

REVISIONE DEL

610. 2003



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA
LEGGE 29/11/1984 N. 798
ATTO ATTUATIVO N. 7395 DEL 23/11/1993 ALLA CONV. REP. 7191 DEL 04/10/1991

INTERVENTI PER L'ARRESTO E L'INVERSIONE DEI PROCESSI DI DEGRADO
DELLA LAGUNA


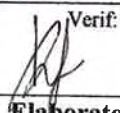
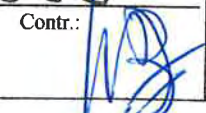


CONCESSIONARIO: CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL CANALE
INDUSTRIALE SUD A PORTO MARGHERA
4° STRALCIO – SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE

PROGETTO DEFINITIVO

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

Dicembre 2002

COORDINAMENTO	PROGETTAZIONE	
 CONSORZIO VENEZIA NUOVA Ing. JOHANN STOCKER Verif:  Contr.:  Elaborato I	 Protecno s.r.l. - Padova Direttori tecnici: Prof. Ing. A. Adami Dott. Ing. C. Comola Collaboratori: Dott. Ing. A. Venuti	 Responsabile della progettazione: Dott. Ing. V. Altieri Direttore Tecnico: Dott. Ing. E. Altieri

149/002/RT04/EE/021215/2 M 0016 PD RL A 0004 rev.02

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

SOMMARIO

1.	PREMESSA	6
2.	OPERE STRUTTURALI DI CONTERMINAZIONE	7
2.1.	GENERALITÀ	7
2.1.1.	Le palancole	9
2.1.2.	Il cordolo ed i tiranti	11
2.1.3.	La geometria	13
2.1.4.	Aspetti inerenti la qualità delle forniture	15
2.1.5.	Infissione e sigillatura	16
2.1.6.	Opere idrauliche di drenaggio	17
2.2.	DEFINIZIONE DEL PROBLEMA STRUTTURALE	18
2.2.1.	Condizioni di carico	18
2.2.2.	Geotecnica di riferimento	21
2.2.3.	Descrizione delle sezioni tipo	22
2.3.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE STRUTTURE	24
2.3.1.	Normativa di riferimento	24

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.3.2. Materiali di progetto	25
2.3.3. Verifica delle strutture mediante analisi tensionale e deformativa del complesso palancola-terreno	25
2.3.4. Intervento 1E – Attraversamento area Decal	26
2.3.5. Intervento 1F – vertice convesso in area 43 ettari	30
2.3.5.1. <i>Modello di calcolo</i>	34
2.3.5.2. <i>Verifica del palancolato lato Nord</i>	35
2.3.5.3. <i>Verifica del palancolato lato Ovest (bacino di evoluzione)</i>	38
2.3.5.4. <i>Verifica dell'equilibrio</i>	42
2.3.5.5. <i>Verifica della capacità portante della palificata</i>	45
2.3.6. Dimensionamento dei fender	47
2.4. ELEMENTI PROGETTUALI DI DETTAGLIO	51
2.4.1. Sistema di ancoraggio delle barre e dei tiranti	51
2.4.2. Cordolo di irrigidimento	52
2.4.2.1. <i>Armature</i>	52
2.4.2.2. <i>Effetto della presenza della condotta</i>	52
2.4.2.3. <i>Giunti strutturali</i>	53

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.4.2.4.	<i>Rivestimento esterno</i>	55
3.	CONDOTTA DI ADDUZIONE DELLE ACQUE METEORICHE.	57
4.	PIANO BANCHINA	59
5.	DURABILITÀ DELLE STRUTTURE METALLICHE	61
5.1.	STRUTTURE FISSE IMMERSE IN ACQUA SALMASTRA	63
5.2.	VELOCITÀ DI CORROSIONE	65
5.3.	LA PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE	71
5.3.1.	Rivestimento sommitale in cemento armato	72
5.3.2.	Sovradimensionamento	73
5.3.3.	Leghe speciali	76
5.3.4.	Protezione catodica	77
5.3.5.	Misure preventive in fase esecutiva e di esercizio	81
5.3.6.	Protezione dei tiranti contro la corrosione	81
5.4.	IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA A CORRENTE IMPRESSA	84
5.4.1.	Introduzione	84

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

5.4.2. Descrizione dell'opera da proteggere	85
5.4.3. Misure preliminari	86
5.4.3.1. <i>Resistività del terreno</i>	86
5.4.3.2. <i>Stato elettrico naturale</i>	88
5.4.4. Dati progettuali	89
5.4.4.1. <i>Vita di progetto</i>	89
5.4.4.2. <i>Potenziali di protezione</i>	89
5.4.4.3. <i>Aree delle strutture da proteggere</i>	90
5.4.4.4. <i>Densità delle correnti di protezione</i>	91
5.4.4.5. <i>Caratteristiche anodiche</i>	91
5.4.5. Dimensionamento protezione catodica	92
5.4.5.1. <i>Correnti di protezione richieste</i>	92
5.4.6. Dimensionamento catene anodiche	94
5.4.6.1. <i>Resistenza anodica dei dispersori</i>	97
5.4.7. Dimensionamento degli alimentatori catodici	97
5.4.7.1. <i>Correnti nominali</i>	98
5.4.7.2. <i>Tensioni nominali</i>	99
5.4.8. Monitoraggio stato elettrico	100

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

5.4.9. Caratteristiche materiali	102
5.4.9.1. <i>Alimentatori catodici</i>	102
5.4.9.2. <i>Catene Anodiche</i>	103
5.4.10. Elettrodi di riferimento	103
5.4.11. Cavi elettrici	104
6. ALLEGATO 1 – RELAZIONE DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IN SPONDA.	105
7. ALLEGATO 2 – OUTPUT PARATIE 6.0 INTERVENTO 1F LATO NORD	106
8. ALLEGATO 3 – OUTPUT PARATIE 6.0 INTERVENTO 1F LATO OVEST (BACINO DI EVOLUZIONE)	107

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

1. PREMESSA

Il presente progetto riguarda la sistemazione di circa 4 km di sponda del Canale Industriale Sud, coinvolgendo la darsena terminale per l'intero suo perimetro, tutta la sponda sud fino al bacino di evoluzione n.4 e un breve tratto di raccordo con la sponda ovest del canale Malamocco-Marghera in adiacenza all'area di proprietà del depuratore VESTA di Fusina.

Nel presente progetto definitivo vengono riprese e ulteriormente sviluppate le considerazioni e le analisi svolte in fase preliminare: le opere comprese nel prosieguo intendono rispondere ai problemi ambientali riscontrati nell'area di Porto Marghera e provvedere alla ristrutturazione, alla ricostruzione o alla costruzione ex novo delle banchine attualmente non compatibili con il piano di dragaggio previsto dal vigente Piano Portuale e comunque tali da non garantire l'impermeabilità della sponda.

Il presente progetto ha inoltre recepito quanto previsto dal Progetto Integrato Fusina della Regione Veneto¹ relativamente al collettamento delle acque meteoriche potenzialmente inquinate provenienti dalle aree industriali e

¹ cfr. lettera Giunta Regionale Prot n. 1020/02 del 04/10/02

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

alla previsione di realizzare idonei volumi di invaso a tergo del marginamento della sponda adiacente al depuratore di Fusina (circa 75000 m³ lungo l'estremo orientale della sponda sud del C.I. Sud e circa 2000 m³ in prossimità della spalla nord del ponte tubi).

La presente relazione ha lo scopo di illustrare il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali inclusi nel progetto. I dettagli del calcolo dei banchinamenti e dei marginamenti sono presentati nell'Allegato 1, ad eccezione degli interventi puntuali 1E ed 1F riportati nel corpo della relazione. Sono state inoltre prese in considerazione le problematiche inerenti la durabilità delle strutture, con particolare attenzione al fenomeno della corrosione per le palancole metalliche, specificando le possibili soluzioni e dimensionando l'impianto di protezione catodica a corrente impressa adottato per la protezione delle palancole strutturali delle banchine.

2. OPERE STRUTTURALI DI CONTERMINAZIONE

2.1. Generalità

Il Canale Industriale Sud è interessato da un intenso traffico di natanti anche di notevole stazza (fino a 300'000 t), destinati soprattutto all'attracco presso le banchine industriali presenti lungo il suo perimetro: insieme

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

ai fenomeni naturali comunque in atto (correnti indotte dalle maree, venti, ecc.), le navi in transito inducono azioni erosive nei confronti delle sponde tali da produrre progressivamente un fenomeno di erosione della sponda e diffusione nell'ambiente lagunare di sedimenti inquinati.

Per quanto concerne la parte strutturale dell'opera, sono state analizzate diverse soluzioni progettuali compatibilmente con il tipo di stratigrafia riscontrata, i sovraccarichi previsti e lo sbalzo² sul lato acqua. Si rimanda all'elaborato specifico per quanto concerne la trattazione dell'iter che ha portato all'individuazione delle tipologie progettuali prescelte ("Analisi multicriteri delle alternative progettuali" elaborato F).

Ad evitare che la parte profonda delle opere comporti alcuna alterazione sostanziale dell'assetto idrogeologico degli acquiferi più profondi (ed in particolare della cosiddetta "seconda falda in pressione"), il piede dei palancolati è finestrato: è a questo che ci si riferisce quando nel prosieguo si parla di lunghezze alternate. Lo studio delle possibili alterazioni indotte dalla presenza del palancolato sulla "seconda falda in pressione" è stato affrontato nella Relazione tecnica circa gli effetti delle opere in sponda sulle

² porzione di palancola corrispondente all'altezza fuori acqua, più il tirante in accosto

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

falde (elaborato E), in cui si conclude che le opere in sponda non comportano importanti variazioni delle isopieze.

2.1.1. Le palancole

Le conterminazioni sono ovunque costituite da un palancolato metallico realizzato con profili diversi a seconda delle tipologie di intervento individuate in base alla destinazione d'uso della sponda, della profondità in accosto, delle eventuali interferenze con manufatti preesistenti.

Le palancole impiegate nel presente progetto sono la palancola tipo Larssen 430 e le palancole tipo Salzgitter di cui si utilizzano delle sezioni composte dai seguenti elementi: PSp1000 più PZi612; PSp1000 doppia più PZi612; PSp1013 più PZi612.

Di seguito è presentata una schematizzazione delle palancole sopra menzionate.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

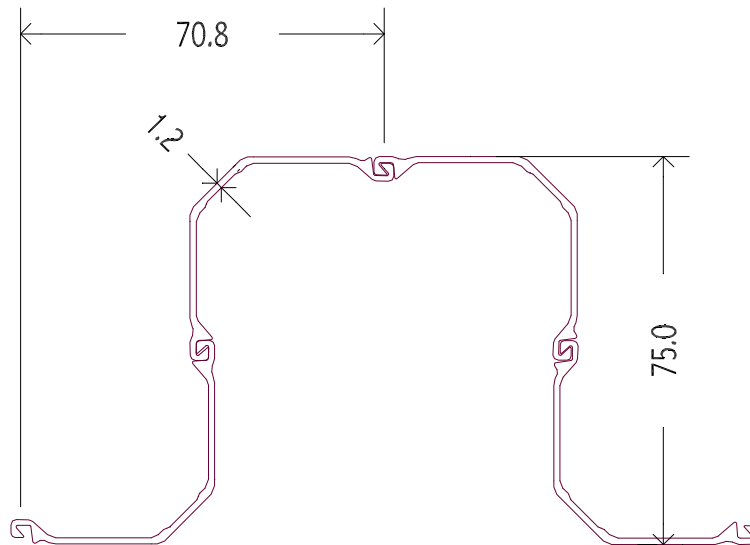


Figura 2.1: sezione tipo del profilo tipo Larssen 430 – qui sono raffigurate due coppie di elementi S e Z che compongono il doppio modulo fondamentale – i gargami punzonati e sigillati in stabilimento sono quelli in corrispondenza dei giunti posti nella mezzeria degli elementi verticali (che necessitano di connessione al taglio) riportati in figura – le dimensioni riportate sono espresse in cm

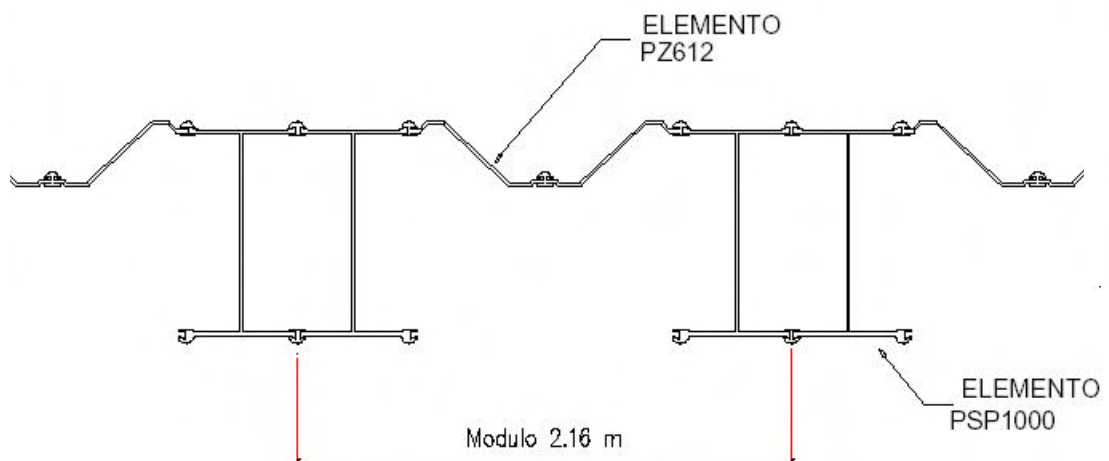


Figura 2.2 sezione tipo del profilo PSp1000 doppia più PZi612 – qui sono raffigurate una doppia coppia di palancole tipo PSp1000 giuntate tramite saldatura all'interno dei ganci centrali e provviste di gargami di irrigidimento alle estremità libere, e connesse con le palancole intermedie PZi612 doppie saldate tra di loro all'interno del gancio centrale.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

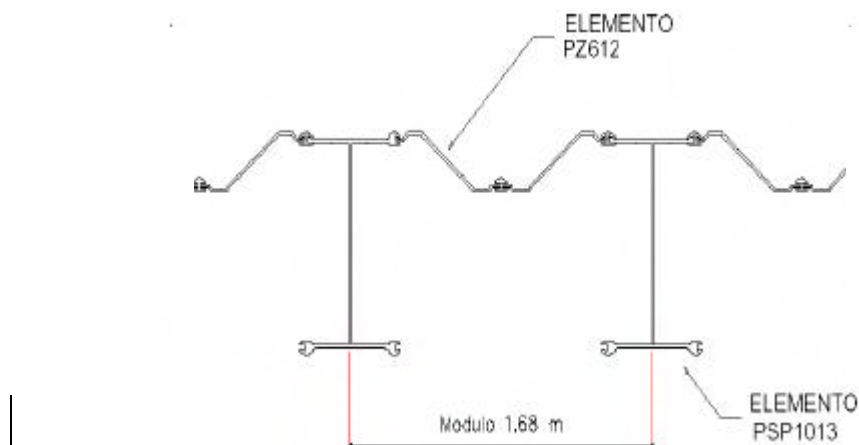


Figura 2.3 sezione tipo del profilo PSp1013 più PZi612 – qui sono raffigurate due palancole tipo PSp1013 provviste di gargami di irrigidimento alle estremità libere e connesse con le palancole intermedie PZi612 doppie giuntate tra di loro tramite saldatura all'interno del gancio centrale.

2.1.2. Il cordolo ed i tiranti

Al di sopra della testa delle palancole è prevista la realizzazione di un cordolo di coronamento in calcestruzzo armato, di dimensioni variabili in funzione delle palancole utilizzate e della eventuale presenza del collettore per l'adduzione delle acque di pioggia, provenienti dall'area industriale, all'impianto VESTA. Tale cordolo ha la funzione di ripartire le azioni orizzontali derivanti dai sovraccarichi di monte, nel caso del palancolato non tirantato, e le azioni puntuali dei tiranti nel caso delle palancole tirantate.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Per garantire la permanenza di un idoneo franco nei confronti della sommersione dell'opera strutturale, anche in condizioni di alta marea ed in presenza di flutti, la quota sommitale del complesso palanca-cordolo è fissata a +2.10 m s.m.m.. Il cordolo verrà inoltre prolungato fino alla quota di -2 m s.m.m. in modo da proteggere le palancole contro la corrosione proprio in corrispondenza della fascia in cui l'ambiente marino è più aggressivo (cfr. capitolo 5)

I tiranti sono costituiti da trefoli di acciaio armonico in numero ed interasse dipendente dall'azione di tiro che di volta in volta si dimostra essere necessaria a garantire la stabilità della struttura: nel tirante sono distinguibili delle porzioni relativamente ad ognuna delle quali in fase esecutiva sarà necessario definire il dettaglio costruttivo e dimensionale. Le parti sono chiaramente comprensibili a partire dal disegno riportato di seguito.

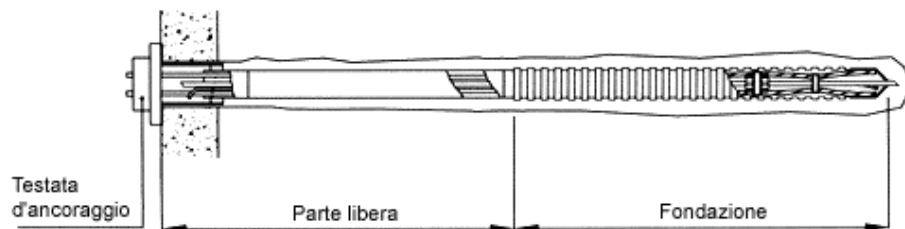


Figura 2.4: schema delle parti costituenti un tirante

La lunghezza libera, come si è detto, deve permettere di trasferire a porzioni “buone” di terreno l'azione di tiro: la porzione di terreno che meglio si presta a servire a tale

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

funzione è quella che non è soggetta a coinvolgere la struttura a causa delle tensioni di cui si fa carico in seguito all'azione di tiro.

Al fine di garantire una congrua superficie d'attrito nella parte di ammarro, prima della infissione e dell'iniezione del tirante si è previsto di realizzare una colonna di jet-grouting, di diametro non inferiore a 60 cm.

Il comportamento tensionale e deformativo del complesso palancola-terreno è legato non solo alle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati dalle strutture, ma chiaramente anche ai sovraccarichi che è lecito assumere stante la prevedibile destinazione d'uso della fascia immediatamente a tergo del palancolato.

2.1.3. La geometria

L'adozione delle diverse tipologie scaturisce dunque dagli oneri strutturali cui sottostanno i diversi tratti di sponda, questi essendo funzione della destinazione d'uso (banchina o mera conterminazione) o della geometria di scavo (ovvero della profondità del fondale in accosto).

Il massimo tirante all'accosto, desumibile dalle previsioni del vigente Piano Portuale (quello del 1965 ed il suo aggiornamento del 1999) è calcolato una volta nota la

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

larghezza della cunetta da dragare alla massima profondità³, la larghezza della scarpa e la sua inclinazione secondo la semplice formula seguente:

$$H_{accosto} = H_{cunetta} - L_{scarpa} \cdot i_{scarpa}$$

In particolare, la i_{scarpa} è prevista pari ad 1/3, dato che i circa 18° corrispondenti sono pari all'angolo di naturale declivio dei materiali che costituiscono il fondo, in presenza di intensa idrodinamica.

L_{scarpa} corrisponde alla larghezza della scarpa misurata in piano dalla linea di dragaggio alla sponda e varia fra un massimo di 24 m, quando lo sbalzo è di 6 m, fino a zero nei due tratti con sbalzo complessivo di 14 m.

Ad ulteriore garanzia di sicurezza sono stati effettuati i calcoli strutturali considerando un dislivello fra il pelo libero del canale a valle del palancolato ed il livello di falda a tergo⁴ di 1.0 m.

³ si sottolinea che il dragaggio necessario affinché il canale sia dotato delle batimetrie di Piano Portuale (cunetta navigabile a quota – 12.0 m s.m.m.) non è a carico della presente progettazione

⁴ tale dislivello intende tenere conto della possibilità di un rapido abbassamento di marea o di un parziale malfunzionamento del sistema drenante

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.1.4. Aspetti inerenti la qualità delle forniture

Le palancole metalliche garantiscono ottime prestazioni a costi addirittura minori di quelli necessari alla realizzazione di opere in calcestruzzo; essendo materiali prodotti con processi controllati in stabilimento ed essendo caratterizzati da limitate incertezze connesse alla posa in opera, è possibile avere garanzie funzionali decisamente maggiori che nel caso di opere realizzate direttamente in cantiere.

Le conoscenze tecniche e le esperienze maturate nel corso di analoghe realizzazioni, sia sul fronte della produzione che su quello della progettazione, permettono ottime garanzie sulle prestazioni dell'opera finita.

Le palancole metalliche tipo Larssen 430 sono munite di apposito giunto impermeabile che si sviluppa per un massimo di 8 m dalla sommità all'interno del gargame⁵. Le palancole vengono fornite dallo stabilimento di produzione a coppie di moduli sagomate a S o a Z; le due parti giuntate in stabilimento vengono provviste di guarnizione impermeabile di tipo poliuretano, vengono saldate in corrispondenza delle due estremità e punzonate nella parte restante cosicché

⁵ lunghezze maggiori sono possibili dal punto di vista della produzione ma non si ritiene che possano garantire prestazioni migliori.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

in definitiva la coppia è di fatto un unum strutturale impermeabile. Le palancole tipo Larssen 430 dovranno essere fornite già provviste del foro per l'infissione dei tiranti. Infatti la posizione del tirante risulta essere sempre in corrispondenza delle giunzioni tra moduli "S" e "Z" e ciò renderebbe complicata la foratura della palanca in opera.

L'altro tipo di palancole utilizzate è costituito da profili composti da sezioni tipo Salzgitter PSp1000 (doppie o singole) o PSp1013 unite alle PZi612 tramite gargami di collegamento. Gli elementi PSp1000 doppi e le PZi612 vengono forniti dagli stabilimenti di produzione già giuntati cosicché costituiscono un unum strutturale impermeabile.

2.1.5. Infissione e sigillatura

L'infissione può avere luogo o per mezzo di battitura o per vibrazione o ancora con l'ausilio di jetting.

Ad una palanca già infissa si accosta quella ancora da infiggere assicurando in questo modo la assoluta continuità fra gli elementi accostati.

La palanca da infiggere è quella in possesso del giunto plastico poliuretano nel proprio gargame così da limitare lo sfregamento che, se eccessivo, ne comprometterebbe la funzionalità.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Il contatto fra le acque di falda ed il palancoato nella zona più delicata per ciò che concerne la corrosione (cfr. capitolo 5) è impedito dal cordolo stesso, dal momento che esso permette la sigillatura in calcestruzzo fino alla quota di -2.0 m s.m.m..

2.1.6. Opere idrauliche di drenaggio

A tergo del palancoato è prevista la realizzazione di una zona di drenaggio costituita da un apposito tubo microfessurato per intercettare il flusso delle falde di monte. Il dimensionamento ed i dettagli di tali dispositivi sono trattati nella relazione specifica circa il dimensionamento degli impianti di drenaggio.

Per ciò che riguarda direttamente gli aspetti strutturali, detto drenaggio esplica più di una funzione e specificamente permette di:

- impedire squilibri piezometrici fra la falda a tergo dell'opera ed il canale antistante che causerebbero ripercussioni negative sulla stabilità dell'opera;
- raccogliere le acque filtrate e poi convogliarle agli impianti di depurazione attraverso gli strati spesso inquinati che costituiscono il riporto superficiale delle aree da conterminare limitando nel contempo il contatto delle acque potenzialmente aggressive con il palancoato;

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- evitare di innescare alterazioni dello stato tensionale dei terreni a monte legati alla variazione del livello della falda che si avrebbe senza drenaggio per effetto della presenza di opere impermeabili sul perimetro spondale; la variazione dello stato tensionale dei terreni a tergo potrebbe rivelarsi deleteria per la stabilità degli insediamenti presenti.

2.2. Definizione del problema strutturale

2.2.1. Condizioni di carico

Per ciò che concerne le condizioni di carico si è proceduto assumendo i riferimenti in relazione alle esigenze dei frontisti o alle comunicazioni dell'APV, con criteri comunque conservativi.

I carichi sui terreni a tergo delle palancole che le analisi che seguono hanno preso in considerazione sono diversificati in funzione degli usi previsti per gli specifici tratti di sponda ed in funzione della geometria del particolare tratto.

I carichi sono distinti in concentrati e distribuiti e l'analisi condotta deve essere diversificata di conseguenza: infatti nel caso dei carichi uniformemente distribuiti la rappresentazione e dunque lo studio del comportamento dell'opera è tipicamente bidimensionale (le tensioni e le

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

deformazioni variano solo nel piano verticale perpendicolare alla sponda), mentre nel caso dei carichi concentrati non è possibile evitare di ricondurre l'analisi a rappresentazioni tridimensionali.

Nello specifico, si è ritenuto sufficiente far riferimento ad un sovraccarico distribuito di 5 kPa/m^2 o 10 kPa nel caso delle sole conterminazioni e di 50 kPa/m^2 o 30 kPa/m^2 a seconda della specifica destinazione d'uso nel caso della banchina: in particolare i 5 kPa/m^2 sono sufficienti a valutare il comportamento della struttura in relazione a carichi di tipo pedonale o conseguenti ad una copertura nevosa.

Sulle banchine in cui è previsto l'uso del carroponente si è ipotizzato l'utilizzo di una struttura con binari a scartamento pari a 9.2 m che scarica il suo peso pari a 560 t su quattro appoggi di larghezza 1 m , essendo quest'ultima la condizione di carico più gravosa per la struttura, rispetto alle altre tipologie di carroponente esistenti che prevedono uno scartamento tra i binari di 12 , 16 o 19.2 m . In fase di progetto esecutivo si intende raccogliere un maggior numero di informazioni riguardo alle probabili tipologie di carroponente che i frontisti intendono utilizzare per ciascun tratto di banchina in modo da definire meglio i dettagli della progettazione.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Per ogni caso si è assunto un dislivello fra falda a tergo e pelo libero del canale a valle cautelativamente pari ad 1.0 m: tale circostanza può effettivamente avere luogo nel caso in cui dovesse risultare temporaneamente inefficiente il sistema di drenaggio.

Poiché manca un congruo *fetch* in direzione ortogonale alle sponde, non sono certamente da considerare le onde generate dal vento. Le onde maggiori derivano quindi dal transito di natanti nel canale e pertanto investono le sponde con un certo angolo legato alla velocità del natante stesso: in ogni caso le navi in transito comportano un'oscillazione del pelo libero in una porzione limitata di sponda e per un tempo di breve durata, tale per cui si può ragionevolmente assumere che l'effetto sia ridistribuito lungo la struttura.

Nella fase progettuale successiva alla presente si dovrà fare riferimento alla presenza a tergo della sponda di un carico (riconducibile per esempio ad un mezzo pesante inteso come carico concentrato) distribuito su di un'impronta finita posta ad una certa distanza dall'asse del palancoato.

Considerato quanto appena esposto e ferma restando l'opportunità di approfondire la verifica in occasione della fase esecutiva della progettazione, anche nel caso della banchina è del tutto inverosimile che un carico verticale possa comportare azioni sul cordolo maggiori di quelle derivanti dai tiranti.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

La forza derivante da una nave in ormeggio agente in corrispondenza di una bitta (80 t ogni 25 m) è stata introdotta nel calcolo come una forza distribuita su un fronte di palancole largo 25 m non altera in alcun modo le attuali previsioni, tuttavia in corrispondenza della bitta si è voluto rendere la struttura più rigida con due tiranti aggiuntivi oppure barre di diametro maggiore e un tirante supplementare, a seconda della tipologia di intervento.

2.2.2. Geotecnica di riferimento

Le condizioni di riferimento, dal punto di vista dell'analisi della stabilità del complesso palancole-terreno, sono sempre quelle drenate, pur interessando terreni di granulometria tipicamente fine e di bassa permeabilità: tale assunzione è cautelativa ed è legittimata dall'esigenza di garantire la stabilità dell'opera a lungo termine (quando cioè le sovrappressioni interstiziali, derivate da una variazione delle azioni consegnate alla struttura, siano state dissipate), stanti sia i carichi distribuiti, sia quelli concentrati.

Per quanto riguarda l'individuazione delle stratigrafie tipo e le relative caratteristiche geotecniche utilizzate nei calcoli si rimanda alla relazione geotecnica (elaborato D) e alla relazione di calcolo (allegato 1).

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.2.3. Descrizione delle sezioni tipo

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche
delle opere strutturali in progetto:

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

TIPO	sovracc. max				TIPOLOGIA TIRANTI						dimensione cordolo	collettore acque meteoriche	NOTE
		profondità in accosto [m s.m.m.]	Tipo palancola	Lunghezza palancola [m]	Tipo	interasse	quota testa [m s.m.m.]	inclin.	Ltot (m)	tipo bulbo			
1A	50 kPa	-12.0	palancole strutturali Fe 510 W=6887m ³ /m composte da elementi portanti e elementi di tenuta	alternate da 15 m (da -1.0 a -16.0 m s.m.m.) e 22 m (da +1.0 a -21.0 m s.m.m.)	Tiranti in 6 trefoli	int.medio 0,85 m	-1.0	28°/32°	28	jet-grouting ϕ 0.6m	1,80 X 4,10 m	NO	banchina senza carroponte
1B	30 kPa	-12.0	palancole tipo Larssen 430 Fe 510 a pettine	alternate da 22 m (da +1.0 a -21.0 m s.m.m.) e da 16 m (da 0.0 a -16.0 m s.m.m.)	Tiranti in 8 trefoli	1,415 m	-1.0	28°/35°	29 / 28	jet-grouting ϕ 0.7m	3,10 X 4,10 m	Si	banchina con carroponte
1C	50 kPa	-12.0	palancole strutturali Fe 510 W=8060cm ³ /m composte da elementi portanti e elementi di tenuta	alternate da 15 m (da -1 a -16 m s.m.m.) e da 22,3 (da +1,3 a -21.0 m s.m.m.)	Barre + Tiranti in 8 trefoli	1,68m x barre/ 1,12m x tiranti	1.0	barre orizzontali da 4"+ tiranti incl.30°/35°	31 / 29	jet-grouting ϕ 0.6m	3,52 X 4,10 m	Si	banchina con carroponte e cordolo di contrasto a tergo
1D	50 kPa	-12.0	palancole strutturali Fe 510 W=10600cm ³ /m composte da elementi portanti e elementi di tenuta	alternate da 15 m (da -1 a -16m s.m.m.) e da 22,3 m (da +1,3 a -21.0m s.m.m.)	Barre + Tiranti in 8 trefoli	2,16m x barre/ 1,08m x tiranti	1.0	barre orizzontali da 4 ^{3/4} + tiranti incl.30°/35°	31 / 30	jet-grouting ϕ 0.6m	3,52 X 4,10 m	Si	banchina con carroponte e cordolo di contrasto a tergo
1E	/	-12.0	La soluzione strutturale, prevista in corrispondenza dell'attraversamento delle condotte in subalveo in area Decal, prevede la realizzazione di risvolti con palancole strutturali del tipo utilizzato per l'intervento 1D										
1F	50 kPa	-12.0	La soluzione strutturale, prevista in corrispondenza dello "spigolo" ovest del bacino di evoluzione del C.I. Sud, prevede la realizzazione di una struttura a cassone formata da palancolati metallici analoghi a quelli previsti per l'intervento 4B nel tratto della darsena e all'intervento 1C nel tratto 43 Ha										
2A	50 kPa	-12.0	La soluzione strutturale è quella prevista per l'intervento 1D, ma con sola predisposizione alla tirantatura										
2B	50 kPa	-12.0	La soluzione strutturale è quella prevista per l'intervento 1C, ma con sola predisposizione alla tirantatura										
3A	10 kPa	-12.0	palancole tipo Larssen 430 Fe 510 a pettine	alternate da 16 m (da +0,5 a -15,5 m s.m.m.) e da 22 m (da +1.5 a -20,5 m s.m.m.)	Tiranti in 5 trefoli	1,415 m	1.0	28°/35°	30 / 28	jet-grouting ϕ 0.6m	1,30 x 4,10 m	NO	/
3B	10 kPa	-12.0	palancole tipo Larssen 430 Fe 510 a pettine	alternate da 16 m (da -0.25 a -16.25 m s.m.m.) e da 20 m (da -1.25 a -21.25 m s.m.m.)	Tiranti in 5 trefoli	1,415 m	-0.5	28°/35°	30 / 28	jet-grouting ϕ 0.6m	2.22 X 4,10 m	Si	/
3C	10 kPa	-12.0	palancole tipo Larssen 430 Fe 430 a pettine	alternate da 16 m (da +0,5 a -15,5 m s.m.m.) e da 22 m (da +1,5 a -20,5 m s.m.m.)	A tergo dell'opera strutturale è prevista una vasca di invaso a carico del Progetto Integrato Fusina, la cui realizzazione dovrà avvenire contestualmente all'opera di marginamento o in ogni caso prima del dragaggio alla -12.0 in accosto all'opera							NO	/
3D	10 kPa	-12.0	palancole tipo Larssen 430 Fe 430 a pettine	alternate da 16 m (da +0,5 a -15,5 m s.m.m.) e da 20 m (da -0,5 a -20,5 m s.m.m.)	A tergo dell'opera strutturale è prevista una vasca di invaso a carico del Progetto Integrato Fusina, la cui realizzazione dovrà avvenire contestualmente all'opera di marginamento o in ogni caso prima del dragaggio alla -12.0 in accosto all'opera							NO	/
4A	5 kPa	-4.0	palancole tipo Larssen 430 Fe 430 a pettine	da 16 m (da +1 a -15 m s.m.m e da -1 a -17 m s.m.m.)	/	/	/	/	/	/	1,30 x 4,10 m	NO	/
4B	5 kPa	-4.0	palancole tipo Larssen 607 Fe 430 a pettine	da 14 m (da -0,25 a -14.25 m s.m.m. e da -1.25 a -15.25 m s.m.m.)	Tiranti in 4 trefoli	3.6	-0.5	35°	30.5	in malta cementizia ϕ 0.35m	2.22 X 4,10 m	Si	/
5	5 kPa	-2.0	palancole tipo Larssen 605 Fe 430 a pettine	da 12 m (da +1.0 a -11.0m s.m.m. e da 0.0 a - 12.0 m s.m.m.)	/	/	/	/	/	/	0,8 x 4,10 m	NO	/
6	Diaframma plastico spessore 0.5 m, lunghezza 12 m												
7	Barriera in micropali ϕ 0.30 m accostati e compenetrati, lunghezza 12 m.												
8	Adeguamento scarico esistente												
9	Sigillatura palancolati ad opere esistenti mediante riempimento con materiale bentonitico.												
10	Taglione impermeabile in materiale bentonitico spessore 1.20 m, lunghezza 6 m												

2.3. Dimensionamento e verifica delle strutture

2.3.1. Normativa di riferimento

Ciò che segue è stato sviluppato in ottemperanza delle seguenti disposizioni legislative:

DECRETO MINISTERIALE 9 gennaio 1996

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

DECRETO MINISTERIALE 16 gennaio 1996

Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

DECRETO MINISTERIALE 11 marzo 1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni della progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

CIRCOLARE MINISTERO LL.PP. 4 LUGLIO 1996, n. 156AA.GG./STC

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei cariche e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.3.2. Materiali di progetto

Per la realizzazione delle strutture in oggetto, sono prescritti i seguenti materiali base:

- calcestruzzo magrone per opere di sottofondazione
 $R_{ck} \geq 20 \text{ N/mm}^2$;
- calcestruzzo per platea e strutture in elevazione
 $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$;
- acciaio d'armatura FeB44k controllato;
- Carpenteria metallica Fe 430 e Fe510;
- Acciaio armonico in trefoli da 0.6" per la realizzazione dei tiranti e caratterizzati da un $F_{ptk} \geq 260 \text{ kN}$

2.3.3. Verifica delle strutture mediante analisi tensionale e deformativa del complesso palancola-terreno

La verifica delle opere strutturali in progetto, ad eccezione dei due interventi puntuali 1E ed 1F, è stata condotta mediante analisi agli elementi finiti utilizzando il programma PLAXIS, che, modellando il complesso delle strutture e le interazioni che sussistono fra opere e terreno con riferimento ad un modello costitutivo elasto-plastico, consente di effettuare una valutazione sia delle azioni nelle

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

strutture che del comportamento del terreno e quindi delle deformazioni.

I risultati delle verifiche svolte sono illustrati nella relazione di calcolo (allegato 1).

2.3.4. Intervento 1E – Attraversamento area Decal

In area Decal, in corrispondenza del limite di proprietà con l'area denominata "43 ETTARI", sono presenti due gasdotti che intercettano il filo esterno della prevista opera di conterminazione con un angolo nel piano orizzontale di 22° ad una quota di circa -14 m s.m.m.. In tale area l'intervento previsto è quello denominato 1D con palancole di tipo PSp 1000 doppie e tipo PZi 612 collegate tramite barre ad una palificata tirantata posta alle spalle e distante 9.2 m dall'asse del palancolato. Il piede delle palancole sarà posto alternativamente a quota -16 m s.m.m. e quota -21 m s.m.m..

Si presenta dunque il problema dell'interferenza delle condotte con il palancolato: per motivi di sicurezza (rischio di incendio e scoppio a seguito dell'accidentale danneggiamento delle condotte) è bene prevedere che le strutture di conterminazione si interrompano ad una adeguata distanza dai gasdotti.

La soluzione individuata nel presente progetto prevede:

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- l'interruzione del piano banchina in prossimità delle condotte per un tratto di 10.6 m, in considerazione del fatto che le imbarcazioni non hanno la necessità di accostare in corrispondenza del limite di proprietà e che quindi è possibile interrompere anche i binari del carroponte;
- di far continuare dritta la condotta fognaria alloggiata all'interno del cordolo non interrompendolo; esso risulterà perciò sospeso per un tratto di 10.6 m;
- la realizzazione di risvolti arretrando il marginamento di 24 m e utilizzando le seguenti tipologie di palancole:
 - lungo i lati trasversali al marginamento si utilizzeranno palancole tipo PSp 1000 doppie e PZi 612 Fe 510 analoghe a quelle previste per l'intervento 1D per un primo tratto di circa 8 m in cui si hanno le maggiori profondità in accosto, mentre per il successivo tratto verranno utilizzate palancole tipo PSp 1000 singole e PZi 612. Le palancole avranno il piede posto alternativamente a quota -21 m e -16 m s.m.m.;

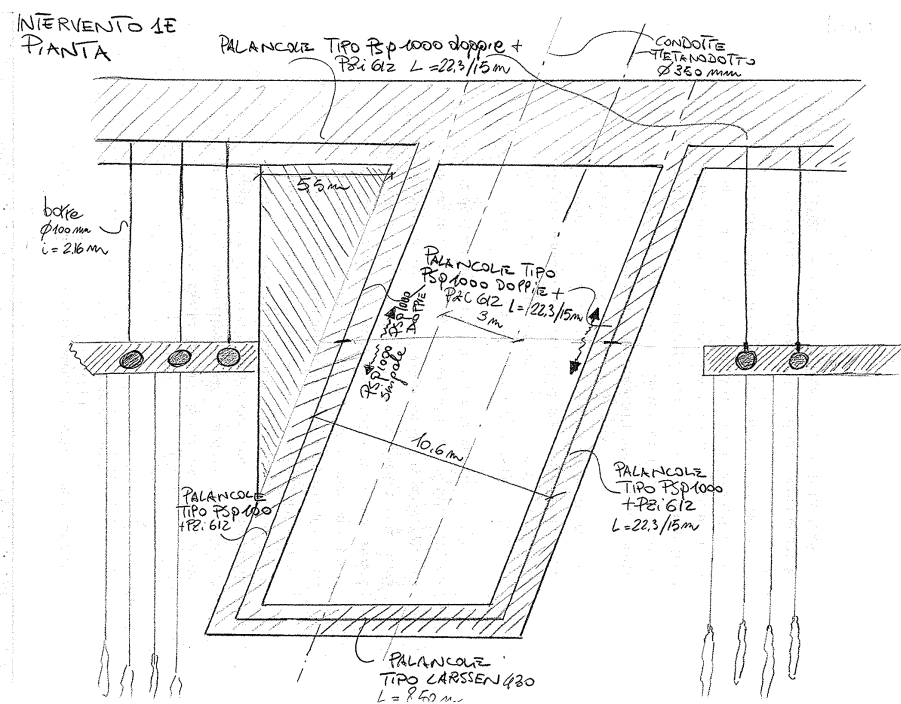
**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- Il marginamento parallelo all'asse della conterminazione, ma arretrato rispetto ad essa di 24 m, sarà realizzato con palancole tipo Larssen 430 Fe 430 fino a quota -7 m s.m.m., in modo tale da raggiungere lo strato di terreno impermeabile, garantendo così la tenuta idraulica, e al tempo stesso restando distante dalle condotte; infatti in quel punto la condotta più superficiale si trova ad una quota di circa -9 m s.m.m.;
- la realizzazione di una soletta di raccordo di spessore 1.85 m tra il risvolto e la trave di coronamento della palificata sul lato occidentale, come illustrato negli schemi riportati alla fine del presente paragrafo;
- la realizzazione, a valle delle palancole tipo Larssen430, di una berma alta 2 m da quota (-4 m s.m.m a -6 m s.m.m.) e larga 2 m formata da massi di 1^a categoria posti al di sopra di un geotessile non tessuto (TNT) da 600 g/m², come illustrato negli schemi riportati alla fine del presente paragrafo;
- la realizzazione di una scarpata di raccordo tra la quota di -4 m s.m.m a valle della berma e la quota -12 m s.m.m., in corrispondenza del filo esterno della conterminazione. La scarpata avrà una

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

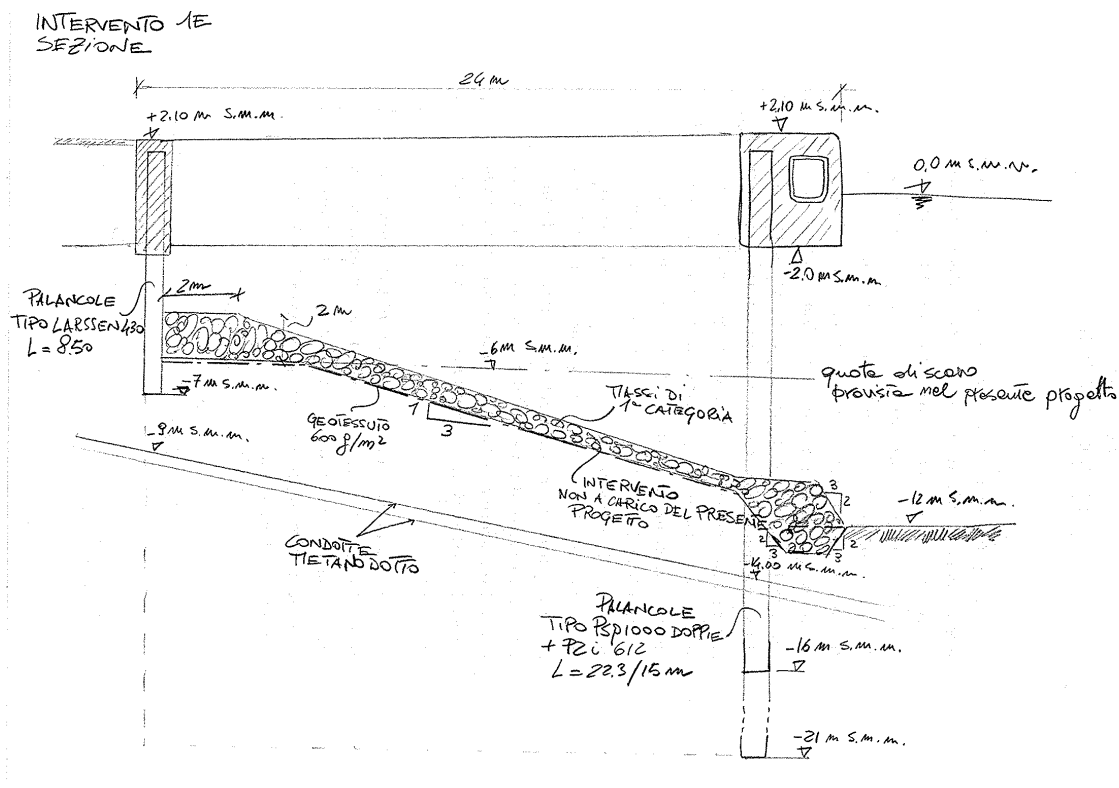
pendenza pari a 1/3 e sarà protetta con massi di prima categoria posti al di sopra di un geotessile non tessuto (TNT) da 600 g/m².

Bisogna sottolineare però che non essendo il dragaggio fino alla quota di -12 m s.m.m. a carico del presente progetto, non lo sono neppure la realizzazione della berma e della scarpata di raccordo con tale quota. La quota in accosto di progetto a valle delle palancole Larssen 430 è di -2.5 m s.m.m.. Nel presente progetto si è data solo una indicazione di come poter realizzare il raccordo.



Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**



2.3.5. Intervento 1F – vertice convesso in area 43 ettari

Nel caso del vertice convesso posto lungo la sponda sud, all'imbocco del bacino di evoluzione in area 43 ettari, per evitare interferenze tra i tiranti, è stata prevista la seguente soluzione:

- Per il lato canale con profondità in accosto pari a -12 m s.m.m. si disporranno palancole tipo PSp 1013 e palancole tipo PZi 612 con piede posto alla profondità -21 m s.m.m., collegate tramite barre

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

(diametro 4^½", interasse 3.36 m, poste a quota -1 m s.m.m.) ad un palancolato di contrasto costituito da palancole tipo Larssen 430 lunghe 16 m (da quota +0.5 m s.m.m. a quota -15 m s.m.m.) distanziate di 20 m. Il tratto complessivamente ha una lunghezza di 17.64 m.

- Per il lato lungo il bacino di evoluzione con profondità in accosto di -4 m s.m.m. ed una sponda inclinata con pendenza pari a 1/3 è prevista l'infissione di palancole di conterminazione tipo Larssen 607 di lunghezza pari a 14 m (da quota -1.0 m s.m.m. a quota -15°m s.m.m. e da quota -0.5 m s.m.m. a quota -14.5°m s.m.m.) ed un palancolato di contrasto realizzato con elementi di tipo Larssen 607 di lunghezza pari a 7.5 m (da quota -1.5 m s.m.m. a quota -9 m s.m.m.) distanziate di 5 m nel tratto prossimo al vertice e di 6 m nel tratto finale. Le palancole saranno tra di loro collegate tramite una soletta in c.a. di spessore pari a 0.8 m.

Da quota -2 m s.m.m. (fondo scavo) fino alla quota di fondo del piano banchina (+1.48 m s.m.m.) verrà riportato uno spessore di 3.5 m di terreno misto granulare stabilizzato da compattare in strati da 0.3 m. Per separare il piano banchina vero e proprio (di spessore previsto in questo caso pari a 0.62 m) dalla fondazione verrà utilizzato un geotessile

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

in poliestere caratterizzato da una tensione di rottura pari a 100 kN/m.

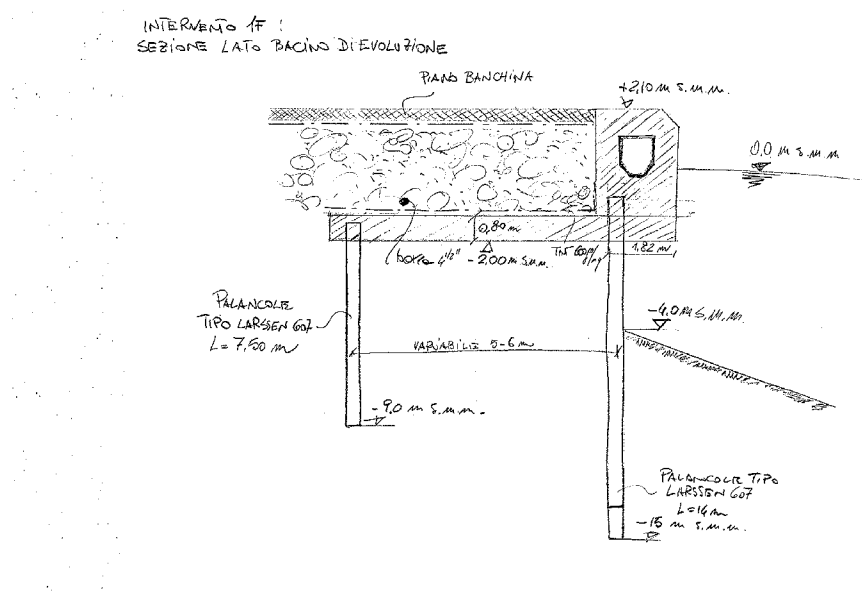
Le barre verranno poste in opera con una leggera curvatura a concavità verso il basso, per contrastare le deformazioni dovute al terreno sovrastante. Al di sotto delle barre verrà posizionato un geotessile non tessuto (TNT) da 600 g/m².

Nel caso sia previsto anche in questa area l'utilizzo di un carroponete (eventualità da verificare in sede di progetto esecutivo) bisognerà prevedere la prosecuzione della palificata presente nel contiguo intervento 1C. In questo caso essendo però da prevedere un interasse dei pali di 3.6 m (sfalsati rispetto ai tiranti) è necessario utilizzare pali di diametro pari a 1 m e lunghi 16.5 m (da quota +0.5 m a quota -16 m). La trave di collegamento in questo caso sarà alta 1.85 m e larga 1.40 m .

