 \times (5,30 - 1,20) / 5,30 = 149,86 + 107,32 + 450,00 + 348,11 = 1.055,29 \text{ kN/3,00 m} = 352 \text{ kN/m}$$

Si dispongono staffe $\phi 12/30$ a 4 bracci

$$V_c = 472 \text{ kN}$$

SCATOLARE CON SEZIONE LIBERA 7,60 X 3,00 m

Lo scatolare convoglia il fosso Guidari sotto il piazzale portuale. Ha fondazione spessa 80 cm, che fuoriesce per 50 cm dai fili esterni delle pareti spesse 60 cm. Lo spessore della traversa superiore è di 50 cm.

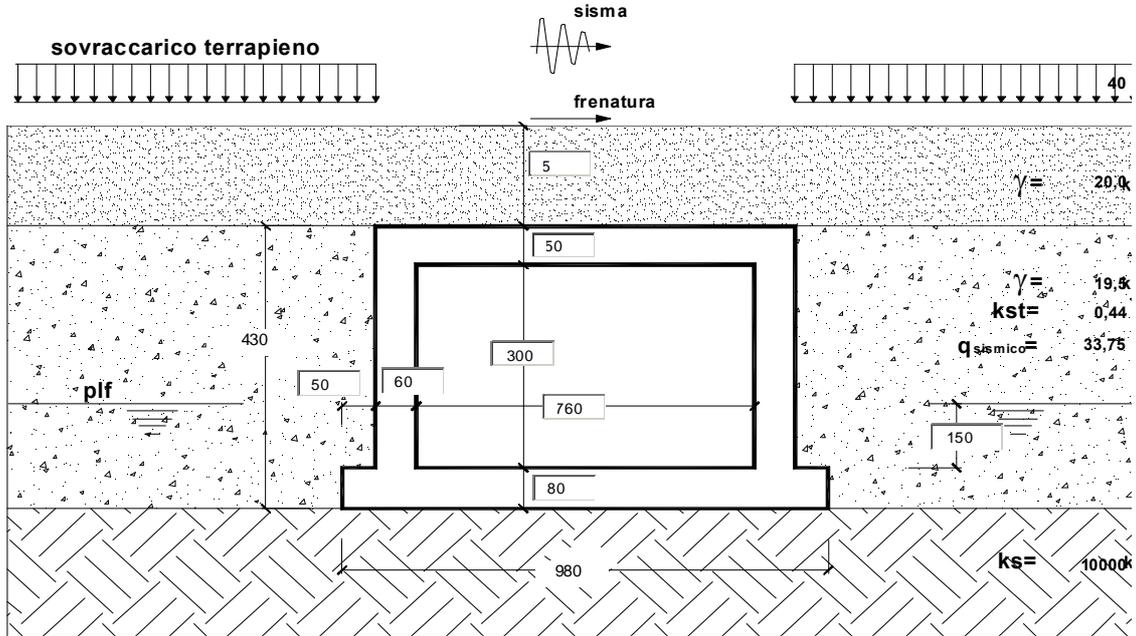
Le azioni esterne, combinate secondo quanto previsto dalla normativa, sono:

- il peso proprio (25 kN/m^3)
- la spinta del terreno (di peso $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$)
- il peso della finitura stradale (20 kN/m^3)
- i sovraccarichi variabili (40 kN/m^2)
- l'azione sismica, con accelerazione di progetto pari a 0,384 g.

Il tabulato, che segue, indica dimensioni, carichi, sollecitazioni e verifiche allo SLU ed allo SLE di fessurazione.

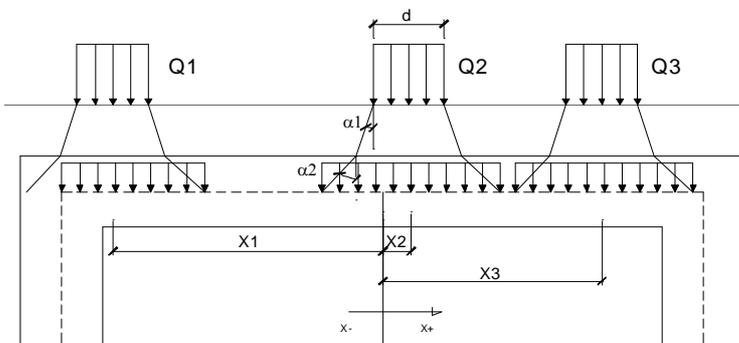
OPERA

SCATOLARE - VANO LIBERO 7,60 x 3,00 m



(dimensioni in cm)

modulo elastico cls E 3,00E+07 [kN/m²] ξ_{cls} 25 [kN/m²]
 acc. sismica or. k_h 0,38 [-] ξ_v 10 [kN/m²]



SOVRACCARICHI

angolo di diffusione nel ricoprimento	α_1 [°]
angolo di diffusione nella soletta	α_2 [°]
CONDIZIONI DI CARICO	
impronta del carico	d [m]
area influenza long.	l [m]
Carico 1	Q1 [kN]
	X1 [m]
Carico 2	Q2 [kN]
	X2 [m]
Carico 3	Q3 [kN]
	X3 [m]
Carico distribuito	[kN/m]

Iniezione terreno ricoprimento SI NO
 F frenatura D [kN/m]

combinazioni di carico

condizioni di carico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1				
falda + spinta terreno	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1				
sovraccarico A	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,2				
sovraccarico B										
sovraccarico terreno sn	1,5	1,5			1,5	0,2				
sovraccarico terreno dx		1,5								

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

classe cls C28/35
 Rck 35 (MPa)
 fck 28
 (m 1,5
 (cc 0,85
 fcd = Rck / (m,c = 21,96 (MPa)

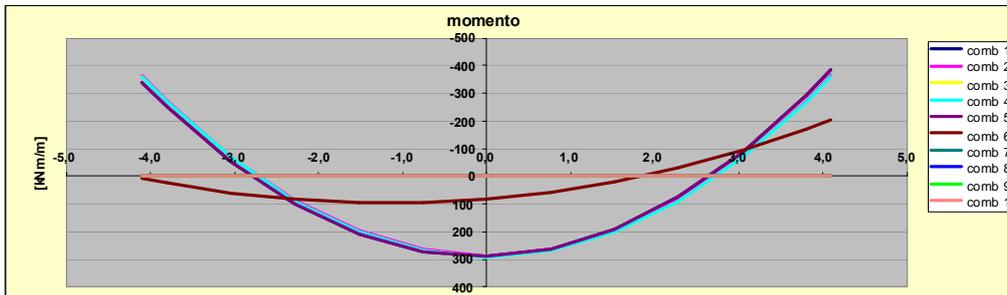
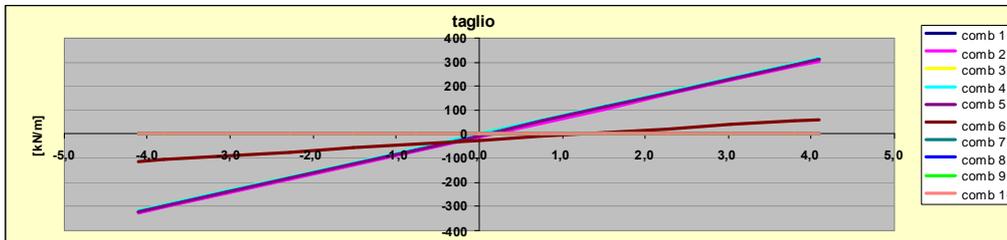
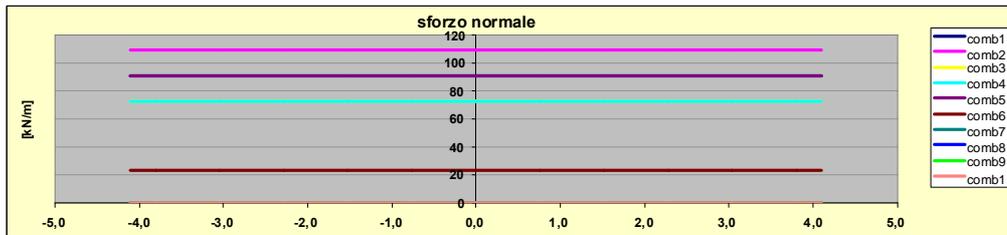
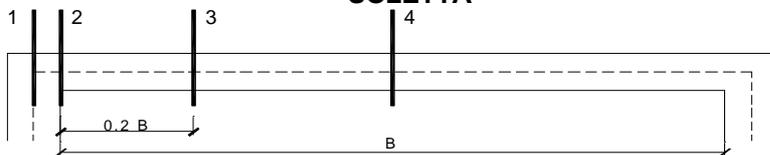
Copriferro (asse armatura)

c = 3,50 (cm)

Acciaio

tipo di acciaio B450C
 fyk = 450 (MPa)
 (s = 1,15
 fyd = fyk / (s / (E = 391,30 (MPa)
 Es = 206000 (MPa)
 (ys = 0,190%