Si prescrive infine che l'utilizzo della sponda come piano banchina si estenda per una fascia larga 20 m lungo il lato canale fino al vertice formato con il lato bacino di evoluzione, escludendo da questo utilizzo l'area triangolare di sponda compresa tra il filo esterno della conterminazione lungo il lato bacino di evoluzione e il vertice sopracitato.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**



2.3.5.1. *Modello di calcolo*

Il modello di calcolo adottato per la verifica rappresenta in una mesh di elementi finiti la struttura come un elemento dotato di proprie caratteristiche di rigidezza e deformabilità poggiato su di un letto di molle che rappresenta il terreno: pur essendo un procedimento semplificato rispetto ai più complessi strumenti di calcolo agli elementi finiti, tuttavia quello implementato dal programma *PARATIE* 6.0 della Ce.A.S. S.r.l. considera anche l'interazione fra terreno e struttura (nel senso sviluppato da Jamiolkowski e Pasqualini – 1976): per le molle che rappresentano il terreno si considerano leggi costitutive di tipo elasto-plastico, sensibili dunque allo specifico percorso tensionale cui l'opera è stata assoggettata e cui va incontro;

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

inoltre è possibile considerare nella stessa sede anche il grado di vincolo, la snellezza e la deformabilità specifiche dell'opera di sostegno.

Il complesso palanca-terreno è stato dunque discretizzato e risolto in ambito elasto-plastico mediante il programma *PARATIE* 6.0 (realizzato e concesso in licenza da Ce.A.S S.r.l., viale Giustiniano, 10 - 20129 Milano).

2.3.5.2. *Verifica del palancolato lato Nord*

La stratigrafia utilizzata per la schematizzazione del terreno è quella denominata C (cfr. elaborato D) e gli step introdotti nel programma *paratie* sono i seguenti:

- Step1 Infissione delle palanca di conterminazione tipo PSp 1013 e tipo PZi 612 di lunghezza 22.5 m e della palanca di contrasto tipo Larssen 430 di altezza 16 m distanti tra loro 20 m.
- Step2 Scavo a tergo delle palanche fino alla quota di -2 m s.m.m. per il posizionamento dei dreni.
- Step3 Rinterro con terreno misto granulare compattato stabilizzato con angolo di attrito pari a $\phi=42^\circ$ fino alla quota di -1 m s.m.m.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- Step4 Posizionamento delle barre da $\phi\ 42^{\frac{1}{2}}$ " ad interasse 3.36 m.
- Step5 Rinterro con terreno misto granulare compattato stabilizzato con angolo di attrito pari a $\phi=42^\circ$ fino alla quota di +2 m s.m.m.
- Step6 Dragaggio del canale fino a quota -12 m s.m.m.
- Step7 Sovraccarico lato monte di 5000 kg/m^2

Verranno di seguito riassunte le caratteristiche e le sollecitazioni relative agli elementi strutturali costituenti l'intervento di conterminazione.

- Palancole tipo PSp 1013 e PZi 612
 - Momento di inerzia $J = 452188\text{ cm}^4$
 - Modulo resistente $W = 8060\text{ cm}^3/\text{m}$
 - Acciaio Fe510
 - Momento massimo agente $M_{\max} = 132030\text{ kgm/m}$ ad una quota di -8.5 m s.m.m.
 - $\sigma_{\max} = 1638\text{ kg/cm}^2$, valore ammissibile
 - Deformazione massima di 5.5 cm ad una quota di -8 m s.m.m.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- Palancole tipo Larssen 430
 - Momento di inerzia $J = 241800 \text{ cm}^4$
 - Modulo resistente $W = 6450 \text{ cm}^3/\text{m}$
 - Acciaio Fe430
 - Momento massimo agente $M_{\max} = 36204 \text{ kgm/m}$ ad una quota di -7 m s.m.m.
 - $\sigma_{\max} = 561 \text{ kg/cm}^2$, valore ammissibile
 - Deformazione massima di 4.4 cm ad una quota di $+0.5 \text{ m s.m.m.}$
- Barre in Acciaio da $\phi 4^{1/2}$ "
 - Sezione resistente $A = 83.31 \text{ cm}^2$
 - Acciaio Fe 510
 - Trazione al metro $T = 33536 \text{ kg/m}$
 - Interasse $i = 3.36 \text{ m}$
 - Sforzo sulle barre $T_b = 112680 \text{ kg}$
 - $\sigma = 1352 \text{ kg/cm}^2$, valore ammissibile.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.3.5.3. *Verifica del palancolato lato Ovest (bacino di
evoluzione)*

La verifica di questa tipologia è stata effettuata per palancole distanti tra di loro 5 m. La stratigrafia utilizzata per la schematizzazione del terreno è quella denominata C (Cfr. elaborato D), gli step introdotti nel programma paratie sono i seguenti:

- Step1 Infissione palancola tipo Larssen 607 lunga 13.5 m (da quota -1.5 m s.m.m. a quota -15 m s.m.m.) di conterminazione e palancole tipo Larssen 607 di contrasto lunghe 7.5 m a distanza di 5 m. realizzazione di una soletta di collegamento in c.a. di altezza 0.8 m.
- Step2 Scavo in accosto fino alla quota di -4 m s.m.m. con sponda inclinata con pendenza pari a 1/3.
- Step3 Imposizione di un sovraccarico a monte pari a 5000 kg/m².

Verranno di seguito riassunte le caratteristiche e le sollecitazioni relative agli elementi strutturali costituenti l'intervento di conterminazione.

- Palancola tipo Larssen 607 di conterminazione

- Momento di inerzia $J = 69600 \text{ cm}^4$

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- Modulo resistente $W = 3200 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Acciaio Fe430
- Momento massimo agente $M_{\max} = 23661 \text{ kgm/m}$ ad una quota di -2739.4 m s.m.m.
- $\sigma_{\max} = 739 \text{ kg/cm}^2$, valore ammissibile
- Deformazione massima di 3.7 cm ad una quota di -7.5 m s.m.m.
- Palancole tipo Larssen 607 di contrasto
 - Momento di inerzia $J = 69600 \text{ cm}^4$
 - Modulo resistente $W = 3200 \text{ cm}^3/\text{m}$
 - Acciaio Fe430
 - Momento massimo agente $M_{\max} = 33876 \text{ kgm/m}$ ad una quota di -2 m s.m.m.
 - $\sigma_{\max} = 561 \text{ kg/cm}^2$, valore ammissibile
 - Deformazione massima di 2.8 cm ad una quota di -2 m s.m.m.
- Soletta di collegamento
 - Altezza 0.8 m

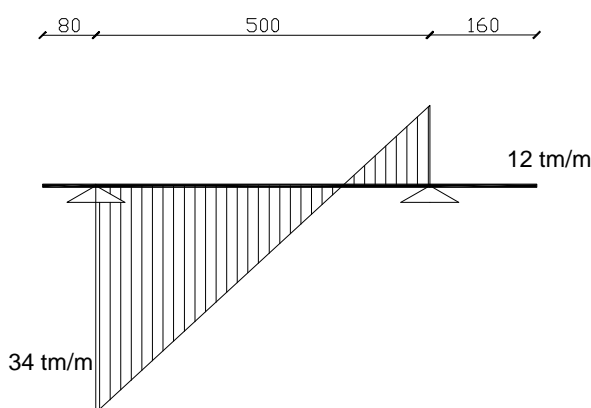
Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- Momento all'incastro con la palanca di conterminazione $M_A = 12127 \text{ kgm/m}$
- Momento all'incastro con la palanca di contrasto $M_B = 34000 \text{ kgm/m}$
- Sforzo di trazione $N = 21646 \text{ kg/m}$

Il momento massimo agente sulla soletta si può calcolare sovrapponendo l'effetto dovuto all'azione della spinta del terreno sulle palancole a quello dovuto al peso della soletta, al peso del terreno sovrastante e al sovraccarico di 5 t/m^2 .

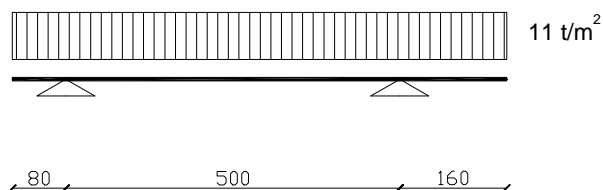
L'effetto della spinta del terreno produce sulla soletta un diagramma dei momenti lineare con valori in corrispondenza della palanca uguali a quelli calcolati con PARATIE.



Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Tale diagramma dei momenti va sovrapposto a quello derivante dall'azione del peso proprio e del sovraccarico, adottando il seguente schema statico.



Il momento massimo risultante dalla sovrapposizione è pari a $M=58.9$ tm per metro di larghezza. Verificando la sezione di calcestruzzo, parametrizzata su di 1 m di larghezza e spessa 0.80 m, risulta necessario armare con un doppio ordine di $\phi 24$ ogni 10 cm; con tale disposizione delle armature risulta sulle stesse una sollecitazione pari a $\sigma=1845$ kg/cm².

Il tratto di intervento in cui le palancole sono distanti tra di loro 6 m appartiene a quella fascia di sponda in cui non è previsto l'utilizzo come banchina, in questo caso quindi si adotterà un sovraccarico pari a 1 t/m². Il momento risultante è pari a $M=52.4$ tm per metro di larghezza della soletta, l'armatura precedentemente determinata è dunque sufficiente.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Si segnala inoltre che nel precedente calcolo è stato trascurato il contributo del terreno sottostante la soletta, il che fa ritenere certamente sovrastimate le azioni massime calcolate.

2.3.5.4. *Verifica dell'equilibrio*

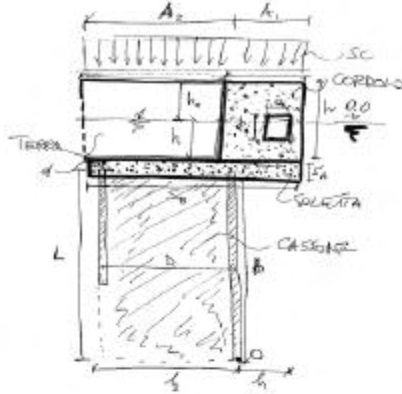
Per questo tipo di intervento, e nel caso di palancole molto ravvicinate (5 m), è stata eseguita anche una verifica delle condizioni di equilibrio della struttura considerata nel suo complesso.

Si è fatta una verifica sia a traslazione che a rotazione della struttura con l'ausilio del foglio di calcolo excel di seguito riportato.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

γ [kg/m ³]	1800
γ_s [kg/m ³]	1400
γ' [kg/m ³]	800
$\alpha\phi$	0.3
Quota p.c.	2.1
Quota selda	0
S.C. [kg/m ²]	5000
D [m]	5
L [m]	13.5
Accosto [m s.m.m.]	-4
S.S. _{sc}	1.45
γ_{sc} [kg/m ²]	2500
γ_{sc} [kg/m ²]	1500
Quota soletta	-2
S_{sc} [m]	0.8
d [m]	0.8
h [m]	1.605
A_2 [m]	2.22
B [m]	13



Spinta attiva Monte

	Quota tetto [m s.m.m.]	Quota letto [m s.m.m.]	L [m]	s [m]	ϕ [°]	δ [°]	σ'_{sup} [kg/m ²]	σ'_{int} [kg/m ²]	k_a	y [m]	x [m]	R [kg/m]	A (attrito) [kg/m]	M [kgm/m]	m_w [kgm/m]
STRATO1	-1.5	-1.8	0	0.3	31	9.3	9140	9380	0.294445	13.34935	5	888.1519	-210.78	11855.25	-1053.9
STRATO2	-1.8	-2.8	0.3	1	30	9	9360	10180	0.306842	12.69318	5	3256.005	-747.38	41329.07	-3736.9
STRATO3	-2.8	-12.8	1.3	10	27	8.1	10180	18180	0.347027	6.729854	5	53182.82	-10069.5	357912.6	-64847.3
STRATO4	-12.8	-15	11.3	2.2	26	10.8	19190	19940	0.297875	1.083071	5	10873.37	-3006.04	11776.63	-15080.2

Spinta Passiva Valle

	Quota tetto [m s.m.m.]	Quota letto [m s.m.m.]	L [m]	s [m]	ϕ [°]	σ'_{sup} [kg/m ²]	σ'_{int} [kg/m ²]	k_p	y [m]	R' [kg/m]	M' [kgm/m]
STRATO1											
STRATO2											
STRATO3	-4	-12.8	8.8	8.8	27	0	7040	1.489	5.13	48123.26	238786.1
STRATO4	-12.8	-15	8.8	2.2	28	7040	8800	5.479	1.06	95466.1	101123.3

Contributo del peso

	Sb [m]	h_1 [m]	h_0 [m]	h [m]	a [m]	b [m]	h_2 [m]	A_2 [m]	x [m]	R' [kg/m]	M [kgm/m]	P [kg/m]
SC	7.405								2.0975	26992	77660	37026
Terra		1.2	2.1					5.185	3.2075	14682	64860	20222
Soletta	7.405								2.0975	6452	18638	8886
Cassone									2.5	37755	130000	52000
Cordeolo		1.2		3.3	1.37	1.6			-0.50	7385	-5121	10171

Equilibrio alla traslazione

Rinvolamento [kg/m]	Rasvolamento [kg/m]	Fs
68200	234745	3.44

Equilibrio alla rotazione

Mirabolamento [kgm/m]	Mrasvolamento [kgm/m]	Fs
427996	703717	1.64

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

I calcoli sono stati eseguiti considerando, la spinta attiva di monte, la spinta passiva di valle, il peso della struttura pensata come un unico cassone riempito di terreno fino alla quota al piede della palanca lato mare (-15 m s.m.m.).

Le spinte attive del terreno sono state calcolate per ogni strato adottando un coefficiente di spinta attiva:

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{f}{2}\right)$$

non considerando la forza di attrito ai fini della riduzione del coefficiente di spinta attiva, ma considerandola separatamente ai fini della verifica al ribaltamento come una forza rivolta verso il basso agente all'interfaccia palanca-terreno.

Per il calcolo del coefficiente di spinta passiva invece si è adottata la relazione di Caquot e Kerisel che considera sia l'attrito tra terreno e palanca sia l'inclinazione della sponda.

Per la **verifica alla traslazione** si è ottenuto un valore del fattore di sicurezza pari a 3.44 di molto superiore al 1.3 previsto dalla normativa, mentre per la **verifica al ribaltamento** il fattore di sicurezza è risultato essere pari a 1.64 comunque superiore al valore di 1.5 previsto dalla normativa.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.3.5.5. *Verifica della capacità portante della palificata*

Per la palificata da prevedere solo nel caso in cui sarà accertato l'eventuale utilizzo del carroponte nell'area interessata dall'intervento 1F è stata eseguita una verifica della capacità portante dei pali di diametro ϕ 1000 mm posti ad interasse 3.36 m e lunghi 16.5 m (da quota +0.5 m a quota -16 m s.m.m.).

Il carico agente su ciascun palo è determinato dalla somma di questi fattori:

- Peso proprio della trave di collegamento
- Il peso del carroponte

Per quantificare la capacità portante Q_r di ciascun palo bisogna valutare i contributi che si hanno per l'attrito laterale e per la capacità portante di punta.

Capacità portante di punta

Il calcolo viene condotto in condizioni drenate, trascurando il contributo della coesione da parte dello strato di terreno interessato dalla punta del palo.

La resistenza alla punta viene valutata con la seguente espressione:

$$Q_p = q_p * A_b = \sigma_v' * N_q * A_b$$

dove:

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

A_b = area di base del palo

σ_v' = tensione efficace del terreno in corrispondenza
della punta

N_q = fattore di capacità portante

Capacità portante per attrito laterale

La capacità portante dovuta all'attrito laterale è stata determinata in condizioni drenate, che si verificano dopo un tempo sufficientemente lungo da permettere la dissipazione delle sovrappressioni interstiziali indotte da un carico.

$$Q_L = q_L * A_L = k * \sigma_v' * \tan \delta * A_L$$

dove:

k è il coefficiente di spinta;

A_L = area laterale del palo;

σ_v' = tensione efficace del terreno valutato nella
mezzeria dello strato considerato;

δ = angolo di attrito palo-terreno

Nel caso in esame si è assunto $k=1.5$ e $\delta = 3/4\phi$

Per la valutazione dei parametri geotecnici si fa riferimento alla stratigrafia denominata D (vedi Relazione Geotecnica elaborato D)

I calcoli sono stati eseguiti con l'ausilio del seguente foglio di calcolo di seguito riportato:

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

L'energia di impatto dell'imbarcazione con le
assunzioni sopra riportate si ottiene dalla formula:

$$E = \frac{1}{2} \frac{D}{g} v_n^2$$

Tale energia è pari a 344 tm e si suppone che venga
dissipata per un 10% nella deformazione elastica dello scafo
della nave e per il restante 90% nella deformazione del
fender. Dunque si può scrivere l'equazione del lavoro per il
parabordi:

$$0.9E = Ff = 310 \text{ tm}$$

avendo indicato con f la deformazione del fender e con F la
forza incidente sullo stesso.

Lungo le banchine si posizioneranno coppie di fender
lunghi 3.5 m ad intervalli di 12 m. Le coppie saranno
costituite da fender di dimensioni 1000x500 e distanziati tra
loro di 7 m.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

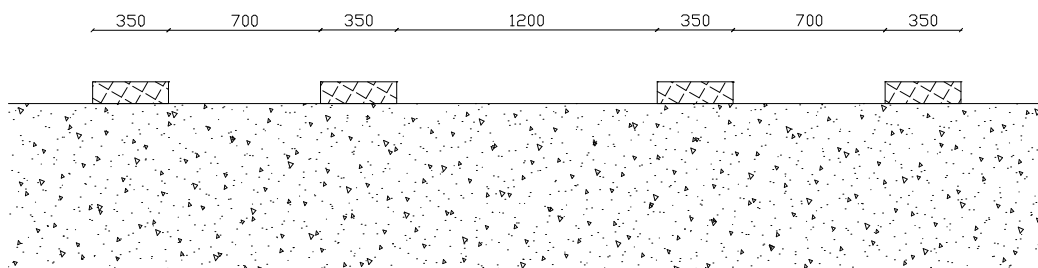


Figura 2.4 schema di posizionamento dei fender, le misure sono espresse in cm.

Ipotizzando il caso peggiore, cioè che un'imbarcazione impatti solo su una coppia di fender, il lavoro attribuibile a ciascun fender è di 155 tm pari a ad un lavoro per unità di lunghezza del fender di:

$$l_2 = 155 / 3.5 = 44.28 \text{ tm/m}$$

Tale valore è inferiore al valore massimo di 44.5 tm/m indicato dalle tabelle fornite dai costruttori.

Resta da verificare la resistenza del cordolo in corrispondenza della condotta di adduzione delle acque meteoriche all'impianto di trattamento. Infatti nel caso in cui la condotta capiti alla stessa quota del fender la sezione di calcestruzzo resistente in quel punto ha uno spessore di 0.45 m. Ipotizzando di distribuire la forza di impatto pari a $44.25 / 0.66 = 66.38$ t per metro di banchina (lavoro per metro diviso la deformazione del fender, fornita dal costruttore) su

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

una altezza del fender di 0.60 m ed ipotizzando, come caso più gravoso, che sia in corrispondenza alla metà dell'altezza della condotta, con uno schema statico di incastro – incastro, risulta un momento massimo di 11 tm.

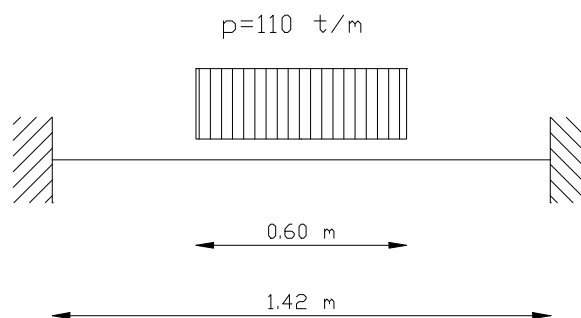


Figura 2.5 Schema statico relativo alla verifica della sezione di cordolo in corrispondenza del fender.

Verificando la sezione di calcestruzzo, parametrizzata ad 1 m di larghezza e spessa 0.45 m, per esigenze connesse alla limitazione delle fessurazioni del cls risulta necessario armare con un doppio ordine di $\phi 24$ ogni 15 cm.

2.4. Elementi progettuali di dettaglio

2.4.1. Sistema di ancoraggio delle barre e dei tiranti

Le soluzioni adottate per le connessioni tra gli elementi strutturali sono evidenziate negli elaborati grafici. E' opportuno soffermarsi però, in questa relazione, sulla soluzione riguardante le tipologie di banchina 1C e 1D in cui è prevista la palificata di sostegno per il carroponte.

In questo caso si ha, che la trave di collegamento dei pali è connessa tramite barre al palancolato prospiciente e da essa partono i tiranti. Tali ancoraggi sono realizzati in maniera tale da risultare coassiali in modo da evitare dei momenti torcenti per la sezione di trave interessata.

Si è presa in considerazione anche l'ipotesi di infiggere in una prima fase, antecedente il dragaggio del canale alla quota di -12 m s.m.m., un numero inferiore di barre e tiranti. Questa ipotesi però è stata ritenuta svantaggiosa poiché l'infissione in un secondo tempo di un numero ulteriore di barre e tiranti implicherebbe, là dove è prevista, la rottura del piano banchina, inoltre nelle tipologie di intervento che prevedono la condotta di adduzione delle acque meteoriche all'interno del cordolo è praticamente impossibile l'infissione di tiranti dopo la realizzazione del cordolo poiché il sistema di ancoraggio risulta annegato nel calcestruzzo per uno spessore superiore al metro e mezzo.

2.4.2. Cordolo di irrigidimento

2.4.2.1. *Armature*

Lo studio dell'armatura necessaria per il cordolo di irrigidimento verrà effettuato in fase di progetto esecutivo. Si indica però già da questa fase progettuale la necessità di adoperare dei pioli metallici saldati di testa alle palancole in modo garantire la massima aderenza del calcestruzzo alla palanca ed evitarne il distacco.

2.4.2.2. *Effetto della presenza della condotta*

La presenza della condotta all'interno del cordolo rende necessaria la realizzazione di una struttura di notevoli dimensioni e sporgente, in alcuni tratti, per più di 2 m all'esterno del palancolato. Questo cordolo sporgente può essere schematizzato come una mensola posta in testa alla palanca che trasferisce un momento concentrato alla struttura. Tale momento è di segno opposto rispetto a quello derivante dall'azione del tirante e delle spinte del terreno e quindi produce una riduzione delle tensioni all'interno del palancolato.

Inoltre lo spazio tra il bordo di una nave ed il palancolato, reso possibile dal fatto che il cordolo è sporgente, riduce gli effetti di sovrappressioni e sotto pressioni indotti sul palancolato da una nave in ormeggio.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

2.4.2.3. *Giunti strutturali*

Per evitare che il fenomeno della dilatazione termica e del ritiro comporti dei danni al cordolo di irrigidimento, sarà necessario che esso non sia realizzato come una struttura continua, ma bisognerà predisporre delle interruzioni.

Per calcolare la distanza tra due tratti successivi di cordolo è necessario valutare l'entità della dilatazione termica con la seguente formula:

$$\Delta l = \alpha \times \Delta T \times l$$

essendo Δl l'allungamento del tratto di cordolo lungo l , ΔT la differenza di temperatura e α il coefficiente di dilatazione termica.

Assumendo un ΔT pari a 30° e con α per il calcestruzzo uguale a $0.000012^\circ\text{C}^{-1}$, Δl risulta essere pari a 1.2 cm, quindi i tratti di cordolo verranno distanziati di 2 cm.

La lunghezza dei tratti di cordolo continui è conveniente determinarla in base ai ferri di armatura, che sono lunghi 12 m e sono sovrapposti per 1 m. Le lunghezze più convenienti sono dunque 12, 23 e 34 m, in ogni caso mai superiori ai 34 m.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Bisogna comunque garantire una connessione al taglio, in modo tale da evitare gli spostamenti relativi tra i tratti contigui di cordolo.

Adottando la schematizzazione di trave di lunghezza pari all'interasse delle barre o dei tiranti (a seconda del tipo di intervento), incastrata alle estremità e sottoposta alla spinta del terreno il taglio massimo si ha in corrispondenza dell'incastro ed è pari nel caso peggiore (intervento 1F) a 112.68 t. Ipotizzando che il giunto capiti proprio in corrispondenza del taglio massimo, si verifica che la sola presenza della palancola garantisce un'adeguata connessione al taglio.

Infatti si ha:

- $T=112.68 \text{ t}$
- $t_{ad} = \frac{2400}{\sqrt{3}} = 1386 \text{ kg/cm}^2$
- Area di acciaio necessaria $\frac{T}{t_{ad}} = 81.3 \text{ cm}^2$
- Sezione di acciaio (Palancola PZi612) $1.2 \times 350 = 420 \text{ cm}^2$

Risulta dunque con la sola palancola un'area di acciaio notevolmente superiore a quella necessaria a garantire la connessione a taglio.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

La tenuta idraulica sarà garantita dal posizionamento di un water stop idroespandente e dove è prevista la condotta essa presenterà in corrispondenza del giunto strutturale una tenuta realizzata da guarnizione in materiale elastico sintetico del tipo a bicchiere.

2.4.2.4. *Rivestimento esterno*

Per evitare problemi di alterazioni chimiche del calcestruzzo e di corrosione delle armature, soprattutto in corrispondenza dell'interfaccia tra due getti successivi, si è previsto di impregnare il cordolo nel suo lato verso il mare con uno strato di materiale impermeabilizzante costituito da soluzioni di silicato di sodio.

Il silicato di sodio reagisce chimicamente con gli alcali presenti nel calcestruzzo, creando una sostanza dura che aderisce al calcestruzzo sigillando i pori, ma non impedendogli comunque di "respirare".

Si realizza dunque una tenuta stagna del calcestruzzo in grado di proteggerlo dagli agenti chimici aggressivi presenti nell'ambiente esterno, che altrimenti migrerebbero all'interno del cordolo, causando un abbassamento del pH tale da favorire il processo di ossidazione per le barre di armatura. Inoltre riducendo drasticamente la presenza dell'acqua all'interno dei pori si evitano i danni derivanti dai cicli di gelo e disgelo.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Prove di laboratorio dimostrano anche un
miglioramento delle caratteristiche di resistenza del
calcestruzzo.

3.CONDOTTA DI ADDUZIONE DELLE ACQUE METEORICHE.

Il presente progetto prevede la posa in opera, all'interno del cordolo sommitale di irrigidimento, di un collettore prefabbricato in cls a gravità per l'adduzione delle acque di pioggia provenienti dall'area industriale all'impianto VESTA di Fusina.

Il collettore andrà ad interessare tutto il tratto di sponda oggetto di intervento a partire dalla darsena occidentale (area Pagnan) fino al ponte tubi, in corrispondenza del punto in cui il PIF prevede l'inizio della vasca di invaso dei reflui da trattare.

Come da richiesta della Regione Veneto il collettore previsto avrà le seguenti caratteristiche:

- sviluppo complessivo di circa 4 km;
- sezione $\geq 1.7 \text{ m}^2$ in modo tale da consentire il deflusso della portata massima di acque meteoriche consentita all'impianto VESTA ($17'200 \text{ m}^3/\text{d}$) e garantire al tempo stesso una idonea capacità di interconnessione per la regolazione dei deflussi;

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- pendenza dello 0.5‰ circa, tale da garantire il corretto funzionamento idrodinamico dell'opera, anche a pelo libero, e al tempo stesso contenere le perdite di carico, evitando sollevamenti intermedi. Tale pendenza sarà realizzata con tratti orizzontali dell'ordine dei 20 m. In corrispondenza del giunto strutturale, all'interno della giunzione sarà posizionata una guarnizione realizzata in materiale elastico sintetico in grado di garantire la perfetta tenuta
- rivestimento interno con resina epossidica per garantire la durabilità del cls che interagisce con sostanze chimiche aggressive contenute nelle acque di prima pioggia provenienti dalla zona industriale.
- pozzetti di ispezione posti ogni 100 m in cui bisognerà prevedere l'installazione di organi di regolazione ad azionamento manuale, in modo da poter isolare i singoli tratti, sia ai fini della manutenzione delle condotte, sia per ridurre i danni causati da possibili incidenti.

Bisogna infine sottolineare che ai fini del calcolo non è mai stato considerato il contributo strutturale del collettore sulla resistenza del cordolo.

4. PIANO BANCHINA

La sovrastruttura stradale che forma il piano banchina relativamente agli interventi 1 e 2 (banchine da 30 e 50 kPa) prevede la successione di strati illustrati nella seguente figura:

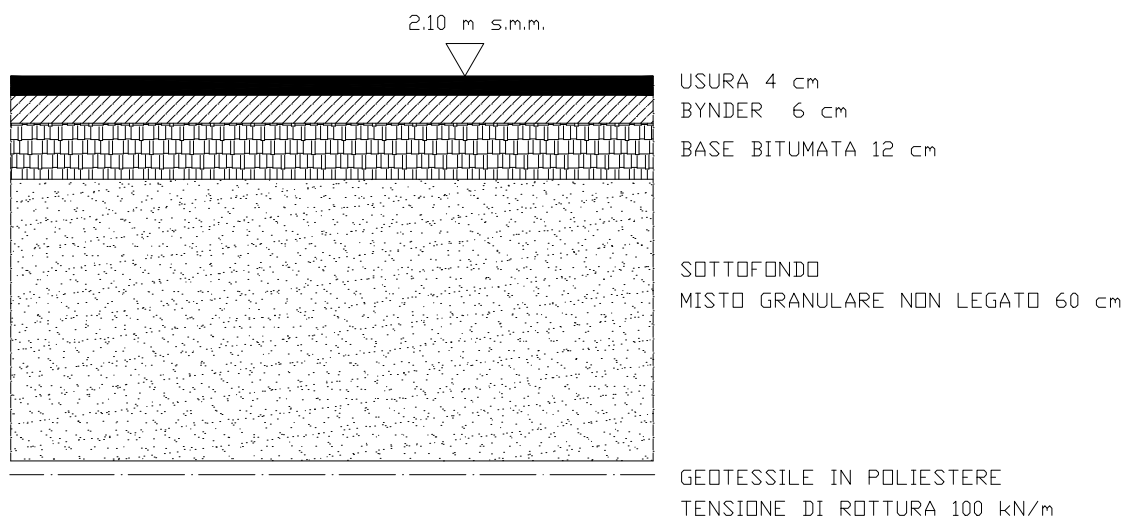


Figura 4.1 Successione degli strati che formano il piano banchina per gli interventi tipo 1 e 2

Di seguito viene illustrato il calcolo del piano banchina eseguito con l'ausilio di un foglio di calcolo excel.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

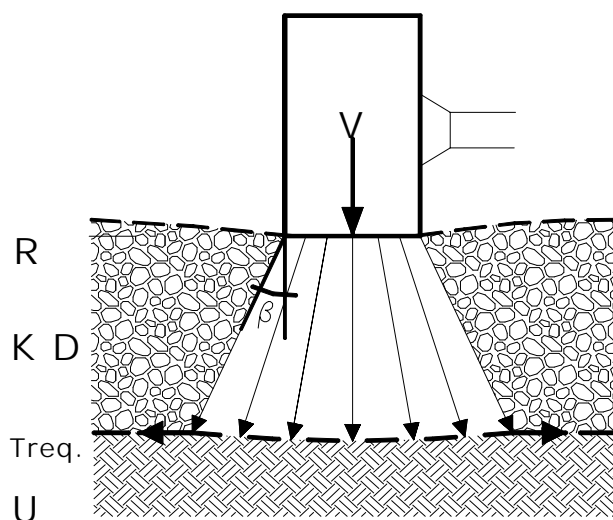
I parametri geotecnici assunti nei calcoli sono stati stimati in base alle indagini geognostiche disponibili.

**CALCOLO DELLA TENSIONE DEL GEOTESSILE RICHIESTA
NELLA SITUAZIONE DI CANTIERE E STRADA
IN CASSONETTO**

dr. F.P. Jaecklin e prof. R. Floss - Technical University, Monaco German
Society for Soil and Foundation Engineering first
Congress on Synthetics in Geotechnics - Hamburg 1988

PARAMETRI PER LA SCHEMATIZZAZIONE DEL PROBLEMA

K=	2	Parametro che individua il materiale di riempimento (tab. 1)
V=	2.5	Parametro che individua l'entità dei carichi derivanti dal traffico (tab. 2)
D=	6.00	Spessore della fondazione (dm) (tab. 3)
R=	3	Profondità massima delle ormaie (cm)
CBR =	1	Parametro geotecnico relativo al terreno di imposta (tab. 4)
U=	3.756	Fattore di capacità portante del sottofondo trovato tramite la formula $U=4-1.092*\ln(CBR/0.8)$



Calcolo dei fattori ausiliari da inserire nella formula di regressione per il dimensionamento della tensione necessaria del geotessile

K1=	6	$K1 = 3K$
V1=	2.77	$V1 = (V+0,6)^{0,9}$
R1=	1.22	$R1 = 4/(3 * R^{0,08})$
U1=	4.91	$U1 = 0,9 U^{1/2}$ se CBR maggiore o uguale a 3 $U1 = 0,75 e^{0,5 U}$ se CBR minore a 3
D1=	0.84	$D1 = 2.45/(D^{0,6})$

Calcolo della tensione richiesta

$Treq. = 5 + K1 + (1,5*V1*R1*U1*D1)$ **kN/m**

Treq.=	31.80	kN/m	Tensione necessaria
---------------	--------------	-------------	----------------------------

GEOTESSILE DI PROGETTO

Calcolo della tensione ammissibile riferita al geotessile proposto

Pult.	100 kN/m	Tensione nominale di rottura istantanea geotessile
A1	1.6	Fattore di sicurezza parziale per creep
A2	1.4	Fattore di sicurezza parziale per danneggiamento meccanico
A3	1	Fattore di sicurezza parziale per giunti e sovrapposizioni
A4	1.3	Fattore di sicurezza per effetti ambientali (raggi UV, temperatura, agenti chimici e microbiologici). Nel presente calcolo è stato ipotizzato pH = 4,1 - 8,9 e cioè terreno normale.
γ_B	1	$\gamma_B = 1,00$. Fattore di sicurezza aggiuntivo >1 laddove non fossero eseguiti dei controlli sulla produzione con continuità (secondo la norma DIN 18200) e con controlli da parte di Istituti di prova esterni

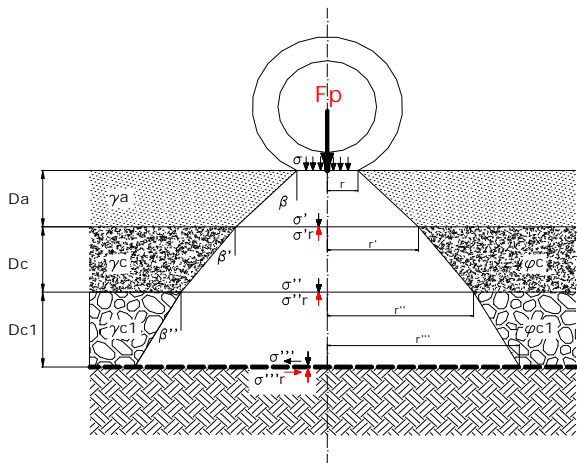
$$Pa = \frac{Pult.}{A1 * A2 * A3 * A4 * \gamma_B}$$

Pa =	34.34 kN/m	Tens. amm. di esercizio > Treq. (Verifica positiva)
------	------------	---

VERIFICA STRATIGRAFIA PAVIMENTATA

DATI

F_p = carico per ruota	100 kN
σ_p = pressione pneumatici	900 kN/m ²
R = raggio dell'impronta	18.81 cm
Spessore binder =	6 cm
Spessore base bitumata =	12 cm
Spessore manto d'usura =	4 cm
Angolo di diffusione dei carichi negli strati legati β =	46 °
Peso unitario pacchetto legato =	23 kN/m ³
Spessore della fondazione stradale =	60 cm
Tipologia di fondazione	STABILIZZATO - TOUT VENANT



- 1 Pacchetto bituminoso
- 2 Cassonetto stradale
- 3 Eventuale secondo strato di cassonetto stradale
- 4 Rinforzo
- 5 Terreno di imposta della strada

Numero di strati non legati

2

1° STRATO DI CASSONETTO	30
--------------------------------	-----------

Angolo di attrito ϕ_c	38 °
Angolo di diffusione dei carichi nel cassonetto β'	40 °
N_γ = vedi tabella 6	78

2° STRATO DI CASSONETTO	30 cm
--------------------------------	--------------

Angolo di attrito ϕ_{c1}	38 °
Angolo di diffusione dei carichi nel secondo strato del cassonetto β''	40 °
N_{γ_1} = vedi tabella 6	78

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E DIMENSIONALI DEL CASSONETTO	
--	--

γ_f =	peso unitario terreno	19 kN/m ³
Capacità portante del sottofondo (CBR o Cu?)	cu	55 kN/m ²
Alpha= τ/C_u =		0.1
Nc = coefficiente di capacità portante in condizioni di presenza del rinforzo (Tab. 5)=		5.590
Nc = coefficiente di capacità portante in condizioni non rinforzate =		2.57
r' =	Raggio di impronta nell'interfaccia pacchetto legato - pacchetto non legato	37.45 cm
r'' =	Raggio di impronta nell'interfaccia tra 1° strato non legato e secondo strato non legato.	62.62 cm
r''' =	Raggio di impronta nell'interfaccia pacchetto non legato sottofondo.	87.79 cm

VERIFICA A LIVELLO INTERFACCIA PACCHETTO LEGATO - PACCHETTO NON LEGATO

$\sigma' r$ = pressione resistente	$\sigma' r = 0,6 r' \gamma f N \gamma$	332.97
σ' = pressione agente	$\sigma' = \sigma_p \cdot R^2/r'^2 + w_{pl-1^\circ}$	232.07

Verifica a livello interfaccia pacchetto legato-pacchetto non legato $\sigma' r / \sigma'$	1.43 > 1.1 Verifica positiva
--	------------------------------

VERIFICA A LIVELLO INTERFACCIA 1° STRATO NON LEGATO - 2° STRATO NON LEGATO

$\sigma'' r$ = pressione resistente	$\sigma'' r = 0,6 r'' \gamma f N \gamma l$	556.81
σ'' = pressione agente	$\sigma'' = \sigma_p \cdot R^2/r''^2 + w_{1^\circ-2^\circ}$	91.94

Verifica a livello interfaccia 1° strato - 2° strato non legato $\sigma'' r / \sigma''$	6.06 > 1.1 Verifica positiva
---	------------------------------

VERIFICA A LIVELLO INTERFACCIA PACCHETTO NON LEGATO - SOTTOFONDO IN CONDIZIONI DINAMICHE

N° di passaggi giornalieri =		100
Anni di vita utile previsti =		60
Numero d'assi =		6
Np =		13'140'000
Fpe = carico equivalente	$Fp (Np)^{(1/6.2)}$	1406.57 kN
E' presente il rinforzo?		si
Cu =		55 kN/m ²
$\sigma''' r$ = pressione resistente del sottofondo	$\sigma''' r = Nc Cu$	307.45 kN/m ²
σ''' = pressione agente sul sottofondo	$\sigma''' = Fpe / (\pi \times r'''^2) + w_{tot}$	201.38 kN/m ²

Verifica a livello interfaccia pacchetto non legato - sottofondo $\sigma''' r / \sigma'''$	1.527 > 1.5 Verifica positiva
--	-------------------------------

**Tabelle e formule da cui si sono ricavati
i valori sopra riportati:**

Tab. 1 Materiale di riempimento della fondazione stradale (VARIABILE K)

K=0	Pietra sgretolata di dimensioni all'interno dell'intervallo 20-80 mm., in grado di incastrarsi tra loro, similmente al ballast di ferrovia dando eccellenti effetti di staticità e dinamicità. Non si sgretola o cede sotto il carico della ruota, e lo spessore dello strato di fondazione non diminuisce. Tale materiale rimane stabile a temperature sotto lo zero.
K=1	Ghiaino sabbioso con un massimo del 3% di materiale fine al di sotto dei 0,02 mm, (argilla o limo) e dimensioni delle componenti granulari sino a 250 mm, con le componenti più grandi che siano comunque minori della metà dello spessore del cassonetto. Il fattore K=1 è applicabile a tutti i normali casi di riempimento appositamente tarato, che può essere ben compattato. Esso non è ammorbidito dalla pioggia nè tende a variare di forma, dimostrando quindi una scarsa tendenza a formare ormaie.
K=2	Ghiaia limosa o ghiaia sabbiosa Il avente una percentuale di fine non superiore al 10% (possibile un max. del 15%) con componenti granulari di misura max. pari a 250 mm., comunque non superiori alla metà dello spessore della fondazione. Con un alto contenuto di fine la superficie del ghiaino limoso e sabbioso potrebbe ammorbidirsi con piogge violente causando accumuli di acqua e costringendo al ricorso a rattoppamenti locali. Dovrebbe essere usato pochissimo materiale con una minima tendenza al comportamento in questa direzione. Il materiale della fondazione che ammorbidisce e tende a cambiare di forma e non di volume è assolutamente inadatto.

Tab. 2 per il calcolo del fattore di traffico V (Dr. F.P. Jaecklin e prof. R. Floss - Technical University, Monaco 1989)

DESCRIZIONE	TIPOLOGIA DI TRAFFICO	Fattore V
Molto leggero	Automobili ad uso personale e autocarri	0,5
Leggero	Traffico poco pesante (<10 camion al giorno). Carico totale 1.000-10.000t	1
Medio	Traffico pesante (10-50 camion al giorno) Carico totale 10.000-50.000t	2
Pesante	Traffico più pesante (50-100 camion al giorno) Carico totale 50.000-100.000t	2,5
Molto Pesante	Traffico estremamente pesante (> 100 camion al giorno). Carico totale più di 100.000t	3

Tab. 3 Spessore minimo della fondazione in funzione della tipologia di traffico e dei parametri del sottofondo.

Condizioni di carico	Minimo spessore dello strato D		
	CBR = 5%	CBR = 2%	CBR = 0,5%
Traffico leggero V=1	3	4	6
Traffico pesante V=2	3.5	4.5	6.5
Traffico molto V=3	4	5	7

Tab. 4 Parametri geotecnici di riferimento per i terreni						
Classe di capacità portante (VSS)	CBR	Me1	K	U	EV1	Cu
	%	(MN/m ²)	(MN/m ³)	Appros.	(MN/m ²)	KN/m ²
So (Molto povero)	1-3	(2-6)	(5-15)	3-2.6	1-5	15-90
S1 (Povero)	3-6	6-15	15-30	2.6-1.8	4-12	90-180
S2 (Medio)	6-12	15-30	30-60	1.8-0.7	12-24	180-360
S3 (Buono)	12-25	30-60	60-100	0.7-0.4	24-47	360-750
S4 (Molto buono)	>25	>60	>100	<0.4	47	750

Tabella 5	
Alpha	Nc
0.0	5.694
0.1	5.590
0.2	5.478
0.3	5.351
0.4	5.208
0.5	5.046
0.6	4.859
0.7	4.638
0.8	4.366
0.9	4.002
1.0	3.071

Tabella 6: Fattori di capacità portante per materiali granulari (Vesic, 1975)				
ϕ (°) *	N_{γ}		ϕ (°) *	N_{γ}
16	3.1		31	26
17	3.5		32	30.2
18	4.1		33	35.2
19	4.7		34	41.1
20	5.4		35	48
21	6.2		36	56.3
22	7.1		37	66.2
23	8.2		38	78
24	9.4		39	92.3
25	10.9		40	109.4
26	12.5		41	130.2
27	14.5		42	155.6
28	16.7		43	186.5
29	19.3		44	224.6
30	22.4		45	271.8

5. DURABILITÀ DELLE STRUTTURE METALLICHE

Le strutture metalliche previste nel progetto rientrano nella ordinaria prassi operativa delle costruzioni marine in genere e portuali in particolare: infatti le strutture metalliche adottate sia come fondazioni, sia per opere di sostegno delle sponde, sia per la realizzazione di vere e proprie banchine portuali presentano alcune specificità che non di rado le rendono preferibili alle opere omofunzionali di calcestruzzo.

In generale i marginamenti che prevedono l'impiego di palancole metalliche sono sicuramente realizzabili senza che necessariamente si debba operare in terraferma; inoltre, essendo le palancole metalliche un materiale prodotto in stabilimento, esso ha delle caratteristiche di omogeneità nella fornitura che difficilmente una realizzazione in cantiere potrà mai possedere; altro aspetto importante specialmente quando si debba operare in casi delicati come nel caso del Canale Industriale Brentella è la possibilità di garantire delle performance precise in relazione alla tenuta idraulica.

L'acciaio immerso in acqua ha però l'inconveniente di essere soggetto alla corrosione: nel tempo ed in funzione delle specifiche caratteristiche del mezzo in cui le opere sono inserite, il metallo viene aggredito e sottratto alla

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

struttura. La corrosione è un fenomeno complesso e per questo vi sono alcune incertezze nella previsione dei processi, essendo legate alla difficoltà non eliminabile di definire esattamente le condizioni al contorno del processo.

Gli acciai al carbonio sono indubbiamente fra i principali materiali adottati per la costruzione di opere marine per le loro eccellenti caratteristiche di resistenza meccanica, tenacità, saldabilità e di costi contenuti; la resistenza alla corrosione è tuttavia limitata per cui le strutture in acciaio devono essere opportunamente protette.

Le velocità di corrosione media uniforme riscontrabile in letteratura è molto variabile: si va da minimi di circa 0.01 mm/anno a punte di 3.5 mm/anno⁶ al variare dell'entità degli aspetti in dipendenza dei quali si può manifestare la corrosione quali:

- pH
- salinità
- temperatura
- ossigeno disciolto

⁶ la norma tedesca E 35 indica il valore di 0.012 mm/anno per strutture esposte all'aria e 0.12 mm/anno per quelle immerse

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- velocità medie dell'acqua
- tenore in solidi sospesi

A questi aspetti “esterni” alla struttura, un ruolo fondamentale nei confronti della corretta valutazione della corrosione, lo possiedono anche il tipo di protezione adottata e lo stato tensionale e gli stress residui nel materiale, come conseguenza del tipo di lavorazione subita nella produzione.

In ogni caso la corrosione è fenomeno legato anche al tempo, nel senso che dopo una fase iniziale la sua velocità tende a diminuire per effetto dell'accumulo dei prodotti della corrosione e che risultano parzialmente protettivi, sempre che per effetto di azioni meccaniche o chimiche tali strati non vengano rimossi.

5.1. Strutture fisse immerse in acqua salmastra

La conoscenza dei fenomeni inerenti la corrosione delle strutture metalliche fisse immerse in acqua marina ed il modo di proteggerle è particolarmente ricca di riferimenti in letteratura, data la grande rilevanza e diffusione delle strutture off-shore per le quali la durabilità dei materiali impiegati rappresenta un aspetto di primaria importanza.

Con particolare riferimento alle strutture metalliche di sostegno come le palancole previste dal progetto a protezione

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

delle sponde la corrosione causa una serie di fenomeni che la progettazione deve tenere in considerazione:

1. la riduzione degli spessori per effetto della corrosione comporta una riduzione delle capacità strutturali dell'opera: i palancolati metallici non protetti dovrebbero essere dimensionati in modo tale che il momento agente valutato in corrispondenza delle aree caratterizzate dalle maggiori velocità di corrosione sia inferiore al momento resistente della struttura quando questa sia stata soggetta alla riduzione di spessore nel tempo di vita previsto

2. anche quando non venga meno la capacità media di resistere alle azioni agenti, le zone di massima corrosione potrebbero anche comportare che l'arrugginimento attraversi completamente le opere, alterandone così la tenuta idraulica e provocando eventualmente il locale rifluimento del terreno trattenuto a tergo che alla lunga potrebbe a sua volta causare fenomeni di cedimenti delle superfici a monte, deleteri per le installazioni presenti.

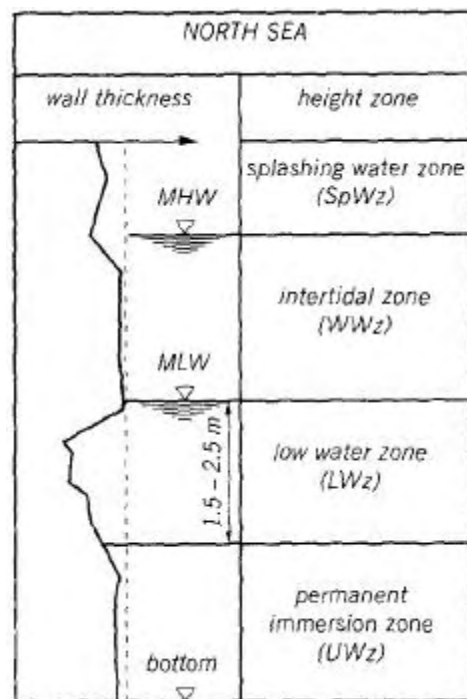
Problemi di questo genere possono essere evitati o comunque contenuti provvedendo per tempo all'individuazione delle protezioni più idonee; è anche possibile effettuare delle valutazioni in scala reale e stabilire successivamente o le eventuali integrazioni alle protezioni

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

già poste in opera, o la frequenza con cui ripristinare quelle già realizzate. Il più affidabile sistema per la valutazione dell'effetto della corrosione è senza dubbio la misura con ultrasuoni degli spessori di un'opera di sostegno metallica: in questo modo, attraverso la misura in più punti dello spessore locale è possibile avere le quantità massime, minime e medie che vanno a sottrarsi allo spessore originario dell'opera. In tal senso, è spesso utile riferirsi a ciò che è accaduto in realizzazioni analoghe a quelle da porre in opera per desumere le specifiche velocità di corrosione da prevedere in fase di progettazione.

5.2. Velocità di corrosione

In relazione all'aggressività dell'ambiente è possibile identificare zone diverse per tipo di processi in atto e dunque per velocità di corrosione; le più dettagliate differenziazioni delle diverse porzioni della struttura soggetta alla corrosione riscontrate in letteratura⁷ fanno



⁷ Recommendation of the Committee for Waterfront Structures –
Ernst and Sohn – EAU 1996

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

riferimento a cinque aree principali:

- a) zona emersa, sempre esposta all'atmosfera;
- b) *splashing water zone*, esposta al moto ondoso;
- c) zona compresa fra i livelli di alta e bassa marea;
- d) prima zona sommersa;
- e) zona immersa profonda e zona interrata.

Come è possibile notare dal grafico riportato (derivato da studi condotti su opere metalliche realizzate nel Mare del Nord), le zone che tipicamente subiscono la corrosione con la massima velocità sono quelle immediatamente sotto le aree variamente esposte all'atmosfera.