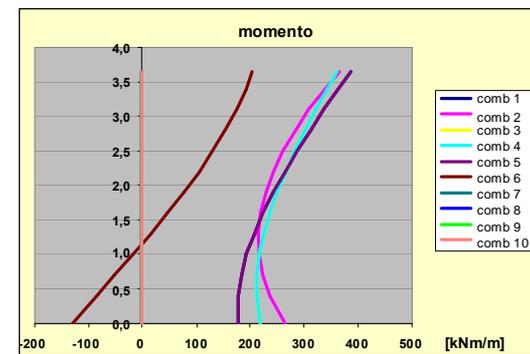
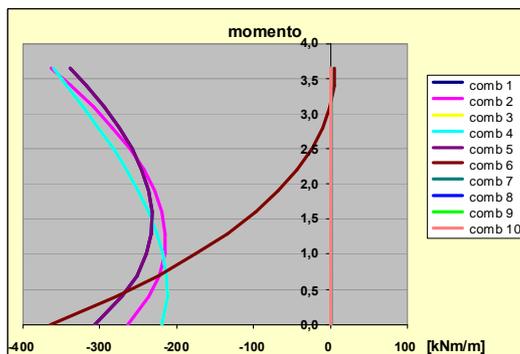
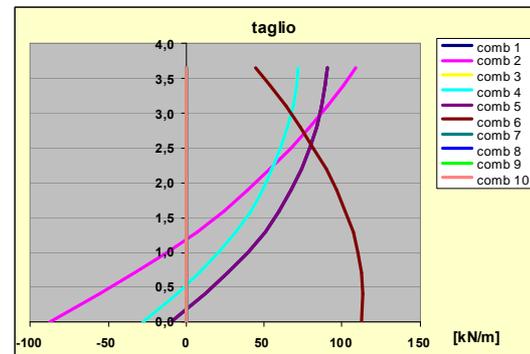
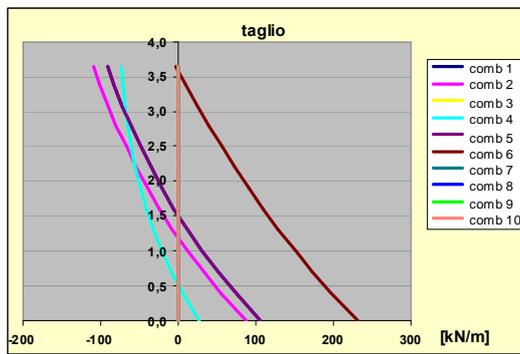
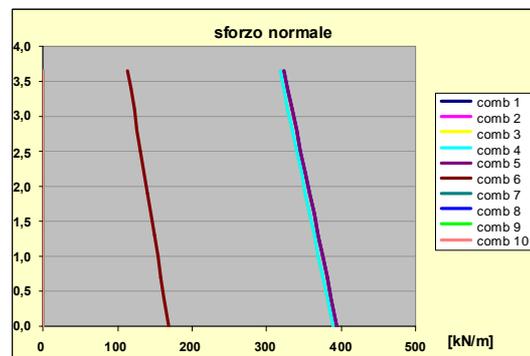
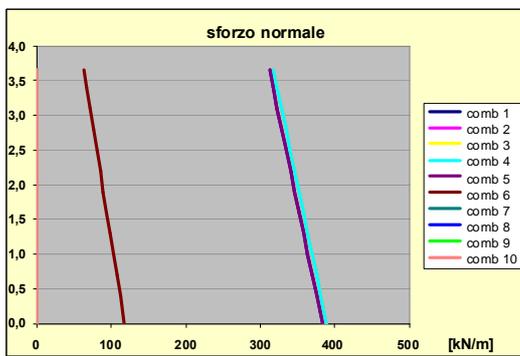
SOLETTA



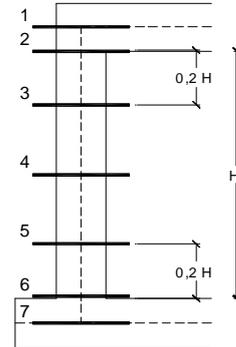
sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-385,5	90,4	25,0	25,0	451,2
2	-291,9	90,4	25,0	25,0	451,2
3 min	-32,8	23,7	25,0	25,0	436,9
3 max	101,1	90,4	25,0	25,0	451,2
4	291,3	72,0	25,0	25,0	447,2

Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	ι	V _{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	329,4	243,32	16	30,0	40,0	21,80	788,85	Sezione verificata
2	306,1	243,32	16	30,0	40,0	21,80	788,85	Sezione verificata
3	188,2	243,32	0	20,0	40,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
4	25,6	231,44	0	20,0	40,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria

PARETI

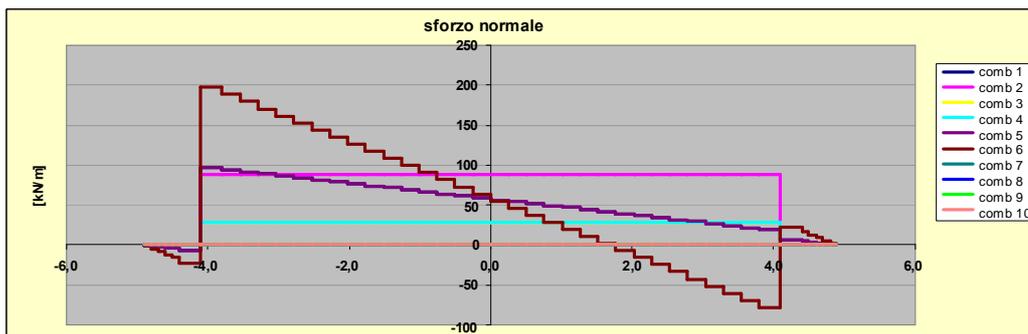
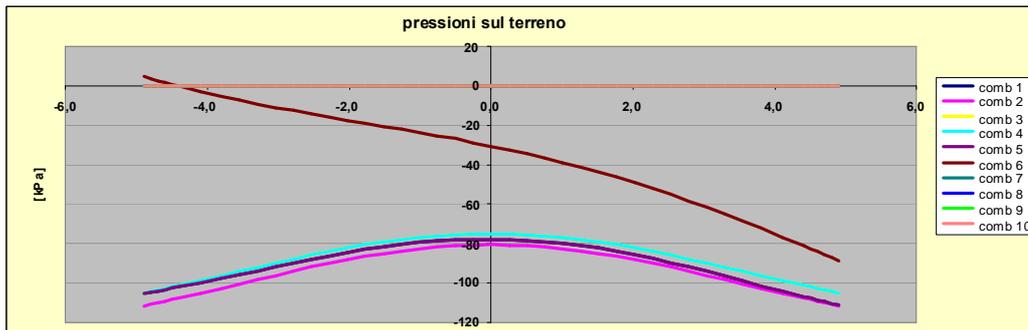


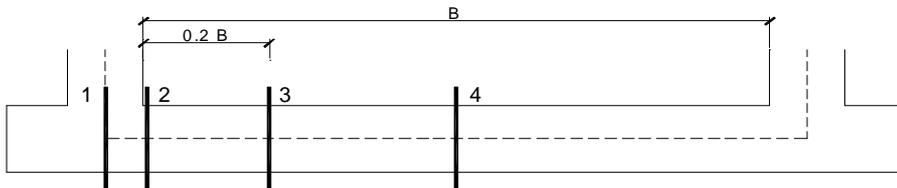
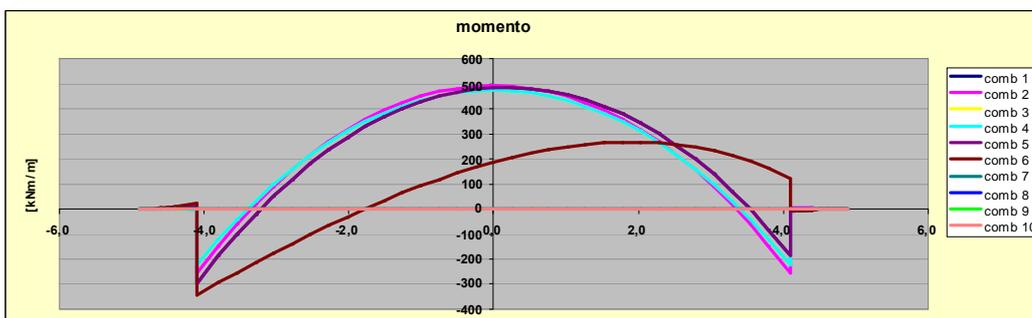
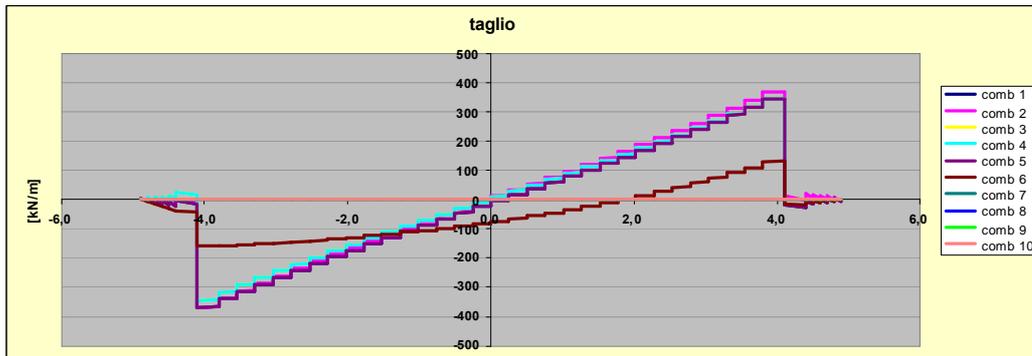
sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-385,5	323,7	25,0	25,0	615,0
2	-363,0	328,5	25,0	25,0	616,2
3 min	-311,0	340,2	25,0	25,0	619,3
3 max	0,0	0,0	25,0	25,0	529,6
4 min	-265,4	346,2	25,0	25,0	620,9
4 max	0,0	0,0	25,0	25,0	529,6
5 min	-239,5	363,9	25,0	25,0	625,5
5 max	17,2	153,5	25,0	25,0	570,2
6	-279,7	111,3	25,0	25,0	559,0
7	-365,4	117,3	25,0	25,0	560,6



Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	λ	V _{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	108,9	304,12	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
2	101,0	304,94	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
3	83,5	307,89	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
4	96,4	273,95	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
5	150,9	267,57	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
6	197,5	269,09	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
7	231,5	270,11	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria

FONDAZIONE





sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[kNm/m]
1	-342,3	198,1	15,7	25	531,9
2	-294,1	198,1	15,7	25	531,9
3 min	-65,8	143,8	15,7	25	512,0
3 max	301,3	33,9	25	15,7	737,5
4	493,7	87,4	25	15,7	756,8

Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	λ	V _{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	368,5	283,32	10	20,0	75,0	21,80	405,56	Sezione verificata
2	367,3	283,32	10	20,0	75,0	21,80	405,56	Sezione verificata
3	218,0	308,85	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
4	106,2	310,96	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria

— M. Mancina, R. Nori, P.lasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

GARANTISTICHE DEL MATERIALI

Calcestruzzo

C28/35

f_{ck} = 28 (MPa)
 R_{ck} = 35 (MPa)
 f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} = 2,77 (MPa)
 coeff.omogeneizzazione acciaio n : 15

Acciaio

tipo di acciaio B450C

f_{yk} = 450 (MPa)
 E_s = 206000 (MPa)

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

c = 3,50 (cm)

k₂ = 0,4

k₃ = 0,125

γ₁ = 1,0

γ₂ = 1,0

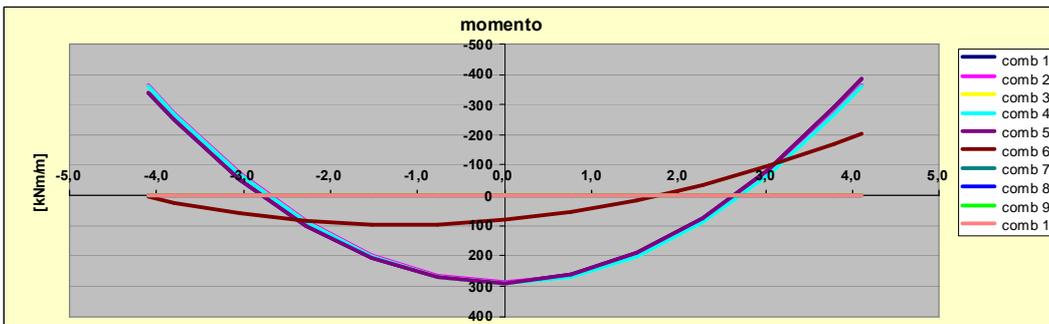
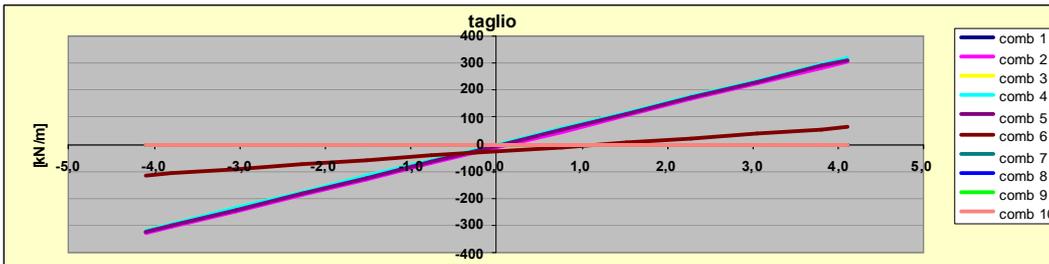
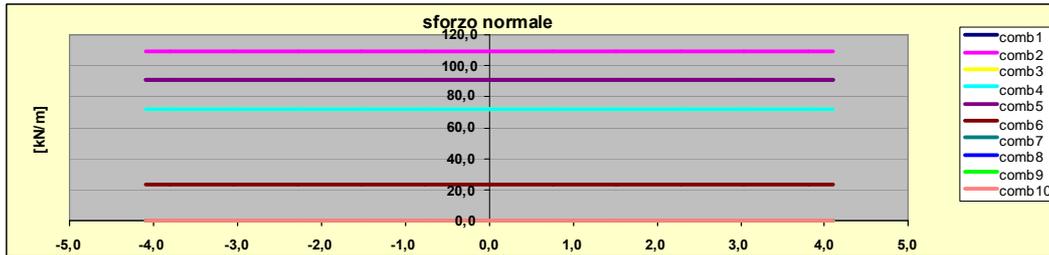
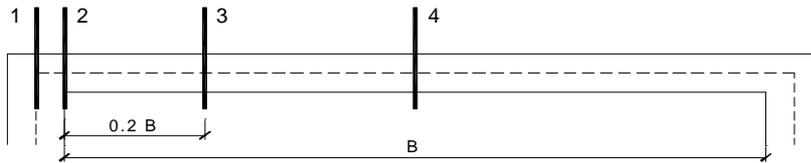
Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 2,00 (cm)

Valore limite di apertura delle fessure

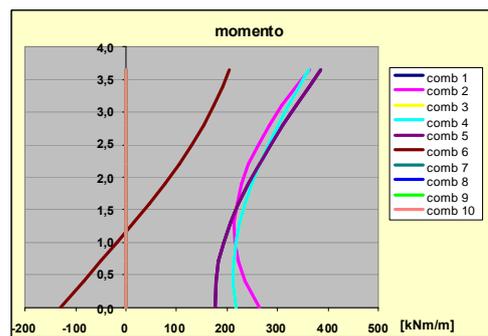
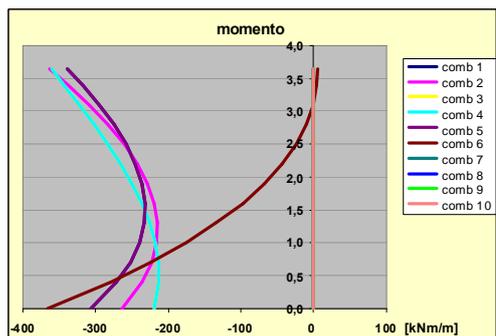
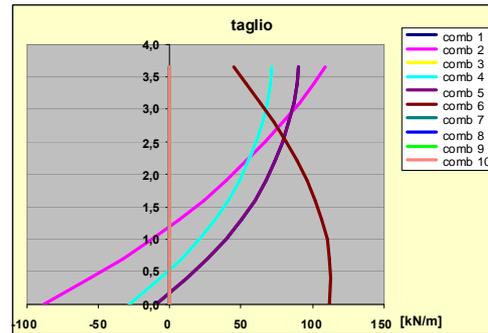
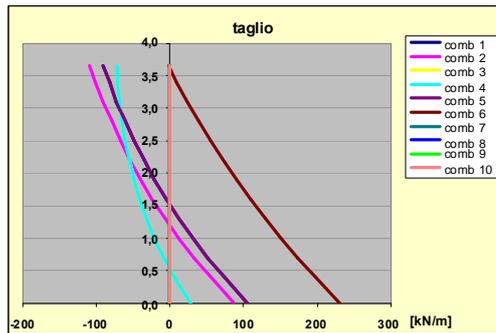
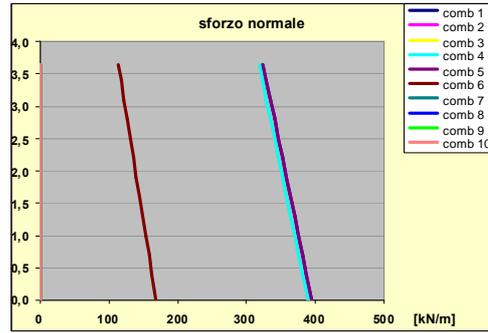
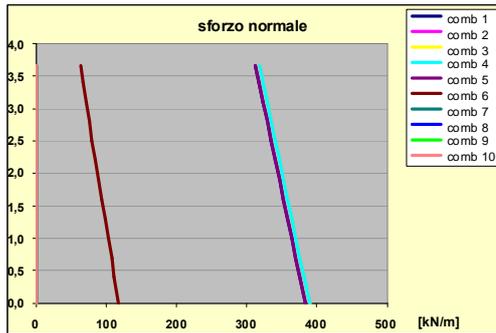
w₂ = 0,3 mm

SOLETTA

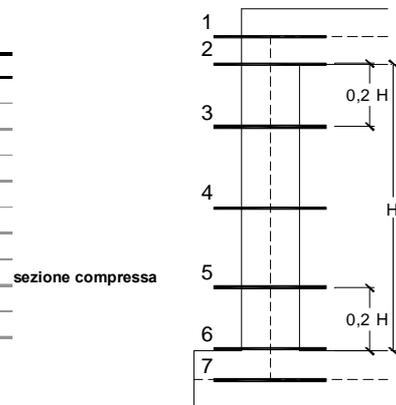


sez.	M	N	i	J	Af	A'f	Jc	Ji	wk	
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	
1	-385,5	90,4	20	25	25	25	9,85	347,73	0,350	sez.non verificata
2	-291,9	90,4	20	25	25	25	7,50	259,28	0,220	
3 min	-32,8	23,7	20	25	25	25	0,87	26,77	0,019	
3 max	101,1	90,4	20	25	25	25	2,69	79,33	0,056	
4	291,3	72,0	20	25	25	25	7,45	262,07	0,224	

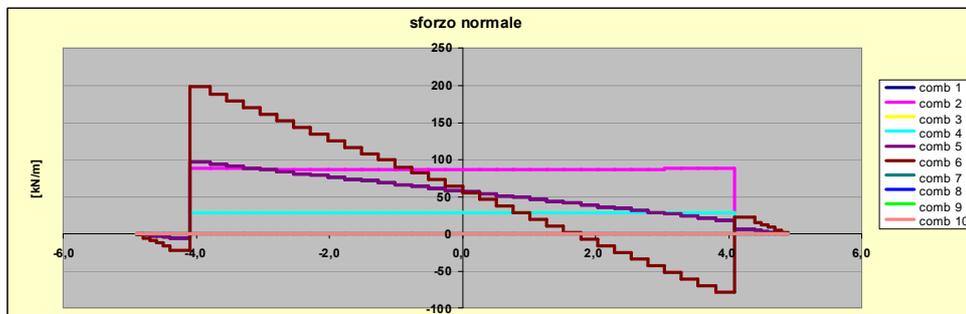
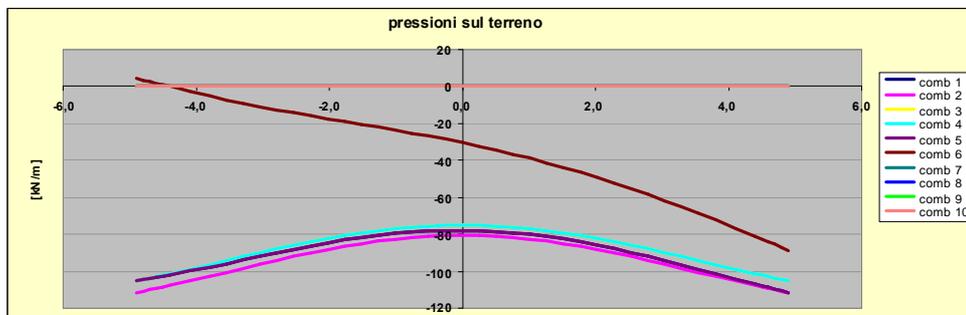
PARETI

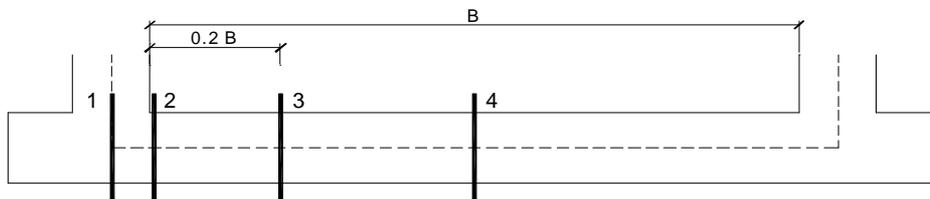
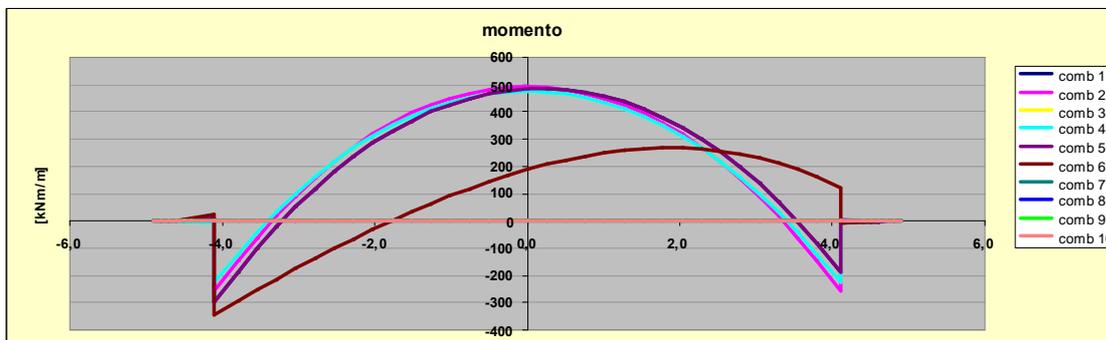
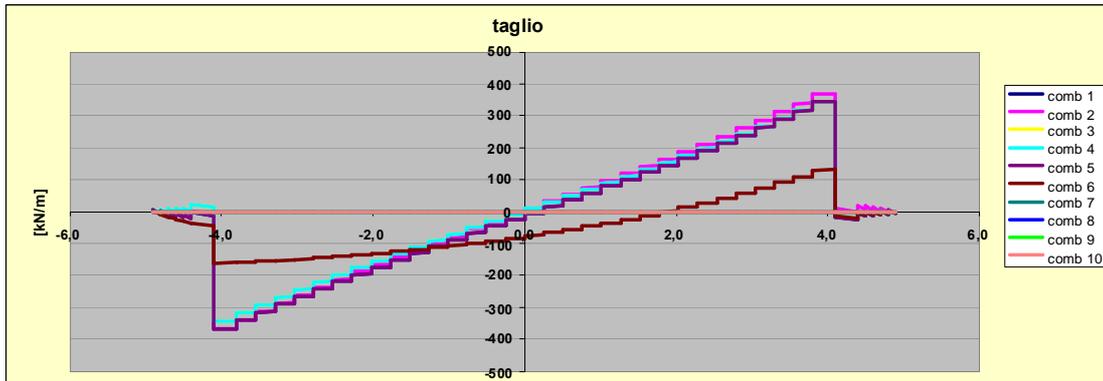


sez.	M	N	i	J	Af	A'f	Jc	Ji	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-385,5	323,7	20	25	25	16	8,16	242,66	0,200
2	-363,0	328,5	20	25	25	16	7,71	224,53	0,170
3 min	-311,0	340,2	20	25	25	16	6,67	182,62	0,136
3 max	0,0	0,0	20	25	25	16	0,00		
4 min	-265,4	346,2	20	25	25	16	5,75	146,76	0,108
4 max	0,0	0,0	20	25	25	16	0,00		
5 min	-239,5	363,9	20	25	25	16	5,23	124,26	0,091
5 max	17,2	153,5	20	25	25	16	0,46		
6	-279,7	111,3	20	25	25	16	5,76	197,24	0,153
7	-365,4	117,3	20	25	25	16	7,49	262,60	0,225



FONDAZIONE





sez.	M	N	i	j	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-342.3	198.1	20	20	16	16	5,25	246.89	0,246
2	-294,1	198,1	20	20	16	16	4,53	204,30	0,204
3 min	-65,8	143,8	20	20	16	16	0,99	21,17	0,019
3 max	301,3	33,9	20	25	25	16	3,79	164,47	0,149
4	493,7	87,4	20	25	25	16	6,25	263,94	0,238

— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

SCATOLARE CON SEZIONE LIBERA 4,50 X 3,00 m

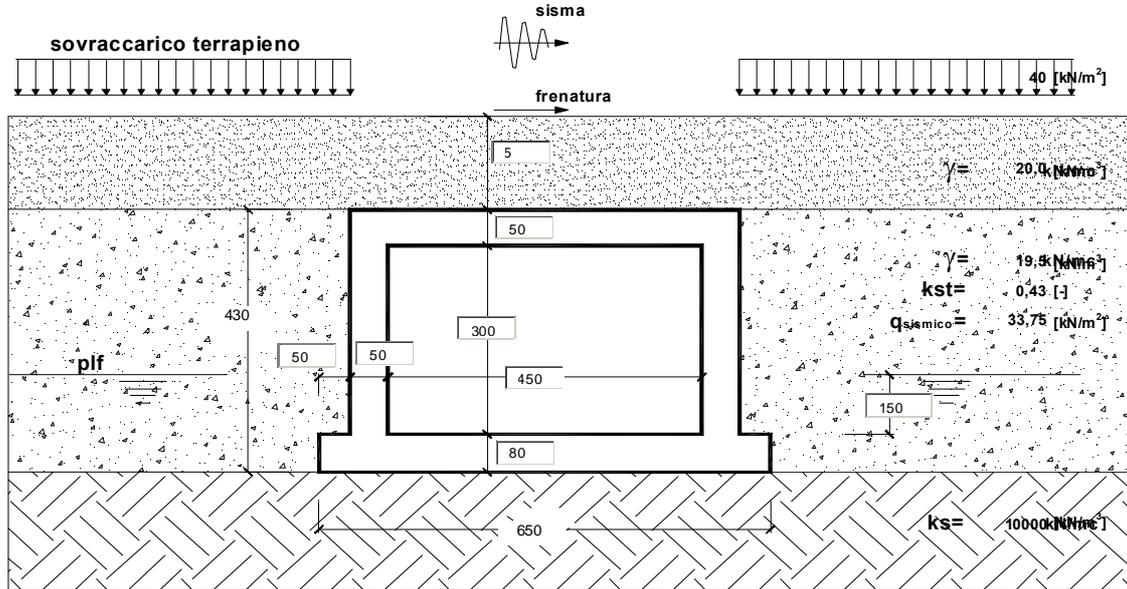
Lo scatolare convoglia il fosso Farota sotto il piazzale portuale. Ha fondazione spessa 80 cm, che fuoriesce per 30 cm dai fili esterni delle pareti, spesse 50 cm come la traversa superiore.