Le velocità che nelle varie realizzazioni di opere metalliche sono state registrate e che è possibile riscontrare in letteratura sono riportate di seguito:

1. Corrosione in atmosfera

Documentazione tecnica a cura della Profil Arbed International
Sheet Piling Company

Documentazione tecnica a cura della Hoesch Spundwand und
Profil GmbH

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

La corrosione in atmosfera, al di sopra della *splashing zone*, è solitamente molto bassa o comunque sensibilmente inferiore a quella prevedibile per altre zone, tanto da potersi generalmente ritenere trascurabile. Un valore della velocità di corrosione che può essere ritenuto indicativo di una situazione tipica è 0.01 mm/anno; valori maggiori sono stati registrati nelle realizzazioni costiere dove sia pressoché costante un alto valore dell'umidità e del tenore di sali o dove si abbia a che fare con sostanze corrosive come nel caso di serbatoi e simili.

In riferimento a questa zona la normativa italiana (UNI EN ISO 12944-2) definisce 6 classi di corrosività abbinate a 6 esempi di ambienti tipici⁸. In particolare: le aree industriali e le zone costiere con moderata salinità rientrano nella classe C4, mentre le zone costiere ad alto valore di salinità rientrano nella classe C5-M:

⁸ La classe di appartenenza è valutata sulla base dei valori di riduzione di spessore di provette in acciaio esposte per un anno all'ambiente in questione. Qualora ciò non sia possibile, come nel nostro caso, ci si riferisce ad esempi di ambienti tipici indicati nella norma.

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

classe di corrosività	perdita di spessore (dopo il primo anno di esposizione)	esempio di ambiente tipico in clima temperato
C4	da 0.05mm a 0.08mm	aree industriali con alta umidità e atmosfera aggressiva
C5-M	da 0.08mm a 0.2mm	zone costiere e offshore con alta salinità

I valori di riduzione di spessore indicati in tabelle si riferiscono al solo primo anno di esposizione: Sono quindi da assumere quali valori di punta poiché, come si è detto, le velocità di corrosione tendono a ridursi nel tempo per fenomeni di passivazione indotte dall'avanzamento della corrosione stessa.

2. Corrosione in acque aggressive e marine

La velocità di corrosione è massima, come era lecito attendersi, in acque salmastre a causa della loro maggiore conduttività e della maggiore facilità con cui i processi chimici e chimico-fisici che sottostanno alla corrosione possono aver luogo. Le velocità massime da riferire per casi di questo tipo sono molto variabili in funzione della temperatura, della presenza di attività batteriche, dallo stato tensionale delle strutture, dalle correnti vaganti, ecc..

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

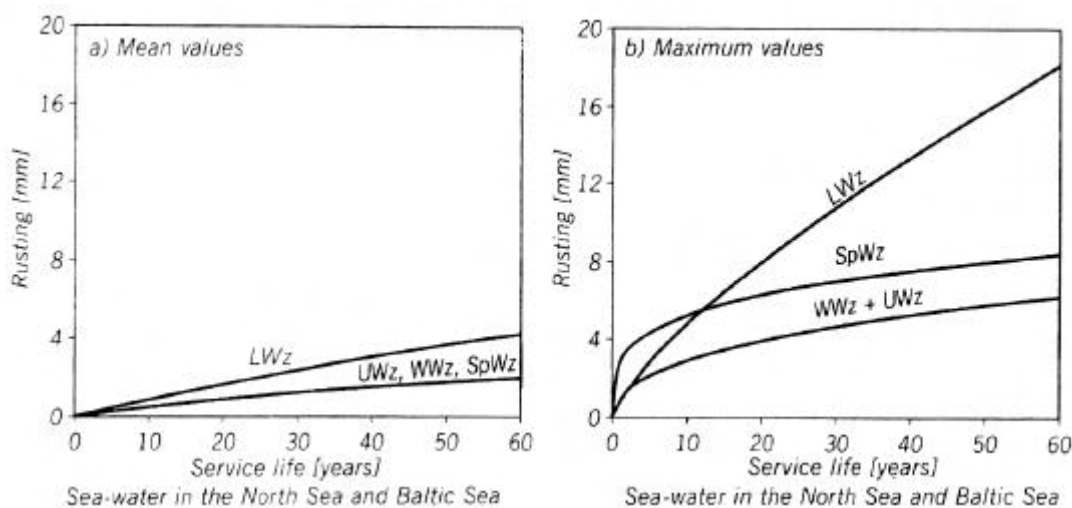


Figura 5.1: valori medi e massimi della corrosione in acque marine

Un valore di riferimento medio per le porzioni di struttura distanti dalla zona a più intensa attività corrosiva, può essere ritenuto pari a 0.03mm/anno.

A causa della variabilità e della forte localizzazione del fenomeno in questa zona, non sono previsti dalla normativa italiana (UNI EN ISO 12944-2) valori numerici di riferimento.

3. Corrosione nello strato infisso nel suolo

L'ambiente spesso riducente presente al di sotto della parte emersa della struttura induce delle condizioni non gravose per la corrosione e per questo la riduzione di spessore ipotizzabile per la parte infissa del palancolato è trascurabile rispetto ad altre porzioni della stessa struttura:

il valore di riferimento che può essere cautelativamente assunto per la velocità di corrosione è pari a 0.01 mm/anno. La situazione è però chiaramente diversa laddove si abbia a che fare con suoli inquinati da sostanze particolarmente aggressive per i metalli, come ad esempio nel caso delle discariche o nel caso in cui le palancole siano raggiunte da percolati corrosivi provenienti da terreni inquinati o ricchi in humus e dunque di carica batterica.

4. Corrosione per stress residui

Come si è detto la corrosione è del resto funzione dello specifico stato tensionale dell'opera; per le stesse ragioni la corrosione è anche funzione del tipo di lavorazione che il particolare profilo metallico ha subito, poiché in relazione alla manifattura della palanca vi sono stress residui nel metallo: la figura che segue evidenzia i punti deboli delle palancole a U e a Z.

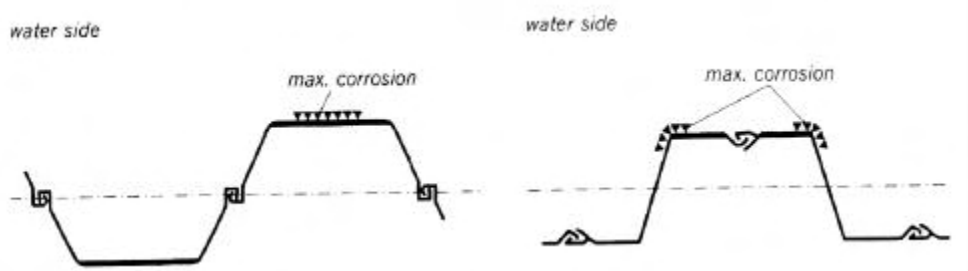


Figura 5.2: localizzazione della corrosione nelle palancole sagomate a U e a Z

5.3. *La protezione contro la corrosione*

La progettazione di opere metalliche di sostegno come le opere di conterminazione in palancole di acciaio deve sempre considerare, fin dai primi approcci alla definizione delle caratteristiche delle opere, ciò che potrebbe danneggiare le opere stesse in relazione alla corrosione; a tale scopo bisogna fare riferimento ai seguenti fattori:

- destinazione d'uso e vita utile delle strutture;
- velocità di corrosione medie e specifiche prevedibili per l'ambiente in cui l'opera è inserita;
- analogie con opere analoghe costruite in prossimità di quella oggetto della progettazione;
- alternative possibili per proteggere le opere dalla corrosione;
- costi possibili da imputare alla manutenzione relativa al tipo di protezione prescelto e all'eventuale necessità di ripristinare la protezione qualora questa si dimostri insufficiente.

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

Si sottolinea subito che quanto espresso al termine dell'ultimo dei punti di cui all'elenco precedente risulta quasi sempre di complessa fattibilità e molto oneroso per le conseguenze economiche e sulla funzionalità temporanea dell'opera.

Da quanto esposto emerge la assoluta rilevanza di prolungare le performance utili dell'opera proteggendo dalla corrosione opportunamente il metallo che la costituisce.

Le tecnologie a disposizione atte a proteggere le opere metalliche dalla corrosione possono essere schematizzate in cinque differenti categorie:

1. protezione per rivestimento esterno
2. sovradimensionamento
3. impiego di leghe speciali
4. protezione catodica
5. misure precauzionali in fase esecutiva e di esercizio

5.3.1. Rivestimento sommitale in cemento armato

Nella porzione altrimenti più velocemente suscettibile di corrosione espleta una funzione di protezione contro la corrosione il cordolo di irrigidimento in calcestruzzo che

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

riveste la struttura metallica a partire da +2.10 m s.m.m. fino a -2 m s.m.m..

La zona in questione, inoltre, non è soggetta ai valori più alti di momento flettente sollecitante e quindi presenta sufficienti riserve di resistenza contro una eventuale corrosione che comporti riduzione di spessore e quindi perdita di resistenza.

Per queste ragioni risulta adeguatamente sufficiente una protezione alla corrosione con getto di calcestruzzo.

Non si prevede una verniciatura esterna alla superficie metallica nella zona ove essa è rivestita in calcestruzzo poiché ridurrebbe l'adesione tra i due materiali. Di contro una eventuale ossidazione iniziale del metallo rinforzerebbe ulteriormente il legame di adesione tra metallo e calcestruzzo.

5.3.2. Sovradimensionamento

Considerando quanta parte della sezione reagente andrà persa durante l'esercizio delle palancole è anche possibile progettare le strutture ammettendo che il loro modulo di resistenza vada progressivamente riducendosi per effetto della corrosione; per evitare che la struttura vada in crisi per la sua incapacità di sostenere i carichi che, pur restando costanti, la sollecitano in maniera sempre maggiore, occorre

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

dunque prevedere che inizialmente il palancolato sia sovradimensionato.

In altre parole la progettazione può essere improntata a dotare la struttura di una iniziale capacità di resistenza maggiore della necessaria; man mano che il tempo passa e che il processo corrosivo va avanti il modulo di resistenza della sezione adottata diminuirà: l'aspetto rilevante è di fare in modo tale che la struttura sia in possesso di un surplus di risorse almeno pari a quelle che perderà a causa della corrosione.

Per quanto già affermato, vista cioè la rilevanza dello stato tensionale nella definizione della velocità di progressione dell'arrugginimento, il sovradimensionamento permette d'altronde che la struttura operi a tensioni minori di quelle pur ammissibili, rendendo in definitiva più lento il progredire della corrosione.

Assumendo che la riduzione degli spessori non determini variazioni nello stato di sollecitazioni esterne che rimangono costanti nel tempo, ma provochi solo riduzioni del modulo di resistenza delle sezioni e in conseguenza incrementi dello stato tensionale, la riduzione di spessore risulta tollerabile fintantoché non determini il raggiungimento della tensione ammissibile.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Applicando riduzioni di spessore via via crescenti alla sezione tipo del palancolato e calcolando i momenti di inerzia e quindi i moduli di resistenza delle sezioni ridotte, si può ricavare una legge che lega le riduzioni percentuali di spessore (rispetto al valore iniziale $S_{iniziale}$) ΔS % alle riduzioni conseguenti di modulo di resistenza ΔW % (rispetto a $W_{iniziale}$).

Si è potuto riscontrare che tale legge è un'ottima approssimazione lineare per il tipo di profilo Larssen 430 (vedi la relazione di calcolo Allegato 1).

Dalla seguente relazione è possibile ricavare il modulo di resistenza minimo W_{min} necessario alla palanca per sollecitazioni inferiori a quelle ammissibili in corrispondenza del momento massimo agente.

$$\frac{M}{W_{min}} = s_{ammissibile} \Rightarrow W_{min} = \frac{M}{s_{ammissibile}}$$

I massimi momenti flettenti che agiscono sulla struttura si hanno a profondità di oltre 5-6 m dal medio mare nella zona precedentemente definita come zona immersa profonda, per tale zona di appartenenza si può prendere come valore di riferimento della velocità di corrosione 0.03mm/anno.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Nota quindi la riduzione di resistenza della sezione si può ricavare, conoscendo il legame tra ΔS % e ΔW % sopra menzionato, la relativa riduzione di spessore.

Ad esempio per un legame lineare del tipo $\Delta W \% = a * \Delta S \%$ si ha:

$$\frac{\Delta S}{S_{iniziale}} = \frac{\Delta W / W_{iniziale}}{a} \Rightarrow \Delta S = \frac{\Delta W / W_{iniziale}}{a} * S_{iniziale}$$

e quindi il tempo utile al raggiungimento della tensione ammissibile, si può calcolare nel seguente modo:

$$T = \frac{\Delta S}{v_{corrosione}}$$

Considerazioni riguardanti la durabilità delle strutture di progetto in base al solo sovradimensionamento sono svolte nella relazione di calcolo (allegato 1).

5.3.3. Leghe speciali

È stato provato che l'aggiunta di rame unitamente a nichel, cromo, fosforo e silicio all'acciaio con cui realizzare le opere a mare ne migliora la resistenza specialmente nella porzione compressa fra le escursioni mareali e la *splashing zone* particolarmente in quelle aree in cui l'aria sia carica di umidità e di salsedine. Acciai speciali ottenuti da leghe di niobato, titanio e vanadio garantiscono oltre che migliori resistenze meccaniche anche un miglioramento del

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

comportamento generale della struttura nei confronti della corrosione.

Tipicamente però i costi di fornitura sono molto elevati.

5.3.4. Protezione catodica

Date le caratteristiche elettrochimiche che stanno alla base del meccanismo per cui un metallo si corrode, la corrosione può essere eliminata semplicemente apportando al metallo una quantità di elettroni tale da impedire che ulteriori atomi di ferro passino all'elettrolito. In tale modo la costruzione diventa un catodo in toto, zone anodiche non possono più esistere poiché il flusso di corrente di corrosione (dal metallo all'elettrolito) viene impedito dalla corrente esterna di protezione.

La corrente esterna di protezione necessaria viene fornita tramite impianti di protezione catodica contro la corrosione. Tale corrente può essere fornita da un impianto a corrente impressa ossia da un alimentatore esterno di corrente collegato alla struttura con il polo negativo e ad un elettrodo conduttore metallico (anodo) con il polo positivo, oppure, similmente ad una pila tascabile, collegando elettricamente la struttura ad un metallo meno nobile (anodo sacrificale) che corrodendosi fornisce la corrente di protezione.

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

Gli impianti con anodi sacrificali hanno risolto il problema del potenziale impatto ambientale conseguente al consumo del metallo nell'elettrolito con l'adozione di speciali leghe non pericolose contenenti per lo più alluminio e magnesio.

Nel caso del Canale Industriale Sud è stato adottato un sistema di protezione catodica a corrente impressa e non uno ad anodi sacrificali in quanto le complesse e specifiche variabili ambientali che caratterizzano questo sito rendono preferibile un sistema che per il fatto stesso che va adeguatamente gestito, rende possibile il monitoraggio dello stato elettrochimico dell'area su cui si è intervenuti.

I materiali più comunemente utilizzati nella costruzione di anodi per corrente impressa sono: acciaio al carbonio, leghe ferro-silicio, grafite, titanio attivato (materiale composito costituito da supporto di titanio e da rivestimento elettrocatalitico di ossidi di metalli misti) e titanio platinato (supporto in titanio e rivestimento di platino). Tali materiali sono scelti in base alle loro caratteristiche di resistività elettrica, tasso di dissoluzione, densità di corrente e massa volumica (la massa totale dell'anodo deve essere dimensionata per una durata minima di 10 anni) secondo i valori indicati nella norma UNI 10835 che fornisce anche indicazioni sui materiali e sulle modalità di esecuzione dei letti di posa.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

In particolare la protezione catodica è ritenuta ottimale per quelle aree limitate in cui si concentra la corrosione e cioè la fascia immediatamente al di sotto del livello di minima marea: infatti la protezione catodica permette di risparmiare sulle dispendiose operazioni di ripristino del rivestimento protettivo in zone sulle quali intervenire è difficile e sicuramente molto costoso.

È però doveroso segnalare l'assoluta rilevanza della corretta valutazione della tecnica di protezione catodica che si intende adottare, dei materiali e dei dispositivi di controllo da prevedere in fase di esecuzione, (in accordo con le indicazioni fornite dalla normativa italiana secondo le norme: UNI 10835⁹ e UNI 9782¹⁰).

Un impianto di protezione catodica necessita inoltre di verifiche a posteriori sui parametri significativi relativi allo stato elettrico del sistema (potenziale, correnti longitudinali, resistenze), eseguite in loco da operatori a frequenza prestabilita oppure tramite un sistema di telecontrollo dei parametri di funzionamento, progettato, previa installazione

⁹ Protezione catodica di strutture metalliche interrate – Anodi e dispersori per impianti a corrente impressa – Criteri di progettazione e installazione

¹⁰ Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Criteri generali per la misurazione, la progettazione e l'attuazione.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

di strumenti di registrazione, in conformità alle indicazioni fornite dalla norma UNI 10950.

È altresì importante valutare correttamente, in fase di esecuzione, la presenza o meno di strutture metalliche interferenti¹¹ posate nel sottosuolo (quali ad esempio: rotaie di una ferrovia, strutture in metallo non adeguatamente rivestite o scarsamente isolate dall'ambiente circostante, impianti a corrente continua con polarità a terra quali impianti di sollevamento, di saldatura, di telecomunicazione, di elettrolisi) che potrebbero causare variazioni dello stato elettrico della struttura protetta catodicamente, rendendo in tal modo inefficace il sistema di protezione adottato. Il miglior modo per ridurre le probabilità che insorgano interferenze consiste nell'adottare provvedimenti preventivi in fase di progettazione. Tuttavia deve essere valutata anche la possibilità che avvengano interferenze ad opera eseguita. Risulta opportuno quindi monitorare adeguatamente i parametri elettrici del sistema al fine di individuare una eventuale interferenza e verificarne l'ammissibilità.

Il principio su cui si basa la protezione catodica è di portare la struttura ad un potenziale inferiore al potenziale di soglia V_s (valore di potenziale al quale si annulla la velocità di corrosione) ma di evitare altresì potenziali

¹¹ Norma UNI 9783

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

eccessivamente negativi (potenziale limite VI). Valore di riferimento da normativa (UNI 9782) del potenziale di soglia per l'acciaio è $V_s = -0,95V$ (valutato rispetto all'elettrodo Cu-CuSO₄). Un'interferenza è intesa migliorativa se porta il potenziale a valori più negativi, viceversa è peggiorativa.

5.3.5. Misure preventive in fase esecutiva e di esercizio

Poiché la corrosione è un fenomeno chimico-fisico intimamente dipendente dalle condizioni ambientali, in fase di cantiere è possibile contenere l'effetto di alcuni elementi che la favoriscono.

Così per esempio sarà opportuno che nella parte retrostante il fronte immerso in acqua del palancoleto si cerchi di evitare il contatto diretto di materiale contaminato da sostanze corrosive, preferendo quindi per il riempimento materiale pulito.

Nel caso in cui si debba prevedere l'accosto di natanti ad opere metalliche di banchinamento, sarà necessario proteggere la parte esposta all'attrito dell'imbarcazione contro il palancoleto mediante rivestimenti in calcestruzzo o con appositi fender in gomma o simili.

5.3.6. Protezione dei tiranti contro la corrosione

Quanto segue trae spunto dalle raccomandazioni AICAP e dalla norma UNI EN 1537 (ai quali documenti si

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

rimanda) in relazione a quanto lì previsto in relazione ai controlli ed ai dispositivi da assumere nella realizzazione di tiranti permanenti.

Considerando che le resistività da attendersi è di circa $25 \Omega \cdot m$ per le acque lagunari e di $10 \div 30 \Omega \cdot m$ per i terreni saturi in sponda: tali range, confrontati con quanto riferito nelle raccomandazioni AICAP, sono caratteristici di ambienti *moderatamente corrosivi*.

Bisognerà comunque prevedere in fase esecutiva delle misurazioni elettrochimiche dei terreni per caratterizzare in maniera adeguata l'aggressività del terreno.

Ciò che maggiormente configura il rischio di aggressione elettrochimica dei tiranti è la presenza di cloruri nelle acque di saturazione dei terreni.

Tutto questo considerato si assume che:

- i tiranti devono essere realizzati e controllati in stabilimento;
- la malta di iniezione deve essere tale da minimizzare le conseguenze degli attacchi da parte dei cloruri;
- i trefoli dovranno essere muniti di sistemi di centraggio nella guaina ed ogni intercapedine deve essere ingrassata già in stabilimento per evitare ossidazioni nelle more delle lavorazioni;

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- il grasso deve essere rimosso con particolare cura dalla parte attiva del tirante con adeguati detergenti o solventi prima dell'infissione;
- il grasso deve essere stabile chimicamente, inalterabile ed insaponificabile e non deve essere aggressivo né nei confronti della guaina né dell'acciaio dei trefoli;
- lo spessore della guaina non potrà essere inferiore a 1.5 mm;
- la guaina sarà preferibilmente di polietilene o polipropilene o comunque di materiale plastico stabile chimicamente e tale da non rilasciare ioni Cl^- , pericolosi per i trefoli;
- i tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione devono essere impermeabili alla miscela di iniezione;
- particolare cura andrà posta nell'assicurare che in corrispondenza del raccordo fra testa di ancoraggio e tratto libero sia ripristinata la perfetta continuità degli elementi protettivi del tirante stesso;
- al termine delle operazioni di tesatura le teste dei tiranti devono essere quanto prima coperte con un cappuccio protettivo riempito di materiale anticorrosivo, a

meno che non si proceda direttamente con un adeguato getto di calcestruzzo;

- per ciascun tirante devono essere compilati i rapporti relativi alle varie fasi esecutive, secondo lo schema riportato nelle raccomandazioni AICAP;
- oltre alle prove statiche ordinarie, sui tiranti di prova devono essere effettuate le verifiche di cui al capitolo 6.12 della norma UNI EN 1537.

5.4. Impianto di protezione catodica a corrente impressa

5.4.1. Introduzione

Con riferimento a quanto esposto nel capitolo precedente e tenendo conto sia della lunga vita delle opere di progetto, sia dell'ambiente in cui i manufatti dovranno essere installati, si prevede l'utilizzo di un sistema di protezione catodica del tipo a corrente impressa.

Per conseguire questo scopo dovranno essere impiegati generatori di corrente continua (alimentatori catodici) i cui poli negativi verranno collegati alle strutture da proteggere, mentre i poli positivi verranno collegati a dispersori anodici profondi costituiti da anodi tubolari in titanio attivato aventi dimensioni $f = 25 \text{ mm}$ e $L = 1000 \text{ mm}$.

5.4.2. Descrizione dell'opera da proteggere

Nel presente capitolo vengono definite le linee guida per il dimensionamento del sistema di protezione catodica atto ad inibire fenomeni di corrosione sulle superfici metalliche, a contatto con elettroliti corrosivi, delle palancole costituenti le tipologie di intervento 1 e 2 ovvero gli interventi in cui è prevista la realizzazione di un piano banchina e che necessitano di una protezione ulteriore rispetto al solo sovradimensionamento.

Gli impianti di cui si tratterà nel prosieguo svolgono un'azione protettiva significativa anche nei confronti dei tiranti.

I tiranti non sono tuttavia da considerarsi nel calcolo delle superfici da proteggere sia perché sono già protetti da corrosione mediante protezione passiva realizzata con rivestimento in guaina plastica ad alto spessore sia perché l'eventuale area aggiuntiva risulta essere una piccola frazione rispetto a quella del palancolato.

L'impianto a corrente impressa sarà comunque in grado di proteggere efficacemente anche i tiranti di ancoraggio nel caso che il rivestimento venga danneggiato.

5.4.3. Misure preliminari

5.4.3.1. *Resistività del terreno*

Considerando che i dispersori anodici verranno ubicati in perforazioni eseguite nel terreno posto a tergo del palancolato, il valore della resistività del terreno permette di calcolare la resistenza anodica di ciascun dispersore.

Poiché i dispersori anodici verranno installati ad una profondità media di 30 metri, il metodo utilizzato per la misura della resistività del terreno sarà “il metodo Wenner” (denominato “dei 4 picchetti”) per resistività superficiali.

Con riferimento allo schema di Figura 5.3, le misure verranno effettuate immettendo nel terreno, tramite due elettrodi *C1* e *C2*, una corrente di valore noto e misurando la differenza di potenziale tra due punti intermedi del terreno prelevando il potenziale con altri due elettrodi *P1* e *P2*.

Il terreno di cui è stata misurata la resistività media è quello compreso tra gli elettrodi di tensione *P1* e *P2* fino ad una profondità pari a circa 1/3 della distanza tra *C1* e *C2* ed una larghezza pari a circa 2/3 della distanza tra *C1* e *C2*.

In seguito (Figura 5.3) è raffigurato lo schema elettrico per eseguire le misurazioni e viene riportata la formula di calcolo che permette di ricavare il valore di resistività nel punto di misura.

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

Le misure verranno eseguite con uno strumento (misuratore di terre) che fornisce direttamente il valore della resistenza R e quattro picchetti infissi nel terreno allineati e ad uguale distanza tra loro.

La resistività è data dalla seguente formula:

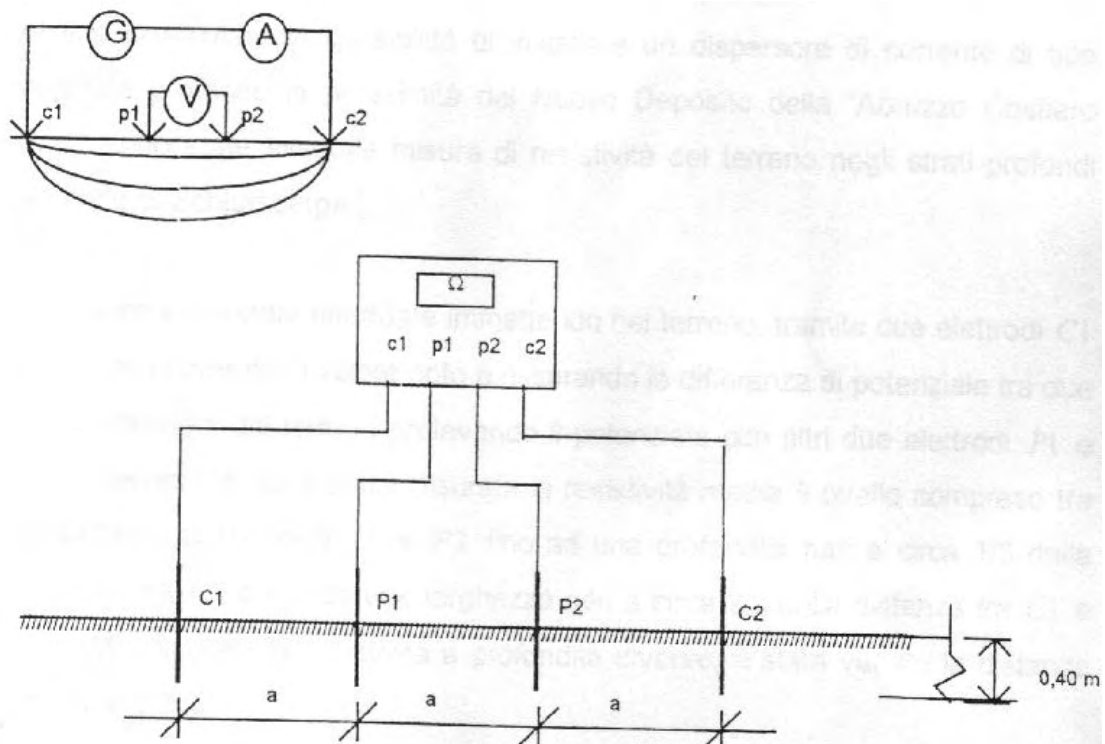
$$r = 2 * \pi * a * R \quad (\Omega \cdot m)$$

dove:

r = resistività del suolo, tra i picchetti $P1$ e $P2$, ad una profondità pari a $1/3$ della distanza $C1 C2$.

a = distanza tra i picchetti = $1/3$ della distanza $C1 C2$

R = resistenza misurata tra i picchetti $P1$ e $P2$.



Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

*Figura 5.3: misura della resistività del terreno con metodo di
Wenner.*

5.4.3.2. *Stato elettrico naturale*

L'analisi dello stato elettrico naturale delle strutture metalliche presenti nella zona interessata, permette di valutare la presenza di fenomeni riconducibili a correnti vaganti.

Tale indagine dovrà essere eseguita mediante delle registrazioni del potenziale naturale assunto da strutture metalliche già installate, per un periodo non inferiore a 24 ore.

Per escludere la presenza nella zona interessata di correnti vaganti, l'analisi delle registrazioni non dovrà evidenziare variazioni del potenziale naturale nell'arco delle 24 ore superiore a ± 50 mV.

Come riferimento dovrà essere utilizzato un elettrodo Ag/AgCl (argento/argentocloruro) immerso in acqua.

Lo strumento registratore, conforme alla normativa UNI CEI 6, sarà di tipo statico a microprocessore in grado di eseguire almeno un'acquisizione al secondo e con memoria sufficiente a registrare i dati di 24 ore.

Le caratteristiche principali del registratore dovranno essere le seguenti:

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Capacità di memorizzazione:	262.000 misure
Range di misura	$\pm 100\text{mV}$, $\pm 1\text{V}$, $\pm 10\text{V}$ autorange
Risoluzione	0,1% FS
Protezione	IP65
Dimensioni	140x65x35 mm
Peso	400gr
Alimentazione	Batteria interna 9V tipo transistor
Temperatura di esercizio	- 20 ÷ + 60 °C
Tempo di acquisizione	0,1 ÷ 9999 Sec.
Connessione con computer	RS232 – DCE (DB9 pin femmina)

Tabella 1: caratteristiche principali del registratore.

5.4.4. Dati progettuali

5.4.4.1. *Vita di progetto*

La durata del sistema di protezione catodica a corrente impressa è limitata da quella degli anodi. Si assume che questi restino funzionali per una durata di 90 anni.

5.4.4.2. *Potenziali di protezione*

In accordo con quanto suggerito dalle norme applicabili si assumono i seguenti valori di potenziale di protezione (potenziali riferiti all'elettrodo Ag/AgCl/acqua di mare):

- potenziale di protezione per le superfici in acqua di mare = -0,80 V;
- potenziale di protezione per le superfici in fango = -0,90 V;

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

5.4.4.3. *Aree delle strutture da proteggere*

Ai fini del calcolo, bisognerà raggruppare le aree da proteggere nelle due seguenti categorie in relazione ai differenti ambienti che le circondano:

1. superfici esposte ad acqua di mare;
2. superfici esposte a fango marino ed a terreno.

In accordo con quanto sopra esposto, le superfici da proteggere si ottengono dalle seguente relazione:

$$\text{Sup} = s \times L \times c$$

Dove: s = altezza palanca a contatto con elettrolita

L = sviluppo lineare del fronte delle palancole

c = coeff. sviluppo superficiale palancole

TRATTO	Intervento	L [m]	palancole	Strutturale				Tenuta				AREA [m ²]		AREA [m ²]	
				L%	c	s _a [m]	s _t [m]	L%	c	s _a [m]	s _t [m]	acqua	terra	Sup _A	Sup _T
A	1A - Nuova Sirma	200	PSp1000s+PZi612	0.29	1	10	9	0.71	1.41	10	4	2582	1323	2582	1323
B	1B - Pagnan	330	Larsen430	0.5	1.98	10	9	0.5	1.98	10	4	6534	4247	6534	4247
C	1F - 43 Ettari	18	PSp1013+PZi612	0.29	1	10	9	0.71	1.41	10	9	232	209	6259	3490
	1C - 43 Ettari	242	PSp1013+PZi612	0.29	1	10	9	0.71	1.41	10	4	3124	1601		
	1D - 43 Ettari	236	PSp1000d+PZi612	0.44	1	10	9	0.56	1.41	10	4	2902	1680		
D	1D - Decal	282	PSp1000d+PZi612	0.44	1	10	9	0.56	1.41	10	4	3467	2007	4795	2776
	1D - Italcementi	108	PSp1000d+PZi612	0.44	1	10	9	0.56	1.41	10	4	1328	769		
E	1D - Abibes	290	PSp1000d+PZi612	0.44	1	10	9	0.56	1.41	10	4	3566	2064	6320	3659
	2A - ALCOA	224	PSp1000d+PZi612	0.44	1	10	9	0.56	1.41	10	4	2754	1595		
F	2A - ALCOA	296	PSp1000d+PZi612	0.44	1	10	9	0.56	1.41	10	4	3640	2107	3640	2107
G	2B - ENEL	279	PSp1013+PZi612	0.29	1	10	9	0.71	1.41	10	4	3602	1845	3602	1845

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Nella precedente tabella con il termine strutturale ci si riferisce alle palancole di lunghezza maggiore, ad esempio nel caso del palancolato formato da moduli composti da palancole tipo PSp e PZi612, la palancole di tipo PSp costituiscono l'elemento strutturale e le palancole di tipo PZi612 costituiscono l'elemento di tenuta.

5.4.4.4. *Densità delle correnti di protezione*

Considerando la zona di mare in cui le conterminazioni sono realizzate e le prescrizioni della norma UNI-EN 13174, nei calcoli verranno assunti i seguenti valori di densità di corrente di protezione (in mA/m²):

	Densità di corrente di polarizzazione iniziale (d_P)	Densità di corrente di mantenimento (d_M)
Superfici in acqua	100	65
Superfici in fango e terreno	25	20

Tabella 2: densità di corrente di protezione.

5.4.4.5. *Caratteristiche anodiche*

In riferimento agli standard di mercato disponibili, i dispersori anodici saranno costituiti da anodi tubolari in titanio attivato aventi dimensioni $\phi = 25$ mm e L = 1000 mm. aventi le seguenti caratteristiche:

- consumo del rivestimento attivo anodico = 0,006 g/A
anno

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- densità di corrente a regime permanente = 100 A/m²
- densità di corrente a regime temporaneo = 130 A/m²

Al fine di ridurre sia il numero di anodi necessari per assicurare le erogazioni di corrente richieste, sia la profondità dei pozzi da trivellare che ospiteranno i dispersori, verranno impiegati anodi che, tra gli standard disponibili, presentano la massima superficie di erogazione e la minore lunghezza, ovvero anodi aventi le seguenti dimensioni:

- diametro esterno = 25 mm
- lunghezza = 1000 mm
- superficie di erogazione = 0,0785 m²

5.4.5. Dimensionamento protezione catodica

5.4.5.1. *Correnti di protezione richieste*

Le correnti di protezione vengono calcolate considerando la necessità di ottenere, inizialmente, una corretta polarizzazione catodica delle strutture e, durante la vita operativa, un idoneo stato di protezione.

Considerando le densità di corrente di protezione esposte al Par. 5.4.4.4 ed i battenti da calcolare come illustrato al Par. 5.4.4.3, le correnti di protezione vengono calcolate applicando la seguente formula:

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

$$I_{Pn} = \frac{S_{Wn} \times d_{Wn} + S_{Fn} \times d_{Fn}}{1000}$$

dove:

I_{Pn} = corrente di protezione (A);

S_{Wn} = superfici in acqua (m²);

S_{Fn} = superfici in fango e terreno (m²);

δ_{Wn} = densità di corrente di protezione per le
superfici in acqua (mA/m²);

δ_{Fn} = densità di corrente di protezione per le
superfici in fango e terreno (mA/m²).

Considerando che la polarizzazione iniziale richiede, per i sistemi a corrente impressa, non più di tre giorni, si assume che durante tale periodo l'altezza di palancola esposta all'acqua sia pari a 1 m, ci si riferisce, in pratica alla situazione prima del dragaggio del fondale.

Sostituendo i valori di superficie e di densità di corrente precedentemente esposti, si ottengono i seguenti risultati per ciascun tratto:

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

TRATTO	Intervento	Corrente di polarizzazione iniziale (A)	Corrente di mantenimento (A)
A	1A - Nuova Sirma	156	194
B	1B - Pagnan	417	510
C	1F - 43 Ettari 1C - 43 Ettari 1D - 43 Ettari	385	477
D	1D - Decal 1D - Italcementi	297	367
E	1D - Abibes 2A - ALCOA	392	484
F	2A - ALCOA	226	279
G	2B - ENEL	217	271

La corrente di progetto sarà la maggiore, ossia la corrente di mantenimento per ciascun tratto.

5.4.6. Dimensionamento catene anodiche

In base alle caratteristiche anodiche evidenziate al Cap. 5.4.4.5 ed alla corrente di mantenimento da calcolare come spiegato al paragrafo precedente, il minimo numero di anodi totali richiesti è desumibile dalla relazione di seguito riportata

$$N_{AT(min)} = \frac{IP}{S_A \times d_{AP}}.$$

dove: $N_{AT(min)}$ = numero minimo di anodi da impiegare
IP = corrente di mantenimento;

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

$$S_A = \text{superficie di erogazione dell'anodo} = 0,0785 \text{ m}^2$$

$$\delta_{AP} = \text{densità di corrente anodica a regime permanente} = 100 \text{ A/m}^2$$

Nella seguente tabella, per ciascuna tipologia di intervento, si riporta il numero minimo di anodi da impiegare calcolato con la precedente formula. Nella terza colonna è invece riportato il numero di catene anodiche, composte ciascuna di 10 anodi che verranno effettivamente impiegate.

TRATTO	Intervento	$N_{AT(min)}$	N° catene da 10 anodi
A	1A - Nuova Sirma	25	3
B	1B - Pagnan	65	7
C	1F - 43 Ettari 1C - 43 Ettari 1D - 43 Ettari	61	7
D	1D - Decal 1D - Italcementi	47	5
E	1D - Abibes 2A - ALCOA	62	7
F	2A - ALCOA	36	4
G	2B - ENEL	35	4

Si intende utilizzare anodi tubolari in titanio attivato aventi dimensioni $\phi = 25 \text{ mm}$ e $L = 1000 \text{ mm}$.

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

Al fine di ridurre al minimo la profondità di perforazione dei pozzi in cui installare le catene anodiche, gli anodi verranno assemblati in modo da risultare tra loro spaziati al valore minimo necessario per garantire un corretto funzionamento dell'impianto, ovvero 1 m: in tali condizioni la distanza tra l'anodo iniziale e l'anodo terminale sarà di 19 m (tale distanza è da considerarsi sulla verticale del pozzo).

Considerando che è assolutamente indispensabile che tutti gli anodi risultino al di sotto del limite inferiore delle palancole, i pozzi di posa delle catene dovranno avere una profondità non inferiore ai 40 m.

Poiché al sistema di protezione catodica è richiesta una durata di 90 anni, ciascun anodo dovrà presentare il supporto di titanio attivato superficialmente da un rivestimento avente un peso non inferiore (per ogni tipologia) a:

$$W_{RIV(anodo)} = \frac{IP * D * c_A}{N_{anodi}} = 4g$$

ove: $W_{RIV(anodo)}$ = peso del rivestimento di attivazione di ogni anodo;

IP = corrente di mantenimento;

D = durata richiesta (90 anni);

c_A = consumo del rivestimento attivo anodico (0,006 g / A anno);

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

$N_{\text{ANODI(tot)}} = \text{numero totale di anodi previsti.}$

5.4.6.1. *Resistenza anodica dei dispersori*

La resistenza anodica (o di contatto) di ciascun dispersore è un parametro indispensabile per stabilire la tensione in uscita degli alimentatori, ed è ricavabile dalla relazione di Dwight:

$$R_a = \frac{r}{2\rho L} \left(\ln \frac{8L}{d} - 1 \right)$$

ove:

- R_a = resistenza di contatto del dispersore
- ρ = resistività del terreno di posa (da rilevare in campo)
- L = lunghezza attiva dispersore (lunghezza anodo × numero anodi)
- d = diametro dispersore

5.4.7. Dimensionamento degli alimentatori catodici

Fondamentali parametri per dimensionare gli alimentatori catodici sono:

- la corrente nominale in uscita
- la tensione nominale in uscita

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

5.4.7.1. *Correnti nominali*

In questo caso specifico, il parametro “*corrente nominale*” viene stabilito prendendo in considerazione

- le correnti massime che i sistemi di protezione catodica devono essere in grado di erogare, ovvero le correnti totali di mantenimento per ogni tratto.
- La corrente erogabile da ciascuna catena anodica da 10 anodi (75A)

Considerando il numero totale di anodi previsto per ciascun tratto si determinano la tipologia di alimentatori da utilizzare e il numero di dispersori, costituiti dalle catene anodiche, da collegare.

Nella seguente tabella è riportato il quadro riassuntivo relativo agli alimentatori catodici da utilizzare.

TRATTO	ALIMENTATORE DA 225 A		ALIMENTATORE DA 300 A		ALIMENTATORE DA 375 A	
	n°	dispersori collegati	n°	dispersori collegati	n°	dispersori collegati
A	1	3	-	-	-	-
B	1	3	1	4	-	-
C	1	3	1	4	-	-
D	-	-	-	-	1	5
E	1	3	1	4	-	-
F	-	-	1	4	-	-
G	-	-	1	4	-	-

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

In totale si necessita di:

- 4 alimentatori da 225 A
- 5 alimentatori da 300 A
- 1 alimentatore da 350 A

5.4.7.2. *Tensioni nominali*

Per quanto riguarda invece la tensione minima nominale, essa è desumibile applicando la relazione di Ohm:

$$V_n = R_T \times I_n$$

ove: V_n = tensione nominale minima, in V

R_T = resistenza totale del circuito allacciato
all'alimentatore, in Ω

I_n = corrente nominale dell'alimentatore

Al fine di determinare gli effettivi valori delle resistenze totali R_T , va considerato che i dispersori anodici, oltre che presentare una resistenza di contatto R_a , presentano una resistenza ohmica R_C in quanto vengono collegati al corrispondente alimentatore mediante cavo elettrico la cui lunghezza varia in funzione della distanza catena-alimentatore.

Per la valutazione della R_C dovranno essere considerata l'ubicazione degli alimentatori e dei dispersori, nonché di un

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

fattore correttivo 1,15 che tenga conto delle inevitabili imprecisioni introdotte nei rilievi di distanze su planimetrie in scala.

Compatibilmente agli standard presenti sul mercato e considerando che i cavi dovranno avere una buona resistenza meccanica poiché non installati in canale di protezione si prevede l'impiego di cavi $1 \times 120 \text{ mm}^2$.

5.4.8. Monitoraggio stato elettrico

Un accurato monitoraggio dello stato elettrico delle strutture protette permetterà di mantenere sempre efficiente l'impianto di protezione catodica limitando, inoltre, eccessivi sprechi energetici.

A tal proposito si prevede di installare alcuni elettrodi di riferimento in zinco iperpuro posti ad una profondità di circa 2 m in posizione baricentrica rispetto al dominio dei tratti da proteggere.

Al fine di facilitare i rilievi dei potenziali di struttura, gli elettrodi saranno collegati, mediante cavo elettrico, a idonei voltmetri ubicati all'interno degli alimentatori catodici.

Per la gestione dell'impianto dovranno essere previsti:

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- controlli mensili degli alimentatori catodici, con registrazione dei parametri elettrici (tensione applicata, corrente erogata e potenziale di protezione);
- controllo generale dell'impianto con scadenza semestrale eseguito da tecnici specializzati, comprendente la registrazione e la mappatura del potenziale di protezione su tutto lo sviluppo lineare delle palancole;
- con scadenza biennale manutenzione della carpenteria metallica degli alimentatori catodici comprendente eventuale verniciatura e verifica limpidezza olio di raffreddamento;

Con l'impianto a regime si prevede un assorbimento di potenza per ogni tratto pari a:

TRATTO	Intervento	P _a [kW]
A	1A - Nuova Sirma	4
B	1B - Pagnan	8
C	1F - 43 Ettari 1C - 43 Ettari 1D - 43 Ettari	8
D	1D - Decal 1D - Italcementi	6
E	1D - Abibes 2A - ALCOA	8
F	2A - ALCOA	5
G	2B - ENEL	5
TOTALE		44

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

5.4.9. Caratteristiche materiali

5.4.9.1. *Alimentatori catodici*

- Funzionamento: tensione costante
- Alimentazione in c.a.: trifase - 380 V - 50 Hz
- Uscita in c.c.: da 225 A a 375A
- Regolazione: continua da 0 a 100% della tensione nominale
- Grado di protezione: IP55
- Raffreddamento: in olio a circolazione naturale
- Fissaggio: su basamento mediante tirafondi MA12
- Dimensioni: 1700x900x810 mm (altezza x larghezza x profondità)
- Componenti:
 - ✓ variatore di tensione trifase
 - ✓ interruttore trifase magnetotermico $I_n = 20 \text{ A}$
 - ✓ trasformatore trifase Y/y
 - ✓ ponte raddrizzatore trifase con diodi al silicio
 $I_{F(AV)} = 380 \text{ A}$
 - ✓ voltmetro - classe 1.5 - scala 0 / 25 V_{CC}
 - ✓ voltmetro - classe 1.5 - scala +2 / 0 / -2 V_{CC}
 - ✓ amperometro - classe 1.5 - scala 0 - 250 A_{CC}
 - ✓ shunt 60 mV
 - ✓ lampade di segnalazione presenza alimentazione in c.a.
 - ✓ morsettiera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

- Protezioni elettriche:
 - ✓ fusibili in ingresso da 16 A
 - ✓ fusibile in uscita
 - ✓ varistori in ingresso da 300 V
 - ✓ varistori in uscita da 75 V

5.4.9.2. *Catene Anodiche*

- Q.tà anodi per catena: N° 10
- Tipo anodo: Tubolare in titanio attivato
- Dimensioni anodo:
 - ✓ diametro = 25 mm
 - ✓ lunghezza = 1000 mm
- Peso (min.) attivazione per anodo: 4g
- Assemblaggio anodi: su cavo EPR/CSP 1*50 mm²
- Spaziatura anodo/anodo: 1 m
- Corrente max erogabile per anodo: 10A per anodo a regime temporaneo, 8A a regime permanente
- Lunghezza totale catena: 42m (da anodo terminale ad estremità cavo)

5.4.10. Elettrodi di riferimento

- Tipo: zinco iperpuro (Zn = 99,90%)
- Dimensioni: 40x40x250 mm
- Cavo di collegamento: 1*10mm² tipo PVC/PVC/SWA/PVC

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

5.4.11. Cavi elettrici

- Tipo: PVC/PVC/SWA/PVC
- Sezioni: $1 \times 120 \text{ mm}^2$
- Sezioni: $1 \times 10 \text{ mm}^2$
- Conduttore: corda flessibile in rame ricotto stagnato (CEI 20-29)
- Isolamento: polivinilcloruro (PVC) qualità Rz (CEI 20-11)
- Guaina interna: polivinilcloruro (PVC) qualità Rz (CEI 20-11)
- Armatura: fili d'acciaio (SWA)
- Guaina esterna: polivinilcloruro (PVC) qualità Rz (CEI 20-11)

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

**6. ALLEGATO 1 – RELAZIONE DI
DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IN SPONDA.**



GARASSINO s.r.l.

Via Curtatone, 25
20122 MILANO (ITALIA)
Tel.: +39 0255190493
Fax: +39 0255181865
E-Mail: garassinosrl@garassinosrl.it

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL CANALE INDUSTRIALE SUD A PORTO MARGHERA

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di dimensionamento delle banchine

Commessa Job 1258
Protocollo / Rev Doc. No. 22.01

| indica le parti modificate con l'ultima revisione

REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
0	11/12/02	Emissione	D.Mauri	A.L. Garassino	A.L. Garassino
1	15/12/02	Revisione	D.Mauri	A.L. Garassino	A.L. Garassino

MECCANICA DEI TERRENI E INGEGNERIA DELLE FONDAZIONI

Cod. Fisc. e Part. IVA 09893920158 – C.C.I.A.A. Milano 1325801 – Tribunale Milano Reg. Soc. 299857 – Capitale Sociale €10.400,00 int. vers.

INDICE

1.	INTRODUZIONE	<i>pag.</i> 3
2.	SINTESI STRATIGRAFICA E PARAMETRI GEOTECNICI	“ 4
3.	DIMENSIONAMENTO DELLA PALANCOLA DI BANCHINA	“ 12
3.1	Banchina con carico distribuito 50 kPa e carroponte	“ 17
3.2	Banchina con carico distribuito 50 kPa senza carroponte (int. 1A)	“ 27
3.3	Banchina con carico distribuito 30 kPa (int. 1B)	“ 32
3.4	Banchina con carico distribuito 10 kPa (int. 3A)	“ 36
3.5	Banchina con carico distribuito 10 kPa (int. 3B)	“ 41
3.6	Banchina con scavo a quota -4.0 m s.l.m con tirante (int. 4B)	“ 44
3.7	Banchina con scavo a quota -4.0 m s.l.m senza tirante (int. 4A)	“ 49
3.8	Banchina con scavo a quota -2.0 m s.l.m (int.5)	“ 53
3.9	Banchina presso vasca equalizzazione reflui (int. 3C e 3D)	“ 56
4.	EFFETTI DELLA CORROSIONE	“ 60
5.	DIMENSIONAMENTO DELLA PALIFICATA PER IL CARROPONTE	“ 62
5.1	Calcolo delle sollecitazioni interne nei pali	“ 62
5.2	Capacità portante dei pali	“ 67
5.3	Azioni assiali nei pali	“ 77
6.	DIMENSIONAMENTO DEI TIRANTI	“ 79
7.	VERIFICA DELLE PALANCOLE SOTTO CARICO DI PUNTA	“ 87
7.1	Capacità portante delle palancole	“ 87
7.2	Azioni verticali agenti nelle palancole	“ 92
8.	CONCLUSIONI	“ 93

ALLEGATO 1 – Output programma APILE2

ALLEGATO 2 – Output programma BEAM-COLUMN

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	2	110

1. INTRODUZIONE

A Venezia Marghera è prevista la realizzazione di un nuovo marginamento, dello sviluppo approssimativo di 3.5 km, per il Canale Industriale Sud, in corrispondenza della sponda sud e dei tratti nord e ovest della darsena.

Le strutture previste dipendono dalla destinazione d'uso dei singoli tratti del marginamento e vanno da diaframmi plastici, con la funzione di conterminazione delle acque superficiali e del primo acquifero, a banchine predisposte per il successivo scavo dell'alveo a quote da -4.0 m s.l.m. a -12.0 m s.l.m..

I sovraccarichi di progetto sono anch'essi dipendenti dalle destinazioni delle varie aree, variando da 5 a 50 kPa; in diversi tratti della sponda sud del canale è inoltre prevista la futura realizzazione delle vie di corsa per carriponte.

In tutti i casi per i quali è previsto lo scavo dell'alveo a -12.0 m s.l.m. la tipologia è di banchina tirantata con un unico ordine di tiranti in testa.

Nel caso delle banchine senza carroponte i tiranti sono a bulbo, inclinati, eseguiti dal cordolo della banchina; nel caso della prevista installazione del carroponte si prevede una via di corsa a testa banchina ed una via di corsa su cordolo su pali; in tali casi in generale il sistema di contrasto è costituito da barre d'acciaio disposte orizzontalmente, colleganti la banchina al cordolo, e da tiranti a bulbo inclinati, realizzati a partire dal cordolo. Nel caso della banchina Pagnan, con carroponte, i tiranti sono a bulbo, inclinati, eseguiti direttamente dal cordolo di banchina, a causa del ridotto spazio disponibile a tergo.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento delle opere di banchinamento, dei tiranti e dei pali della via di corsa del carroponte, in considerazione delle diverse condizioni stratigrafiche definite nella "Relazione Geotecnica" R.MAU 1258/20 del 09.12.02.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	3	110

2. SINTESI STRATIGRAFICA E PARAMETRI GEOTECNICI

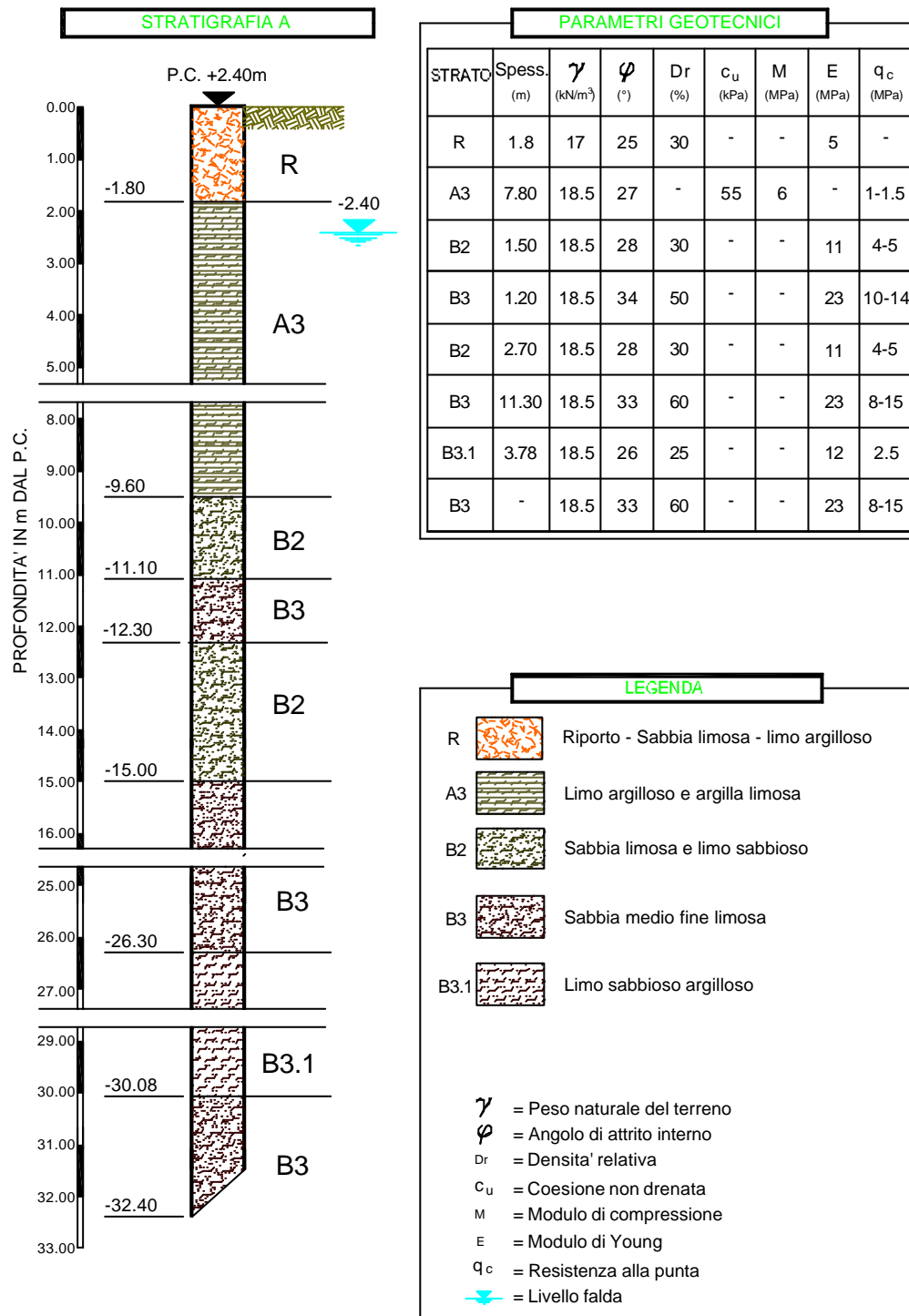
Le stratigrafie di progetto assunte per il dimensionamento delle opere sono definite nella “Relazione Geotecnica” R.1258/20 del 9.12.02.

Nell’ambito delle indagini sono state eseguite diverse “triplette” di prove penetrometriche statiche in senso trasversale al marginamento, che hanno mostrato come le stratigrafie mostrino livelli pressoché orizzontali (si veda p. es. la sezione stratigrafica CC’ allegata alla Relazione Geotecnica).

Sono state individuate 7 stratigrafie di progetto, indicate da A a G, che individuano da ovest verso est tratti successivi di banchina con caratteristiche omogenee.

Le figure 2.1 ÷ 2.7 mostrano le stratigrafie di progetto considerate e i relativi parametri geotecnici.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	4	110



DESCRIZIONE/Description

MOLO INDUSTRIALE SUD
Stratigrafia di progetto Tipo "A" - Zona nord e ovest darsena
Parametri geotecnici

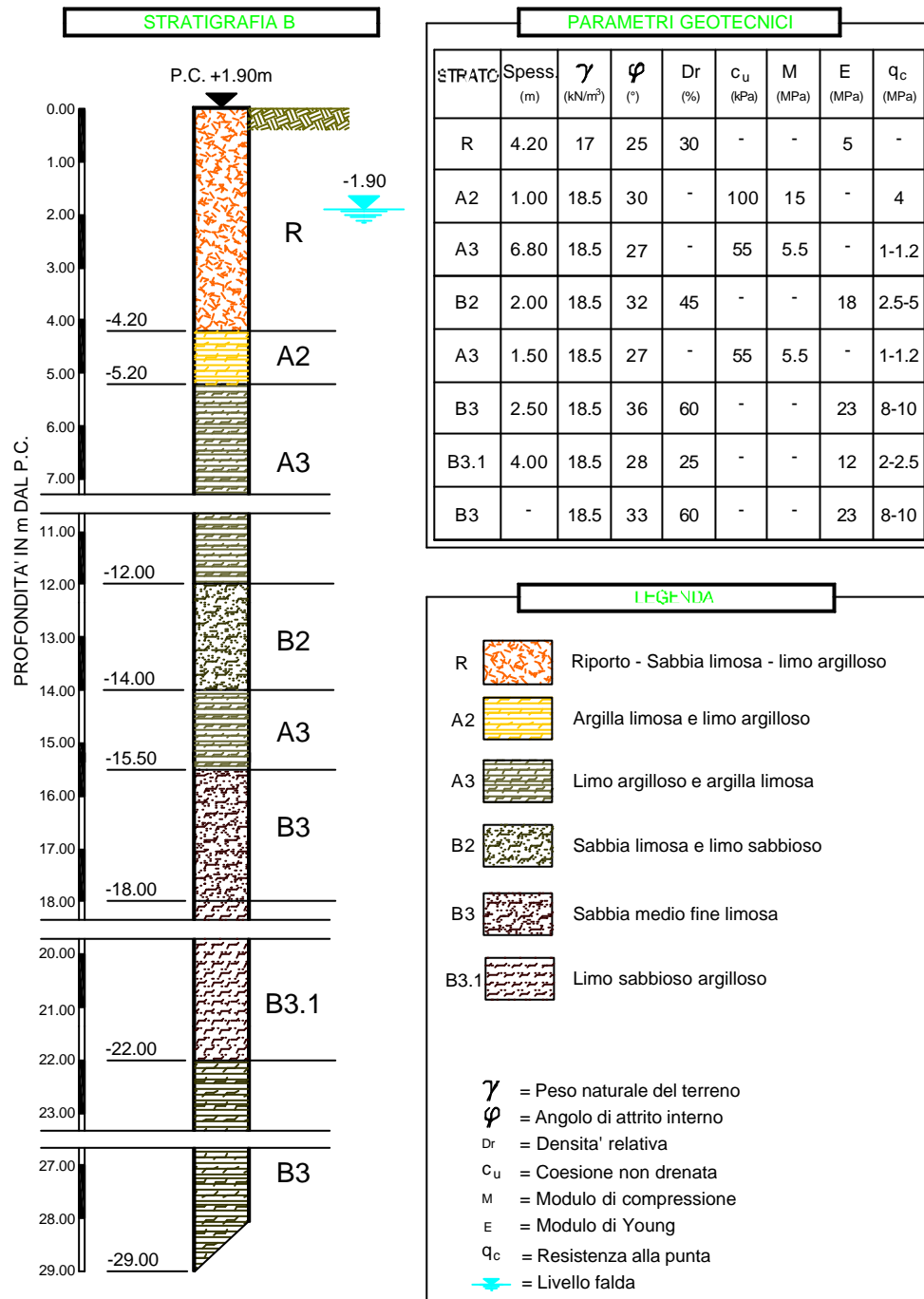
Dis. N°/Draw. n°

Fig. 2.1

0	10DIC02	J.A.M.
REV.	DATA/Date	PREP.

FILE: 1258/

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	5	110



DESCRIZIONE/Description

MOLO INDUSTRIALE SUD
Stratigrafia di progetto Tipo "B" - Prog. 0 - 400
Parametri geotecnici

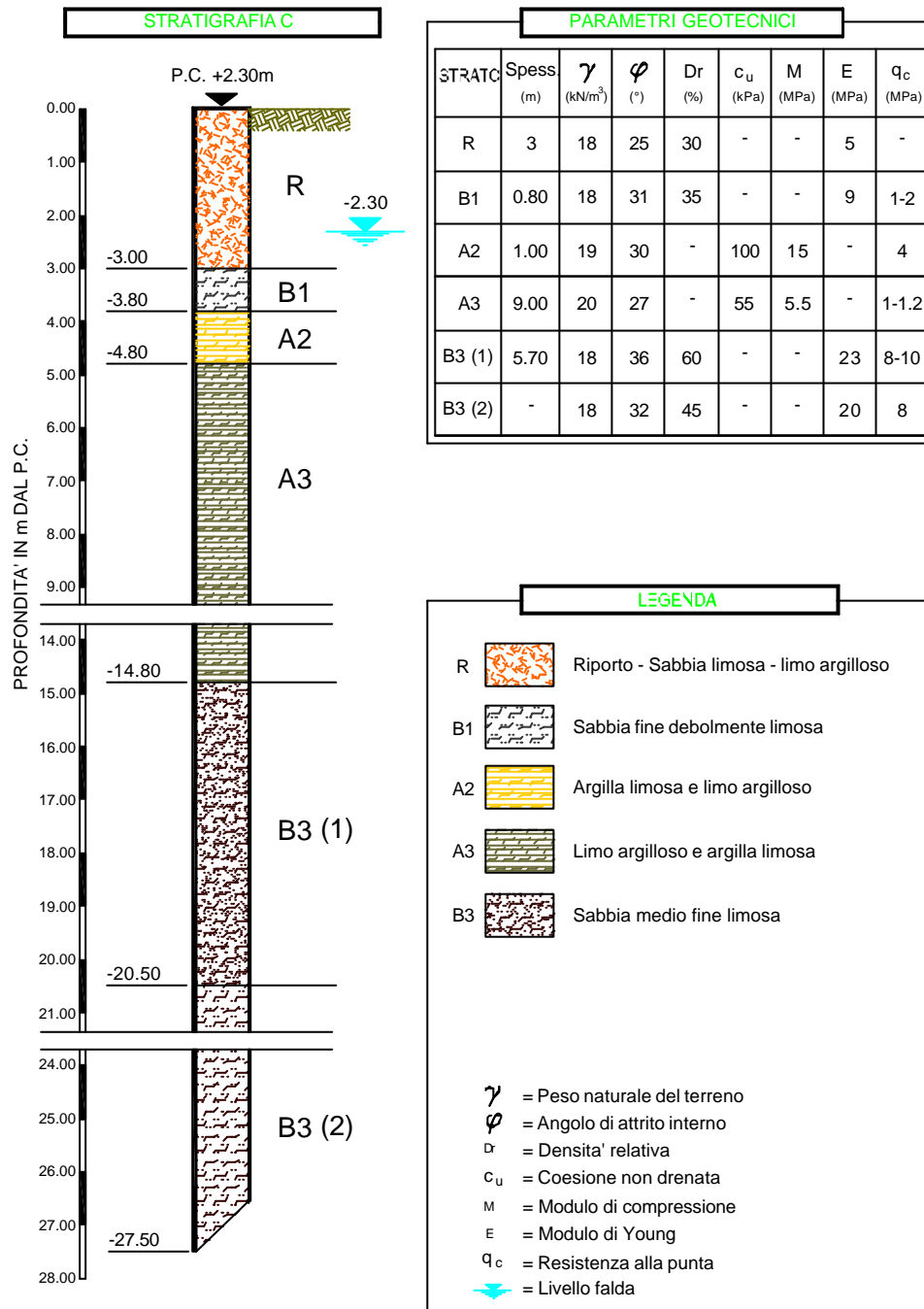
Dis. N./Drov. n°

Fig. 2.2

0	10DIC02	JAM.
REV.	DATA/Date	PREP.

FILE: 1258/

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	6	110



DESCRIZIONE/Description

MOLO INDUSTRIALE SUD

Stratigrafia di progetto Tipo "C" - Progr. 400 - 650

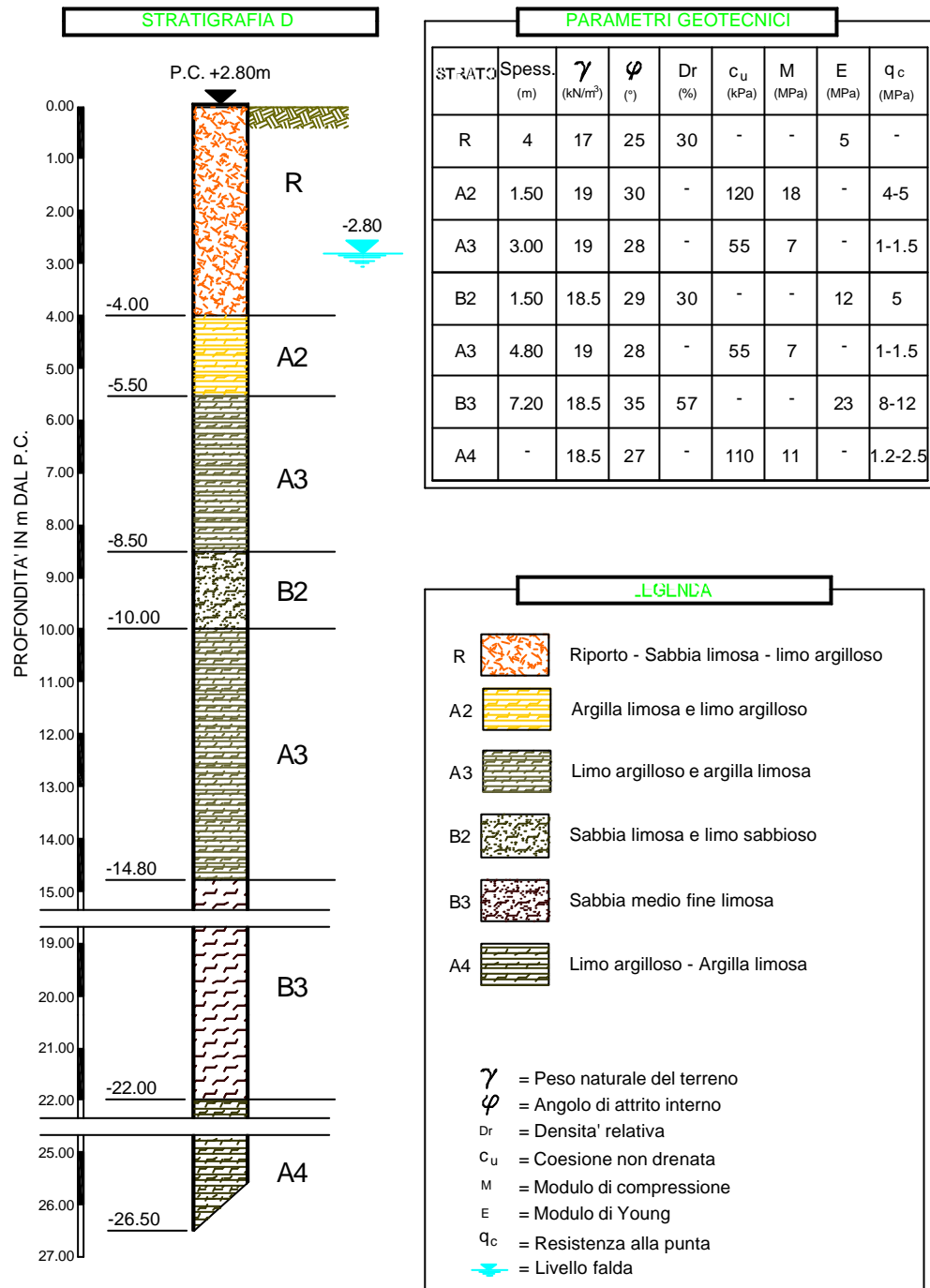
Parametri geotecnici

0	10/DIC/02	J.A.M.
REV.	DATA/Date	PREP.
FILE: 1258/		

Dis. N°/Draw. n°

Fig. 2.3

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	7	110



DESCRIZIONE/Description

MOLO INDUSTRIALE SUD
Stratigrafia di progetto Tipo "D" - Prog. 650 - 1400
Parametri geotecnici

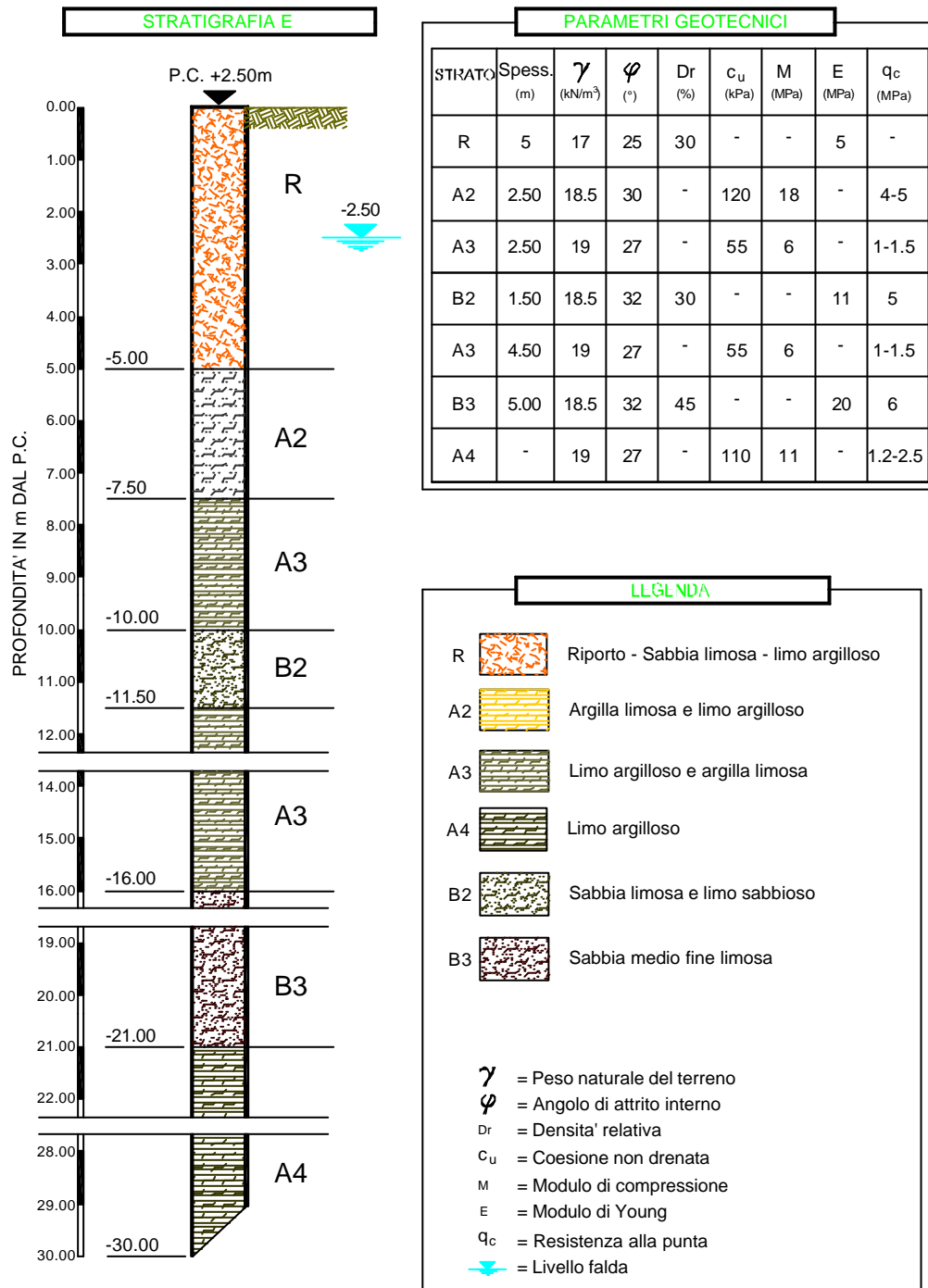
Dis. N°/Draw. n°

Fig. 2.4

0	10D/C02	J.A.M.
REV	DATA/Date	PREP.

FILE: 1258/

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	8	110



DESCRIZIONE/Description

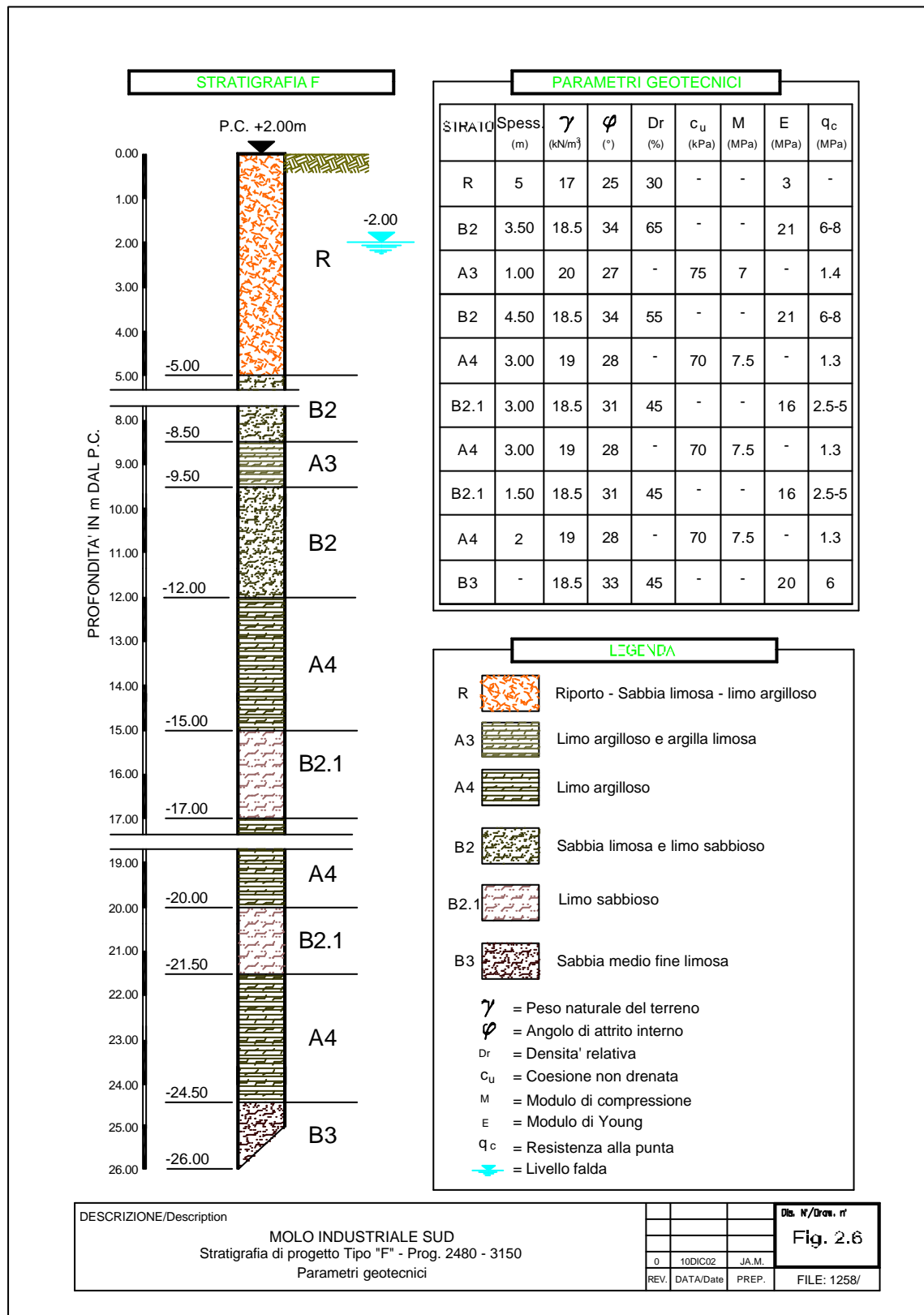
MOLO INDUSTRIALE SUD

Stratigrafia di progetto Tipo "E" - Prog. 1400 - 2480

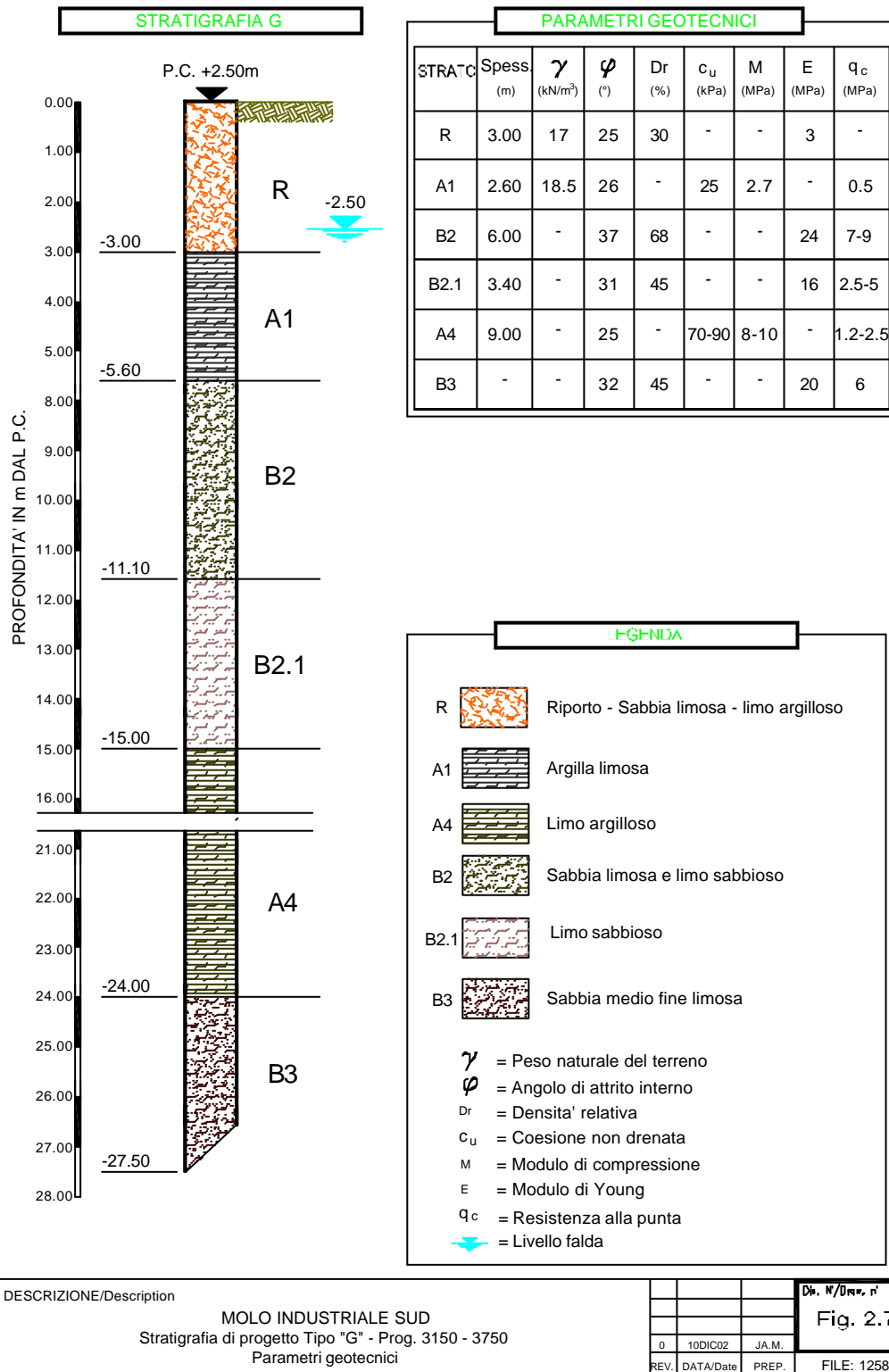
Parametri geotecnici

			Dis. N°/Rev. N°
			Fig. 2.5
0	10DIC02	J.A.M.	
REV.	DATA/Date	PREP.	FILE: 1258/

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	9	110



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	10	110



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	11	110

3. **DIMENSIONAMENTO DELLA PALANCOLA DI BANCHINA**

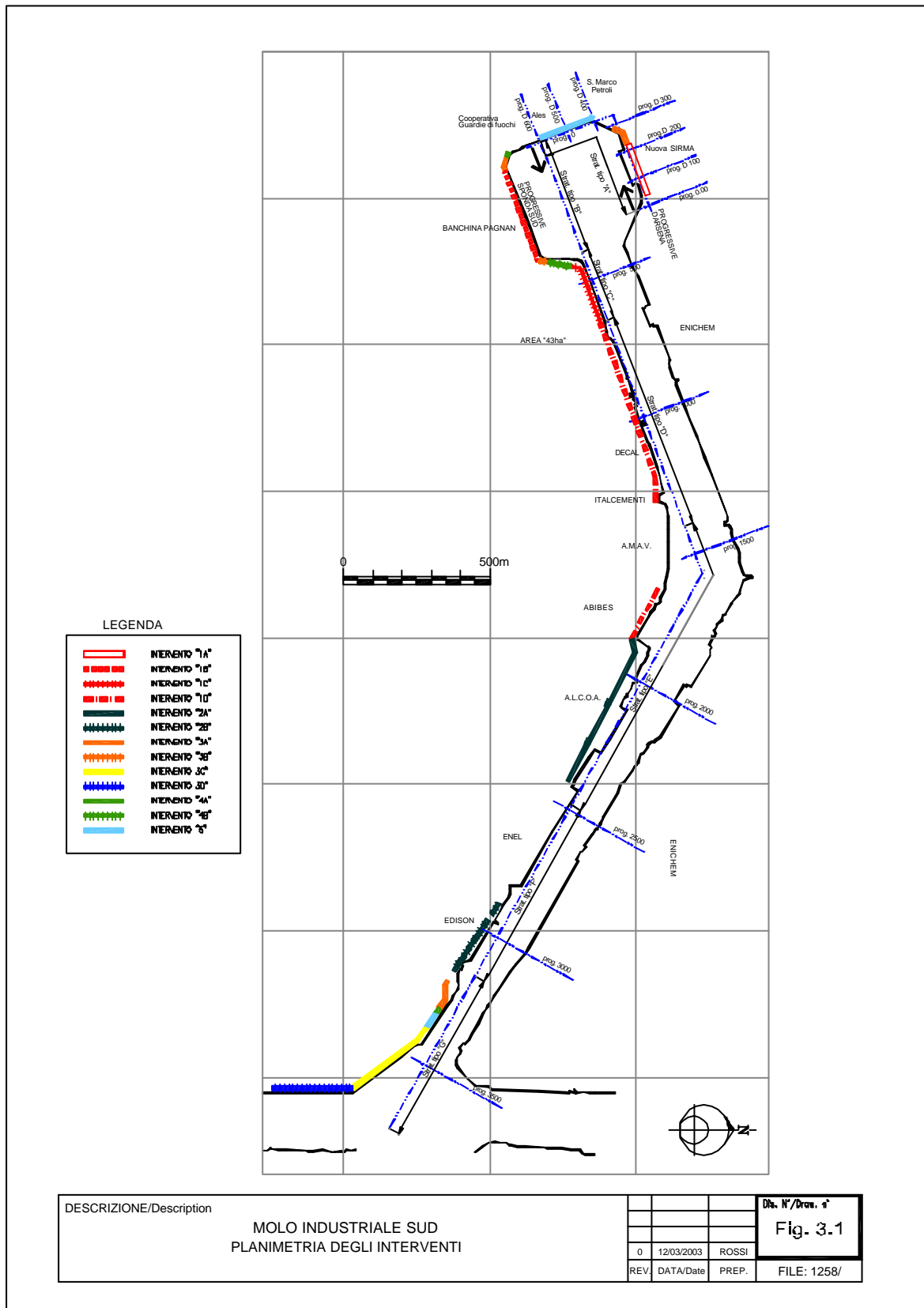
Nel presente capitolo sono descritte le analisi per il dimensionamento delle palancole di banchina nelle varie tipologie di intervento:

- banchina con carico distribuito pari a 50 kPa, con realizzazione di carro ponte (interventi 1C, 1D, 2A, 2B); scavo alveo a -12.0 m s.l.m.;
- banchina con carico distribuito pari a 50 kPa senza carro ponte (intervento 1A); scavo alveo a -12.0 m s.l.m.;
- banchina con carico distribuito pari a 30 kPa (intervento 1B) con carro ponte; scavo alveo a -12.0 m s.l.m.;
- banchina con carico distribuito pari a 10 kPa (intervento 3A e 3B); scavo alveo a -12.0 m s.l.m.;
- banchina con carico distribuito pari a 5 kPa e scavo alveo a -4 m s.l.m., con tirante (intervento 4B);
- banchina con carico distribuito pari a 5 kPa e scavo alveo a -4 m s.l.m., senza tirante (intervento 4A);
- banchina con carico distribuito pari a 5 kPa e scavo alveo a -2 m s.l.m. (intervento 5);
- banchina terminale verso Malamocco (int. 3C e 3D), in adiacenza alla vasca di equalizzazione reflui.

Nella figura 3.1 è rappresentata la planimetria con l'ubicazione degli interventi.

Le analisi per il dimensionamento delle strutture principali e di quelle di ancoraggio sono state effettuate con il programma ad elementi finiti PLAXIS, il quale, modellando il complesso delle strutture, le relative interazioni e le fasi realizzative, consente di effettuare una valutazione, oltre che delle azioni nelle strutture, anche del comportamento del terreno e quindi delle deformazioni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	12	110



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	13	110

Si è utilizzato per il terreno il modello di Mohr-Coulomb; l'analisi è condotta in condizioni di deformazioni piane, quindi in due dimensioni. Le sollecitazioni concentrate, costituite dai carichi da carro ponte e da tiro delle bitte, sono state ripartite su una estensione opportunamente scelta di banchina e applicate come carichi distribuiti di lunghezza indefinita.

Per il dimensionamento della banchina con carroponete, si è omessa la struttura della palificata che regge la via di corsa posteriore, simulando l'intera struttura di contrasto con una molla orizzontale di rigidezza opportuna. In tal modo si evita di inserire una struttura (i pali) che verrebbero introdotti come elemento continuo bidimensionale e raccoglierebbero impropriamente una parte eccessiva delle spinte del terreno dopo lo scavo dell'alveo. Operando in tal modo la banchina viene invece analizzata secondo uno schema cautelativo.

Per lo studio delle sollecitazioni nella palificata si rimanda al successivo capitolo 5.

Si sono considerati i seguenti carichi:

Carico del terreno

Applicato in base al peso proprio e alle caratteristiche di resistenza interna, in base alle fasi costruttive ed al modello costitutivo utilizzato dal programma di calcolo; in condizioni statiche.

Carico distribuito sulla banchina

Pari a 0, 5, 10, 30 o 50 kPa a seconda delle tipologie.

Carico da tiro bitta (per tutte le banchine che prevedono scavo alveo alla -12.0 m s.l.m.)

Il carico delle bitte considerato è costituito da un'azione concentrata di 80 t, applicata nel modo più sfavorevole perpendicolarmente alla banchina, verso mare; l'interasse delle bitte è 25 m. Nell'analisi si assume che la trave di testa della banchina sia in grado di ripartire il carico sulla lunghezza di interasse; si applica pertanto un'azione distribuita pari a $800/25 = 32$ kN/m.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	14	110

Carico da carro ponte (dove previsto)

Si considera una tipologia di carroponete su quattro carrelli, posti a coppie su due rotaie; le rotaie sono poste parallelamente al fronte banchina, con la prima collocata direttamente sulla trave di testa della banchina e l'altra realizzata su una fila di pali in c.a. di diametro 800 mm, con interasse 1.68÷2.16 m; la realizzazione delle vie di corsa del carroponete (e dei pali di supporto della rotaia lato terra) è prevista in una fase successiva alle presenti realizzazioni, ma è vincolante per il dimensionamento sia in termini di sollecitazioni sulle strutture, sia nella definizione degli spostamenti ammissibili.

I dimensionamenti sono effettuati con due tipologie di carroponete:

- in figura 3.2 è rappresentato il carroponete con carico pari a 400 t per ogni carrello, di lunghezza 12.2 m; l'interasse tra le rotaie è di 19.2 m. Si distribuisce a favore di sicurezza il carico, verticale, sulla larghezza del carrello, applicando nelle analisi un carico distribuito di lunghezza indefinita pari a $4000/12.2 = 328 \text{ kN/m}$. Tale tipologia è la più gravosa per le banchine frontali ed è quella utilizzata nei dimensionamenti del presente capitolo.
- in figura 3.3 è rappresentato il carroponete con carico di 140 t per ogni carrello, su due ruote con interasse 1.0 m; l'interasse tra le rotaie è di 9.2 m; tale tipologia è dimensionante per i carichi gravanti sulla via di corsa su pali, dove la ripartizione, in corrispondenza dell'asse medio della trave, avviene su una larghezza di 3.78 m (carico ripartito $370 \text{ kN/m} > 328 \text{ kN/m}$). La tipologia non è dimensionante per i carichi sulle palancole di banchina in quanto si può considerare l'effetto di ripartizione del cordolo (di altezza 4 m) fino alla sua base, su un'impronta pertanto di 9 m (carico medio ripartito $= 1400/9 = 156 \text{ kN/m}$).

I carichi da carroponete sono considerati come statici per le verifiche globali sulla banchina (analisi del presente capitolo). Per il dimensionamento delle palificate della via di corsa e per le altre verifiche locali si considera l'incremento per effetti dinamici.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	15	110

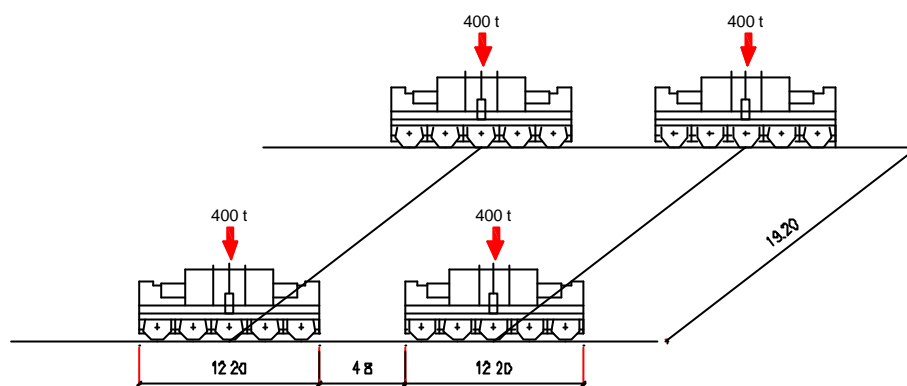


Figura 3.2 – geometria e carichi carro ponte da 400 t per carrello

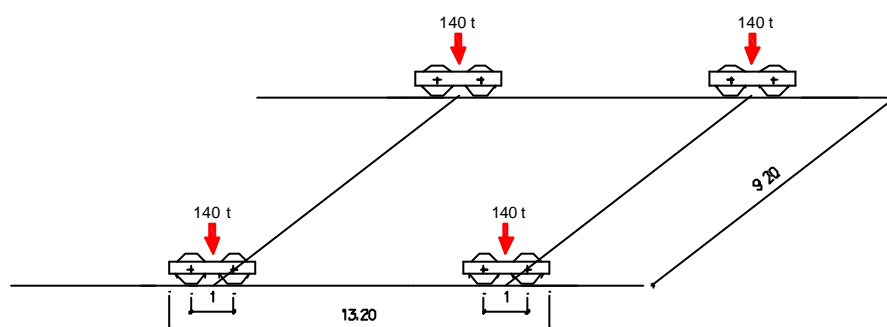


Figura 3.3 – geometria e carichi carro ponte da 140 t per carrello

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per le condizioni di carico considerate.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	16	110

3.1 **Banchina con carico distribuito da 50 kPa e carroponte**

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.1.1.

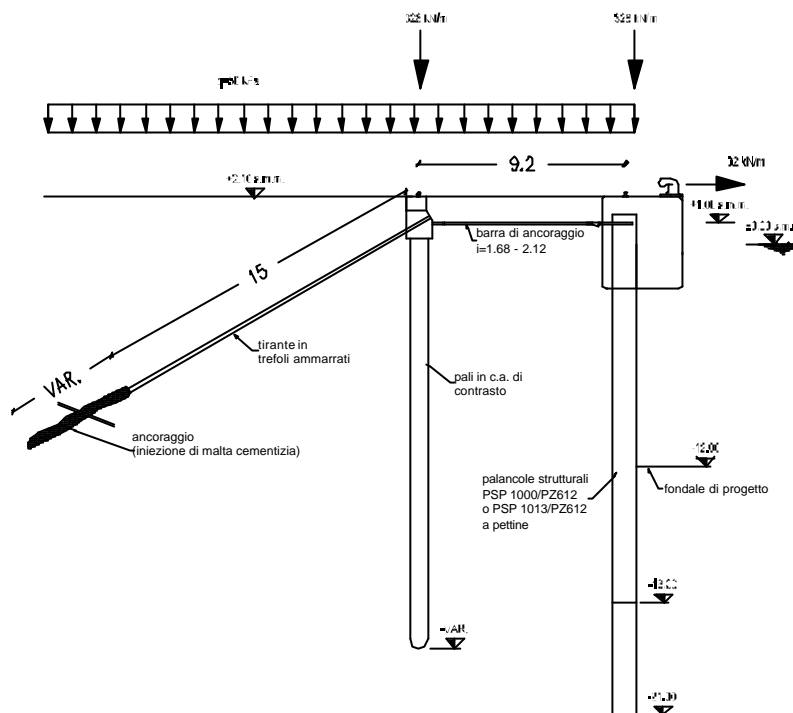


Figura 3.1.1

Sono state condotte quattro analisi con differenti stratigrafie di progetto (e differenti sezioni di palanca):

- stratigrafia di progetto D (valida per la banchina nelle zone DECAL e ITALCEMENTI e per la zona 43 ETTARI oltre la progressiva 650) con utilizzo di palancole ad elementi compositi PSP1000 doppi e PZ612 (vedi figura 3.1.2.a);
- stratigrafia di progetto E (valida per le banchine ABIBES e ALCOA) con l'utilizzo di palancole ad elementi compositi PSP1000 doppi e PZ612;
- stratigrafia di progetto C (valida per la banchina 43 ETTARI fino alla progressiva 650) con l'utilizzo di palancole ad elementi compositi PSP1013 singoli e PZ612 (vedi figura 3.1.2.b);

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	17	110

- stratigrafia di progetto F (valida per la banchina EDISON) con l'utilizzo di palancole ad elementi compositi PSP1013 singoli e PZ612.

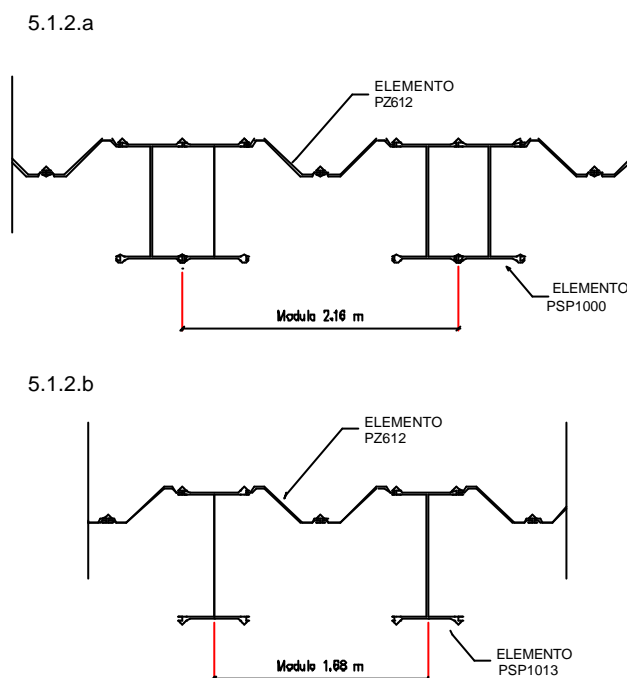


Figura 3.1.2 – sezioni palancole

Le palancole sono a pettine, con sezione completa fino a quota -16.0 m e sezione costituita dai soli elementi PSP da quota -16.0 m s.l.m. a quota -21.0 m s.l.m. Le sezioni hanno le seguenti caratteristiche:

- PSP1013/PZ612 singola: momento di inerzia $J = 452188 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 8060 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $359 \text{ cm}^2/\text{m}$.
- PSP1013 tra -16 e -21 m: momento di inerzia $J = 374190 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 7454 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $210 \text{ cm}^2/\text{m}$.
- PSP1000/PZ612 doppia: momento di inerzia $J = 605269 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 10600 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $448 \text{ cm}^2/\text{m}$.
- PSP1000 tra -16 e -21 m: momento di inerzia $J = 486388 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 9730 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $284 \text{ cm}^2/\text{m}$.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	18	110

Il tirante viene realizzato a quota +1.0 m s.l.m.; la rigidezza assunta è quella in serie della barra orizzontale tra palancola e via di corsa ($\varnothing 60$ mm ogni 1.68 m per la PSP1013 singola o 2.16 m per la PSP1000 doppia, lunghezza 9.2 m) e del tirante a bulbo (tratto libero 15 m e tratto ancorato 15 m, inclinazione indicativa 30°, numero di trefoli in base all'azione calcolata in prima battuta).

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palancola;
- riempimento parziale del terreno a tergo della palancola (fino a quota + 0 m s.l.m.);
- realizzazione del tirante;
- completamento del riempimento;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-12 m s.l.m.);
- applicazione del carico da 50 kPa sulla banchina;
- applicazione del carico da carro ponte;
- applicazione del tiro bitta;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- eliminazione del tiro bitta;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palancola)
- nuova applicazione del tiro bitta

Il tiro bitta dopo il passaggio a lungo termine viene tolto e riapplicato al termine dell'analisi in quanto la sua presenza è più gravosa per il dimensionamento dei tiranti, ma meno gravosa per quello della palancola. In tale modo gli ultimi due passi di calcolo risultano essere quelli dimensionanti rispettivamente per la palancola e per il tirante.