Le azioni esterne e le relative combinazioni sono uguali al caso precedente (Scatolare Guidari).

Il tabulato, che segue, indica dimensioni, carichi, sollecitazioni e verifiche allo SLU ed allo SLE di fessurazione.

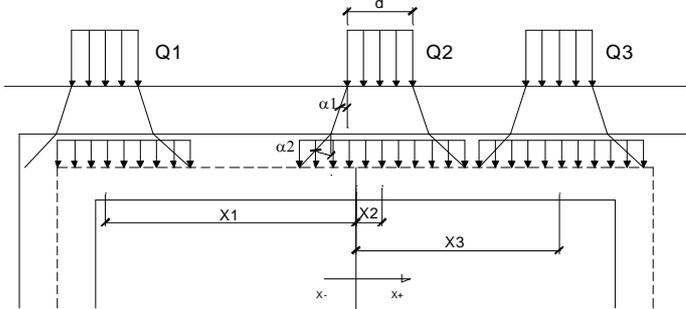
OPERA

SCATOLARE - VANO LIBERO 4,50 x 3,00 m



(dimensioni in cm)

modulo elastico cls E 3,00E+07 [kN/m²] IIs 25 [kN/m²]
 acc. sismica or. kh 0,31 [-] Iiv 10 [kN/m²]



SOVRACCARICHI

angolo di diffusione nel ricoprimento	$\alpha 1$ [°]	45
angolo di diffusione nella soletta	$\alpha 2$ [°]	45
CONDIZIONI DI CARICO		
impronta del carico	d [m]	0,00 0,00
area influenza long.	l [m]	1,00 1,00
Carico 1	Q1 [kN] X1 [m]	0 0 0 0
Carico 2	Q2 [kN] X2 [m]	0 0 0 1
Carico 3	Q3 [kN] X3 [m]	0 0 0 0
Carico distribuito	[kN/m]	40 40

Iniezione terreno ricoprimento SI NO
 F frenatura 0 [kN/m]

combinazioni di carico

condizioni di carico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1				
falda + spinta terreno	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1				
sovraccarico A	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,2				
sovraccarico B										
sovraccarico terreno sn	1,5	1,5			1,5	0,2				
sovraccarico terreno dx		1,5								

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

classe cls C28/35
 $R_{ck} = 35$ (MPa)
 $f_{ck} = 28$ (MPa)
 $f_{td} = 1,5$
 $f_{ct,c} = 0,85$
 $f_{cd} = R_{ck} / \gamma_{m,c} = 21,96$ (MPa)

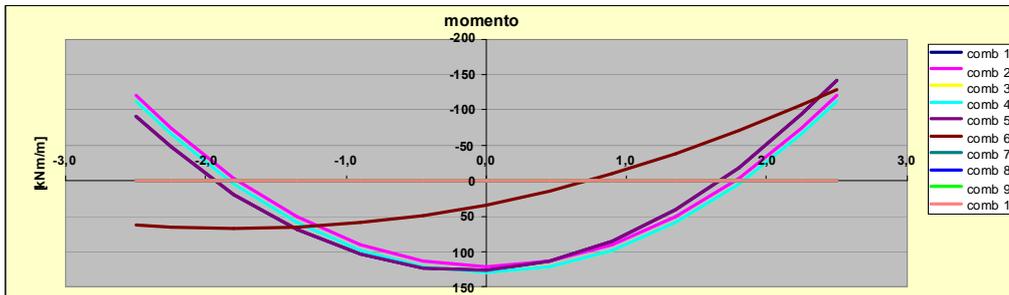
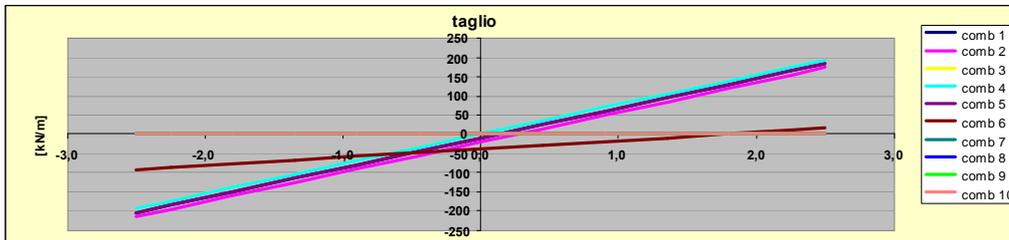
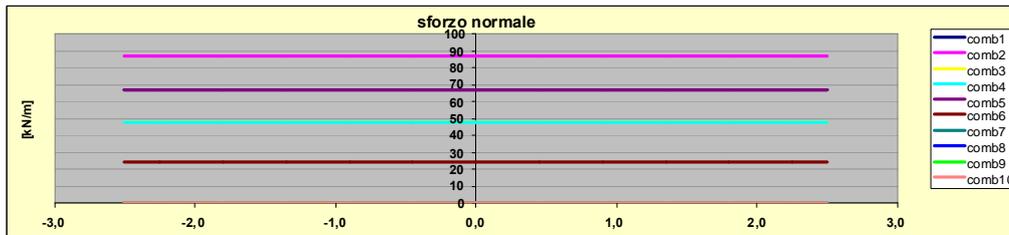
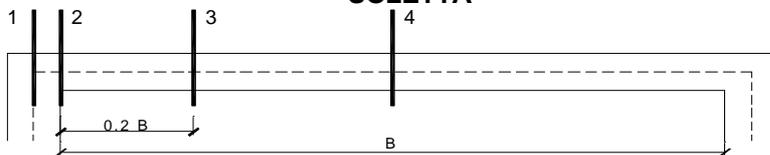
Copriferro (asse armatura)

$c = 4,00$ (cm)

Acciaio

tipo di acciaio B450C
 $f_{yk} = 450$ (MPa)
 $f_{td} = 1,15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391,30$ (MPa)
 $E_s = 206000$ (MPa)
 $H_s = 0,190\%$

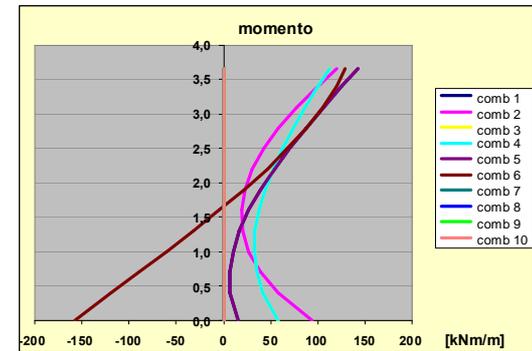
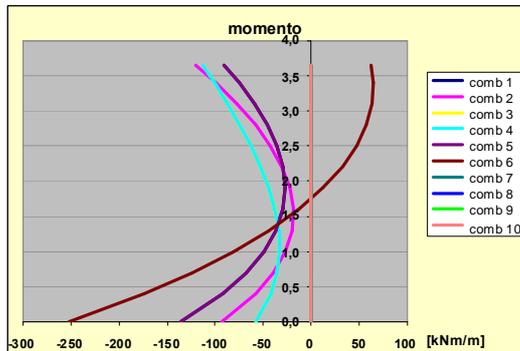
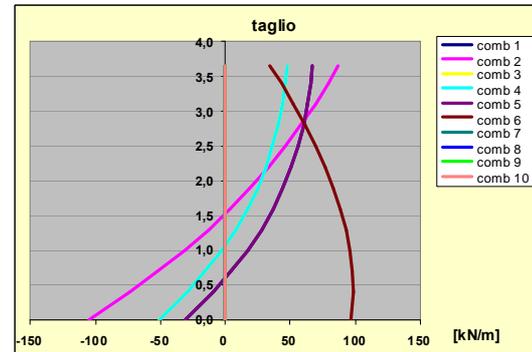
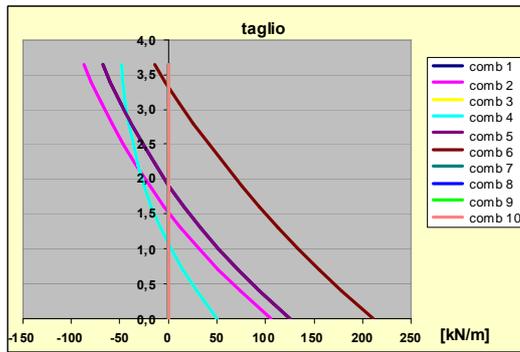
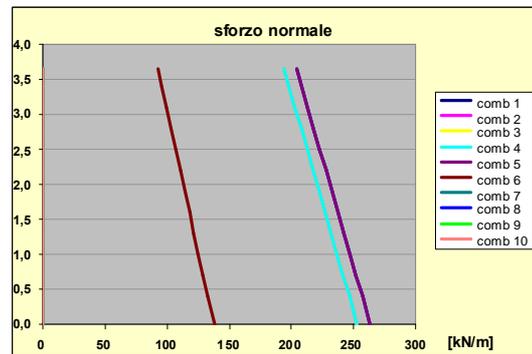
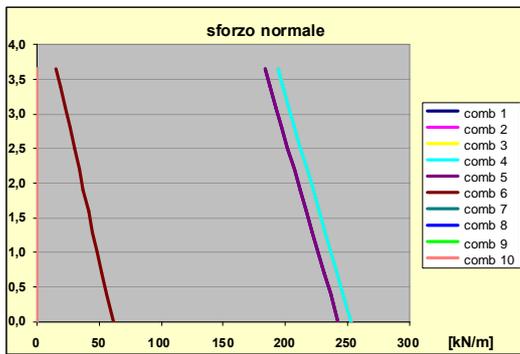
SOLETTA



sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-142,1	67,2	15,7	15,7	286,4
2	-107,0	24,4	15,7	15,7	277,4
3 min	-37,7	24,4	15,7	15,7	277,4
3 max	69,1	67,2	15,7	15,7	286,4
4	130,0	47,5	15,7	15,7	282,3

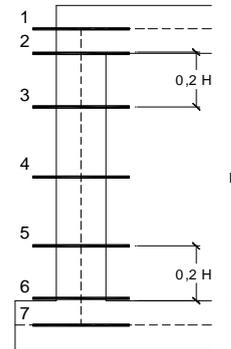
Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	H	V _{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	214,4	206,38	10	20,0	20,0	21,80	914,50	Sezione verificata
2	195,0	206,38	10	20,0	20,0	21,80	914,50	Armatura a taglio non necessaria
3	125,2	206,38	10	20,0	20,0	21,80	914,50	Armatura a taglio non necessaria
4	38,3	197,75	10	20,0	20,0	21,80	914,50	Armatura a taglio non necessaria

PARETI



sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-142,1	204,2	10,1	10,1	222,1
2	-125,5	208,2	10,1	10,1	223,0
3 min	-87,9	102,7	10,1	10,1	200,5
3 max	57,6	26,0	10,1	10,1	184,1
4 min	-53,6	227,7	10,1	10,1	227,2
4 max	32,5	33,5	10,1	10,1	185,7
5 min	-80,5	48,5	10,1	10,1	188,9
5 max	59,6	125,2	10,1	10,1	205,3
6	-173,7	56,0	10,1	10,1	190,5
7	-251,6	61,0	10,1	10,1	191,6

sezione non verificata

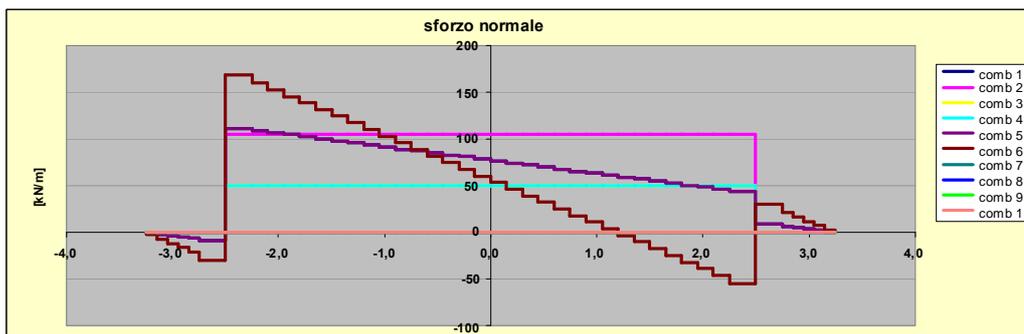
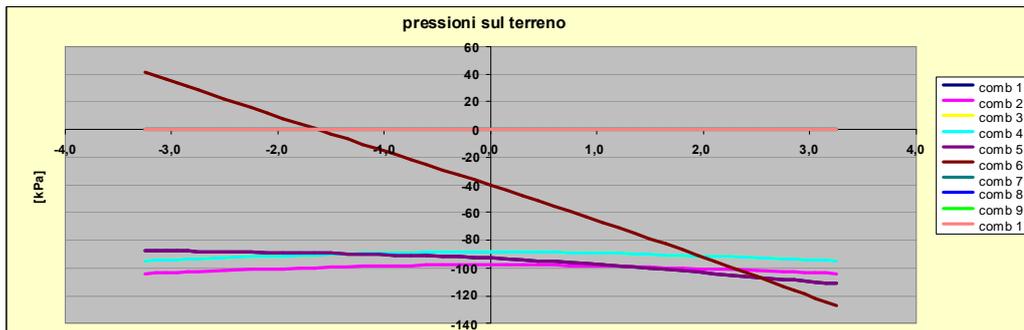


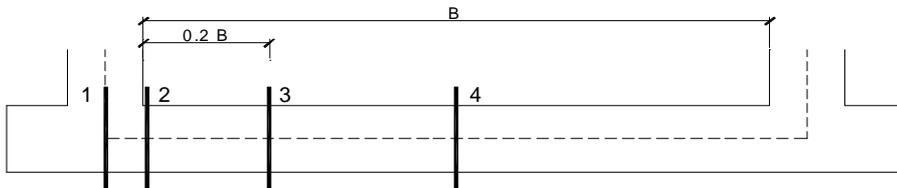
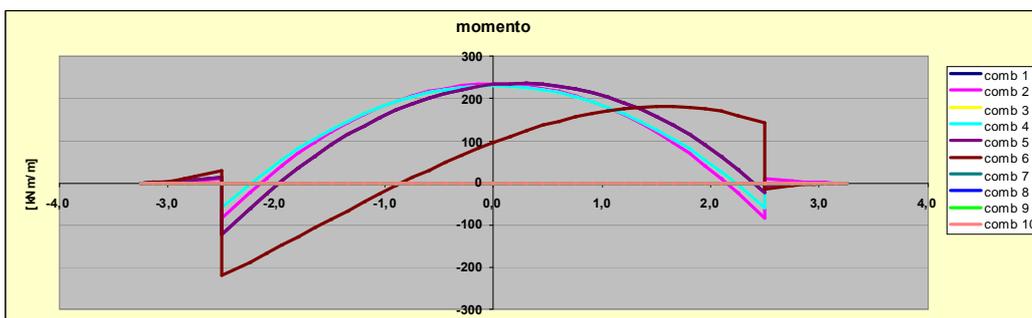
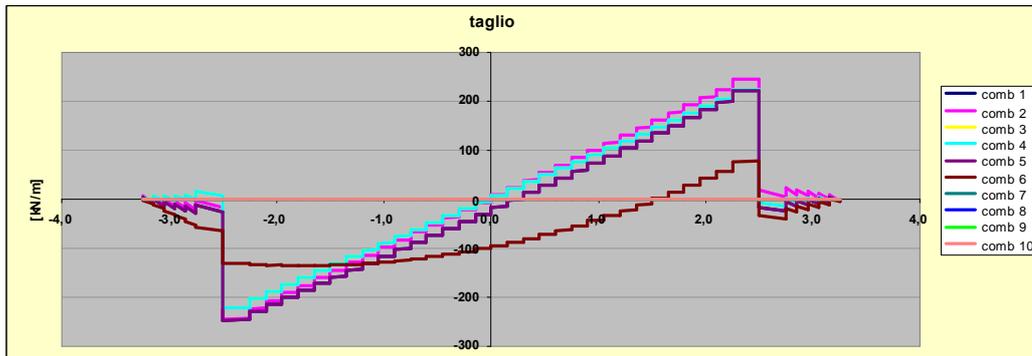
Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	H	V _{Rsd}
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)
1	87,0	208,86	10	20,0	20,0	21,80	914,50
2	79,3	209,42	10	20,0	20,0	21,80	914,50
3	61,7	196,28	10	20,0	20,0	21,80	914,50
4	83,5	197,83	10	20,0	20,0	21,80	914,50
5	133,3	188,80	10	20,0	20,0	21,80	914,50
6	178,4	189,84	10	20,0	20,0	21,80	914,50
7	211,3	190,53	10	20,0	20,0	21,80	914,50

Armatura a taglio non necessaria

Sezione verificata

FONDAZIONE





sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[kNm/m]
1	-221,2	169,8	15,7	15,7	517,9
2	-188,4	169,8	15,7	15,7	517,9
3 min	-66,4	124,7	15,7	15,7	501,6
3 max	180,0	-10,4	15,7	15,7	452,7
4	235,6	72,3	15,7	15,7	482,7

Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	H	V _{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	247,9	287,52	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
2	246,9	287,52	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
3	158,8	284,38	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria
4	118,3	280,65	0	20,0	20,0	21,80	0,00	Armatura a taglio non necessaria

— M. Mancina, R. Nori, P.lasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

GARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

C28/35

fck = 28 (MPa)

Rck = 35 (MPa)

$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$ 2,77 (MPa)

coeff.omogeneizzazione acciaio n : 15

Acciaio

tipo di acciaio B450C

fyk = 450 (MPa)

Es = 206000 (MPa)

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

c = 3,00 (cm)

k2 = 0,4

k3 = 0,125

H1 = 1,0

H2 = 1,0

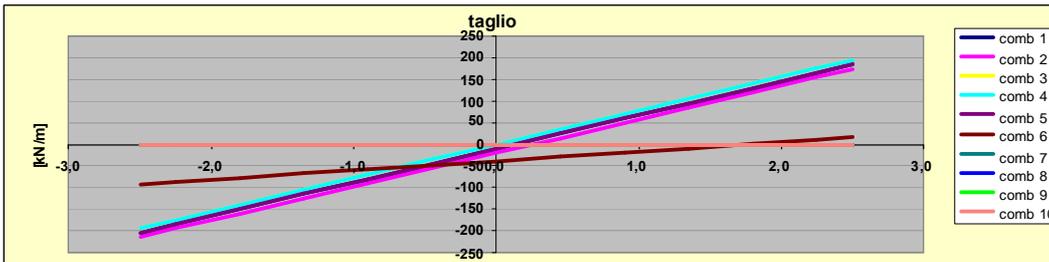
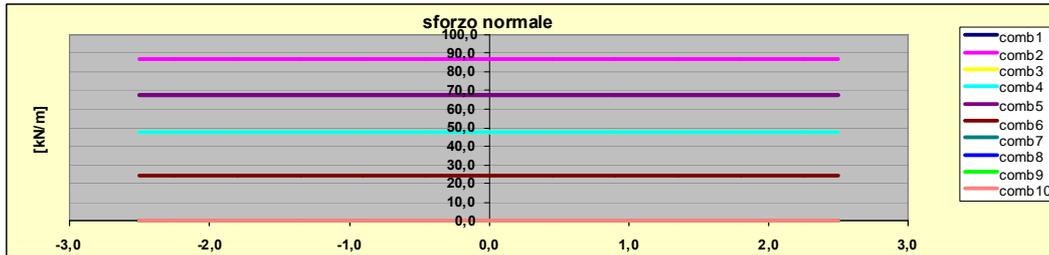
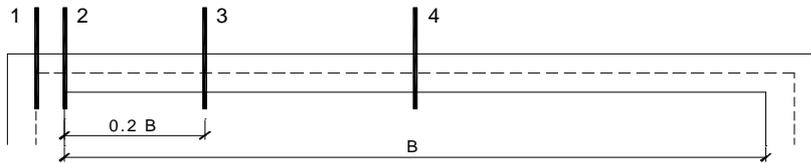
Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

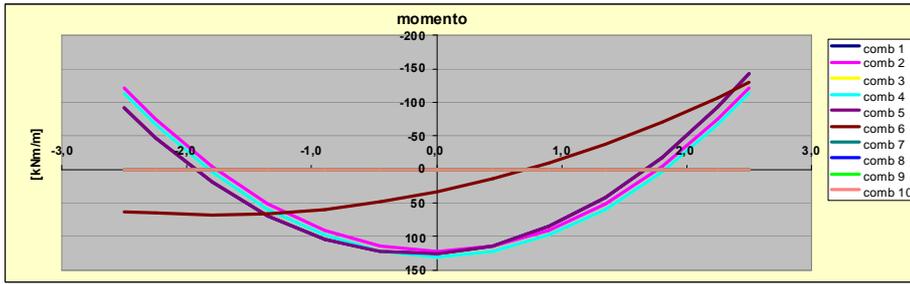
c_{min} = 2,00 (cm)

Valore limite di apertura delle fessure

w₂ = 0,3 mm

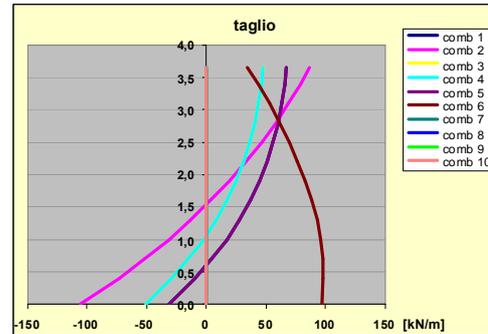
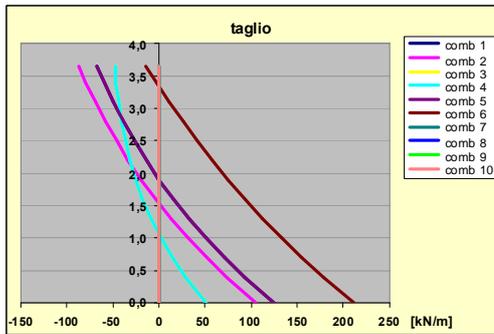
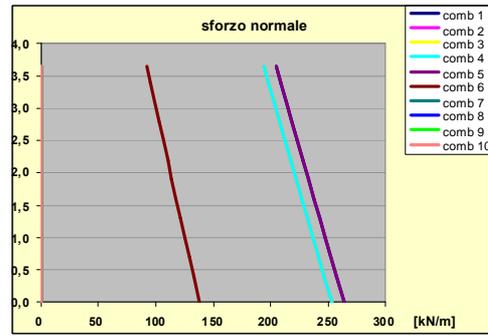
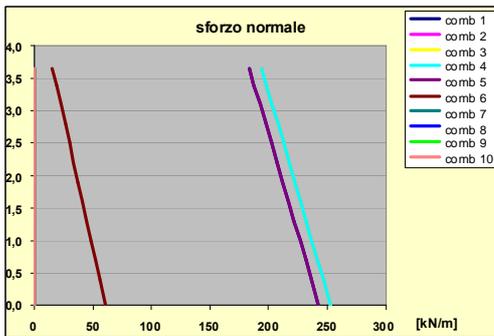
SOLETTA

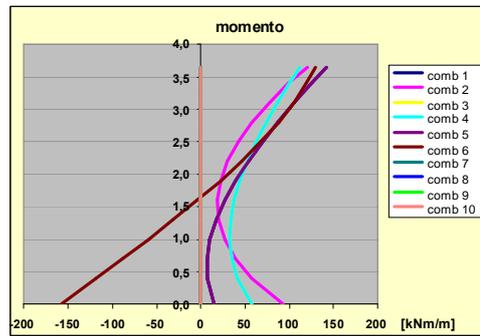
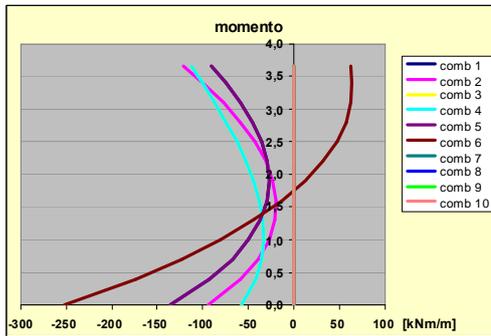




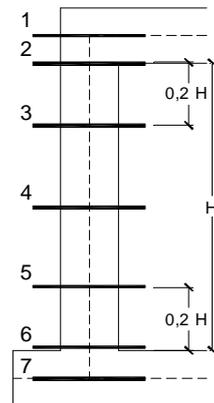
sez.	M	N	i	H	Af	A'f	Hc	H	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-142.1	67.2	20	20	16	16	4.54	189,05	0,146
2	-107.0	24.4	20	20	16	16	3.38	149,89	0,117
3 min	-37.7	24.4	20	20	16	16	1.21	48,25	0,037
3 max	69,1	67,2	20	20	16	16	2,26	82,14	0,062
4	130,0	47,5	20	20	16	16	4,13	176,87	0,137