3.1.1 Stratigrafia D PSP1000 doppia

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.1.1.1

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	19	110

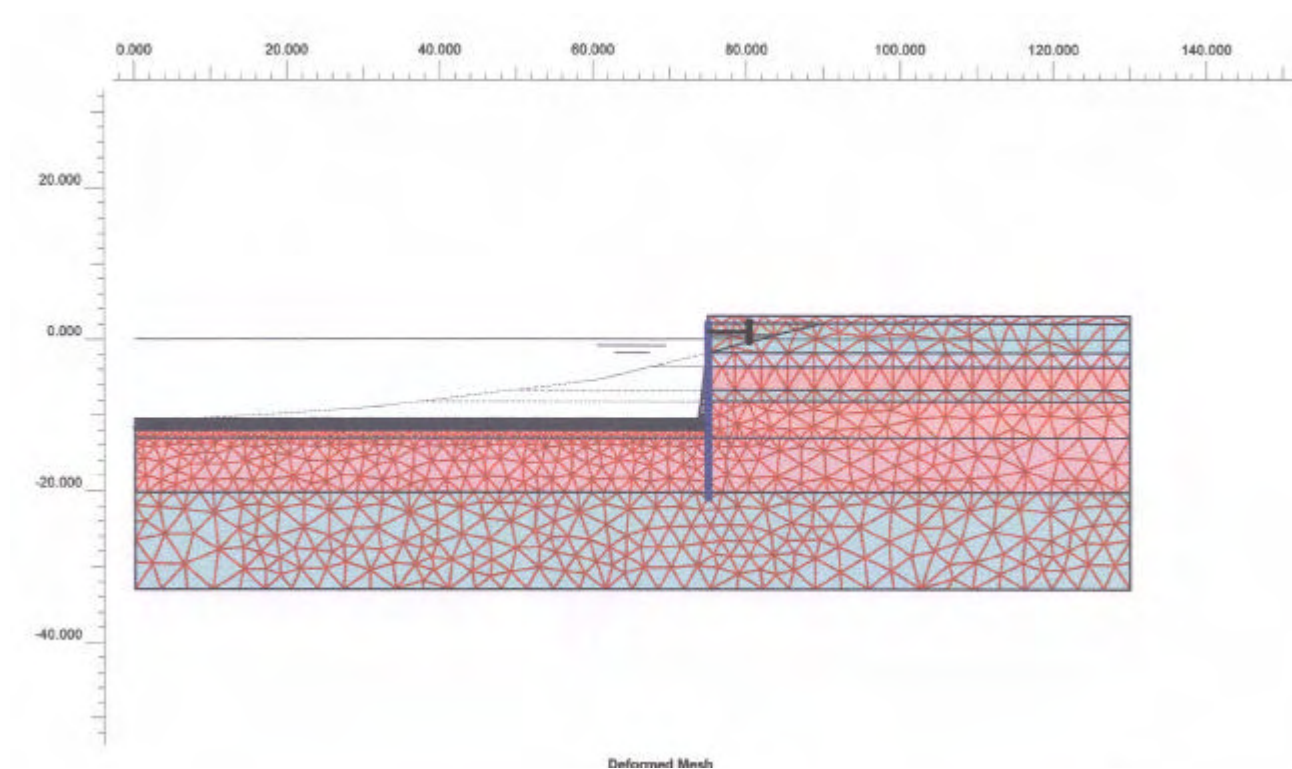


Figura 3.1.1.1 – Banchina con carico 50 kPa con carroponete – Strat D - Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa	= 2240 kNm/m
Mmax nella palanca – sezione sotto -16m	= 196 kNm/m
Azione nel tirante (comp. orizzontale)	= 620.0 kN/m

In figura 3.1.1.2 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	20	110

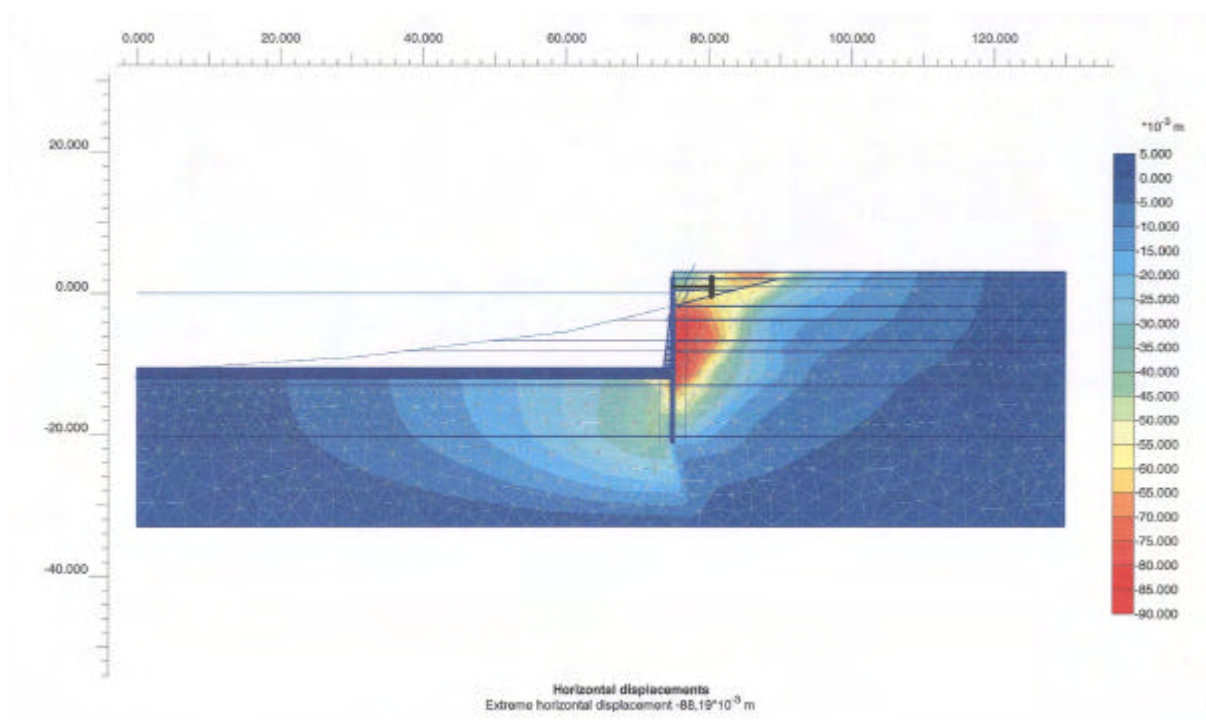


Figura 3.1.1.2 – Banchina con carico 50 kPa con carroponte – Strat D – Deform. in fase finale

3.1.2 Stratigrafia E PSP1000 doppia

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.1.2.1

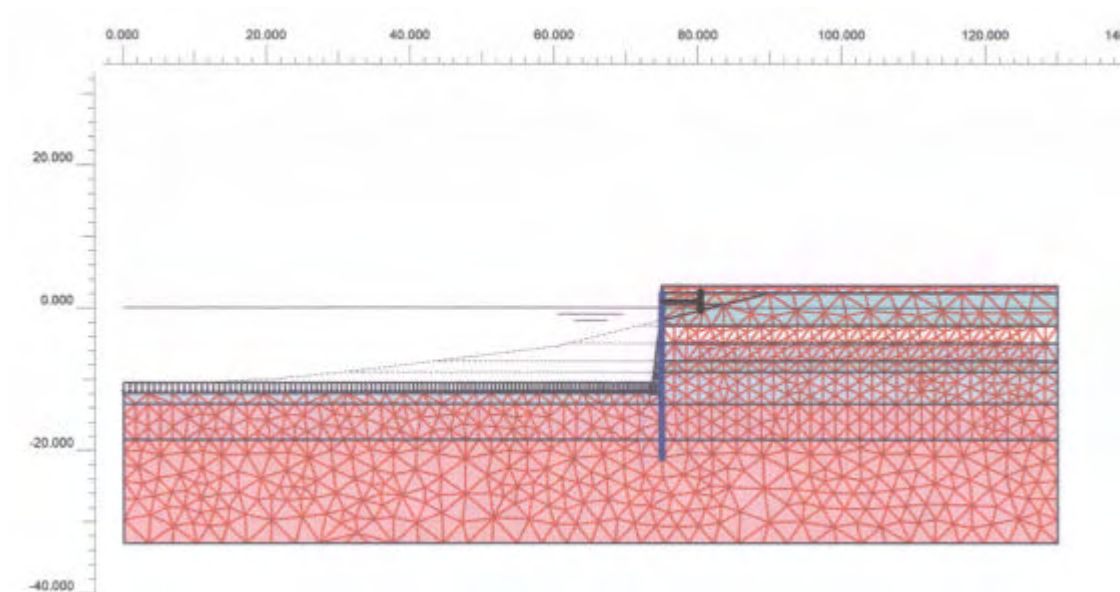


Figura 3.1.2.1 – Banchina con carico 50 kPa con carroponte – Strat E - Mesh di calcolo

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	21	110

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa = 2190 kNm/m

Mmax nella palanca – sezione sotto –16m = 207 kNm/m

Azione nel tirante (comp. orizzontale) = 563.8 kN/m

In figura 3.1.2.2 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

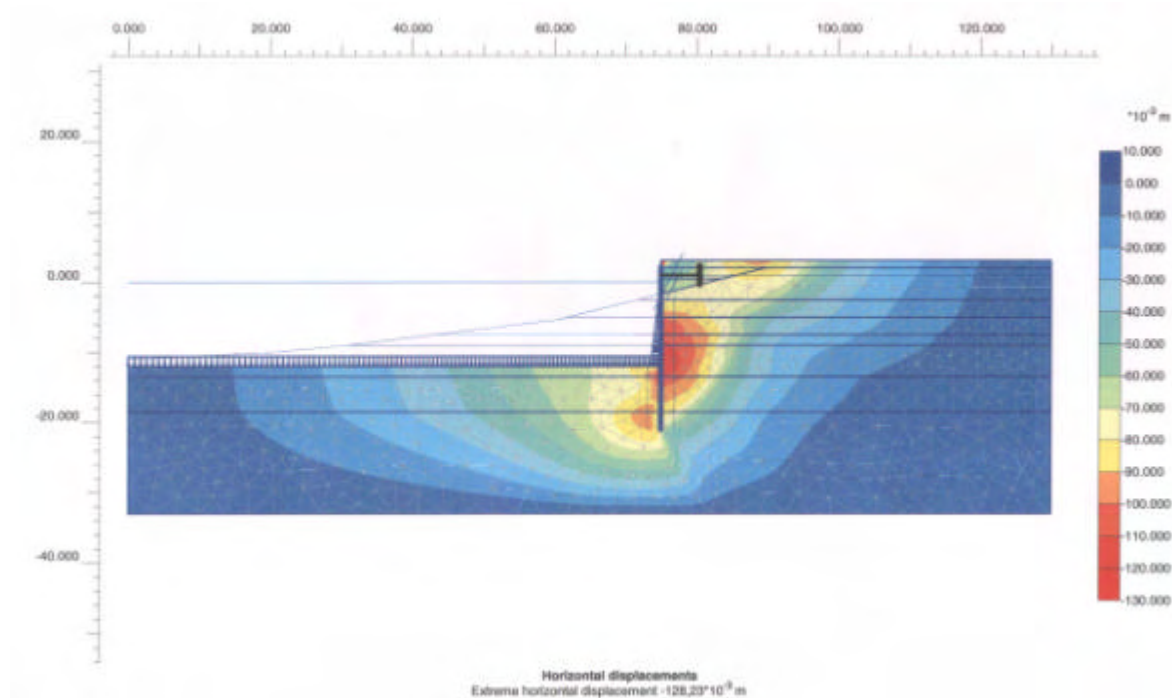


Figura 3.1.2.2 – Banchina con carico 50 kPa con carroponete – Strat E – Deform. in fase finale

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	22	110

3.1.3 Stratigrafia C PSP1013 singola

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.1.3.1

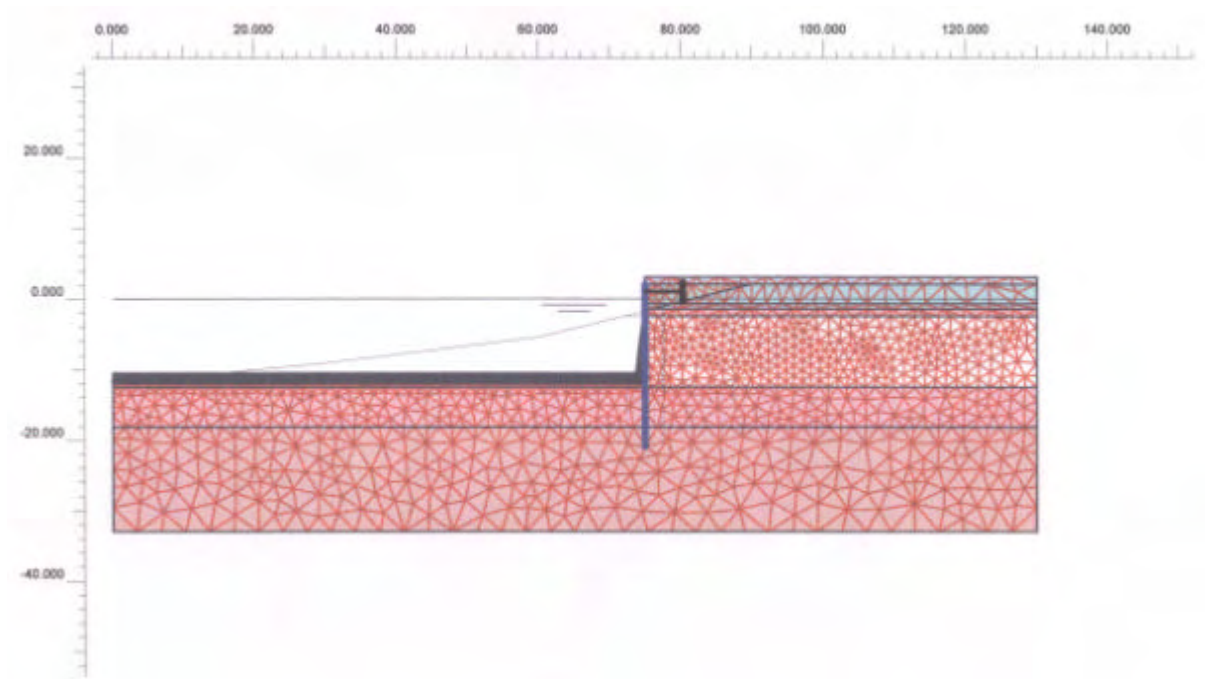


Figura 3.1.3.1 – Banchina con carico 50 kPa con carroponte – Strat C - Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa	= 1810 kNm/m
Mmax nella palanca – sezione sotto -16m	= 193 kNm/m
Azione nel tirante (comp. orizzontale)	= 555.4 kN/m

In figura 3.1.3.2 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	23	110

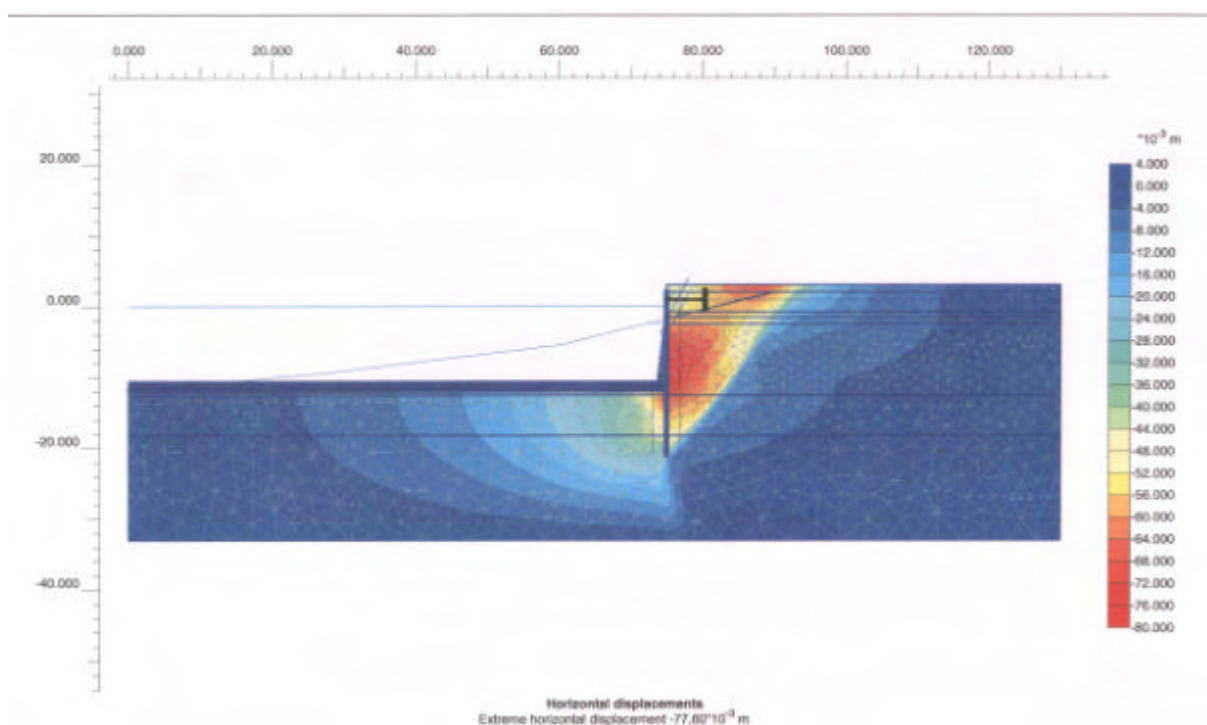


Figura 3.1.3.2 – Banchina con carico 50 kPa con carroponete – Strat C – Deform. in fase finale

3.1.4 Stratigrafia F PSP1013 singola

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.1.4.1

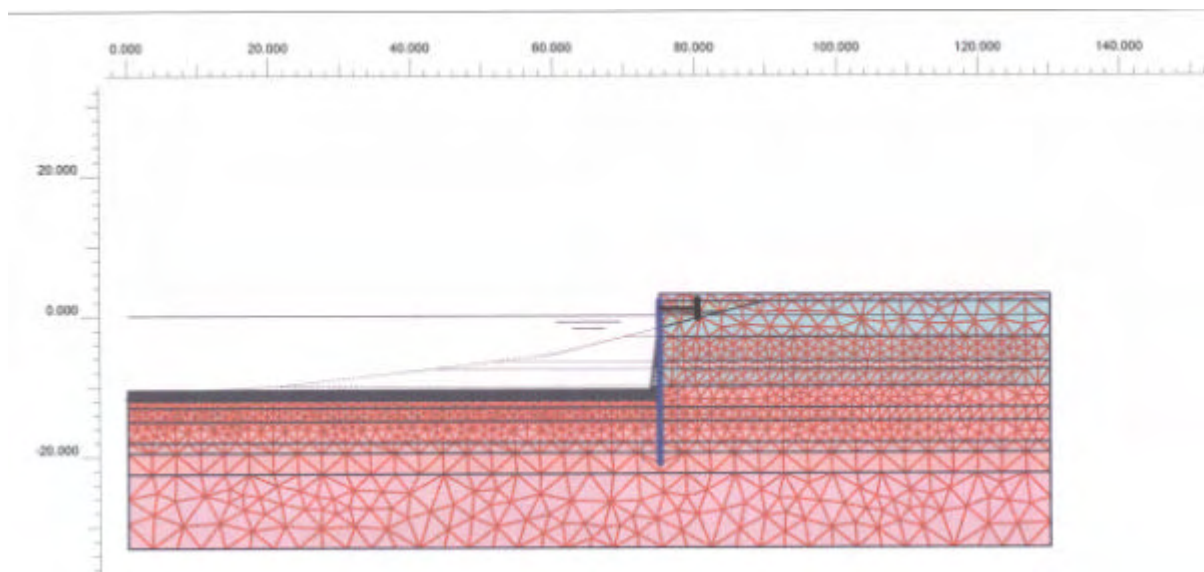


Figura 3.1.4.1 – Banchina con carico 50 kPa con carroponete – Strat F - Mesh di calcolo

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	24	110

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa	= 1810 kNm/m
Mmax nella palanca – sezione sotto –16m	= 616.3 kNm/m
Azione nel tirante	= 520.5 kN/m

In figura 3.1.4.2 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

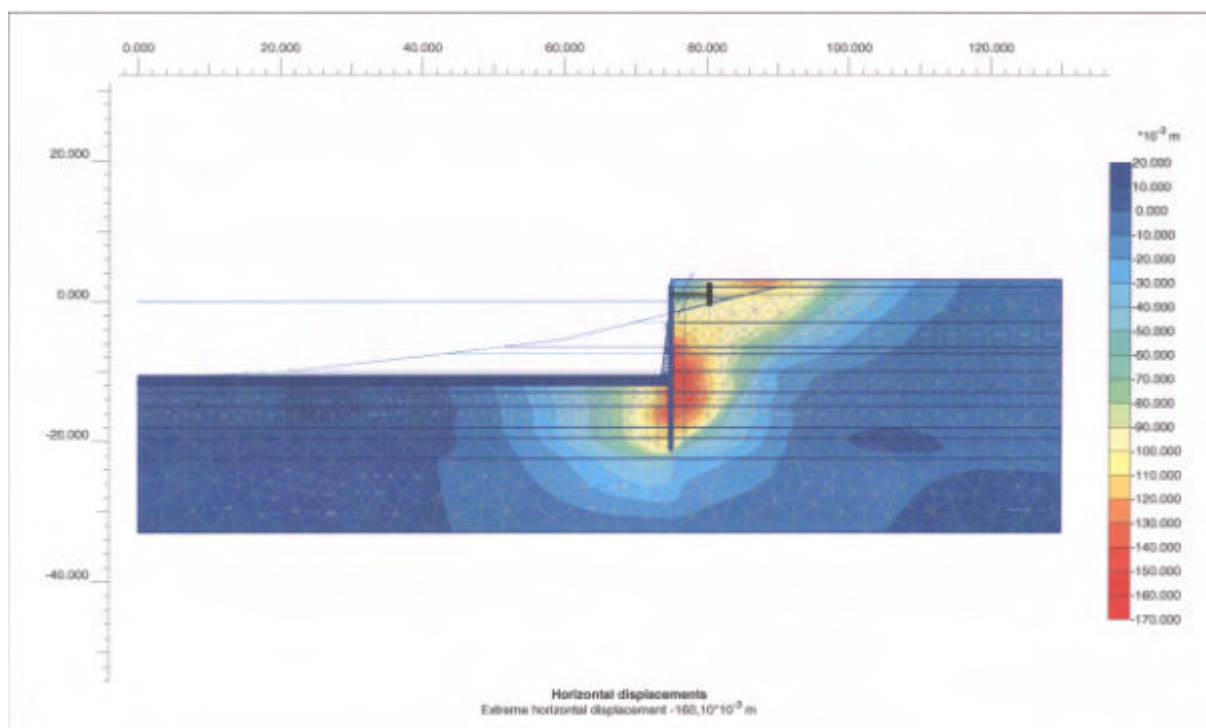


Figura 3.1.4.2 – Banchina con carico 50 kPa con carroponete – Strat F – Deform. in fase finale

3.1.5 Dimensionamento dei palancolati

Le palancole utilizzate sono in acciaio S355 G P, con una tensione ammissibile pari a 240 N/mm².

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	25	110

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima per le quattro stratigrafie analizzate e per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta (sotto quota –16.0 m s.l.m.m).

Verifica	M _{max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ _{max} (N/mm ²)
Strat. D – sezione piena	2240	10600	211.3
Strat. D – sezione sotto –16.0 m	196	9730	20.2
Strat. E – sezione piena	2190	10600	206.6
Strat. E – sezione sotto –16.0 m	207	9730	21.3
Strat. C – sezione piena	1810	8060	224.6
Strat. C – sezione sotto –16.0 m	193	7454	25.9
Strat. F – sezione piena	1810	8060	224.6
Strat. F – sezione sotto –16.0 m	617	7454	82.8

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	26	110

3.2 Banchina con carico distribuito da 50 kPa senza carroponte (int. 1A)

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.2.1.

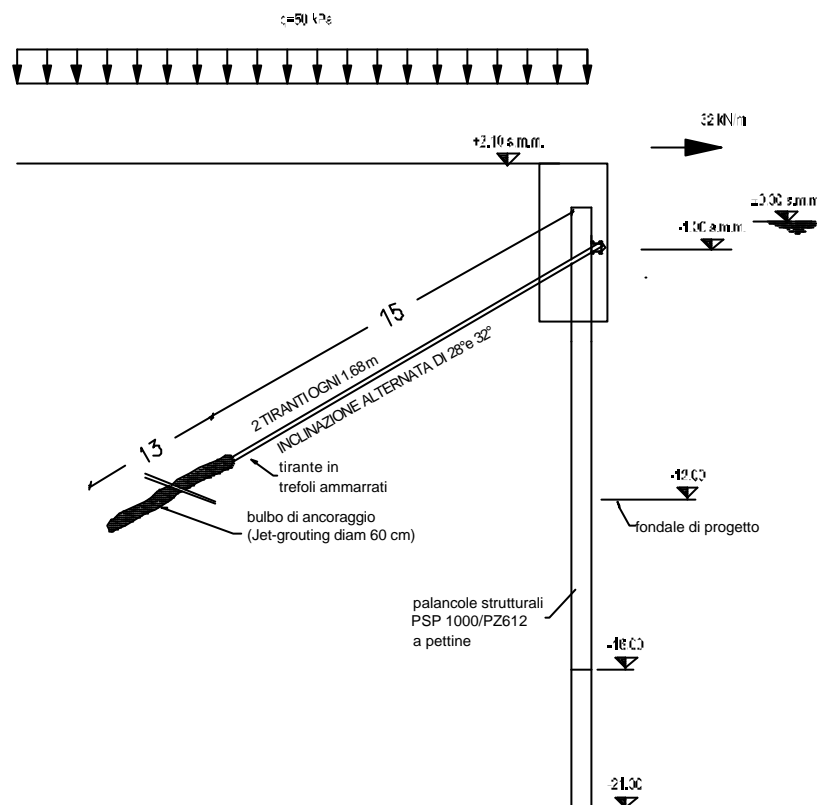


Figura 3.2.1

Tale intervento viene realizzato in corrispondenza dell'area NUOVA SIRMA; la stratigrafia di progetto è la stratigrafia A.

La palanca utilizzata è ad elementi compositi PSP1000 singoli e PZ612 (vedi figura 3.1.2.b).

La palanca è a pettine, con sezione completa fino a quota -16.0 m e sezione costituita dai soli elementi PSP da quota -16.0 m s.l.m. a quota -21.0 m s.l.m. La sezione ha le seguenti caratteristiche:

PSP1000/PZ612 singola: momento di inerzia $J = 389794 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 6887 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $332 \text{ cm}^2/\text{m}$.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	27	110

PSP1000 tra -16 e -21 m: momento di inerzia $J = 312678 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 6255 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $183 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Il tirante viene realizzato a quota -1.0 m s.l.m.; si prevedono due tiranti ogni 1.68 m (modulo della palanca); l'inclinazione di calcolo del tirante è di 30° rispetto all'orizzontale; la rigidezza è assunta in base al numero di trefoli, considerando un tratto libero di 15 m e un bulbo di 15 m.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palanca;
- realizzazione del tirante;
- riempimento con terreno fino a quota +2.1 m s.l.m.;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-12 m s.l.m.);
- applicazione del carico da 50 kPa sulla banchina;
- applicazione del tiro bitta;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- eliminazione del tiro bitta;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palanca)
- nuova applicazione del tiro bitta

Il tiro bitta dopo il passaggio a lungo termine viene tolto e riapplicato al termine dell'analisi in quanto la sua presenza è più gravosa per il dimensionamento dei tiranti, ma meno gravosa per quello della palanca. In tale modo gli ultimi due passi di calcolo risultano essere quelli dimensionanti, rispettivamente, per la palanca e per il tirante.

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.2.2

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	28	110

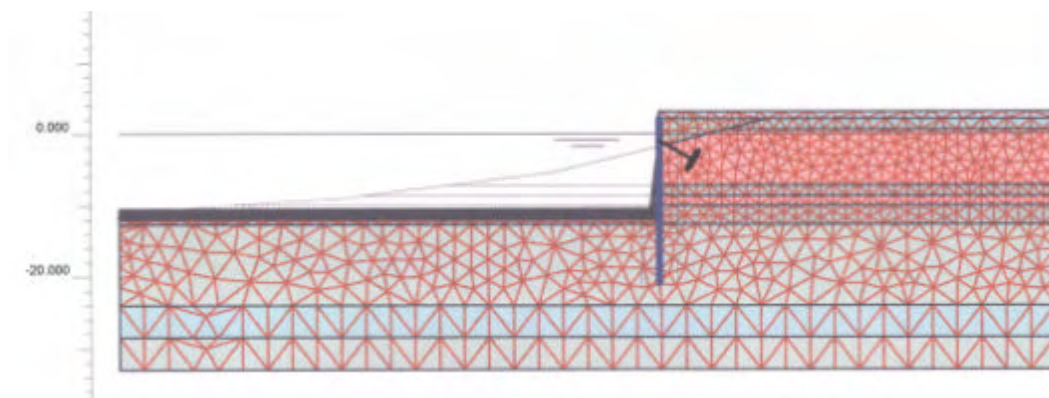


Figura 3.2.2 – Banchina con carico 50 kPa senza carroponete – Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa	= 1390 kNm/m
Mmax nella palanca – sezione sotto -16m	= 320 kNm/m
Azione nel tirante (incl. 30°)	= 873.1 kN/m

In figura 3.2.3 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	29	110

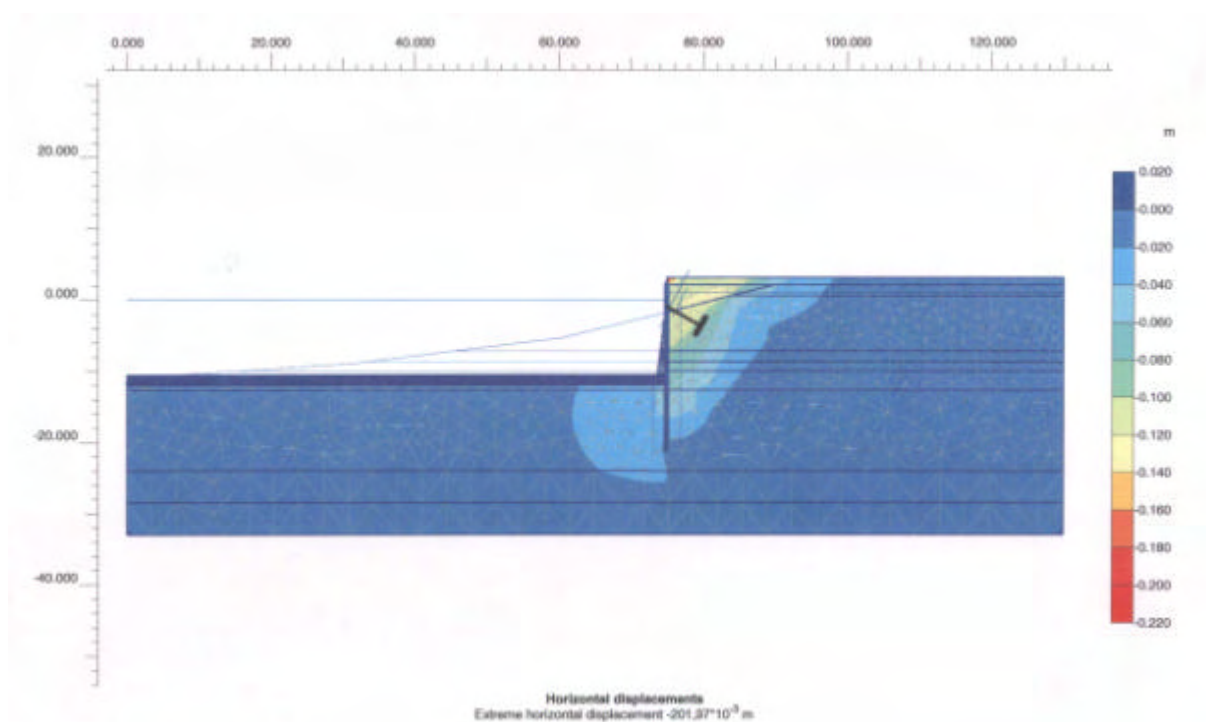


Figura 3.2.3 – Banchina con carico 50 kPa senza carroponete – Deform. in fase finale

Dimensionamento del palancoato

La palanca utilizzata è in acciaio S355 G P, con una tensione ammissibile pari a 240 N/mm².

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta (sotto quota -16.0 m s.l.m.m).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	30	110



Verifica	M_{\max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ_{\max} (N/mm ²)
sezione piena	1390	6887	201.9
sezione sotto -16.0 m	320	6255	51.1

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	31	110

3.3 Banchina con carico distribuito da 30 kPa (int. 1B)

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.3.1.

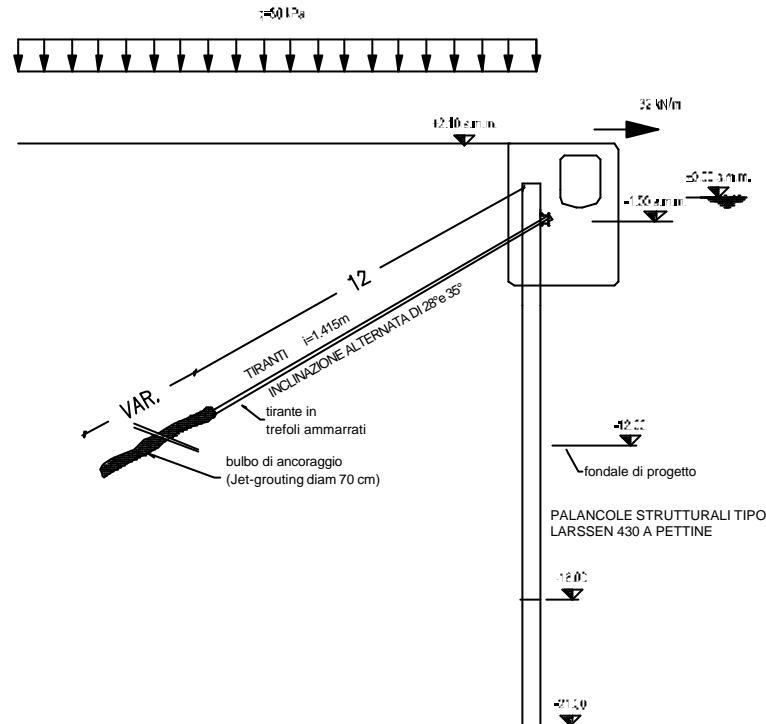


Figura 3.3.1

Tale intervento viene realizzato in corrispondenza dell'area PAGNAN; la stratigrafia di progetto è la stratigrafia B. E' prevista la realizzazione del carroponte.

La palancola utilizzata è la Larssen 430.

La palancola è a pettine, con sezione completa fino a quota -16.0 m e sezione costituita da metà degli elementi della Larssen 430 da quota -16.0 m s.l.m. a quota -21.0 m s.l.m. Le sezioni hanno le seguenti caratteristiche:

Larssen 430 completa: momento di inerzia $J = 241800 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 6450 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $299 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Larssen 430 – metà elementi: momento di inerzia $J = 120900 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 3225 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $149 \text{ cm}^2/\text{m}$.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	32	110

Il tirante viene realizzato a quota -1.0 m s.l.m.; si prevede un tirante ogni modulo di palanca (1.415 m); l'inclinazione di calcolo del tirante è di 31° rispetto all'orizzontale; la rigidità è assunta in base al numero di trefoli, considerando un tratto libero di 15 m e un bulbo di 15 m.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palanca;
- realizzazione del tirante;
- riempimento con terreno fino a quota +2.1 m s.l.m.;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-12 m s.l.m.);
- applicazione del carico da 30 kPa sulla banchina;
- applicazione del tiro bitta;
- applicazione del carico da carroponte;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- eliminazione del tiro bitta;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palanca)
- nuova applicazione del tiro bitta

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.3.2

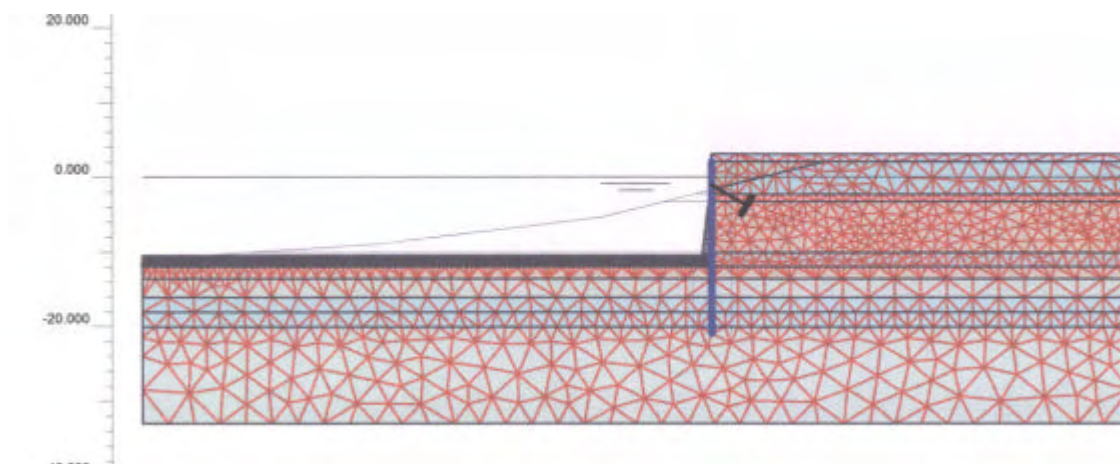


Figura 3.3.2 – Banchina con carico 30 kPa – Mesh di calcolo

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	33	110

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa	= 1440 kNm/m
Mmax nella palanca – sezione sotto –16m	= 147.8 kNm/m
Azione nel tirante (incl. 30°)	= 663.6 kN/m

In figura 3.3.3 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

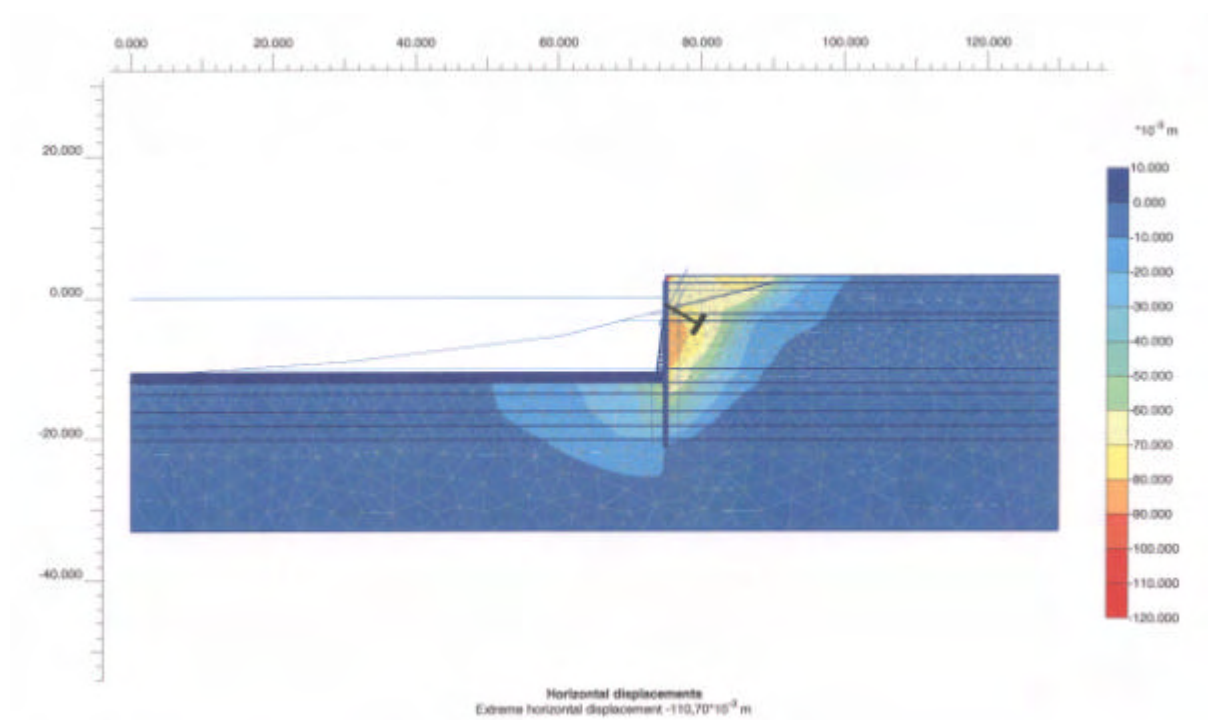


Figura 3.3.3 – Banchina con carico 30 kPa – Deform. in fase finale

Dimensionamento del palancolato

La palanca utilizzata è in acciaio Fe510, con una tensione ammissibile pari a 240 N/mm².

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	34	110

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta (sotto quota –16.0 m s.l.m.m).

Verifica	M _{max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ _{max} (N/mm ²)
sezione piena	1440	6450	223.2
sezione sotto –16.0 m	147.8	3225	45.8

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	35	110

Banchina con carico distribuito da 10 kPa (int. 3A)

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.4.1.

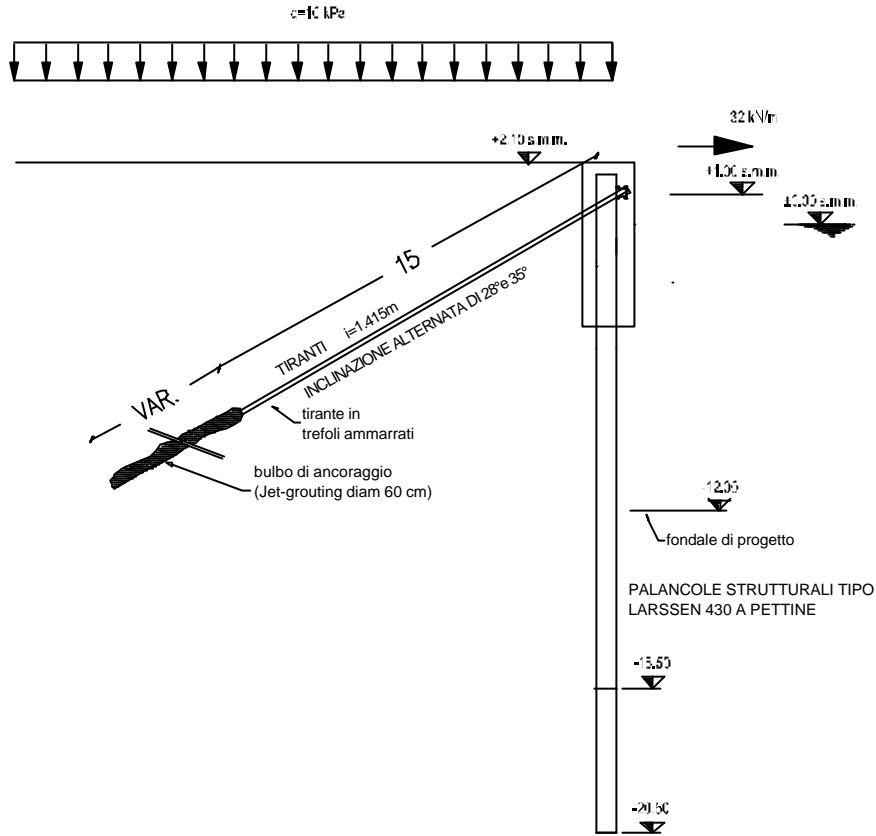


Figura 3.4.1

Sono state condotte due analisi con differenti stratigrafie di progetto; il caso più gravoso è stato poi assunto per il dimensionamento:

- stratigrafia di progetto B;
- stratigrafia di progetto G;

Le palancole sono a pettine, con sezione Larssen 430 completa fino a quota -15.5 m e sezione costituita da metà degli elementi da quota -15.5 m s.l.m. a quota -20.5 m s.l.m. Le sezioni hanno le caratteristiche riportate nel precedente paragrafo 3.3.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	36	110

Il tirante viene realizzato a quota +1.0 m s.l.m.; si prevede un tirante ogni modulo di palancola (1.415 m); l'inclinazione di calcolo del tirante è di 30° rispetto all'orizzontale; la rigidezza è assunta in base al numero di trefoli, considerando un tratto libero di 15 m e un bulbo di 15 m.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palancola;
- realizzazione del tirante;
- riempimento con terreno fino a quota +2.1 m s.l.m.;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-12 m s.l.m.);
- applicazione del carico da 10 kPa sulla banchina;
- applicazione del tiro bitta;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- eliminazione del tiro bitta;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palancola)
- nuova applicazione del tiro bitta

3.4.1 Stratigrafia B

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.4.1.1

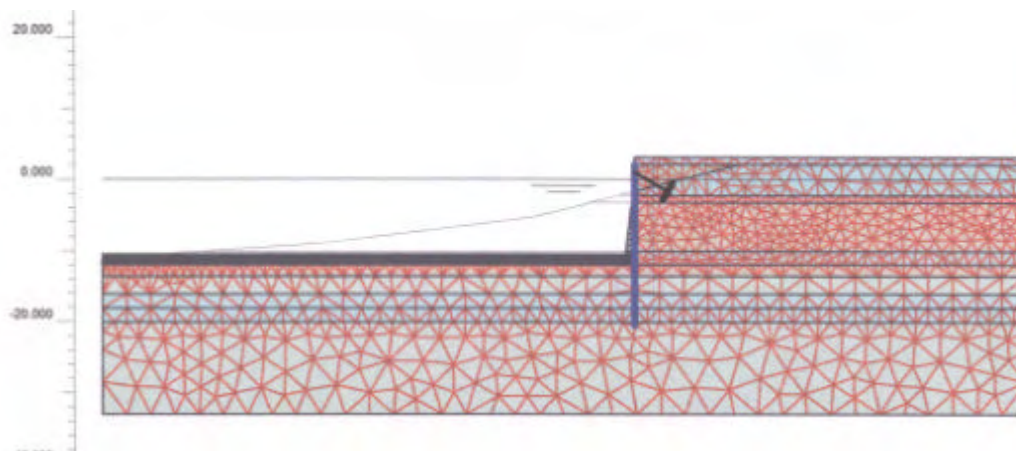


Figura 3.4.1.1 – Banchina con carico 10 kPa – Strat B - Mesh di calcolo

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	37	110

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa = 1330 kNm/m

Mmax nella palanca – sezione sotto –15.5m = 224 kNm/m

Azione nel tirante (inclin. 30°) = 399.5 kN/m

In figura 3.4.1.2 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

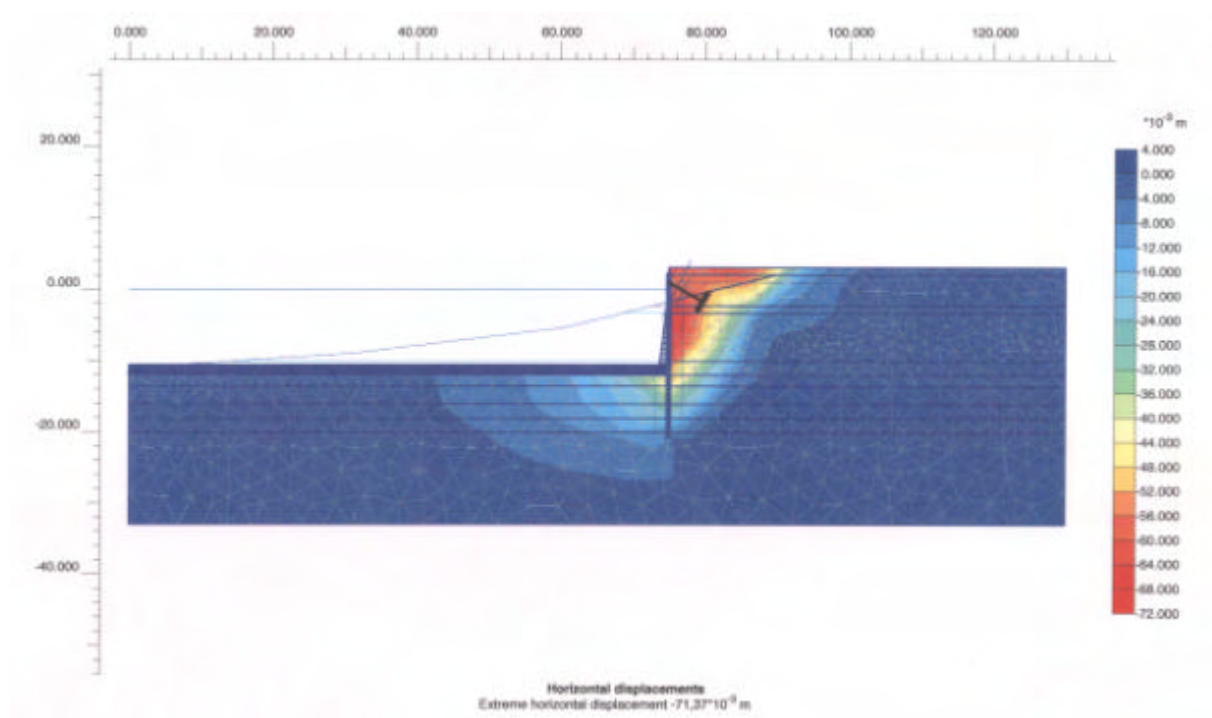


Figura 3.4.1.2 – Banchina con carico 10 kPa – Strat B – Deform. in fase finale

3.4.2 Stratigrafia G

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.4.2.1

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	38	110

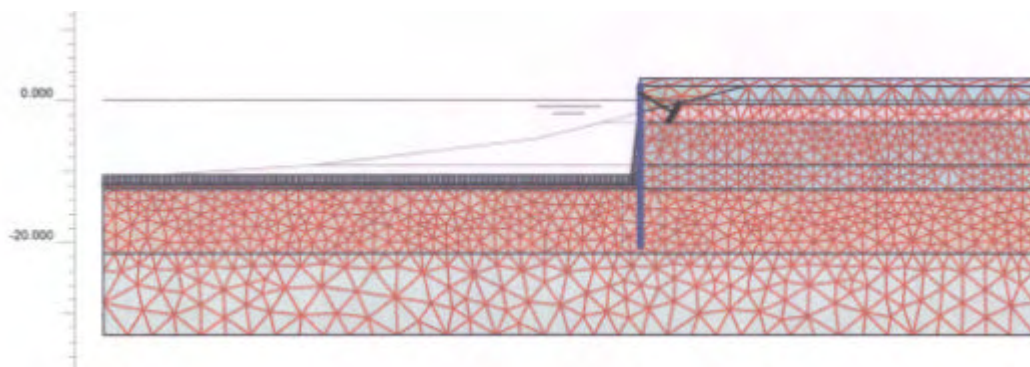


Figura 3.4.2.1 – Banchina con carico 10 kPa – Strat G - Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa	= 1100 kNm/m
Mmax nella palanca – sezione sotto -15.5m	= 240 kNm/m
Azione nel tirante (inclin. 30°)	= 358.9 kN/m

In figura 3.4.2.2 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

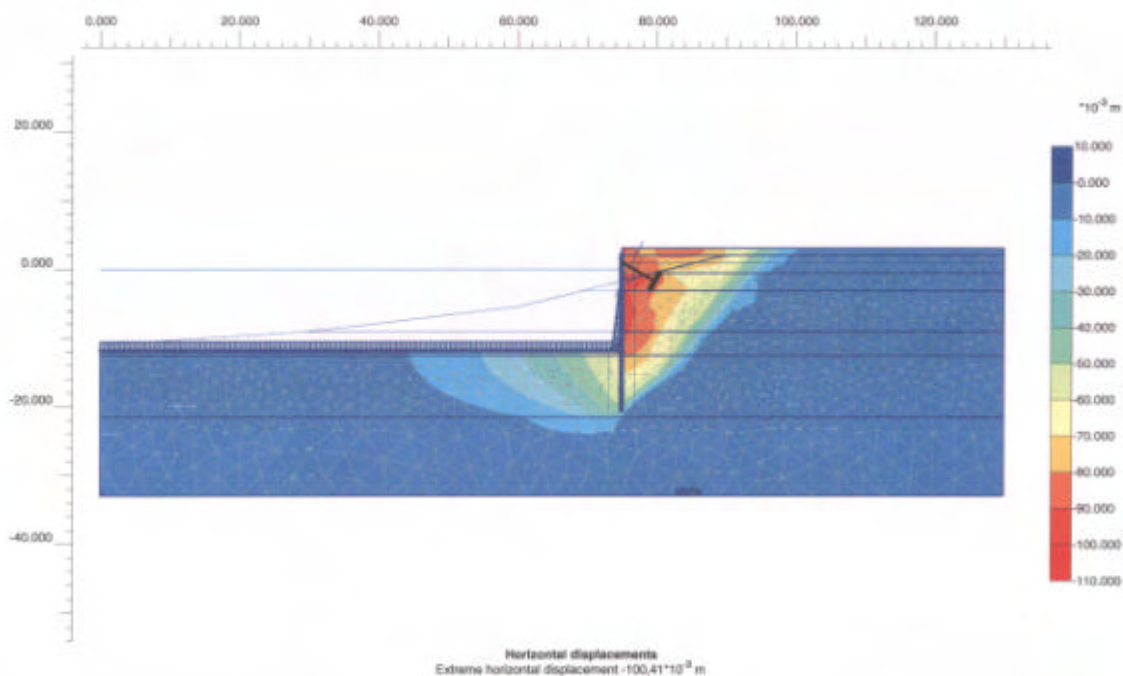


Figura 3.4.2.2 – Banchina con carico 10 kPa – Strat G – Deform. in fase finale

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	39	110

3.4.3 Dimensionamento dei palancolati

Le palancole utilizzate sono in acciaio Fe510, con una tensione ammissibile pari a 240 N/mm².

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima per le quattro stratigrafie analizzate e per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta (sotto quota -15.5 m s.l.m.m).

Verifica	M _{max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ _{max} (N/mm ²)
Strat. B – sezione piena	1330	6450	206.2
Strat. B – sezione sotto -15.5 m	224	3225	69.5
Strat. F – sezione piena	1100	6450	170.6
Strat. F – sezione sotto -15.5 m	240	3225	74.5

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	40	110

3.5 Banchina con carico distribuito da 10 kPa (int. 3B)

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.5.1.

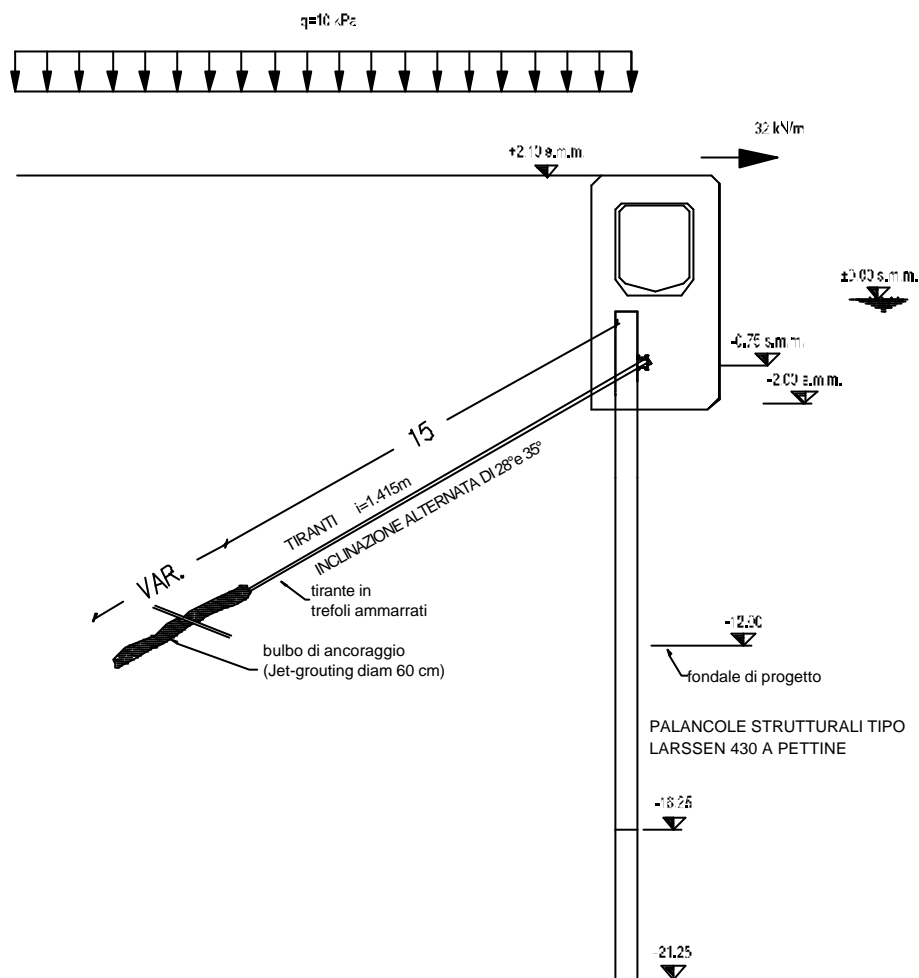


Figura 3.5.1

È stata condotta un'analisi con la stratigrafia di progetto B.

Le palancole sono a pettine, con sezione Larssen 430 completa fino a quota -16.25 m e sezione costituita da metà degli elementi da quota -16.25 m s.l.m. a quota -21.25 m s.l.m. Le sezioni hanno le caratteristiche riportate nel paragrafo 3.3.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	41	110

Il tirante viene realizzato a quota -0.75 m s.l.m.; si prevede un tirante ogni modulo di palanca (1.415 m); l'inclinazione di calcolo del tirante è di 30° rispetto all'orizzontale; la rigidezza è assunta in base al numero di trefoli, considerando un tratto libero di 15 m e un bulbo di 15 m.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palanca;
- realizzazione del tirante;
- riempimento con terreno fino a quota +2.1 m s.l.m.;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-12 m s.l.m.);
- applicazione del carico da 10 kPa sulla banchina;
- applicazione del tiro bitta;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- eliminazione del tiro bitta;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palanca)
- nuova applicazione del tiro bitta

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.5.2

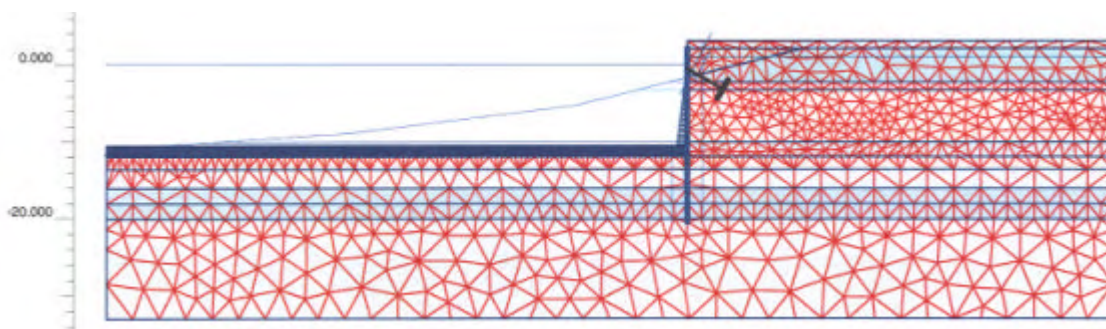


Figura 3.5.2 – Banchina con carico 10 kPa – Strat B - Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali:

M_{max} nella palanca – sezione completa = 1080 kNm/m

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	42	110

Mmax nella palanca – sezione sotto -16.25m = 228.2 kNm/m

Azione nel tirante (inclin. 30°) = 438.5 kN/m

In figura 3.5.3 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

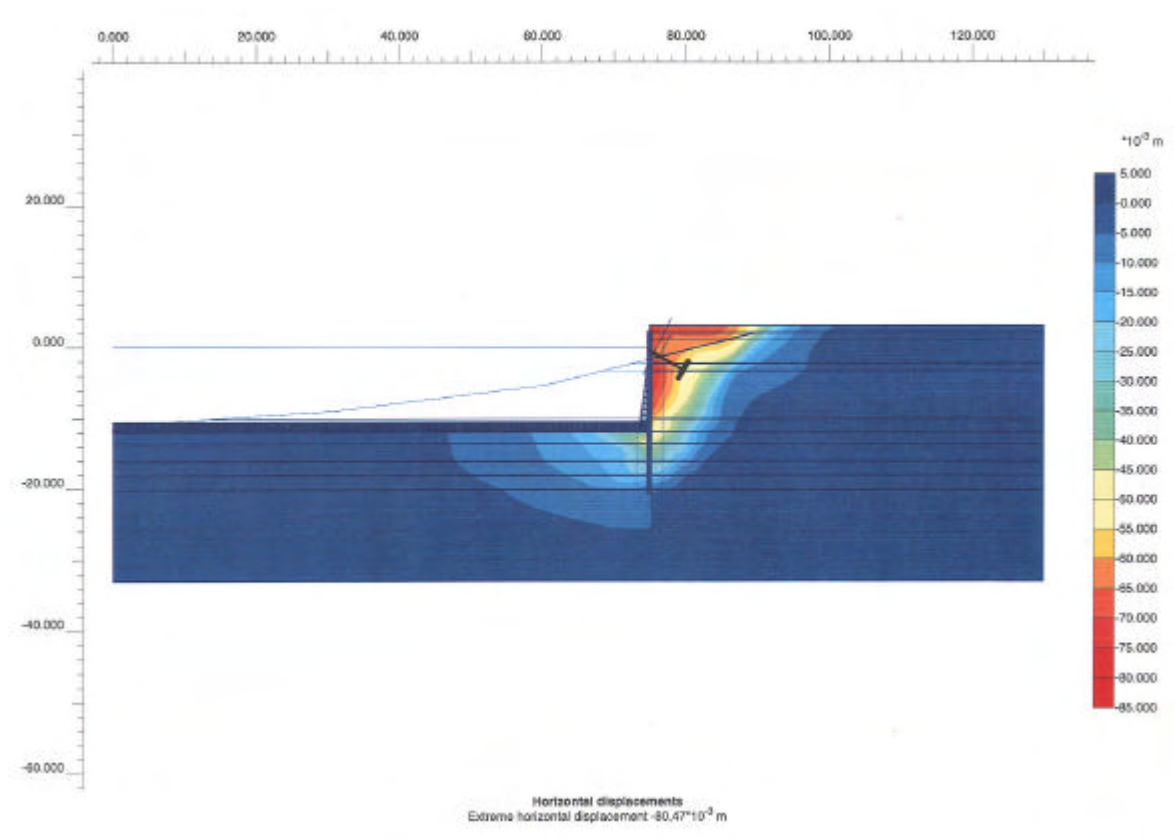


Figura 3.5.3 – Banchina con carico 10 kPa – Strat B – Deform. in fase finale

Dimensionamento del palancolato

Le palancole utilizzate sono in acciaio Fe510, con una tensione ammissibile pari a 240 N/mm².

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	43	110

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima analizzate e per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta.

Verifica	M _{max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ _{max} (N/mm ²)
Strat. B – sezione piena	1080.0	6450	167.4
Strat. B – sezione sotto –16.25 m	228.2	3225	70.8

3.6 **Banchina con scavo a quota –4.0 m s.l.m. con tirante (int. 4B)**

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.6.1.

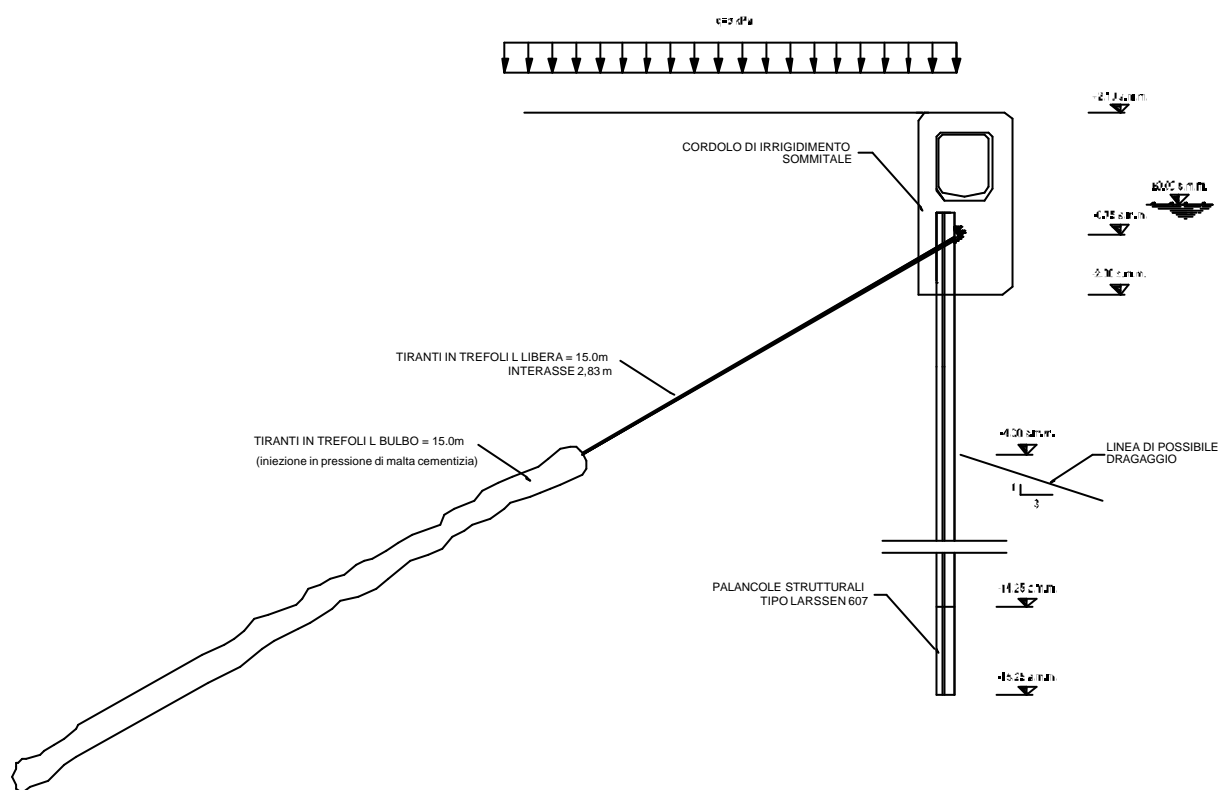


Figura 3.6.1

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	44	110

Tale intervento si colloca in prossimità dell'area 43 ETTARI; la stratigrafia di progetto considerata è la stratigrafia C.

La palancola utilizzata è la Larssen 607.

La palancola è a pettine, con sezione completa fino a quota -14.25 m e sezione costituita da metà degli elementi della Larssen 607 da quota -14.25 m s.l.m. a quota -15.25 m s.l.m. Le sezioni hanno le seguenti caratteristiche:

Larssen 607 completa: momento di inerzia $J = 69600 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 3200 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $243 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Larssen 607 – metà elementi: momento di inerzia $J = 34800 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 1600 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $121 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Il tirante viene realizzato a quota -0.75 m s.l.m.; si prevede un tirante ogni due moduli di palancola (ogni 3.6 m); l'inclinazione di calcolo del tirante è di 30° rispetto all'orizzontale; la rigidezza è assunta in base al numero di trefoli, considerando un tratto libero di 15 m e un bulbo di 15.5 m.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palancola;
- breve scavo di fronte a palancola per realizzaz. tirante;
- realizzazione del tirante;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-4 m s.l.m., con pendenza del terreno rimasto al piede pari a 3 orizzontale su 1 verticale);
- applicazione del carico da 5 kPa sulla banchina;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palancola).

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.6.2

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	45	110

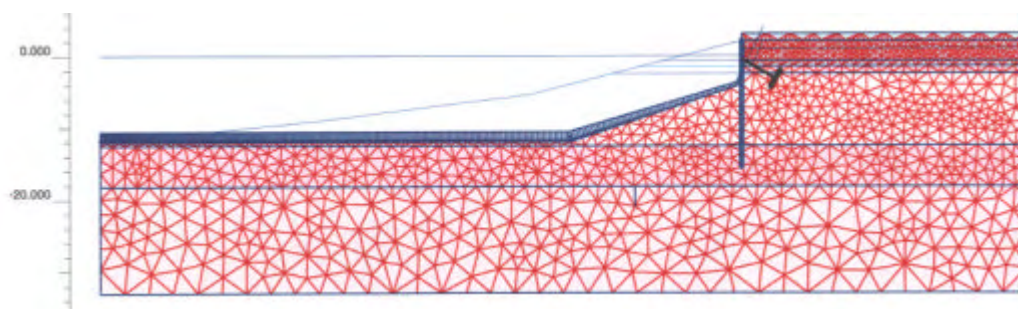


Figura 3.6.2 – intervento tipo 4B – Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza delle due fasi finali di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa	= 112.8 kNm/m
Mmax nella palanca – sezione sotto -14.25 m	= 38.7 kNm/m
Azione nel tirante (incl. 30°)	= 130.0 kN/m

In figura 3.5.3 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	46	110

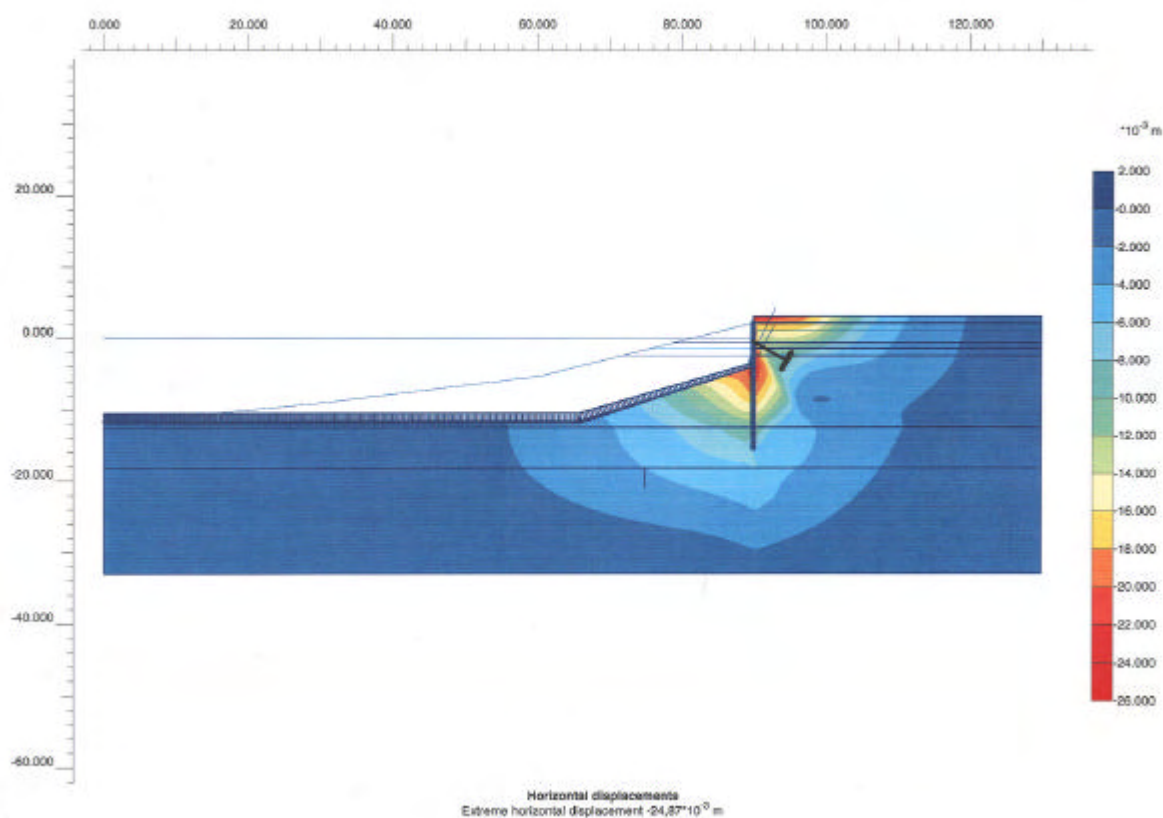


Figura 3.6.3 – Intervento tipo 4B – Deform. in fase finale

Dimensionamento del palancolato

La palanca utilizzata è in acciaio Fe430, con una tensione ammissibile pari a 190 N/mm^2 .

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta (sotto quota -14.25 m s.l.m.m).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	47	110



Verifica	M_{\max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ_{\max} (N/mm ²)
sezione piena	112.8	3200	35.3
sezione sotto -14.25 m	38.7	1600	24.1

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	48	110

3.7 Banchina con scavo a quota -4.0 m s.l.m. senza tirante (int. 4A)

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 5.7.1.

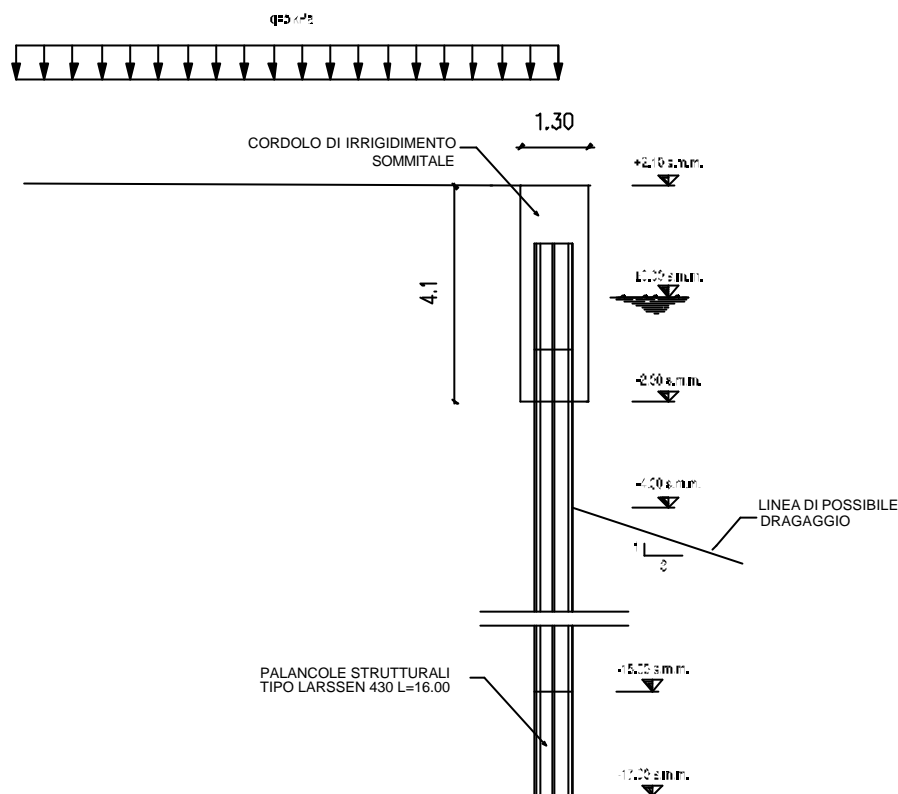


Figura 3.7.1

Tale intervento si colloca a margine delle aree PAGNAN e EDISON; la verifica viene condotta considerando la stratigrafia B più gravosa per la presenza di strati meno consistenti nei primi metri di terreno.

La palanca utilizzata è la Larssen 430.

La palanca è a pettine, con sezione completa fino a quota -15.0 m e sezione costituita da metà degli elementi della Larssen 430 da quota -15.0 m s.l.m. a quota -17.0 m s.l.m.. Le sezioni hanno le caratteristiche indicate nel precedente paragrafo 3.3.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	49	110



Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palanca;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-4 m s.l.m., con pendenza del terreno rimasto al piede pari a 3 orizzontale su 1 verticale);
- applicazione del carico da 5 kPa sulla banchina;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palanca).

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.7.2

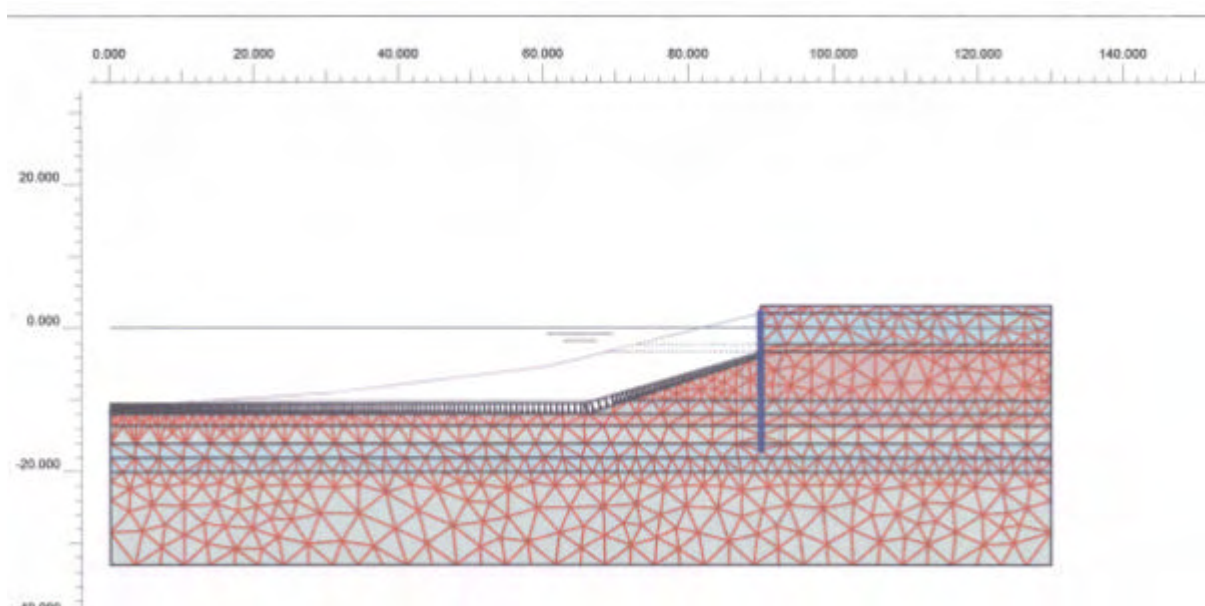


Figura 3.7.2 – intervento tipo 4A – Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza della fase finale di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa = 424.5 kNm/m

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	50	110

Mmax nella palanca – sezione sotto –15m = 137.2 kNm/m

In figura 3.7.3 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

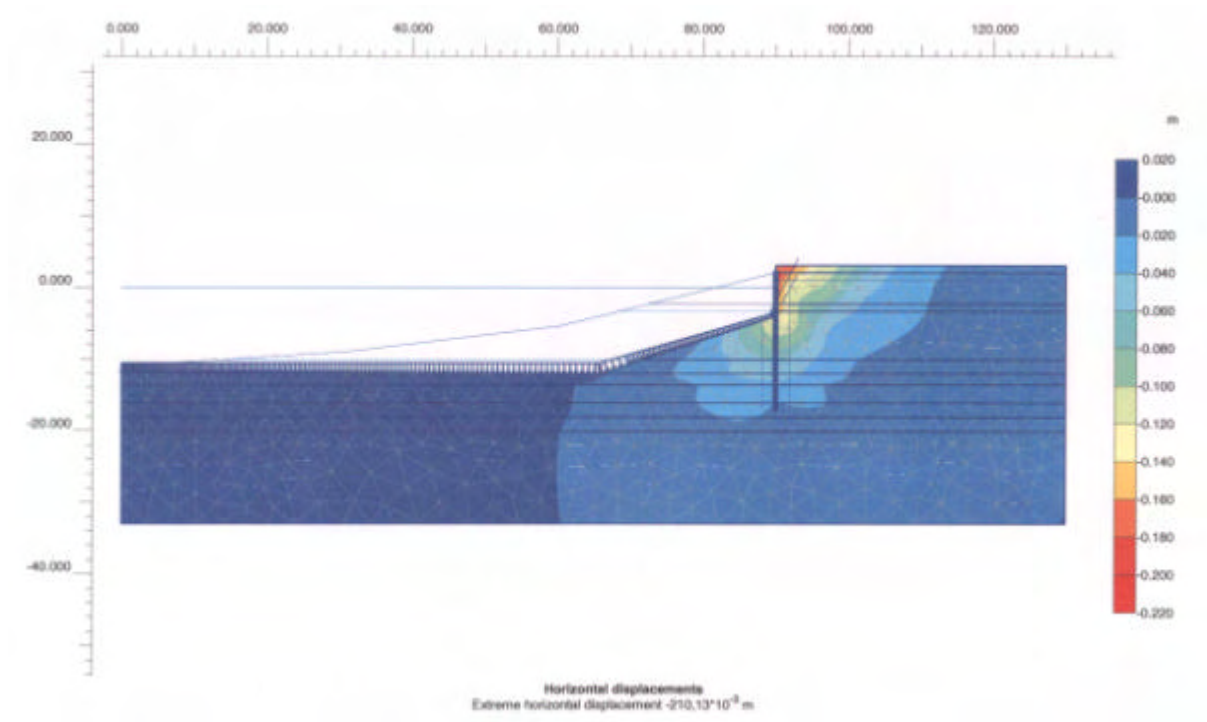


Figura 3.7.3 – Intervento tipo 4A – Deform. in fase finale

Dimensionamento del palancolato

La palanca utilizzata è in acciaio Fe430, con una tensione ammissibile pari a 190 N/mm^2 .

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta (sotto quota –15.0 m s.l.m.m).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	51	110



Verifica	M_{\max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ_{\max} (N/mm ²)
sezione piena	424.5	6450	65.9
sezione sotto -15.0 m	137.2	3225	42.5

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	52	110

3.8 **Banchina con scavo a quota -2.0 m s.l.m. (int. 5)**

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.8.1.

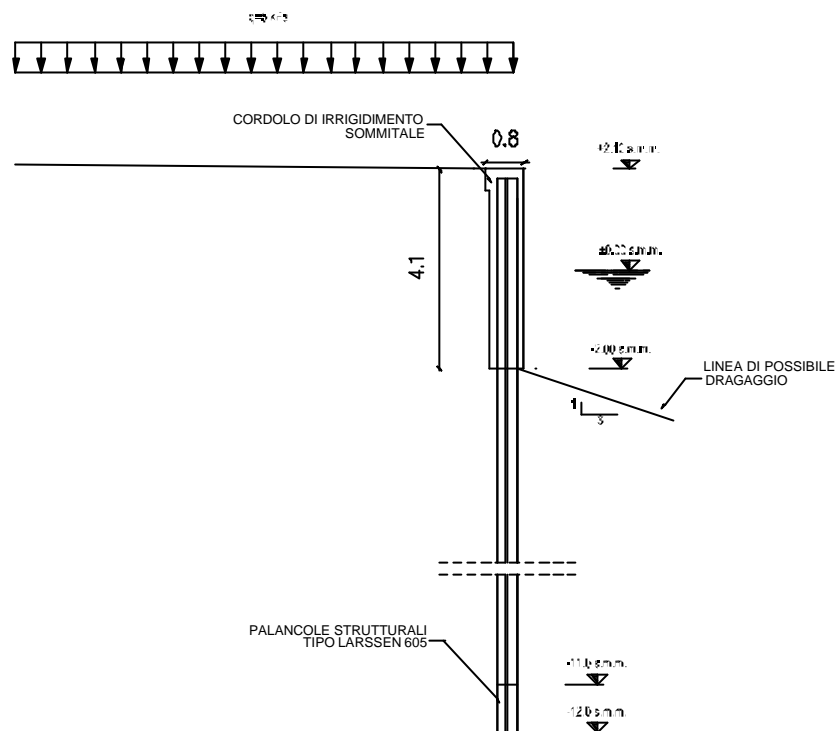


Figura 3.8.1

Tale intervento si colloca in a margine delle aree NUOVA SIRMA e EDISON; la verifica viene condotta considerando la stratigrafia A più gravosa per la presenza di strati meno consistenti nei primi metri di terreno.

La palanca utilizzata è la Larssen 605.

La palanca è a pettine, con sezione completa fino a quota -11.0 m e sezione costituita da metà degli elementi della Larssen 605 da quota -11.0 m s.l.m. a quota -12.0 m s.l.m..

La sezione ha momento di inerzia $J = 42370 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 2020 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $177 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	53	110



- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palancola;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-2 m s.l.m., con pendenza del terreno rimasto al piede pari a 3 orizzontale su 1 verticale);
- applicazione del carico da 5 kPa sulla banchina;
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi;
- applicazione di un differenziale di falda di 1 m (quota falda portata a +1.0 m s.l.m. a tergo della palancola).

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.8.2

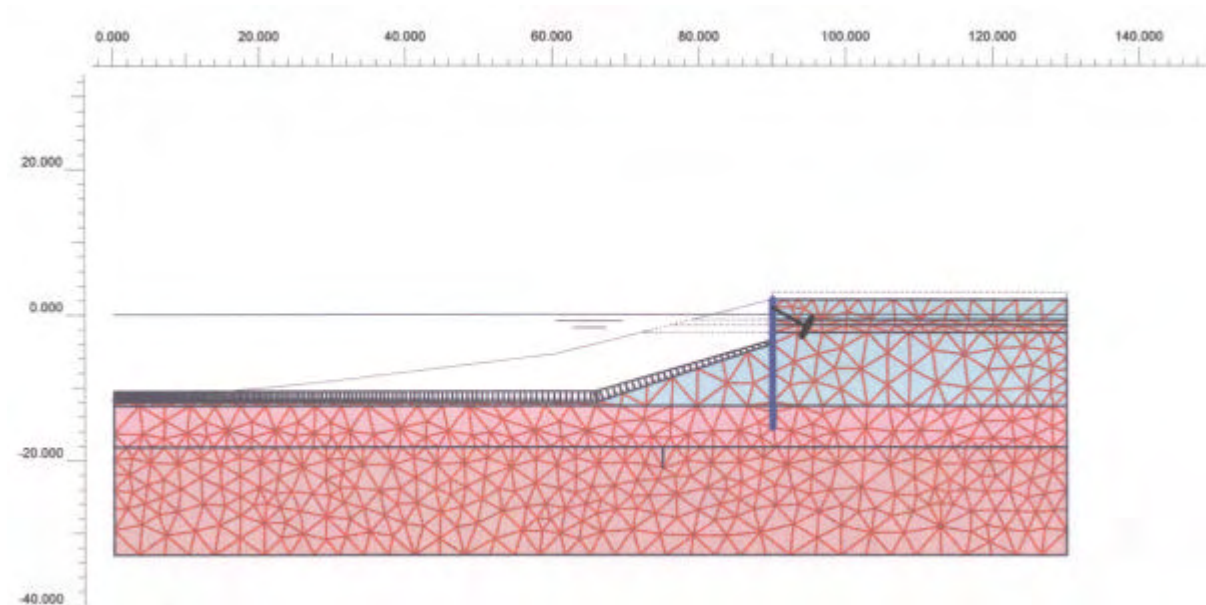


Figura 3.8.2 – intervento tipo 5 – Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime nella fase finale di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti:

M_{max} nella palancola $= 180.5 \text{ kNm/m}$

In figura 3.8.3 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	54	110

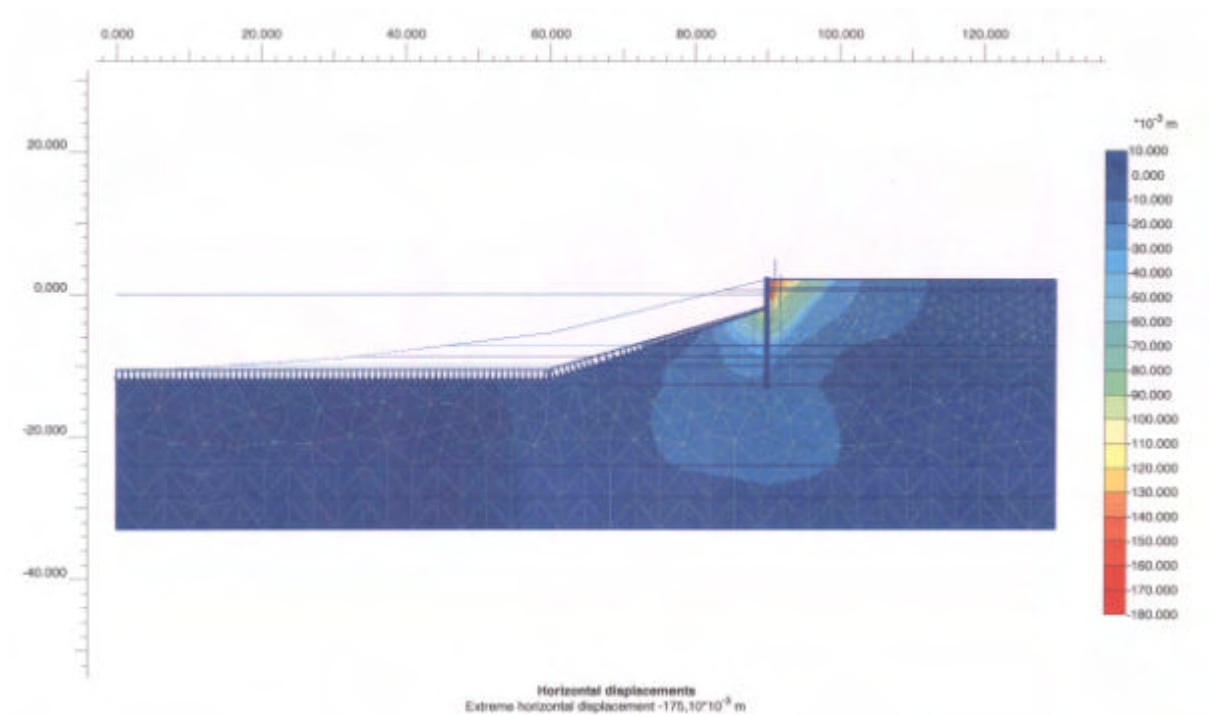


Figura 3.8.3 – Intervento tipo 5 – Deform. in fase finale

Dimensionamento del palancolato

La palanca utilizzata è in acciaio Fe430, con una tensione ammissibile pari a 190 N/mm².

La sollecitazione massima nella palanca risulta:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima.

M _{max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ _{max} (N/mm ²)
180.5	2020	82.1

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	55	110

3.9 **Banchina presso vasca equalizzazione reflui (int. 3C e 3D)**

La geometria dell'intervento è rappresentata in figura 3.9.1.

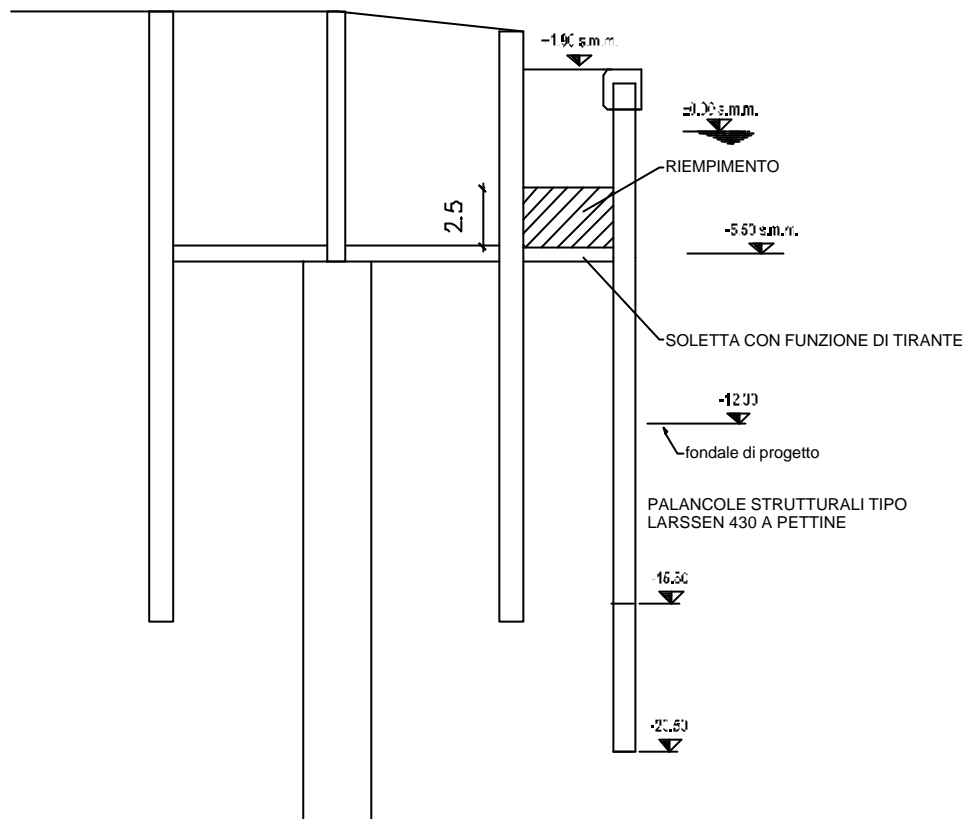


Figura 3.9.1

Tale intervento viene realizzato nella zona di sbocco del Canale Sud nel canale Malamocco; la stratigrafia di progetto è la stratigrafia G.

La banchina presenta a tergo la vasca di equalizzazione reflui e risulta vincolata alle strutture posteriori, realizzate su diaframmi, tramite una soletta posta a quota -5.5 m s.l.m..

La costruzione prevede lo scavo dei terreni a tergo della palanca fino alla quota sottostante la soletta, il riempimento per 2.5 m circa e la realizzazione delle vasche e il successivo scavo dell'alveo alla quota -12.0 m s.l.m..

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	56	110

Non sono previsti sovraccarichi gravanti sui terreni a tergo della palanca; eventuali carichi delle strutture vengono assorbiti verticalmente a testa palanca. Non è previsto al momento un ulteriore livello di tirantatura realizzato dalle strutture a testa palanca.

Delle due sezioni tipologiche previste si è considerata la situazione più gravosa, con testa della paratia alla quota +2.1 m.

La palanca utilizzata è la Larssen 430.

La palanca è a pettine, con sezione completa fino a quota -15.5 m e sezione costituita da metà degli elementi della Larssen 430 da quota -15.5 m s.l.m. a quota -20.5 m s.l.m. Le sezioni hanno le seguenti caratteristiche:

Larssen 430 completa: momento di inerzia $J = 241800 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 6450 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $299 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Larssen 430 – metà elementi: momento di inerzia $J = 120900 \text{ cm}^4/\text{m}$; modulo resistente $W = 3225 \text{ cm}^3/\text{m}$, area $149 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Si assume che la soletta a quota -5.5 m svolga la funzione di tirante.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

- ricostruzione della sollecitazione iniziale nel terreno;
- infissione della palanca;
- scavo a monte e realizzazione del tirante;
- riempimento con terreno fino a quota -3.6 m s.l.m.;
- condizione acqua a monte a quota +1.0 m s.l.m.;
- scavo dell'alveo del canale fino alla quota minima prevista (-12 m s.l.m.);
- verifica della condizione di lungo termine con i predetti carichi.

La mesh di calcolo è rappresentata nella figura 3.9.2

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	57	110

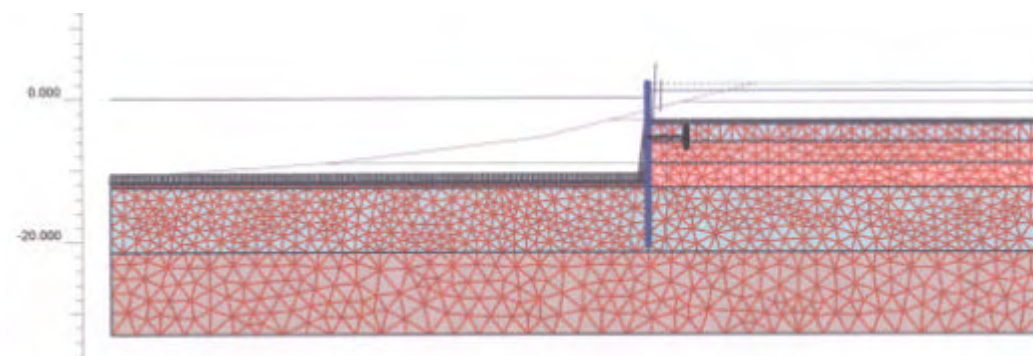


Figura 3.9.2 – Banchina zona vasca reflui – Mesh di calcolo

Si osservano le seguenti sollecitazioni massime negli elementi strutturali (ottenute in corrispondenza della fase finale di calcolo, con tutti i carichi di esercizio presenti):

Mmax nella palanca – sezione completa = 360.9 kNm/m

Mmax nella palanca – sezione sotto -15.5m = 196.1 kNm/m

Azione nel tirante = 233.4 kN/m

In figura 3.8.3 sono mostrate le deformazioni calcolate per la fase finale di calcolo.

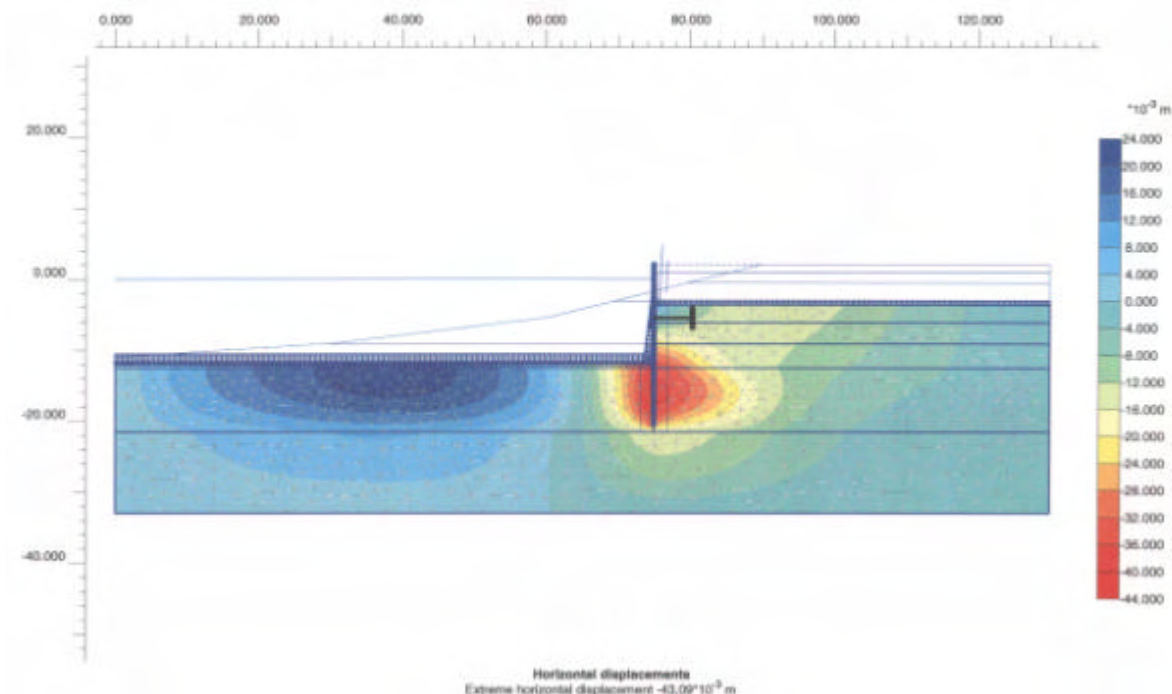


Figura 3.9.3 – Banchina zona vasca reflui – Deform. in fase finale

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	58	110

Dimensionamento del palancolato

La palancola utilizzata è in acciaio Fe430, con una tensione ammissibile pari a 190 N/mm².

La sollecitazione massima nella palancola risulta:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di sollecitazione massima per i tratti a sezione completa e a sezione ridotta (sotto quota –15.5 m s.l.m.m).

Verifica	M _{max} (kNm/m)	W (cm ³)	σ _{max} (N/mm ²)
sezione piena	360.9	6450	55.4
sezione sotto –15.5 m	196.1	3225	60.8

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	59	110

4. EFFETTI DELLA CORROSIONE

Le palancole delle banchine sono protette dalla corrosione mediante un sistema di protezione catodica. La parte più superficiale della palancola metallica (nella zona quindi soggetta a cicli di asciutto-bagnato) è inoltre protetta dal cordolo in calcestruzzo previsto per tutte le tipologie di intervento.

Nel seguito si analizza la possibilità delle palancole in progetto di rimanere in esercizio anche a seguito di un periodo in cui la protezione catodica non sia operante.

La valutazione è basata sulla determinazione del periodo di interruzione (e la conseguente perdita di sezione metallica) tollerabile grazie al margine esistente tra le sollecitazioni massime di lavoro e quelle ammissibili.

Si considera una velocità di corrosione compresa tra un valore ragionevole di 0.03 mm/anno ed un valore massimo di 0.12 mm/anno. Tali velocità sono valide per la zona immersa della palancola. La velocità di 0.03 mm/anno è quindi quella assumibile per la zona interessata dai momenti massimi e quindi dalle sollecitazioni massime di progetto. A tale velocità si farà pertanto riferimento nelle successive verifiche della struttura considerando la perdita di resistenza della palancola con il tempo per effetto della corrosione.

La valutazione della perdita di resistenza è stata effettuata graficamente, considerando la riduzione percentuale del modulo di resistenza per diversi valori di corrosione (asportazione di un dato spessore di sezione dal solo lato esposto).

Nelle tabelle 4.I e 4.II si riportano i valori di riduzione percentuale del modulo resistente per diversi spessori di corrosione rispettivamente per la palancola PSP1000 singola e per la palancola Larssen 430.

Corrosione (mm)	Riduzione modulo resistente (%)
0.6	1
3	2.1
4.5	3.5
7.5	7.3

Tabella 4.I – Riduzione del modulo resistente con la corrosione per la palancola PSP1000 singola

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	60	110

Corrosione (mm)	Riduzione modulo resistente (%)
1	6.8
1.5	10.3
2	13.9

Tabella 4.II – Riduzione del modulo resistente con la corrosione per la palancola Larssen

430

Nelle figure 4.1 e 4.2 si riporta la perdita di resistenza percentuale riferita al tempo, con le due velocità di corrosione (ragionevole e massima) ipotizzate.