PARETI

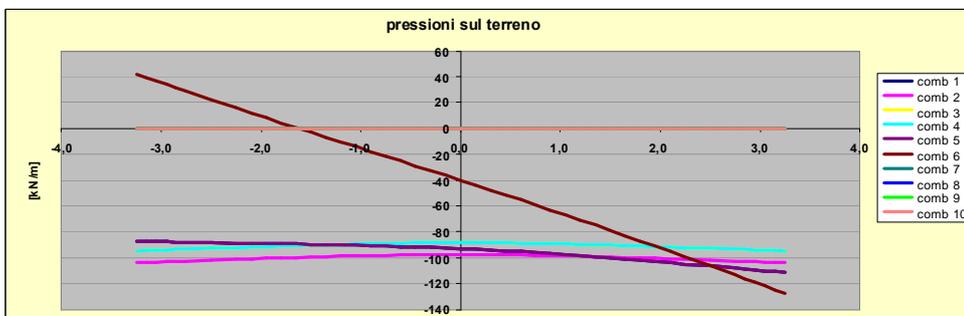


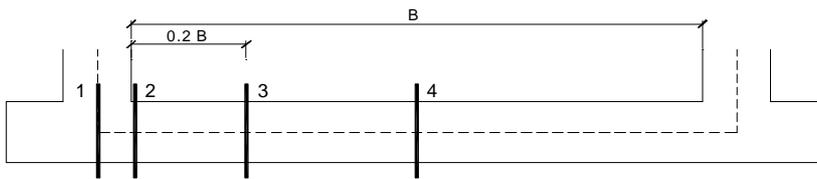
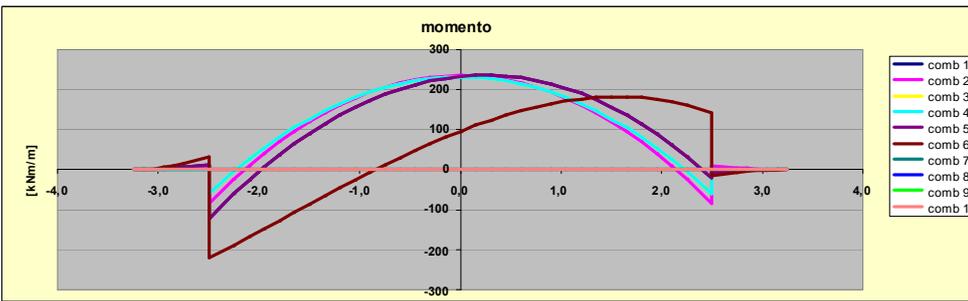
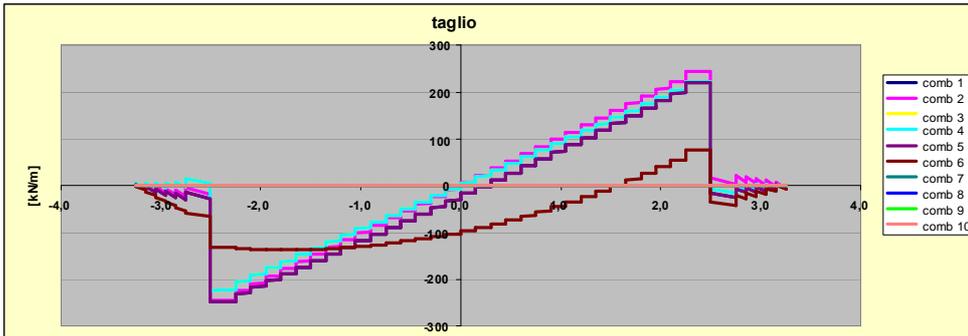
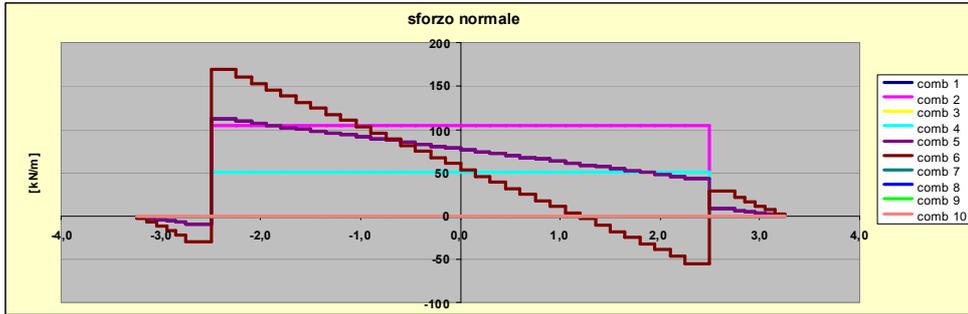


sez.	M	N	i	H	Af	A'f	Hc	H	wk	
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	
1	-142,1	204,2	20	16	10	10	5,77	231,58	0,196	
2	-125,5	208,2	20	16	10	10	5,10	192,34	0,161	
3 min	-87,9	102,7	20	16	10	10	3,56	153,52	0,132	
3 max	57,6	26,0	20	16	10	10	2,29	119,18	0,106	
4 min	-53,6	227,7	20	16	10	10	2,05	32,48	0,023	
4 max	32,5	33,5	20	16	10	10	1,31	58,64	0,051	
5 min	-80,5	48,5	20	16	10	10	3,22	161,04	0,142	
5 max	59,6	125,2	20	16	10	10	2,42	80,42	0,066	
6	-173,7	56,0	20	16	10	10	6,89	370,15	0,332	sez.non verificata
7	-251,6	61,0	20	16	10	10	9,94	545,40	0,585	sez.non verificata



FONDAZIONE





sez.	M	N	i	H	Af	A'f	Hc	H	wk	
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	
1	-221,2	169,8	20	20	16	16	3,37	146,62	0,137	
2	-188,4	169,8	20	20	16	16	2,88	118,00	0,110	
3 min	-66,4	124,7	20	20	16	16	1,00	25,51	0,022	
3 max	180,0	-10,4	20	20	16	16	-2,63	-155,47	0,605	sez.non verificata

MURO PARAONDE DEL MOLO SOPRAFLUTTO

Il muro ha altezza 4,30 m, con sezione variabile, di dimensioni 2,00 m alla base (a quota + 2,20 m) a 0,70 m in sommità (q. + 6,50 m).

È realizzato con un getto di calcestruzzo all'interno di casseri costituiti da predalle armate e tralicciate contrapposte. Un'altra piccola predalla prefabbricata è applicato successivamente sulla sommità, a protezione del getto in opera. Armature verticali di attesa, sia in corrispondenza dei fili esterni, che distribuite su allineamenti interni, garantiscono il collegamento alle strutture sottostanti dell'impalcato.

La spinta dell'onda sul muro è valutata con la formula di Sainflou.

I dati significativi sono:

altezza fondale di 15,34 m;

altezza d'onda di 4,54 m;

periodo dell'onda 10,08 s;

periodo di ritorno 250 anni.

La risultante della spinta triangolare sul molo è di 133,84 kN/m ed è applicata a 1,79 m s.l.m.m. Essa investe un'altezza di 5,37 m al di sopra del livello del medio mare. La pressione massima è di 49,64 kN/m.

Essendo posto il muro al di sopra di quota 2.20 m, dove la pressione è di 20,34 kN/m, il momento che sollecita il muro alla base vale

$$M = 20,34 \times (5,37 - 2,20)^2 / 2 / 3 = 34,06 \text{ kNm/m.}$$

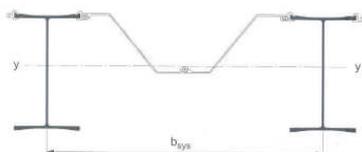
Pur amplificando tale valore per 1,5, trattandosi di azione variabile e trascurando il beneficio offerto dal peso proprio del muro, la quantità d'armatura richiesta è modesta.

Si utilizzano predalle armate con funzione di cassero, provviste di tralici con correnti $\phi 12/20$ in grado di assorbire le sollecitazioni indotte dai carichi agenti ed evitare la fessurazione del calcestruzzo.

PALANCOLATO HZ1080MA

Caratteristiche palancoato: HZ1080MA-12 / AZ13-770

Combination 12



Acciaio: S430GP

resistenza a snervamento f_{yk} 430MPa

resistenza a rottura 510MPa

Si verificano le sezioni più sollecitate, cerchiare nella tabella generale delle sollecitazioni più sfavorevoli

Tabella delle sollecitazioni massime su palancoato (Molo larghezza 10m)

		Statica (SLU)				Sismica (SLV)	
		SLU11		SLU12		Pseu.statica + Westergaard	
		Cavo onda	Cresta onda	Cavo onda	Cresta onda		
		1,5Q (sovraccarico) 1,5Q (onda) 1,5Q (bitta) ϕ^k		1,3Q (sovraccarico) 1,3Q (onda) 1,3Q (bitta) ϕ^k, rid		0,25Q (sovracc.) No onda No bitta ϕ^k	0,25Q (sovracc.) No onda No bitta ϕ^k, rid
PARATIA lato mare	M (kNm/m)	1872	1898	1770	1790	1290	2450
	T (kN/m)	450	328	365	312	250	783
PARATIA lato terra	M (kNm/m)	1833	983	1790	1140	990	1860
	T (kN/m)	377	360	345	311	189	381
Sollecitazione assiale in sommità (kN/m)		321	38	335	5	190	535

VERIFICA PALANCOLATO LATO MARE - LATO TERRA

HZ1080-MA	Acciaio S430GP: resistenza a snervamento 430MPa, resistenza a rottura 510MPa									
	M	T	N	W	A	σ	τ	σ_{id}	VERIFICA	f_{yd}
	(kg*cm/m)	(kg*cm/m)	(kg*cm/m)	(cm ³ /m)	(cm ² /m)	(kg ² /cm)	(kg ² /cm)	(kg ² /cm)		(kg ² /cm)
SLU11	18980000	32800	3800	7065	294	2699	112	2706	OK	4095
SLV	24500000	78300	53500	7065	294	3650	267	3679	OK	4095