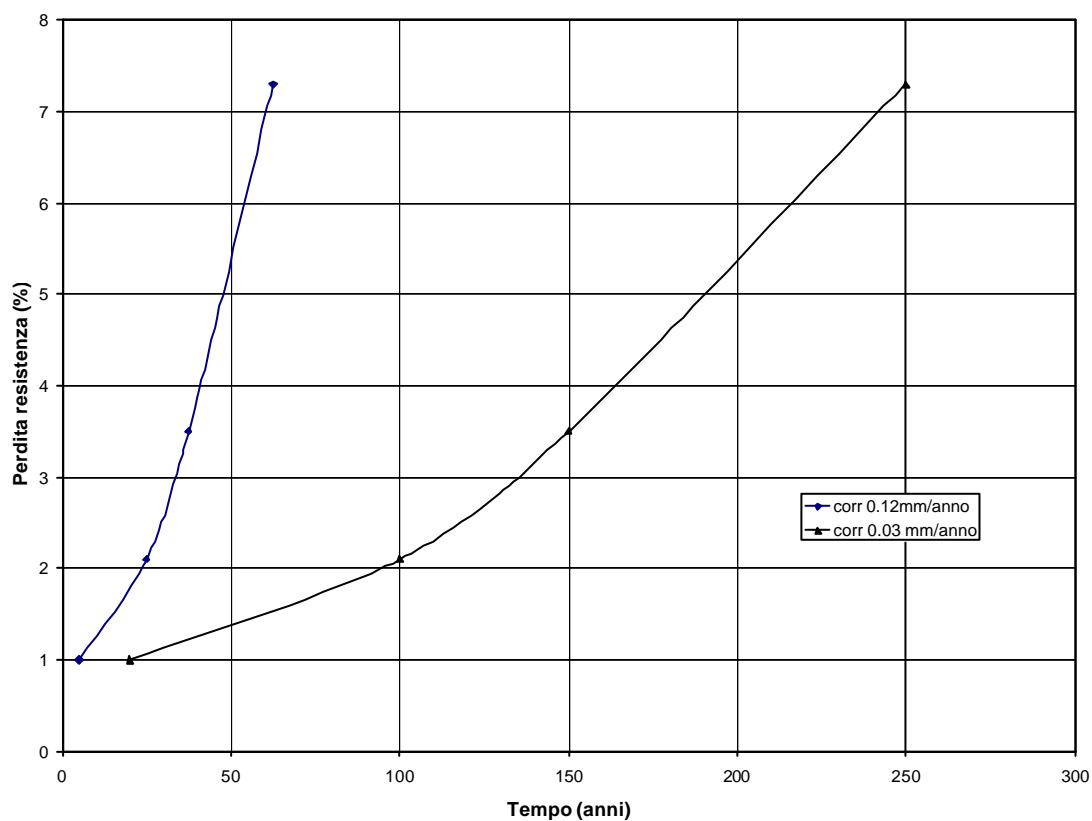


Figura 4.1 – Perdita di resistenza % col tempo – Palancola PSP1000 singola

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	61	110

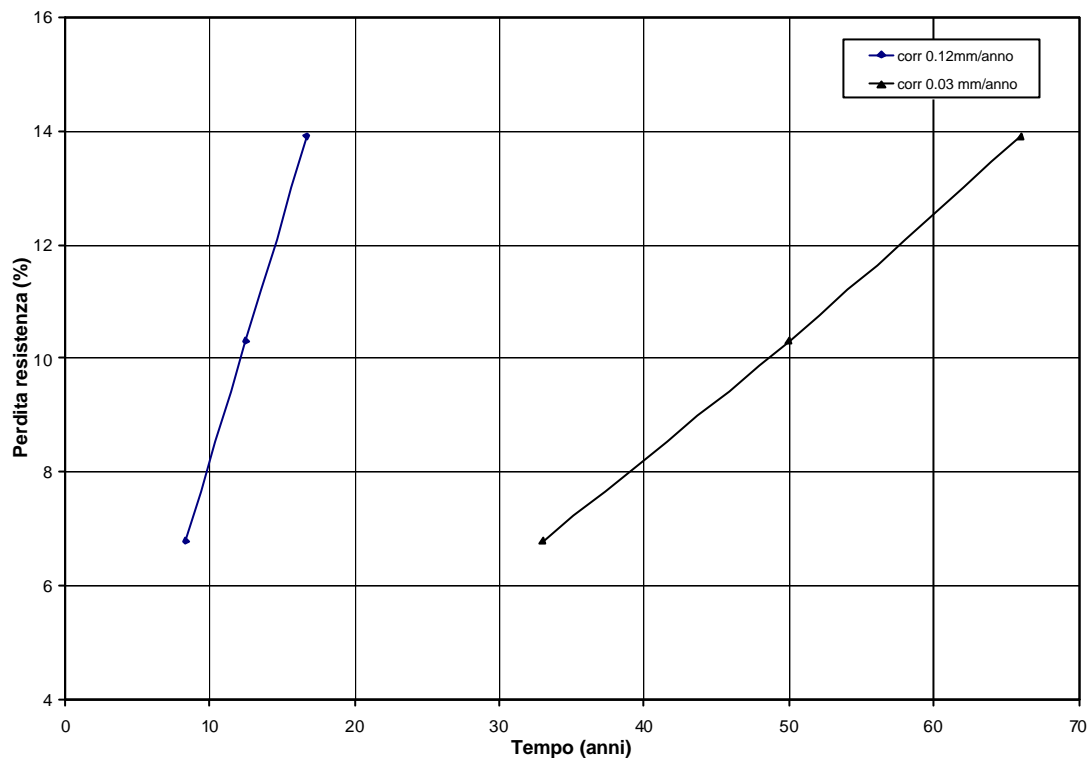


Figura 4.2 – Perdita di resistenza % col tempo – Palancola Larssen 430

La palancola PSP1000 maggiormente sollecitata è quella calcolata per la stratigrafia C, con una tensione di 224.6 N/mm²; il margine di modulo resistente che può essere perso per corrosione è pertanto

$$(240 - 224.6) / 240 = 6.4\%$$

a cui corrisponde un tempo superiore alla vita dell'opera per la velocità di corrosione assunta per la zona con momento massimo (0.03 mm/anno).

La palancola Larssen più sollecitata è quella della banchina da 30 kPa , con una tensione di 223.2 N/mm²; il margine di modulo resistente è:

$$(240 - 223.2) / 240 = 7\%$$

a cui corrisponde per una velocità di corrosione di 0.03 mm/anno un tempo di 35 anni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	62	110

5. DIMENSIONAMENTO DELLA PALIFICATA PER IL CARROPONTE

La via di corsa lato terra del carroponte viene realizzata su pali in c.a.

Nel caso delle banchine con palancola PSP1000 doppia è prevista una soluzione con pali di diametro 800 mm e interasse 2.16 m; nel caso di banchine con palancola PSP1013 singola la soluzione prevede pali di diametro 800 mm ogni 1.68 m.

5.1 Calcolo delle sollecitazioni interne nei pali

Il calcolo delle sollecitazioni interne nei pali è stato effettuato mediante il programma PLAXIS.

Si è considerata la stratigrafia più gravosa per gli effetti dei carichi e dei sovraccarichi, e che determina le maggiori sollecitazioni nei tiranti (analisi sulla stratigrafia D del paragrafo 3.1.1) e si è simulata la palificata mediante una struttura continua di rigidezza equivalente. Tale schematizzazione è maggiormente impegnativa per la struttura di quanto non si verifichi nella situazione reale con struttura discontinua e costituisce pertanto un'assunzione favorevole alla sicurezza nel dimensionamento della palificata. Si sono condotte due analisi per le due rigidezze di palificata in progetto (interasse dei pali 2.16 o 1.68 m), considerando la base del palo a quota -18.0 m s.l.m..

Nella figura 5.1.1. è rappresentata la mesh di calcolo.

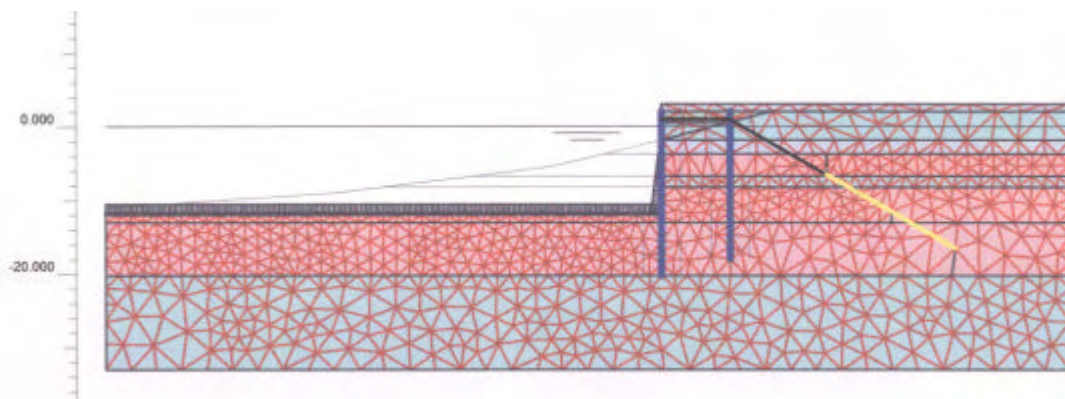


Figura 5.1.1. – Analisi di dimensionamento palificata – mesh di calcolo

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	63	110

Il calcolo porta ad una sollecitazione flessionale massima per palo pari a 177.19 kNm/m per interasse 2.16 m e 195.1 kNm/m per interasse 1.68.

Sulla base dell'osservazione della dipendenza del valore di momento massimo dalla rigidezza del tirante a bulbo posteriore, si ritiene di incrementare il momento di calcolo secondo un coefficiente di sicurezza di 1.2.

Si ottengono pertanto le seguenti sollecitazioni massime:

pali diam 800 mm interasse 2.16 (banchine PSP1000 doppie)	$M_{max} = 461.1 \text{ kNm}$
pali diam 800 mm interasse 1.68 (banchine PSP1013 singola)	$M_{max} = 393.4 \text{ kNm}$

Il diagramma dei momenti nel palo (per metro di banchina) con la profondità è rappresentato nelle figure 5.1.2 e 5.1.3.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	64	110



Banchina PSP1013 - interasse pali 1.68

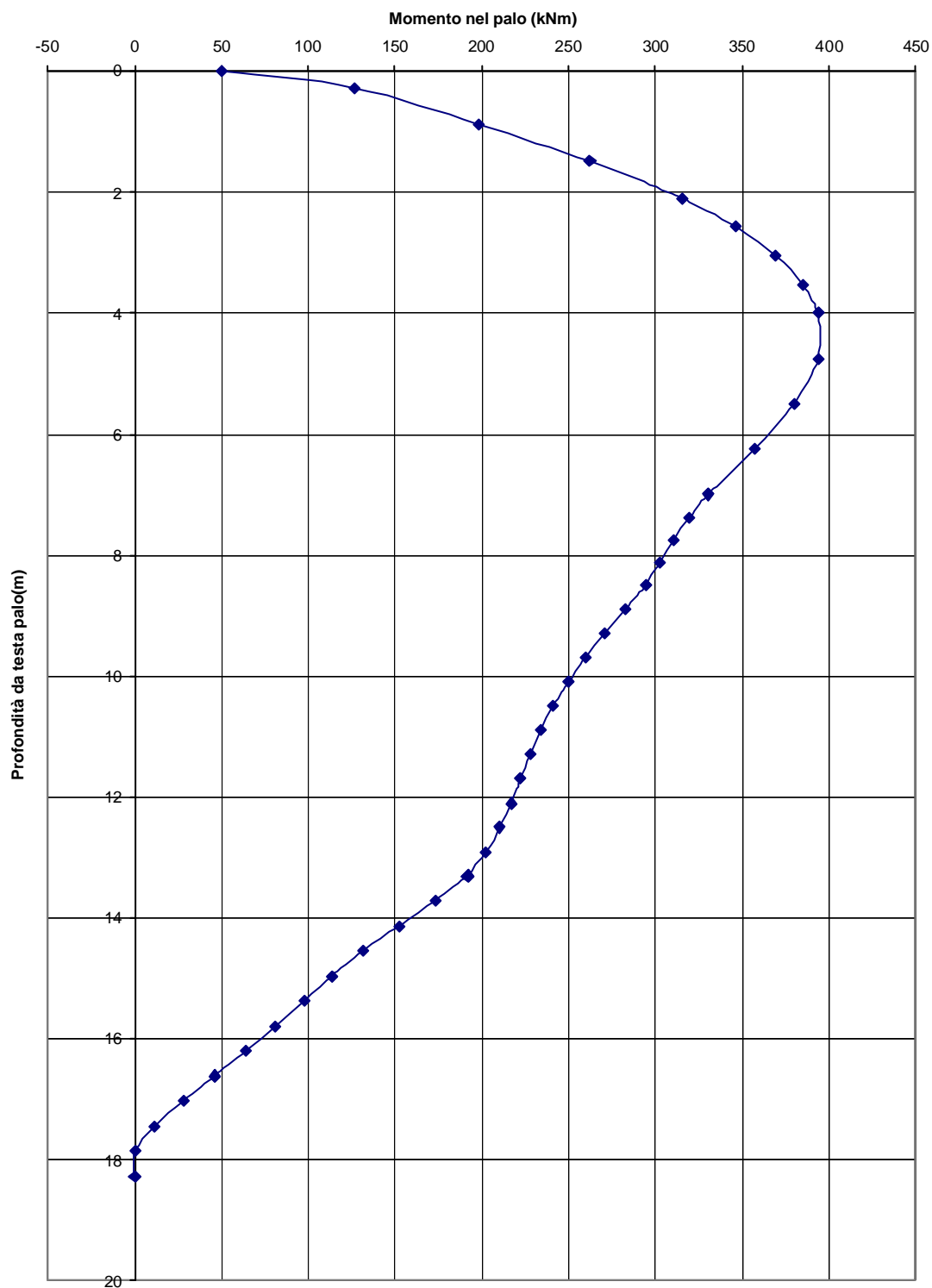


Figura 5.1.2 – inter. pali 2.16 m - diagramma dei momenti nel palo per m di banchina.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	65	110



Banchina PSP1000 doppie - interasse pali 2.16

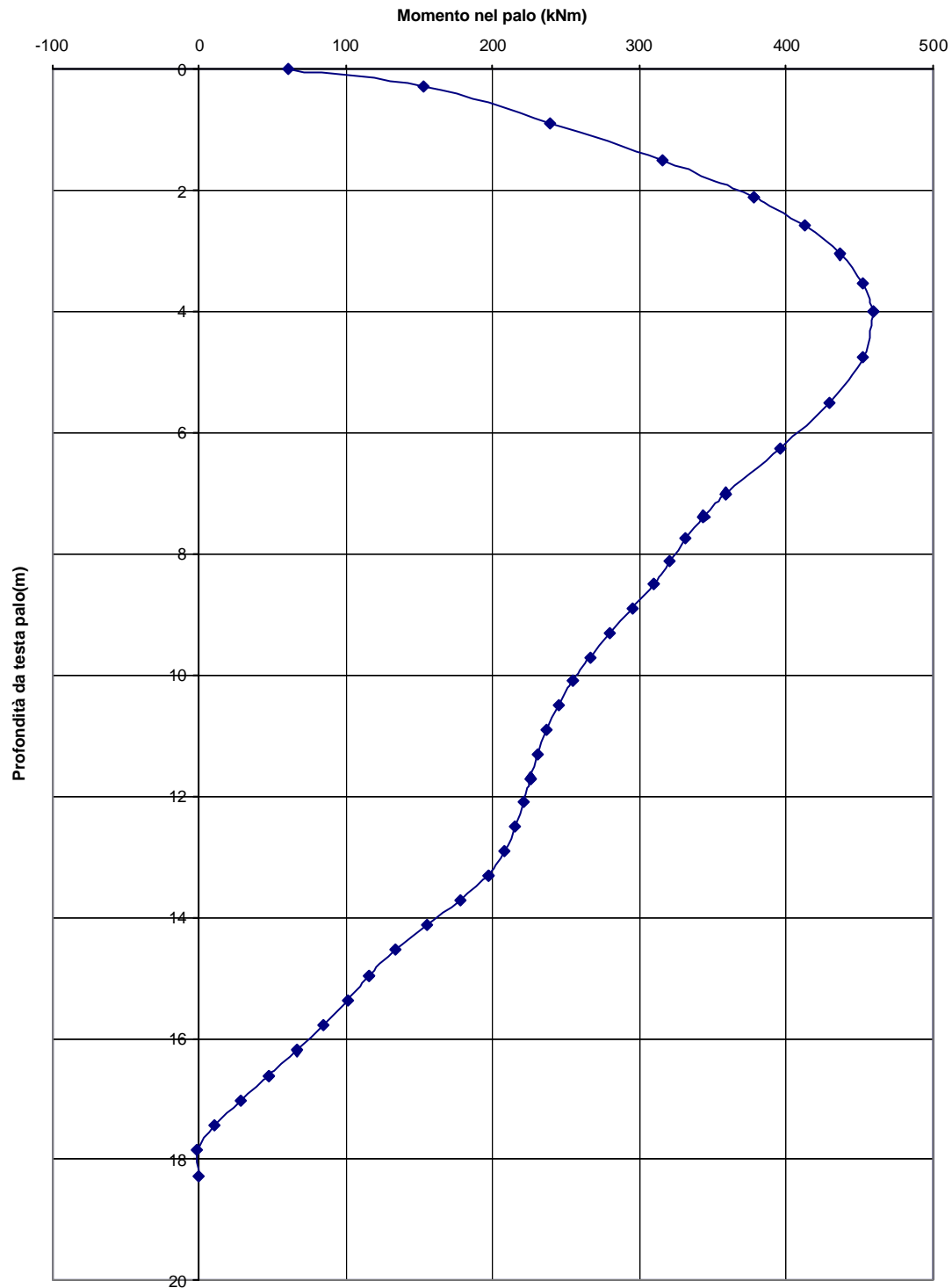


Figura 5.1.3 – inter. pali 1.68 m - diagramma dei momenti nel palo

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	66	110

5.2 Capacità portante dei pali

Nel seguito si effettua la determinazione della capacità portante a breve e a lungo termine dei pali diametro 800 mm con le stratigrafie C, D, E ed F.

La capacità portante ultima in compressione sotto carichi verticali è stata valutata, sia a breve che a lungo termine, come:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_l$$

essendo Q_b e Q_l le capacità portanti di base e laterale del palo, date da:

$$Q_b = A_b \cdot (\sigma'_v N_q + c N_c)$$

$$Q_l = C \int_{z_l}^{z^2} \sigma'_v k_s \tan \delta \, dz \quad (\text{per terreni granulari e per coesivi a lungo termine})$$

$$Q_l = C \cdot c_u \cdot \alpha \quad (\text{per terreni coesivi, a breve termine})$$

dove:

A_b = area di base del palo;

σ'_v = sforzo verticale efficace;

N_q = fattore di capacità portante, definito da Meyerhof (1976) per pali trivellati;

C = perimetro del palo;

k_s = coefficiente che definisce le tensioni orizzontali efficaci in rapporto a quelle verticali;

δ = angolo di attrito tra palo e terreno;

c_u = coesione non drenata;

α = coefficiente determinato sulla base della correlazione con c_u data da Viggiani (1993).

L'angolo di attrito tra palo e terreno (δ) è stato assunto pari a quello del terreno, ϕ .

Per k_s si è assunto un valore pari a 0.6.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	67	110

Non è stato considerato il peso proprio del palo.

La capacità portante ammissibile è stata ricavata dalla capacità portante ultima dividendo per un fattore di sicurezza pari a 2.5.

La testa palo si colloca a +0.25 m s.l.m.

Le seguenti tabelle 5.2.I ÷ 5.2.VIII riportano i valori di calcolo e i risultati di capacità portante ultima e ammissibile al variare della lunghezza del palo rispettivamente a breve e a lungo termine per le tipologie di palo e le stratigrafie considerate.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	68	110

Tabella 5.2.I - Stratigrafia C - Capacità portante ammissibile a breve termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	Ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (..*FI)	ALFA (-)	TAUlt (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0.00	8.00	23.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	6.70	5	119.75	0.00	60.19	60.19	24.08
0.50	8.00	27.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	7.82	5	139.75	9.47	70.24	79.72	31.89
1.00	8.00	31.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	8.94	5	159.75	20.36	80.30	100.65	40.26
1.50	8.00	35.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	10.06	5	179.75	32.64	90.35	122.99	49.20
2.00	8.00	39.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	11.18	5	199.75	46.34	100.40	146.74	58.70
2.50	8.00	43.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	12.30	5	219.75	61.44	110.46	171.89	68.76
3.00	8.00	47.95	0.800	0.00	31	0.60	1.00	0.00	17.29	15	695.28	80.37	349.47	429.85	171.94
3.50	8.00	51.95	0.800	0.00	31	0.60	1.00	0.00	18.73	15	753.28	103.45	378.63	482.08	192.83
4.00	9.00	56.45	0.800	100.00	0	0.60	1.00	0.35	35.00	12	1577.40	147.44	792.86	940.30	376.12
4.50	9.00	60.95	0.800	100.00	0	0.60	1.00	0.35	35.00	12	1631.40	191.42	820.01	1011.42	404.57
5.00	10.00	65.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	956.65	223.21	480.85	704.06	281.62
5.50	10.00	70.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	991.65	255.00	498.44	753.44	301.38
6.00	10.00	75.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1026.65	286.79	516.04	802.83	321.13
6.50	10.00	80.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1061.65	318.58	533.63	852.21	340.89
7.00	10.00	85.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1096.65	350.38	551.22	901.60	360.64
7.50	10.00	90.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1131.65	382.17	568.81	950.98	380.39
8.00	10.00	95.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1166.65	413.96	586.40	1000.37	400.15
8.50	10.00	100.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1201.65	445.75	604.00	1049.75	419.90
9.00	10.00	105.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1236.65	477.54	621.59	1099.13	439.65
9.50	10.00	110.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1271.65	509.34	639.18	1148.52	459.41
10.00	10.00	115.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1306.65	541.13	656.77	1197.90	479.16
10.50	10.00	120.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1341.65	572.92	674.37	1247.29	498.92
11.00	10.00	125.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1376.65	604.71	691.96	1296.67	518.67
11.50	10.00	130.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1411.65	636.50	709.55	1346.06	538.42
12.00	10.00	135.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1446.65	668.30	727.14	1395.44	558.18
12.50	10.00	140.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1481.65	700.09	744.74	1444.83	577.93
13.00	10.00	145.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1516.65	731.88	762.33	1494.21	597.68
13.50	10.00	150.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1551.65	763.67	779.92	1543.59	617.44
14.00	10.00	155.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1586.65	795.46	797.51	1592.98	637.19
14.50	10.00	160.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1621.65	827.26	815.11	1642.36	656.95
15.00	8.00	164.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	71.90	30	4948.50	917.06	2487.31	3404.38	1361.75
15.50	8.00	168.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	73.65	30	5068.50	1009.06	2547.63	3556.69	1422.68
16.00	8.00	172.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	75.39	30	5188.50	1103.25	2607.95	3711.19	1484.48
16.50	8.00	176.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	77.13	30	5308.50	1199.63	2668.26	3867.89	1547.16
17.00	8.00	180.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	78.88	30	5428.50	1298.20	2728.58	4026.78	1610.71
17.50	8.00	184.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	80.62	30	5548.50	1398.96	2788.90	4187.85	1675.14
18.00	8.00	188.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	82.36	30	5668.50	1501.91	2849.21	4351.12	1740.45
18.50	8.00	192.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	84.11	30	5788.50	1607.05	2909.53	4516.58	1806.63
19.00	8.00	196.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	85.85	30	5908.50	1714.39	2969.85	4684.23	1873.69
19.50	8.00	200.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	87.60	30	6028.50	1823.91	3030.17	4854.08	1941.63
20.00	8.00	204.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	89.34	30	6148.50	1935.63	3090.48	5026.11	2010.44
20.50	8.00	208.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	78.34	17	3552.15	2041.53	1785.45	3826.98	1530.79
21.00	8.00	212.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	79.84	17	3620.15	2141.38	1819.63	3961.01	1584.40
21.50	8.00	216.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	81.34	17	3688.15	2243.11	1853.81	4096.93	1638.77
22.00	8.00	220.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	82.84	17	3756.15	2346.73	1887.99	4234.73	1693.89
22.50	8.00	224.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	84.34	17	3824.15	2452.24	1922.17	4374.41	1749.76
23.00	8.00	228.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	85.84	17	3892.15	2559.63	1956.35	4515.98	1806.39
23.50	8.00	232.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	87.33	17	3960.15	2668.90	1990.53	4659.43	1863.77
24.00	8.00	236.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	88.83	17	4028.15	2780.06	2024.71	4804.77	1921.91
24.50	8.00	240.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	90.33	17	4096.15	2893.10	2058.89	4951.99	1980.80
25.00	8.00	244.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	91.83	17	4164.15	3008.03	2093.07	5101.10	2040.44
25.50	8.00	248.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	93.33	17	4232.15	3124.84	2127.25	5252.09	2100.84
26.00	8.00	252.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	94.83	17	4300.15	3243.54	2161.43	5404.96	2161.99
26.50	8.00	256.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	96.33	17	4368.15	3364.12	2195.61	5559.72	2223.89
27.00	8.00	260.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	97.83	17	4436.15	3486.58	2229.79	5716.37	2286.55
27.50	8.00	264.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	99.33	17	4504.15	3610.93	2263.97	5874.90	2349.96
28.00	8.00	268.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	100.83	17	4572.15	3737.17	2298.15	6035.31	2414.12
28.50	8.00	272.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	102.33	17	4640.15	3865.28	2332.32	6197.61	2479.04
29.00	8.00	276.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	103.83	17	4708.15	3995.29	2366.50	6361.79	2544.72
29.50	8.00	280.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	105.33	17	4776.15	4127.17	2400.68	6527.86	2611.14
30.00	8.00	284.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	106.83	17	4844.15	4260.94	2434.86	6695.81	2678.32

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	69	110

Tabella 5.2.II - Stratigrafia C - Capacità portante ammissibile a lungo termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (-.*FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	QI-ult (kN)	QB-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0.00	8.00	23.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	6.70	5	119.75	0.00	60.19	60.19	24.08
0.50	8.00	27.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	7.82	5	139.75	9.47	70.24	79.72	31.89
1.00	8.00	31.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	8.94	5	159.75	20.36	80.30	100.65	40.26
1.50	8.00	35.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	10.06	5	179.75	32.64	90.35	122.99	49.20
2.00	8.00	39.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	11.18	5	199.75	46.34	100.40	146.74	58.70
2.50	8.00	43.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	12.30	5	219.75	61.44	110.46	171.89	68.76
3.00	8.00	47.95	0.800	0.00	31	0.60	1.00	0.00	17.29	15	695.28	80.37	349.47	429.85	171.94
3.50	8.00	51.95	0.800	0.00	31	0.60	1.00	0.00	18.73	15	753.28	103.45	378.63	482.08	192.83
4.00	9.00	56.45	0.800	0.00	30	0.60	1.00	0.35	19.55	12	677.40	127.54	340.49	468.03	187.21
4.50	9.00	60.95	0.800	0.00	30	0.60	1.00	0.35	21.11	12	731.40	153.58	367.63	521.21	208.48
5.00	10.00	65.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	20.16	7	461.65	178.43	232.04	410.48	164.19
5.50	10.00	70.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	21.69	7	496.65	205.21	249.64	454.84	181.94
6.00	10.00	75.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	23.22	7	531.65	233.90	267.23	501.13	200.45
6.50	10.00	80.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	24.75	7	566.65	264.52	284.82	549.34	219.74
7.00	10.00	85.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	26.28	7	601.65	297.06	302.41	599.47	239.79
7.50	10.00	90.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	27.80	7	636.65	331.52	320.01	651.52	260.61
8.00	10.00	95.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	29.33	7	671.65	367.89	337.60	705.49	282.20
8.50	10.00	100.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	30.86	7	706.65	406.19	355.19	761.38	304.55
9.00	10.00	105.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	32.39	7	741.65	446.41	372.78	819.20	327.68
9.50	10.00	110.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	33.92	7	776.65	488.56	390.38	878.93	351.57
10.00	10.00	115.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	35.45	7	811.65	532.62	407.97	940.59	376.23
10.50	10.00	120.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	36.97	7	846.65	578.60	425.56	1004.16	401.66
11.00	10.00	125.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	38.50	7	881.65	626.50	443.15	1069.66	427.86
11.50	10.00	130.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	40.03	7	916.65	676.33	460.74	1137.07	454.83
12.00	10.00	135.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	41.56	7	951.65	728.07	478.34	1206.41	482.56
12.50	10.00	140.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	43.09	7	986.65	781.74	495.93	1277.67	511.07
13.00	10.00	145.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	44.62	7	1021.65	837.32	513.52	1350.85	540.34
13.50	10.00	150.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	46.15	7	1056.65	894.83	531.11	1425.95	570.38
14.00	10.00	155.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	47.67	7	1091.65	954.26	548.71	1502.97	601.19
14.50	10.00	160.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.46	49.20	7	1126.65	1015.61	566.30	1581.91	632.76
15.00	8.00	164.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	71.90	30	4948.50	1105.41	2487.31	3592.73	1437.09
15.50	8.00	168.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	73.65	30	5068.50	1197.41	2547.63	3745.04	1498.02
16.00	8.00	172.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	75.39	30	5188.50	1291.60	2607.95	3899.55	1559.82
16.50	8.00	176.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	77.13	30	5308.50	1387.98	2668.26	4056.24	1622.50
17.00	8.00	180.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	78.88	30	5428.50	1486.55	2728.58	4215.13	1686.05
17.50	8.00	184.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	80.62	30	5548.50	1587.31	2788.90	4376.21	1750.48
18.00	8.00	188.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	82.36	30	5668.50	1690.26	2849.21	4539.47	1815.79
18.50	8.00	192.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	84.11	30	5788.50	1795.40	2909.53	4704.93	1881.97
19.00	8.00	196.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	85.85	30	5908.50	1902.74	2969.85	4872.58	1949.03
19.50	8.00	200.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	87.60	30	6028.50	2012.26	3030.17	5042.43	2016.97
20.00	8.00	204.95	0.800	0.00	36	0.60	1.00	0.00	89.34	30	6148.50	2123.98	3090.48	5214.46	2085.78
20.50	8.00	208.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	78.34	17	3552.15	2229.88	1785.45	4015.33	1606.13
21.00	8.00	212.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	79.84	17	3620.15	2329.73	1819.63	4149.36	1659.74
21.50	8.00	216.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	81.34	17	3688.15	2431.46	1853.81	4285.28	1714.11
22.00	8.00	220.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	82.84	17	3756.15	2535.08	1887.99	4423.08	1769.23
22.50	8.00	224.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	84.34	17	3824.15	2640.59	1922.17	4562.76	1825.10
23.00	8.00	228.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	85.84	17	3892.15	2747.98	1956.35	4704.33	1881.73
23.50	8.00	232.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	87.33	17	3960.15	2857.25	1990.53	4847.78	1939.11
24.00	8.00	236.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	88.83	17	4028.15	2968.41	2024.71	4993.12	1997.25
24.50	8.00	240.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	90.33	17	4096.15	3081.45	2058.89	5140.34	2056.14
25.00	8.00	244.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	91.83	17	4164.15	3196.38	2093.07	5289.45	2115.78
25.50	8.00	248.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	93.33	17	4232.15	3313.19	2127.25	5440.44	2176.18
26.00	8.00	252.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	94.83	17	4300.15	3431.89	2161.43	5593.32	2237.33
26.50	8.00	256.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	96.33	17	4368.15	3552.47	2195.61	5748.08	2299.23
27.00	8.00	260.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	97.83	17	4436.15	3674.93	2229.79	5904.72	2361.89
27.50	8.00	264.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	99.33	17	4504.15	3799.28	2263.97	6063.25	2425.30
28.00	8.00	268.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	100.83	17	4572.15	3925.52	2298.15	6223.66	2489.46
28.50	8.00	272.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	102.33	17	4640.15	4053.63	2332.32	6385.96	2554.38
29.00	8.00	276.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	103.83	17	4708.15	4183.64	2366.50	6550.14	2620.06
29.50	8.00	280.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	105.33	17	4776.15	4315.52	2400.68	6716.21	2686.48
30.00	8.00	284.95	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	106.83	17	4844.15	4449.30	2434.86	6884.16	2753.66

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	70	110



Tabella 5.2.III - Stratigrafia D - Capacità portante ammissibile a breve termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	Ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (..*FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0,00	7,00	23,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	6,70	5	119,75	0,00	60,19	60,19	24,08
0,50	7,00	27,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	7,68	5	137,25	9,34	68,99	78,33	31,33
1,00	7,00	30,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	8,66	5	154,75	19,92	77,78	97,70	39,08
1,50	7,00	34,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	9,64	5	172,25	31,72	86,58	118,30	47,32
2,00	7,00	37,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	10,62	5	189,75	44,75	95,38	140,13	56,05
2,50	7,00	41,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	11,60	5	207,25	59,02	104,17	163,19	65,28
3,00	7,00	44,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	12,58	5	224,75	74,51	112,97	187,48	74,99
3,50	7,00	48,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	13,56	5	242,25	91,24	121,76	213,00	85,20
4,00	9,00	52,45	0,800	120,00	0	0,60	1,00	0,35	42,00	12	1709,40	126,45	859,21	985,67	394,27
4,50	9,00	56,95	0,800	120,00	0	0,60	1,00	0,35	42,00	12	1763,40	179,23	886,36	1065,59	426,23
5,00	9,00	61,45	0,800	120,00	0	0,60	1,00	0,35	42,00	12	1817,40	232,01	913,50	1145,51	458,20
5,50	9,00	65,95	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1022,60	274,29	514,00	788,29	315,32
6,00	9,00	70,45	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1058,60	306,08	532,09	838,18	335,27
6,50	9,00	74,95	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1094,60	337,88	550,19	888,07	355,23
7,00	9,00	79,45	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1130,60	369,67	568,28	937,95	375,18
7,50	9,00	83,95	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1166,60	401,46	586,38	987,84	395,14
8,00	9,00	88,45	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1202,60	433,25	604,47	1037,73	415,09
8,50	8,50	92,83	0,800	0,00	29	0,60	1,00	0,00	30,87	10	928,25	468,54	466,58	935,12	374,05
9,00	8,50	97,08	0,800	0,00	29	0,60	1,00	0,00	32,28	10	970,75	508,67	487,94	996,61	398,64
9,50	8,50	101,33	0,800	0,00	29	0,60	1,00	0,00	33,70	10	1013,25	550,57	509,30	1059,87	423,95
10,00	9,00	105,70	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1340,60	588,08	673,84	1261,92	504,77
10,50	9,00	110,20	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1376,60	619,87	691,93	1311,81	524,72
11,00	9,00	114,70	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1412,60	651,67	710,03	1361,70	544,68
11,50	9,00	119,20	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1448,60	683,46	728,12	1411,58	564,63
12,00	9,00	123,70	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1484,60	715,25	746,22	1461,47	584,59
12,50	9,00	128,20	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1520,60	747,04	764,31	1511,36	604,54
13,00	9,00	132,70	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1556,60	778,83	782,41	1561,24	624,50
13,50	9,00	137,20	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1592,60	810,63	800,50	1611,13	644,45
14,00	9,00	141,70	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1628,60	842,42	818,60	1661,02	664,41
14,50	9,00	146,20	0,800	55,00	0	0,60	1,00	0,46	25,30	8	1664,60	874,21	836,69	1710,90	684,36
15,00	8,50	150,45	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	63,21	26	3911,70	953,07	1966,18	2919,25	1167,70
15,50	8,50	154,70	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	64,99	26	4022,20	1034,18	2021,72	3055,90	1222,36
16,00	8,50	158,95	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	66,78	26	4132,70	1117,53	2077,26	3194,79	1277,92
16,50	8,50	163,20	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	68,56	26	4243,20	1203,12	2132,80	3335,93	1334,37
17,00	8,50	167,45	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	70,35	26	4353,70	1290,96	2188,34	3479,30	1391,72
17,50	8,50	171,70	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	72,13	26	4464,20	1381,04	2243,89	3624,93	1449,97
18,00	8,50	175,95	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	73,92	26	4574,70	1473,37	2299,43	3772,79	1509,12
18,50	8,50	180,20	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	75,70	26	4685,20	1567,93	2354,97	3922,90	1569,16
19,00	8,50	184,45	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	77,49	26	4795,70	1664,75	2410,51	4075,26	1630,10
19,50	8,50	188,70	0,800	0,00	35	0,60	1,00	0,00	79,27	26	4906,20	1763,80	2466,05	4229,85	1691,94
20,00	8,50	192,95	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2340,65	1838,36	1176,50	3014,86	1205,95
20,50	8,50	197,20	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2370,40	1886,74	1191,46	3078,20	1231,28
21,00	8,50	201,45	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2400,15	1935,12	1206,41	3141,53	1256,61
21,50	8,50	205,70	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2429,90	1983,50	1221,36	3204,86	1281,94
22,00	8,50	209,95	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2459,65	2031,88	1236,32	3268,20	1307,28
22,50	8,50	214,20	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2489,40	2080,26	1251,27	3331,53	1332,61
23,00	8,50	218,45	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2519,15	2128,63	1266,23	3394,86	1357,94
23,50	8,50	222,70	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2548,90	2177,01	1281,18	3458,19	1383,28
24,00	8,50	226,95	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2578,65	2225,39	1296,13	3521,53	1408,61
24,50	8,50	231,20	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2608,40	2273,77	1311,09	3584,86	1433,94
25,00	8,50	235,45	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2638,15	2322,15	1326,04	3648,19	1459,28
25,50	8,50	239,70	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2667,90	2370,53	1340,99	3711,52	1484,61
26,00	8,50	243,95	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2697,65	2418,91	1355,95	3774,86	1509,94
26,50	8,50	248,20	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2727,40	2467,29	1370,90	3838,19	1535,28
27,00	8,50	252,45	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2757,15	2515,67	1385,85	3901,52	1560,61
27,50	8,50	256,70	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2786,90	2564,05	1400,81	3964,85	1585,94
28,00	8,50	260,95	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2816,65	2612,43	1415,76	4028,19	1611,27
28,50	8,50	265,20	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2846,40	2660,80	1430,71	4091,52	1636,61
29,00	8,50	269,45	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2876,15	2709,18	1445,67	4154,85	1661,94
29,50	8,50	273,70	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2905,90	2757,56	1460,62	4218,18	1687,27
30,00	8,50	277,95	0,800	110,00	0	0,60	1,00	0,35	38,50	7	2935,65	2805,94	1475,58	4281,52	1712,61

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	71	110



Tabella 5.2.IV - Stratigrafia D - Capacità portante ammissibile a lungo termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	σ PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (..*FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	QI-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0.00	7.00	23.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	6.70	5	119.75	0.00	60.19	60.19	24.08
0.50	7.00	27.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	7.68	5	137.25	9.34	68.99	78.33	31.33
1.00	7.00	30.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	8.66	5	154.75	19.92	77.78	97.70	39.08
1.50	7.00	34.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	9.64	5	172.25	31.72	86.58	118.30	47.32
2.00	7.00	37.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	10.62	5	189.75	44.75	95.38	140.13	56.05
2.50	7.00	41.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	11.60	5	207.25	59.02	104.17	163.19	65.28
3.00	7.00	44.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	12.58	5	224.75	74.51	112.97	187.48	74.99
3.50	7.00	48.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	13.56	5	242.25	91.24	121.76	213.00	85.20
4.00	9.00	52.45	0.800	0.00	30	0.60	1.00	0.35	18.17	12	629.40	111.48	316.36	427.84	171.14
4.50	9.00	56.95	0.800	0.00	30	0.60	1.00	0.35	19.73	12	683.40	135.78	343.50	479.28	191.71
5.00	9.00	61.45	0.800	0.00	30	0.60	1.00	0.35	21.29	12	737.40	162.04	370.65	532.68	213.07
5.50	9.00	65.95	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	21.04	8	527.60	189.12	265.19	454.31	181.73
6.00	9.00	70.45	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	22.47	8	563.60	216.91	283.29	500.20	200.08
6.50	9.00	74.95	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	23.91	8	599.60	246.51	301.38	547.89	219.16
7.00	9.00	79.45	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	25.35	8	635.60	277.90	319.48	597.38	238.95
7.50	9.00	83.95	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	26.78	8	671.60	311.11	337.57	648.68	259.47
8.00	9.00	88.45	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	28.22	8	707.60	346.11	355.67	701.78	280.71
8.50	8.50	92.83	0.800	0.00	29	0.60	1.00	0.00	30.87	10	928.25	383.69	466.58	850.26	340.11
9.00	8.50	97.08	0.800	0.00	29	0.60	1.00	0.00	32.28	10	970.75	423.81	487.94	911.75	364.70
9.50	8.50	101.33	0.800	0.00	29	0.60	1.00	0.00	33.70	10	1013.25	465.71	509.30	975.01	390.01
10.00	9.00	105.70	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	33.72	8	845.60	508.52	425.03	933.55	373.42
10.50	9.00	110.20	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	35.16	8	881.60	552.24	443.13	995.37	398.15
11.00	9.00	114.70	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	36.59	8	917.60	597.77	461.22	1058.99	423.60
11.50	9.00	119.20	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	38.03	8	953.60	645.10	479.32	1124.42	449.77
12.00	9.00	123.70	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	39.46	8	989.60	694.24	497.41	1191.65	476.66
12.50	9.00	128.20	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	40.90	8	1025.60	745.18	515.51	1260.69	504.28
13.00	9.00	132.70	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	42.33	8	1061.60	797.93	533.60	1331.53	532.61
13.50	9.00	137.20	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	43.77	8	1097.60	852.48	551.70	1404.17	561.67
14.00	9.00	141.70	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	45.20	8	1133.60	908.83	569.79	1478.62	591.45
14.50	9.00	146.20	0.800	0.00	28	0.60	1.00	0.46	46.64	8	1169.60	966.99	587.89	1554.87	621.95
15.00	8.50	150.45	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	63.21	26	3911.70	1045.85	1966.18	3012.03	1204.81
15.50	8.50	154.70	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	64.99	26	4022.20	1126.96	2021.72	3148.67	1259.47
16.00	8.50	158.95	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	66.78	26	4132.70	1210.31	2077.26	3287.57	1315.03
16.50	8.50	163.20	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	68.56	26	4243.20	1295.90	2132.80	3428.70	1371.48
17.00	8.50	167.45	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	70.35	26	4353.70	1383.74	2188.34	3572.08	1428.83
17.50	8.50	171.70	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	72.13	26	4464.20	1473.82	2243.89	3717.70	1487.08
18.00	8.50	175.95	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	73.92	26	4574.70	1566.14	2299.43	3865.57	1546.23
18.50	8.50	180.20	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	75.70	26	4685.20	1660.71	2354.97	4015.68	1606.27
19.00	8.50	184.45	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	77.49	26	4795.70	1757.52	2410.51	4168.03	1667.21
19.50	8.50	188.70	0.800	0.00	35	0.60	1.00	0.00	79.27	26	4906.20	1856.58	2466.05	4322.63	1729.05
20.00	8.50	192.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	58.99	7	1350.65	1944.01	678.89	2622.90	1049.16
20.50	8.50	197.20	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	60.28	7	1380.40	2019.35	693.84	2713.20	1085.28
21.00	8.50	201.45	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	61.58	7	1410.15	2096.33	708.80	2805.13	1122.05
21.50	8.50	205.70	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	62.88	7	1439.90	2174.94	723.75	2898.69	1159.48
22.00	8.50	209.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	64.18	7	1469.65	2255.19	738.70	2993.89	1197.56
22.50	8.50	214.20	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	65.48	7	1499.40	2337.06	753.66	3090.72	1236.29
23.00	8.50	218.45	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	66.78	7	1529.15	2420.57	768.61	3189.18	1275.67
23.50	8.50	222.70	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	68.08	7	1558.90	2505.71	783.57	3289.28	1315.71
24.00	8.50	226.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	69.38	7	1588.65	2592.49	798.52	3391.01	1356.40
24.50	8.50	231.20	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	70.68	7	1618.40	2680.90	813.47	3494.37	1397.75
25.00	8.50	235.45	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	71.98	7	1648.15	2770.94	828.43	3599.36	1439.74
25.50	8.50	239.70	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	73.28	7	1677.90	2862.61	843.38	3705.99	1482.39
26.00	8.50	243.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	74.58	7	1707.65	2955.91	858.33	3814.25	1525.70
26.50	8.50	248.20	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	75.88	7	1737.40	3050.85	873.29	3924.14	1569.65
27.00	8.50	252.45	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	77.18	7	1767.15	3147.42	888.24	4035.66	1614.26
27.50	8.50	256.70	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	78.47	7	1796.90	3245.62	903.19	4148.82	1659.53
28.00	8.50	260.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	79.77	7	1826.65	3345.46	918.15	4263.61	1705.44
28.50	8.50	265.20	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	81.07	7	1856.40	3446.93	933.10	4380.03	1752.01
29.00	8.50	269.45	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	82.37	7	1886.15	3550.03	948.05	4498.08	1799.23
29.50	8.50	273.70	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	83.67	7	1915.90	3654.76	963.01	4617.77	1847.11
30.00	8.50	277.95	0.800	0.00	27	0.60	1.00	0.35	84.97	7	1945.65	3761.13	977.96	4739.09	1895.64

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	72	110



Tabella 5.2.V - Stratigrafia E - Capacità portante ammissibile a breve termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (...*FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0.00	7.00	23.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	6.70	5	119.75	0.00	60.19	60.19	24.08
0.50	7.00	27.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	7.68	5	137.25	9.34	68.99	78.33	31.33
1.00	7.00	30.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	8.66	5	154.75	19.92	77.78	97.70	39.08
1.50	7.00	34.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	9.64	5	172.25	31.72	86.58	118.30	47.32
2.00	7.00	37.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	10.62	5	189.75	44.75	95.38	140.13	56.05
2.50	7.00	41.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	11.60	5	207.25	59.02	104.17	163.19	65.28
3.00	7.00	44.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	12.58	5	224.75	74.51	112.97	187.48	74.99
3.50	7.00	48.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	13.56	5	242.25	91.24	121.76	213.00	85.20
4.00	7.00	51.95	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	14.53	5	259.75	109.20	130.56	239.76	95.90
4.50	7.00	55.45	0.800	0.00	25	0.60	1.00	0.00	15.51	5	277.25	128.38	139.36	267.74	107.10
5.00	8.50	59.33	0.800	120.00	0	0.60	1.00	0.35	42.00	12	1791.90	164.83	900.68	1065.51	426.20
5.50	8.50	63.58	0.800	120.00	0	0.60	1.00	0.35	42.00	12	1842.90	217.60	926.32	1143.92	457.32
6.00	8.50	67.83	0.800	120.00	0	0.60	1.00	0.35	42.00	12	1893.90	270.38	951.95	1222.33	488.93
6.50	8.50	72.08	0.800	120.00	0	0.60	1.00	0.35	42.00	12	1944.90	323.16	977.58	1300.74	520.30
7.00	8.50	76.33	0.800	120.00	0	0.60	1.00	0.35	42.00	12	1995.90	375.94	1003.22	1379.15	551.66
7.50	9.00	80.70	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1059.90	418.22	532.75	950.97	380.39
8.00	9.00	85.20	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1091.40	450.01	548.58	998.59	399.44
8.50	9.00	89.70	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1122.90	481.80	564.41	1046.22	418.49
9.00	9.00	94.20	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1154.40	513.60	580.25	1093.84	437.54
9.50	9.00	98.70	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1185.90	545.39	596.08	1141.47	456.59
10.00	8.50	103.08	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	38.64	17	1752.28	585.56	880.76	1466.33	586.53
10.50	8.50	107.33	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	40.24	17	1824.53	635.62	917.08	1552.70	621.08
11.00	8.50	111.58	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	41.83	17	1896.78	687.69	953.39	1641.08	656.43
11.50	9.00	115.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1306.65	730.37	656.77	1387.14	554.86
12.00	9.00	120.45	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1338.15	762.16	672.61	1434.77	573.91
12.50	9.00	124.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1369.65	793.95	688.44	1482.39	592.96
13.00	9.00	129.45	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1401.15	825.74	704.27	1530.02	612.01
13.50	9.00	133.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1432.65	857.53	720.11	1577.64	631.06
14.00	9.00	138.45	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1464.15	889.33	735.94	1625.27	650.11
14.50	9.00	142.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1495.65	921.12	751.77	1672.89	669.16
15.00	9.00	147.45	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1527.15	952.91	767.61	1720.52	688.21
15.50	9.00	151.95	0.800	55.00	0	0.60	1.00	0.46	25.30	7	1558.65	984.70	783.44	1768.14	707.26
16.00	8.50	156.33	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	58.61	17	2657.53	1037.42	1335.78	2373.20	949.28
16.50	8.50	160.58	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	60.20	17	2729.78	1112.57	1372.09	2484.66	993.87
17.00	8.50	164.83	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	61.79	17	2802.03	1189.72	1408.41	2598.13	1039.25
17.50	8.50	169.08	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	63.39	17	2874.28	1268.87	1444.73	2713.60	1085.44
18.00	8.50	173.33	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	64.98	17	2946.53	1350.03	1481.04	2831.07	1132.43
18.50	8.50	177.58	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	66.57	17	3018.78	1433.18	1517.36	2950.54	1180.22
19.00	8.50	181.83	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	68.17	17	3091.03	1518.34	1553.67	3072.01	1228.81
19.50	8.50	186.08	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	69.76	17	3163.28	1605.50	1589.99	3195.49	1278.20
20.00	8.50	190.33	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	71.35	17	3235.53	1694.67	1626.30	3320.97	1328.39
20.50	8.50	194.58	0.800	0.00	32	0.60	1.00	0.00	72.95	17	3307.78	1785.83	1662.62	3448.45	1379.38
21.00	8.50	198.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2381.78	1856.35	1197.18	3053.53	1221.41
21.50	8.50	203.08	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2411.53	1904.73	1212.13	3116.86	1246.75
22.00	8.50	207.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2441.28	1953.11	1227.08	3180.20	1272.08
22.50	9.00	211.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2472.78	2001.49	1242.92	3244.41	1297.76
23.00	9.00	216.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2504.28	2049.87	1258.75	3308.62	1323.45
23.50	9.00	220.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2535.78	2098.25	1274.58	3372.83	1349.13
24.00	9.00	225.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2567.28	2146.63	1290.42	3437.04	1374.82
24.50	9.00	229.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2598.78	2195.01	1306.25	3501.26	1400.50
25.00	9.00	234.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2630.28	2243.39	1322.08	3565.47	1426.19
25.50	9.00	238.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2661.78	2291.77	1337.91	3629.68	1451.87
26.00	9.00	243.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2693.28	2340.15	1353.75	3693.89	1477.56
26.50	9.00	247.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2724.78	2388.52	1369.58	3758.11	1503.24
27.00	9.00	252.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2756.28	2436.90	1385.41	3822.32	1528.93
27.50	9.00	256.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2787.78	2485.28	1401.25	3886.53	1554.61
28.00	9.00	261.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2819.28	2533.66	1417.08	3950.74	1580.30
28.50	9.00	265.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2850.78	2582.04	1432.91	4014.95	1605.98
29.00	9.00	270.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2882.28	2630.42	1448.75	4079.17	1631.67
29.50	9.00	274.83	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2913.78	2678.80	1464.58	4143.38	1657.35
30.00	9.00	279.33	0.800	110.00	0	0.60	1.00	0.35	38.50	7	2945.28	2727.18	1480.41	4207.59	1683.04

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	73	110

Tabella 5.2.VI - Stratigrafia E - Capacità portante ammissibile a lungo termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m³)	SIGMA'vo (kPa)	ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (..*FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	QI-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0,00	7,00	23,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	6,70	5	119,75	0,00	60,19	60,19	24,08
0,50	7,00	27,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	7,68	5	137,25	9,34	68,99	78,33	31,33
1,00	7,00	30,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	8,66	5	154,75	19,92	77,78	97,70	39,08
1,50	7,00	34,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	9,64	5	172,25	31,72	86,58	118,30	47,32
2,00	7,00	37,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	10,62	5	189,75	44,75	95,38	140,13	56,05
2,50	7,00	41,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	11,60	5	207,25	59,02	104,17	163,19	65,28
3,00	7,00	44,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	12,58	5	224,75	74,51	112,97	187,48	74,99
3,50	7,00	48,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	13,56	5	242,25	91,24	121,76	213,00	85,20
4,00	7,00	51,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	14,53	5	259,75	109,20	130,56	239,76	95,90
4,50	7,00	55,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	15,51	5	277,25	128,38	139,36	267,74	107,10
5,00	8,50	59,33	0,800	0,00	30	0,60	1,00	0,35	20,55	12	711,90	151,35	357,83	509,18	203,67
5,50	8,50	63,58	0,800	0,00	30	0,60	1,00	0,35	22,02	12	762,90	178,56	383,46	562,02	224,81
6,00	8,50	67,83	0,800	0,00	30	0,60	1,00	0,35	23,49	12	813,90	207,62	409,10	616,72	246,69
6,50	8,50	72,08	0,800	0,00	30	0,60	1,00	0,35	24,97	12	864,90	238,53	434,73	673,26	269,31
7,00	8,50	76,33	0,800	0,00	30	0,60	1,00	0,35	26,44	12	915,90	271,29	460,37	731,66	292,66
7,50	9,00	80,70	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	24,67	7	564,90	303,87	283,94	587,81	235,12
8,00	9,00	85,20	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	26,05	7	596,40	336,16	299,77	635,94	254,38
8,50	9,00	89,70	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	27,42	7	627,90	370,19	315,61	685,80	274,32
9,00	9,00	94,20	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	28,80	7	659,40	405,94	331,44	737,38	294,95
9,50	9,00	98,70	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	30,17	7	690,90	443,43	347,27	790,70	316,28
10,00	8,50	103,08	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	38,64	17	1752,28	487,10	880,76	1367,86	547,14
10,50	8,50	107,33	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	40,24	17	1824,53	537,16	917,08	1454,24	581,69
11,00	8,50	111,58	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	41,83	17	1896,78	589,22	953,39	1542,62	617,05
11,50	9,00	115,95	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	35,45	7	811,65	638,28	407,97	1046,24	418,50
12,00	9,00	120,45	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	36,82	7	843,15	684,11	423,80	1107,91	443,17
12,50	9,00	124,95	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	38,20	7	874,65	731,68	439,63	1171,32	468,53
13,00	9,00	129,45	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	39,57	7	906,15	780,98	455,47	1236,44	494,58
13,50	9,00	133,95	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	40,95	7	937,65	832,00	471,30	1303,30	521,32
14,00	9,00	138,45	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	42,32	7	969,15	884,75	487,13	1371,89	548,76
14,50	9,00	142,95	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	43,70	7	1000,65	939,24	502,97	1442,20	576,88
15,00	9,00	147,45	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	45,08	7	1032,15	995,45	518,80	1514,25	605,70
15,50	9,00	151,95	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,46	46,45	7	1063,65	1053,39	534,63	1588,02	635,21
16,00	8,50	156,33	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	58,61	17	2657,53	1119,83	1335,78	2455,61	982,24
16,50	8,50	160,58	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	60,20	17	2729,78	1194,97	1372,09	2567,07	1026,83
17,00	8,50	164,83	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	61,79	17	2802,03	1272,12	1408,41	2680,53	1072,21
17,50	8,50	169,08	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	63,39	17	2874,28	1351,28	1444,73	2796,00	1118,40
18,00	8,50	173,33	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	64,98	17	2946,53	1432,43	1481,04	2913,47	1165,39
18,50	8,50	177,58	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	66,57	17	3018,78	1515,59	1517,36	3032,95	1213,18
19,00	8,50	181,83	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	68,17	17	3091,03	1600,75	1553,67	3154,42	1261,77
19,50	8,50	186,08	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	69,76	17	3163,28	1687,91	1589,99	3277,90	1311,16
20,00	8,50	190,33	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	71,35	17	3235,53	1777,07	1626,30	3403,38	1361,35
20,50	8,50	194,58	0,800	0,00	32	0,60	1,00	0,00	72,95	17	3307,78	1868,24	1662,62	3530,86	1412,34
21,00	8,50	198,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	60,78	7	1391,78	1952,76	699,56	2652,32	1060,93
21,50	8,50	203,08	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	62,08	7	1421,53	2030,36	714,52	2744,88	1097,95
22,00	8,50	207,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	63,38	7	1451,28	2109,60	729,47	2839,07	1135,63
22,50	9,00	211,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	64,76	7	1482,78	2190,54	745,30	2935,84	1174,34
23,00	9,00	216,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	66,13	7	1514,28	2273,21	761,14	3034,34	1213,74
23,50	9,00	220,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	67,51	7	1545,78	2357,60	776,97	3134,57	1253,83
24,00	9,00	225,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	68,88	7	1577,28	2443,73	792,80	3236,53	1294,61
24,50	9,00	229,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	70,26	7	1608,78	2531,59	808,63	3340,22	1336,09
25,00	9,00	234,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	71,63	7	1640,28	2621,17	824,47	3445,64	1378,25
25,50	9,00	238,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	73,01	7	1671,78	2712,48	840,30	3552,78	1421,11
26,00	9,00	243,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	74,39	7	1703,28	2805,52	856,13	3661,66	1464,66
26,50	9,00	247,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	75,76	7	1734,78	2900,29	871,97	3772,26	1508,90
27,00	9,00	252,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	77,14	7	1766,28	2996,79	887,80	3884,59	1553,84
27,50	9,00	256,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	78,51	7	1797,78	3095,02	903,63	3998,65	1599,46
28,00	9,00	261,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	79,89	7	1829,28	3194,97	919,47	4114,44	1645,78
28,50	9,00	265,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	81,26	7	1860,78	3296,66	935,30	4231,96	1692,78
29,00	9,00	270,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	120,00	7	1892,28	3447,45	951,13	4398,58	1759,43
29,50	9,00	274,83	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	120,00	7	1923,78	3598,24	966,97	4565,21	1826,08
30,00	9,00	279,33	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	120,00	7	1955,28	3749,03	982,80	4731,83	1892,73

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	74	110



Tabella 5.2.VII - Stratigrafia F - Capacità portante ammissibile a breve termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (...*FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	QI-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0,00	7,00	23,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	6,70	5	119,75	0,00	60,19	60,19	24,08
0,50	7,00	27,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	7,68	5	137,25	9,34	68,99	78,33	31,33
1,00	7,00	30,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	8,66	5	154,75	19,92	77,78	97,70	39,08
1,50	7,00	34,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	9,64	5	172,25	31,72	86,58	118,30	47,32
2,00	7,00	37,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	10,62	5	189,75	44,75	95,38	140,13	56,05
2,50	7,00	41,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	11,60	5	207,25	59,02	104,17	163,19	65,28
3,00	7,00	44,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	12,58	5	224,75	74,51	112,97	187,48	74,99
3,50	7,00	48,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	13,56	5	242,25	91,24	121,76	213,00	85,20
4,00	7,00	51,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	14,53	5	259,75	109,20	130,56	239,76	95,90
4,50	7,00	55,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	15,51	5	277,25	128,38	139,36	267,74	107,10
5,00	8,50	59,33	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	24,01	22	1305,15	153,52	656,02	809,54	323,82
5,50	8,50	63,58	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	25,73	22	1398,65	185,31	703,02	888,33	355,33
6,00	8,50	67,83	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	27,45	22	1492,15	219,26	750,01	969,28	387,71
6,50	8,50	72,08	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	29,17	22	1585,65	255,37	797,01	1053,39	420,95
7,00	8,50	76,33	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	30,89	22	1679,15	293,65	844,01	1137,66	455,06
7,50	8,50	80,58	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	32,61	22	1772,65	334,08	891,00	1225,09	490,04
8,00	8,50	84,83	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	34,33	22	1866,15	376,68	938,00	1314,68	525,87
8,50	10,00	89,45	0,800	75,00	0	0,60	1,00	0,35	26,25	7	1301,15	415,28	654,01	1069,29	427,72
9,00	10,00	94,45	0,800	75,00	0	0,60	1,00	0,35	26,25	7	1336,15	448,27	671,60	1119,87	447,95
9,50	8,50	99,08	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	40,09	22	2179,65	489,95	1095,58	1585,53	634,21
10,00	8,50	103,33	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	41,81	22	2273,15	541,95	1142,58	1684,53	673,81
10,50	8,50	107,58	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	43,53	22	2366,65	596,12	1189,57	1785,69	714,28
11,00	8,50	111,83	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	45,25	22	2460,15	652,45	1236,57	1889,02	755,61
11,50	8,50	116,08	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	46,97	22	2553,65	710,93	1283,57	1994,50	797,80
12,00	9,00	120,45	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1593,60	756,38	801,01	1557,39	622,96
12,50	9,00	124,95	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1629,60	787,17	819,10	1606,27	642,51
13,00	9,00	129,45	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1665,60	817,95	837,20	1655,15	662,06
13,50	9,00	133,95	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1701,60	848,74	855,29	1704,03	681,61
14,00	9,00	138,45	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1737,60	879,53	873,39	1752,92	701,17
14,50	9,00	142,95	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1773,60	910,31	891,48	1801,80	720,72
15,00	8,50	147,33	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	53,11	15	2136,21	959,08	1073,75	2032,82	813,13
15,50	8,50	151,58	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	54,64	15	2197,84	1027,26	1104,72	2131,98	852,79
16,00	8,50	155,83	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	56,18	15	2259,46	1097,37	1135,70	2233,07	893,23
16,50	8,50	160,08	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	57,71	15	2321,09	1169,40	1166,67	2336,08	934,43
17,00	9,00	164,45	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1945,60	1221,54	977,94	2199,47	879,79
17,50	9,00	168,95	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	1981,60	1252,32	996,03	2248,35	899,34
18,00	9,00	173,45	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2017,60	1283,11	1014,13	2297,24	918,89
18,50	9,00	177,95	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2053,60	1313,90	1032,22	2346,12	938,45
19,00	9,00	182,45	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2089,60	1344,68	1050,32	2395,00	958,00
19,50	9,00	186,95	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2125,60	1375,47	1068,41	2443,88	977,55
20,00	8,50	191,33	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	68,97	15	2774,21	1434,20	1394,43	2828,63	1131,45
20,50	8,50	195,58	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	70,51	15	2835,84	1522,32	1425,41	2947,72	1179,09
21,00	8,50	199,83	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	72,04	15	2897,46	1612,36	1456,38	3068,74	1227,49
21,50	9,00	204,20	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2263,60	1673,49	1137,78	2811,27	1124,51
22,00	9,00	208,70	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2299,60	1704,28	1155,87	2860,15	1144,06
22,50	9,00	213,20	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2335,60	1735,07	1173,97	2909,03	1163,61
23,00	9,00	217,70	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2371,60	1765,85	1192,06	2957,91	1183,17
23,50	9,00	222,20	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2407,60	1796,64	1210,16	3006,79	1202,72
24,00	9,00	226,70	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2443,60	1827,43	1228,25	3055,68	1222,27
24,50	9,00	231,20	0,800	70,00	0	0,60	1,00	0,35	24,50	8	2479,60	1858,21	1246,35	3104,56	1241,82
25,00	8,50	235,45	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	91,74	20	4591,28	1972,97	2307,76	4280,73	1712,29
25,50	8,50	239,70	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	93,39	20	4674,15	2089,81	2349,41	4439,22	1775,69
26,00	8,50	243,95	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	95,05	20	4757,03	2208,73	2391,07	4599,80	1839,92
26,50	8,50	248,20	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	96,71	20	4839,90	2329,73	2432,73	4762,46	1904,98
27,00	8,50	252,45	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	98,36	20	4922,78	2452,81	2474,38	4927,20	1970,88
27,50	8,50	256,70	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	100,02	20	5005,65	2577,97	2516,04	5094,01	2037,61
28,00	8,50	260,95	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	101,67	20	5088,53	2705,22	2557,70	5262,91	2105,17
28,50	8,50	265,20	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	103,33	20	5171,40	2834,54	2599,35	5433,89	2173,56
29,00	8,50	269,45	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	104,99	20	5254,28	2965,95	2641,01	5606,96	2242,78
29,50	8,50	273,70	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	106,64	20	5337,15	3099,43	2682,67	5782,10	2312,84
30,00	8,50	277,95	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	108,30	20	5420,03	3235,00	2724,32	5959,32	2383,73

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	75	110

Tabella 5.2.VIII - Stratigrafia F - Capacità portante ammissibile a lungo termine

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m³)	SIGMA'vo (kPa)	ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (..*FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	QI-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
0,00	7,00	23,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	6,70	5	119,75	0,00	60,19	60,19	24,08
0,50	7,00	27,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	7,68	5	137,25	9,34	68,99	78,33	31,33
1,00	7,00	30,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	8,66	5	154,75	19,92	77,78	97,70	39,08
1,50	7,00	34,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	9,64	5	172,25	31,72	86,58	118,30	47,32
2,00	7,00	37,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	10,62	5	189,75	44,75	95,38	140,13	56,05
2,50	7,00	41,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	11,60	5	207,25	59,02	104,17	163,19	65,28
3,00	7,00	44,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	12,58	5	224,75	74,51	112,97	187,48	74,99
3,50	7,00	48,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	13,56	5	242,25	91,24	121,76	213,00	85,20
4,00	7,00	51,95	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	14,53	5	259,75	109,20	130,56	239,76	95,90
4,50	7,00	55,45	0,800	0,00	25	0,60	1,00	0,00	15,51	5	277,25	128,38	139,36	267,74	107,10
5,00	8,50	59,33	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	24,01	22	1305,15	153,52	656,02	809,54	323,82
5,50	8,50	63,58	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	25,73	22	1398,65	185,31	703,02	888,33	355,33
6,00	8,50	67,83	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	27,45	22	1492,15	219,26	750,01	969,28	387,71
6,50	8,50	72,08	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	29,17	22	1585,65	255,37	797,01	1052,39	420,95
7,00	8,50	76,33	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	30,89	22	1679,15	293,65	844,01	1137,66	455,06
7,50	8,50	80,58	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	32,61	22	1772,65	334,08	891,00	1225,09	490,04
8,00	8,50	84,83	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	34,33	22	1866,15	376,68	938,00	1314,68	525,87
8,50	10,00	89,45	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	27,35	7	626,15	415,97	314,73	730,70	292,28
9,00	10,00	94,45	0,800	0,00	27	0,60	1,00	0,35	28,87	7	661,15	451,77	332,32	784,09	313,64
9,50	8,50	99,08	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	40,09	22	2179,65	495,58	1095,58	1591,16	636,47
10,00	8,50	103,33	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	41,81	22	2273,15	547,59	1142,58	1690,16	676,07
10,50	8,50	107,58	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	43,53	22	2366,65	601,75	1189,57	1791,33	716,53
11,00	8,50	111,83	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	45,25	22	2460,15	658,08	1236,57	1894,65	757,86
11,50	8,50	116,08	0,800	0,00	34	0,60	1,00	0,00	46,97	22	2553,65	716,57	1283,57	2000,13	800,05
12,00	9,00	120,45	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	38,43	8	963,60	770,76	484,34	1255,11	502,04
12,50	9,00	124,95	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	39,86	8	999,60	820,40	502,44	1322,84	529,14
13,00	9,00	129,45	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	41,30	8	1035,60	871,84	520,53	1392,38	556,95
13,50	9,00	133,95	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	42,73	8	1071,60	925,09	538,63	1463,72	585,49
14,00	9,00	138,45	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	44,17	8	1107,60	980,14	556,72	1536,86	614,75
14,50	9,00	142,95	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	45,60	8	1143,60	1036,99	574,82	1611,81	644,73
15,00	8,50	147,33	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	53,11	15	2136,21	1099,47	1073,75	2173,21	869,29
15,50	8,50	151,58	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	54,64	15	2197,84	1167,65	1104,72	2272,37	908,95
16,00	8,50	155,83	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	56,18	15	2259,46	1237,76	1135,70	2373,46	949,38
16,50	8,50	160,08	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	57,71	15	2321,09	1309,79	1166,67	2476,47	990,59
17,00	9,00	164,45	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	52,46	8	1315,60	1379,49	661,27	2040,77	816,31
17,50	9,00	168,95	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	53,90	8	1351,60	1446,77	679,37	2126,14	850,46
18,00	9,00	173,45	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	55,33	8	1387,60	1515,85	697,46	2213,32	885,33
18,50	9,00	177,95	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	56,77	8	1423,60	1586,74	715,56	2302,29	920,92
19,00	9,00	182,45	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	58,20	8	1459,60	1659,43	733,65	2393,08	957,23
19,50	9,00	186,95	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	59,64	8	1495,60	1733,92	751,75	2485,67	994,27
20,00	8,50	191,33	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	68,97	15	2774,21	1815,18	1394,43	3209,61	1283,84
20,50	8,50	195,58	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	70,51	15	2835,84	1903,29	1425,41	3328,70	1331,48
21,00	8,50	199,83	0,800	0,00	31	0,60	1,00	0,00	72,04	15	2897,46	1993,33	1456,38	3449,71	1379,89
21,50	9,00	204,20	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	65,14	8	1633,60	2080,00	821,11	2901,12	1160,45
22,00	9,00	208,70	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	66,58	8	1669,60	2163,22	839,21	3002,42	1200,97
22,50	9,00	213,20	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	68,01	8	1705,60	2248,23	857,30	3105,53	1242,21
23,00	9,00	217,70	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	69,45	8	1741,60	2335,05	875,40	3210,45	1284,18
23,50	9,00	222,20	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	70,89	8	1777,60	2423,67	893,49	3317,17	1326,87
24,00	9,00	226,70	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	72,32	8	1813,60	2514,10	911,59	3425,69	1370,28
24,50	9,00	231,20	0,800	0,00	28	0,60	1,00	0,35	73,76	8	1849,60	2606,33	929,68	3536,01	1414,41
25,00	8,50	235,45	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	91,74	20	4591,28	2721,09	2307,76	5028,85	2011,54
25,50	8,50	239,70	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	93,39	20	4674,15	2837,93	2349,41	5187,34	2074,94
26,00	8,50	243,95	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	95,05	20	4757,03	2956,85	2391,07	5347,92	2139,17
26,50	8,50	248,20	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	96,71	20	4839,90	3077,85	2432,73	5510,58	2204,23
27,00	8,50	252,45	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	98,36	20	4922,78	3200,93	2474,38	5675,32	2270,13
27,50	8,50	256,70	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	100,02	20	5005,65	3326,09	2516,04	5842,13	2336,85
28,00	8,50	260,95	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	101,67	20	5088,53	3453,34	2557,70	6011,03	2404,41
28,50	8,50	265,20	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	103,33	20	5171,40	3582,66	2599,35	6182,01	2472,81
29,00	8,50	269,45	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	104,99	20	5254,28	3714,07	2641,01	6355,08	2542,03
29,50	8,50	273,70	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	106,64	20	5337,15	3847,55	2682,67	6530,22	2612,09
30,00	8,50	277,95	0,800	0,00	33	0,60	1,00	0,00	108,30	20	5420,03	3983,12	2724,32	6707,44	2682,98

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	76	110

5.3 Azioni assiali nei pali

L'azione assiale agente nei pali è stata determinata mediante il calcolo secondo lo schema di trave su appoggi elastici (i pali) con interasse di 1.68 m e 2.16 m.

La determinazione della molla costituita dal palo è stata effettuata mediante il programma APILE2, studiando il cedimento al variare del carico di un palo di diametro 80 cm e lunghezza 20 m con la stratigrafia migliore (stratigrafia C); tutte le assunzioni sono effettuate in modo da ottenere una sovrastima della rigidezza, in modo che risulti favorevole alla sicurezza la determinazione del carico per appoggio nella successiva analisi di trave su appoggi elastici. La determinazione della molla è stata condotta sia a breve che a lungo termine, utilizzando poi il valore più gravoso, cioè corrispondente a una maggior rigidezza (condizione di breve termine).

L'analisi porta ad un valore della molla pari a 986785 kN/m (valore di molla iniziale, che decresce poi al crescere del carico).

L'analisi di trave su appoggi elastici è stata effettuata mediante il programma BEAM-COLUMN (che consente lo studio della linea per diverse condizioni di vincolo e di carico sulla trave).

Si è considerata la rigidezza corrispondente alla parte inferiore del cordolo (120 cm x 120 cm; calcestruzzo R_{ck} 25N/mm², $EJ = 4942080$ kNm²); il carico applicato è il carico del carroponete (1400 kN distribuiti su un'impronta di 1 m e ripartiti a 45° verso il basso fino all'asse medio del cordolo da 120 cm x 120 cm, pari a 370 kN/m per una larghezza di 3.78 m) incrementato di un coefficiente dinamico pari a 1.2. Risulta una reazione massima di 632.9 kN per interasse 2.16 m e 513.6 kN per interasse 1.68 m.

Alla reazione massima calcolata vengono sommati il peso del cordolo (47.3 kN/m) e l'azione verticale dovuta ai tiranti (277.7 kN/m per la banchina PSP1013 e 310 kN/m per la banchina PSP1000), ciascuna moltiplicata per l'interasse.

Per la banchina PSP1000 (interasse 2.16 m) risulta: $q = 632.9 + (47.3 + 310) \times 2.16 = 1405$ kN

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	77	110

Per la banchina PSP1013 (interasse 1.68 m) risulta: $q = 513.6 + (47.3 + 277.7) \times 1.68 = 1060 \text{ kN}$.

Sulla base di tali valori e delle tabelle soprariportate risulta una lunghezza dei pali di circa 15.0 m per la banchina PSP1013 in zona 43 ETTARI e di 20.0 m per la banchina PSP1013 in zona EDISON (strat F); nel caso delle banchine PSP1000 risulta una lunghezza dei pali di 17.5 m per le zone 43 ETTARI, ITALCEMENTI e ABIBES (stratigrafia D) e di 25.5÷26 m per la zona ALCOA (stratigrafie E e, nel tratto terminale, F). A proposito del tratto terminale di quest'ultima banchina, si osserva la scomparsa dello strato B3 tra 16 e 21 m di profondità, che rende dubbia l'attribuzione di tale tratto alla stratigrafia E piuttosto che alla F. Per i dimensionamenti di palancole e tiranti è stata fatta una attribuzione alla stratigrafia E, più gravosa; per la capacità portante dei pali risulta invece più gravosa la stratigrafia F che porta a lunghezza di palo leggermente superiore (26 m anziché 24.5 m).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	78	110

6. DIMENSIONAMENTO DEI TIRANTI

Nel presente capitolo viene effettuato il dimensionamento dei tiranti per le varie tipologie di intervento previste.

L'azione di progetto N nel tirante viene determinata sulla base dell'azione di calcolo per m di banchina N_c ottenuta dalle analisi del capitolo 3, dell'inclinazione di calcolo α e dell'inclinazione effettiva β di ciascun tirante e dell'interasse i , sulla base dell'espressione:

$$N = \frac{N_c \cdot i \cdot \cos \alpha}{\cos \beta}$$

Nella tabella 6.I sono riportati i valori di azione di calcolo per le diverse tipologie di intervento; per distanziare i bulbi i tiranti di diverse tipologie sono stati realizzati in modo alternato su due inclinazioni diverse, deviate di alcuni gradi dall'inclinazione di calcolo.

Nel caso delle banchine con carroponte si dimensionano i tiranti a bulbo, che partono dal cordolo su pali, in modo che la componente orizzontale sia quella calcolata nelle analisi del capitolo 3. Per tali tiranti si adotta una sezione metallica superiore a quella necessaria, in modo che collaborino il più possibile con la palificata e mantengano accettabilmente basse le azioni orizzontali e flessionali all'interno della palificata stessa. Per tali interventi si sono considerate dimensionanti le analisi con la stratigrafia C per le banchine PSP1013 e con la stratigrafia D per la banchina PSP1000.

Il dimensionamento della sezione metallica del tirante viene effettuato considerando trefoli da 150 kN. Nella seguente tabella 6.II sono riportati per ciascun tirante l'azione di progetto, il numero di trefoli minimo ed il numero di trefoli adottato.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	79	110

Analisi	Strat.	Cod. Tirante	β (°)	Nc (kN/m)	α (°)	i (m)	N (kN)
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1013	C	T1	30	555.4	0	1.12	718.4
	C	T2	35	555.4	0	1.12	759.5
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1000	D	T1	30	620.0	0	1.08	773.3
	D	T2	35	620.0	0	1.08	817.5
Banchina 50 kPa senza carroponte	A	T1	28	873.1	30	0.84	719.4
	A	T2	32	873.1	30	0.84	748.9
Banchina 30 kPa	B	T1	28	663.6	31	1.415	911.6
	B	T2	35	663.6	31	1.415	982.6
Banchina 10 kPa intervento 3A	B	T1	28	399.5	30	1.415	554.6
	B	T2	35	399.5	30	1.415	597.7
Banchina 10 kPa intervento 3B	B	T1	28	438.5	30	1.415	608.6
	B	T2	35	438.5	30	1.415	656.0
Intervento 4B	C		35	130.0	30	3.6	494.8

Tabella 6.1 – Azioni di progetto

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	80	110

Analisi	Strat.	Cod. Tirante	N (kN)	N trefoli nec.	N trefoli adott.
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1013	C	T1	718.4	4.79	8
	C	T2	759.5	5.06	8
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1000	D	T1	773.3	5.16	8
	D	T2	817.5	5.45	8
Banchina 50 kPa senza carroponte	A	T1	719.4	4.79	6
	A	T2	748.9	4.99	6
Banchina 30 kPa	B	T1	911.6	6.07	8
	B	T2	982.6	6.55	8
Banchina 10 kPa intervento 3A	B	T1	554.6	3.70	5
	B	T2	597.7	3.98	5
Banchina 10 kPa intervento 3B	B	T1	608.6	4.06	5
	B	T2	656.0	4.37	5
Intervento 4B	C		494.8	3.29	4

Tabella 6.II –Dimensionamento sezione metallica

I tiranti sono costituiti da un tratto libero di lunghezza 15 m (12 m solo per la banchina da 30 kPa, in zona PAGNAN) e da un bulbo realizzato in jet-grouting o con perforazione di 250 mm e iniezioni in pressione con valvole multiple. Nel primo caso si assume un diametro del bulbo di 60 cm (70 cm solo per la banchina da 30 kPa); nel secondo caso il diametro viene assunto pari a $1.4 \times 25 = 35$ cm.

La verifica del bulbo di ancoraggio è, assumendo una resistenza media all'interfaccia terreno/bulbo per ogni tratto i di bulbo entro terreno di caratteristiche omogenee, data da:

$$\tau_i = \sigma'_v \cdot \tan(\delta\phi) + \delta c'$$

con:

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	81	110

σ'_v = tensione verticale nel baricentro del tratto di bulbo;

δ = riduzione dell'angolo di attrito tra colonna e terreno (e della coesione efficace) = 0.75;

φ = angolo di attrito del terreno.

Di conseguenza l'azione resistente per ogni tratto i-esimo di bulbo è data da:

$$N_i = (L_i \cdot \tau_i \cdot 3.14 \cdot D) / F_s$$

con:

F_s = fattore di sicurezza = 2.5;

L_i = lunghezza del tratto i-esimo;

τ_i = tensione tangenziale media nel tratto i-esimo;

D = diametro bulbo;

Nelle tabelle 6.III.1, 6.III.2 e 6.III.3 è riportato il tipo e la lunghezza del bulbo dei tiranti e la verifica di dimensionamento. Deve risultare $\sum N_i > N$.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	82	110

Analisi	Cod. Tir.	Tratto bulbo	φ (°)	σ_v' (kPa)	τ (kPa)	\varnothing bulbo (cm)	L (m)	Ni (kN)	N (kN)
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1013	T1	A	27	149.6	55.16	60	12	498.82	
		B	36	183.6	93.49	60	4	281.83	
		Totale					16	780.65	718.4
	T2	A	27	154.3	56.88	60	8.53	365.66	
		B	36	188.4	95.92	60	5.46	394.67	
		Totale					14	760.3	759.5
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1000	T1	A	28	124.9	47.93	60	0.4	14.45	
		B	29	132.2	52.70	60	3	119.15	
		C	28	158.9	60.98	60	9.6	441.18	
		D	35	185.7	91.53	60	3	206.94	
		Totale					16	781.72	773.3
	T2	A	29	136.0	52.23	60	1.04	42.50	
		B	28	159.0	60.98	60	8.37	384.65	
		C	35	193.0	95.10	60	5.59	400.61	
		Totale					15	827.76	817.5
Banchina 50 kPa senza carroponte	T1	A	28	159.0	60.99	60	1.96	90.08	
		B	34	168.3	80.24	60	2.86	172.94	
		C	28	185.3	71.10	60	5.95	318.81	
		D	33	201.1	92.63	60	2.22	154.97	
		Totale					13	736.81	719.4
	T2	A	34	170.3	81.17	60	1.52	92.98	
		B	28	185.3	71.10	60	4.96	265.76	
		C	33	211.8	97.61	60	6.52	479.58	
		Totale					13	838.33	748.9

Tabella 6.III.1 – Verifica lunghezza bulbo di ancoraggio

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	83	110

Analisi	Cod. Tir.	Tratto bulbo	ϕ (°)	σ_v' (kPa)	τ (kPa)	\emptyset bulbo (cm)	L (m)	Ni (kN)	N (kN)
Banchina 30 kPa	T1	A	27	141.9	52.3	70	7.38	339.40	
		B	32	162.8	72.43	70	4.05	257.91	
		C	27	177.7	65.50	70	3.41	196.38	
		D	36	187.7	95.61	70	1.66	139.55	
		Totale					17.0	933.2	911.6
	T2	A	27	147.7	54.43	70	3.86	184.75	
		B	32	162.8	72.43	70	3.31	210.78	
		C	27	177.7	65.50	70	2.79	160.67	
		D	36	195.1	99.34	70	4.36	380.79	
		E	28	214.2	82.17	70	1.17	84.53	
		Totale					16	1021.5	982.6
Banchina 10 kPa intervento 3A	T1	A	27	117.5	43.30	60	8.64	281.96	
		B	32	142.8	65.53	60	4.04	193.42	
		C	27	155.5	57.31	60	2.31	99.77	
		Totale					15	575.16	554.6
	T2	A	27	124.1	46.67	60	4.35	153.00	
		B	32	142.8	63.53	60	3.31	158.47	
		C	27	157.7	59.30	60	2.79	124.69	
		D	36	170.7	89.90	60	2.54	166.34	
		Totale					13	602.50	597.7

Tabella 6.III.2– Verifica lunghezza bulbo di ancoraggio

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	84	110

Analisi	Cod. Tir.	Tratto bulbo	φ (°)	σ_v' (kPa)	τ (kPa)	\varnothing bulbo (cm)	L (m)	Ni (kN)	N (kN)
Banchina 10 kPa intervento 3B	T1	A	27	123.8	45.65	60	5.44	187.16	
		B	32	142.7	63.53	60	4.04	193.42	
		C	27	157.6	58.12	60	3.40	148.93	
		D	36	168.6	85.86	60	2.10	135.88	
		Totale					15	665.40	608.6
	T2	A	27.5	130.4	49.07	60	1.74	64.34	
		B	32	142.7	63.53	60	3.31	158.47	
		C	27.5	157.6	59.30	60	2.79	124.68	
		D	36	175.1	89.15	60	4.36	292.92	
		E	28	187.6	71.99	60	0.80	43.40	
		Totale					13	683.83	656.0
Intervento 4B		A	27	135.6	50.02	35	5.92	130.20	
		B	36	173.4	88.32	35	9.58	371.89	
		Totale					15.5	502.09	494.8

Tabella 6.III.3– Verifica lunghezza bulbo di ancoraggio

Al fine di limitare le deformazioni viene applicata nei tiranti una pretensione. Tale azione viene assunta come circa il 70% dell'azione permanente (nelle analisi corrisponde al tiro dopo la fase di scavo dell'alveo).

Nella tabella 6.IV sono riportati i valori di tiro calcolato per m di banchina $N_{perm,m}$, il valore corrispondente nel tirante, in considerazione dell'inclinazione e dell'interasse N_{perm} ed il valore della pretensione assunta.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	85	110

Analisi	Cod. Tirante	β (°)	$N_{perm,m}$ (kN/m)	α (°)	i (m)	N_{perm} (kN)	Pretens. (kN)
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1013	T1	30	215.8	0	1.12	279.0	190
	T2	35	215.8	0	1.12	295.0	200
Banchina 50 kPa con carroponte PSP1000	T1	30	191.4	0	1.08	238.7	160
	T2	35	191.4	0	1.08	252.3	170
Banchina 50 kPa senza carroponte	T1	28	351.6	30	0.84	289.6	200
	T2	32	351.6	30	0.84	301.6	210
Banchina 30 kPa	T1	28	293.5	31	1.415	403.1	280
	T2	35	293.5	31	1.415	434.5	300
Banchina 10 kPa Intervento 3A	T1	28	246.6	30	1.415	342.2	230
	T2	35	246.6	30	1.415	368.9	250
Banchina 10 kPa Intervento 3B	T1	28	261.2	30	1.415	362.5	250
	T2	35	261.2	30	1.415	390.7	270
Intervento 4B		35	64.2	30	3.6	244.3	170

Tabella 6.IV – Pretensione

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	86	110

7. VERIFICA DELLE PALANCOLE SOTTO CARICO DI PUNTA

Di seguito si riporta la valutazione della capacità portante di punta delle palancole interessate dal carico del carroponte:

banchine da 50 kPa:

- banchina con PSP1013 singola – stratigrafia di progetto C;
- banchina con PSP1013 singola – stratigrafia di progetto F;
- banchina con PSP1000 doppia – stratigrafia di progetto D;
- banchina con PSP1000 doppia – stratigrafia di progetto E.

banchina da 30 kPa:

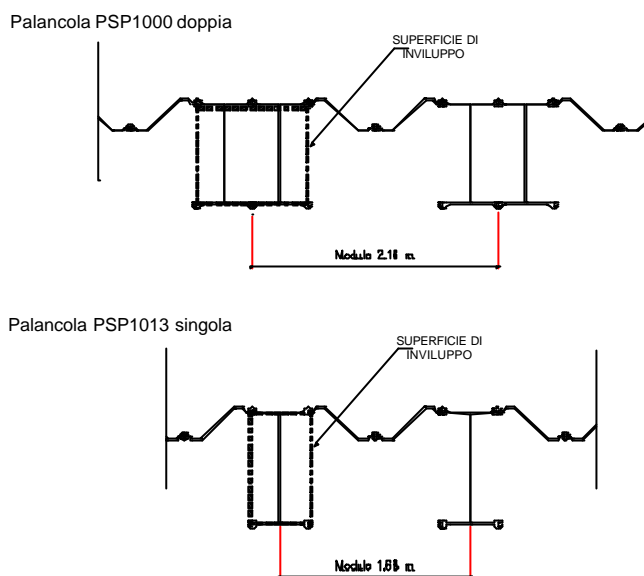
- banchina con Larssen 430 – stratigrafia di progetto B.

7.1 Capacità portante delle palancole

La capacità portante delle palancole è stata effettuata in accordo alle teorie valide per elementi in acciaio infissi.

Per le banchine con elementi ad H (PSP1013 singola e PSP1000 doppia) si considera la capacità portante dell'elemento rappresentato nella figura sottostante, considerando cioè il perimetro rettangolare che inviluppa gli elementi ad H in luogo del perimetro della sezione metallica; la medesima sezione è utilizzata per la capacità portante di punta.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	87	110



La capacità portante ultima in compressione sotto carichi verticali è stata valutata come:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_l$$

essendo Q_b e Q_l le capacità portanti di base e laterale della palancole, date da:

$$Q_b = A_b \cdot (\sigma'_v N_q + c N_c)$$

$$Q_l = C \int_{z_1}^{z_2} \sigma'_v k_s \sin \delta \, dz \quad (\text{per terreni granulari, in accordo ai coefficienti forniti da Nordlund})$$

$$Q_l = C \cdot c_u \cdot \alpha \quad (\text{per terreni coesivi, a breve termine})$$

dove:

A_b = area di base della palancole;

σ'_v = sforzo verticale efficace; il contributo del terreno lato monte al di sopra della quota -12.0 m (quota di infissione della palancole) è stato assunto come un sovraccarico generalizzato di valore pari alla metà del valore effettivo;

N_q = fattore di capacità portante, definito da Meyerhof (1976) per elementi infissi;

C = perimetro del palo;

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	88	110

k_s = coefficiente che definisce le tensioni orizzontali efficaci in rapporto a quelle verticali; il coefficiente è stato determinato in accordo alla teoria di Nordlund ed è funzione dell'angolo di attrito f del terreno e del volume spostato per metro di infissione (diverso per le tre sezioni di palancola) e del tipo di elemento infisso;

δ = angolo di attrito tra palancola e terreno, definito secondo Nordlund in funzione del volume spostato per metro di infissione e del tipo di elemento infisso;

c_u = coesione non drenata;

α = coefficiente determinato sulla base della correlazione con c_u data da Tomlinson per elementi infissi (1971).

La capacità portante ammissibile è stata ricavata dalla capacità portante ultima dividendo per un fattore di sicurezza pari a 2.5.

Le seguenti tabelle 7.1.I ÷ 7.1.V riportano i valori di calcolo e i risultati di capacità portante ultima e ammissibile al variare della lunghezza della palancola per metro lineare di fronte banchina; il valore in neretto corrispondente a quota -21.0 m (base della palancola) è il valore di capacità portante ammissibile effettivo.

Nel caso delle palancole con elementi ad H è stata trascurata la capacità portante di punta degli elementi Pz612, presenti fino a quota -16.0 m. Nel caso della palancola Larssen 430 il valore, non trascurabile, della capacità portante ammissibile di punta degli elementi con base a quota -16.0 m, pari a $93.3/2.5 = 37.3$ kN/m, è stato sommato a partire da tale quota.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	89	110



Tabella 7.1.I - Strat C - Capacità portante ammissibile per metro di paratia in compressione (Qamm) PSP1013

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m³)	SIGMA'vo (kPa)	σ PALO (m)	Cu (kPa)	F (°)	Ks (-)	DELTA („°FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
12.00	8.50	70.42	1.810	55.00	0	0.00	1.00	1.00	55.00	0	495.00	0.00	135.14	135.14	54.05
12.50	8.50	74.67	1.810	55.00	0	0.00	1.00	1.00	55.00	0	495.00	156.37	135.14	291.50	116.60
13.00	8.50	78.92	1.810	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	44.79	25	1973.00	283.71	538.63	822.34	328.94
13.50	8.50	83.17	1.810	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	47.20	25	2079.25	417.91	567.64	985.55	394.22
14.00	8.50	87.42	1.810	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	49.61	25	2185.50	558.97	596.64	1155.61	462.24
14.50	8.50	91.67	1.810	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	52.03	25	2291.75	706.88	625.65	1332.53	533.01
15.00	8.50	95.92	1.810	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	54.44	25	2398.00	861.66	654.65	1516.31	606.52
15.50	8.50	100.17	1.810	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	56.85	25	2504.25	1023.29	683.66	1706.95	682.78
16.00	8.50	104.42	1.810	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	59.26	25	2610.50	1191.78	712.67	1904.44	761.78
16.50	8.50	108.67	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	61.68	25	2716.75	1245.35	741.67	1987.02	794.81
17.00	8.50	112.92	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	64.09	25	2823.00	1301.02	770.68	2071.70	828.68
17.50	8.50	117.17	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	66.50	25	2929.25	1358.78	799.69	2158.46	863.39
18.00	8.50	121.42	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	68.91	25	3035.50	1418.64	828.69	2247.33	898.93
18.50	8.50	125.67	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	71.32	25	3141.75	1480.59	857.70	2338.29	935.32
19.00	8.50	129.92	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	73.74	25	3248.00	1544.64	886.70	2431.34	972.54
19.50	8.50	134.17	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	76.15	25	3354.25	1610.78	915.71	2526.49	1010.60
20.00	8.50	138.42	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	78.56	25	3460.50	1679.02	944.72	2623.74	1049.50
20.50	8.50	142.67	0.553	0.00	28.3	1.20	1.00	0.00	80.97	25	3566.75	1749.36	973.72	2723.08	1089.23
21.00	8.50	146.92	0.553	0.00	25.2	0.92	1.00	0.00	57.69	25	3673.00	1799.47	1002.73	2802.20	1120.88

Tabella 7.1.II - Strat F - Capacità portante ammissibile per metro di paratia in compressione (Qamm) PSP1013

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m³)	SIGMA'vo (kPa)	σ PALO (m)	Cu (kPa)	F (°)	Ks (-)	DELTA („°FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
12.00	8.50	70.42	1.810	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	0.00	171.99	171.99	68.80
12.50	8.50	74.67	1.810	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	149.26	171.99	321.25	128.50
13.00	8.50	78.92	1.810	0.00	24.4	0.87	1.00	0.75	28.29	15	1183.80	229.68	323.18	552.86	221.14
13.50	8.50	83.17	1.810	0.00	24.4	0.87	1.00	0.75	29.81	15	1247.55	314.43	340.58	655.02	262.01
14.00	8.50	87.42	1.810	0.00	24.4	0.87	1.00	0.75	31.33	15	1311.30	403.52	357.98	761.50	304.60
14.50	8.50	91.67	1.810	0.00	24.4	0.87	1.00	0.75	32.86	15	1375.05	496.93	375.39	872.32	348.93
15.00	8.50	95.92	1.810	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	646.19	171.99	818.18	327.27
15.50	8.50	100.17	1.810	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	795.45	171.99	967.44	386.98
16.00	8.50	104.42	1.810	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	944.71	171.99	1116.70	446.68
16.50	8.50	108.67	0.553	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	990.32	171.99	1162.31	464.92
17.00	8.50	112.92	0.553	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	1035.92	171.99	1207.91	483.16
17.50	8.50	117.17	0.553	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	1081.52	171.99	1253.51	501.40
18.00	8.50	121.42	0.553	0.00	24.4	0.87	1.00	0.75	43.52	15	1821.30	1119.33	497.21	1616.54	646.62
18.50	8.50	125.67	0.553	0.00	24.4	0.87	1.00	0.75	45.04	15	1885.05	1158.45	514.62	1673.07	669.23
19.00	8.50	129.92	0.553	0.00	24.4	0.87	1.00	0.75	46.57	15	1948.80	1198.90	532.02	1730.92	692.37
19.50	8.50	134.17	0.553	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	1244.50	171.99	1416.49	566.60
20.00	8.50	138.42	0.553	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	1290.11	171.99	1462.10	584.84
20.50	8.50	142.67	0.553	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	1335.71	171.99	1507.70	603.08
21.00	8.50	146.92	0.553	70.00	0	0.00	1.00	0.75	52.50	0	630.00	1381.31	171.99	1553.30	621.32

Tabella 7.1.III - Strat D - Capacità portante ammissibile per metro di paratia in compressione (Qamm) PSP1000

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m³)	SIGMA'vo (kPa)	σ PALO (m)	Cu (kPa)	F (°)	Ks (-)	DELTA („°FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
12.00	8.50	70.42	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	42.63	45	3168.90	0.00	1346.78	1346.78	538.71
12.50	8.50	74.67	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	45.20	45	3360.15	69.16	1428.06	1497.22	598.89
13.00	8.50	78.92	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	47.78	45	3551.40	142.25	1509.35	1651.59	660.64
13.50	8.50	83.17	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	50.35	45	3742.65	219.28	1590.63	1809.90	723.96
14.00	8.50	87.42	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	52.92	45	3933.90	300.24	1671.91	1972.15	788.86
14.50	8.50	91.67	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	55.49	45	4125.15	385.14	1753.19	2138.33	855.33
15.00	8.50	95.92	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	58.07	45	4316.40	473.98	1834.47	2308.45	923.38
15.50	8.50	100.17	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	60.64	45	4507.65	566.75	1915.75	2482.50	993.00
16.00	8.50	104.42	0.974	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	63.21	45	4698.90	663.46	1997.03	2660.50	1064.20
16.50	8.50	108.67	0.563	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	65.79	45	4890.15	771.64	2078.31	2799.95	1119.98
17.00	8.50	112.92	0.563	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	68.36	45	5081.40	782.09	2159.60	2941.69	1176.67
17.50	8.50	117.17	0.563	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	70.93	45	5272.65	844.82	2240.88	3085.69	1234.28
18.00	8.50	121.42	0.563	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	73.50	45	5463.90	909.82	2322.16	3231.98	1292.79
18.50	8.50	125.67	0.563	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	76.08	45	5655.15	977.10	2403.44	3380.53	1352.21
19.00	8.50	129.92	0.563	0.00	29.8	1.22	1.00	0.00	78.65	45	5846.40	1046.65	2484.72	3531.37	1412.55
19.50	8.50	134.17	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	1100.15	420.75	1520.90	608.36
20.00	8.50	138.42	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	1153.65	420.75	1574.40	629.76
20.50	8.50	142.67	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	1207.15	420.75	1627.90	651.16
21.00	8.50	146.92	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	1260.66	420.75	1681.41	672.56

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	90	110



Tabella 7.1.IV - Strat E - Capacità portante ammissibile per metro di paratia in compressione (Qamm) PSP1000

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (...°FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
12.00	8.50	70.42	0.974	55.00	0	0.00	1.00	0.75	41.25	0	495.00	0.00	210.38	210.38	84.15
12.50	8.50	74.67	0.974	55.00	0	0.00	1.00	0.75	41.25	0	495.00	63.11	210.38	273.48	109.39
13.00	8.50	78.92	0.974	55.00	0	0.00	1.00	0.75	41.25	0	495.00	126.22	210.38	336.59	134.64
13.50	8.50	83.17	0.974	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	39.16	15	1247.55	186.12	530.21	716.33	286.53
14.00	8.50	87.42	0.974	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	41.16	15	1311.30	249.09	557.30	806.39	322.56
14.50	8.50	91.67	0.974	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	43.16	15	1375.05	315.12	584.40	899.51	359.81
15.00	8.50	95.92	0.974	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	45.16	15	1438.80	384.21	611.49	995.70	398.28
15.50	8.50	100.17	0.974	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	47.16	15	1502.55	456.36	638.58	1094.94	437.98
16.00	8.50	104.42	0.563	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	49.16	15	1566.30	499.83	665.68	1165.51	466.20
16.50	8.50	108.67	0.563	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	51.16	15	1630.05	545.08	692.77	1237.85	495.14
17.00	8.50	112.92	0.563	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	53.16	15	1693.80	592.09	719.87	1311.95	524.78
17.50	8.50	117.17	0.563	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	55.16	15	1757.55	640.87	746.96	1387.83	555.13
18.00	8.50	121.42	0.563	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	57.16	15	1821.30	691.42	774.05	1465.48	586.19
18.50	8.50	125.67	0.563	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	59.17	15	1885.05	743.75	801.15	1544.89	617.96
19.00	8.50	129.92	0.563	0.00	27.2	1.03	1.00	0.00	61.17	15	1948.80	797.84	828.24	1626.08	650.43
19.50	8.50	134.17	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	851.34	420.75	1272.09	508.84
20.00	8.50	138.42	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	904.84	420.75	1325.59	530.24
20.50	8.50	142.67	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	958.34	420.75	1379.09	551.64
21.00	8.50	146.92	0.563	110.00	0	0.00	1.00	0.55	60.50	0	990.00	1011.85	420.75	1432.60	573.04

Tabella 7.1.V - Strat B - Capacità portante ammissibile per metro di paratia in compressione (Qamm) LARSEN430

Prof. (m)	GAMMA' (kN/m ³)	SIGMA'vo (kPa)	ø PALO (m)	Cu (kPa)	FI (°)	Ks (-)	DELTA (...°FI)	ALFA (-)	TAUult (kPa)	Nq (-)	Qo (kPa)	Ql-ult (kN)	Qb-ult (kN)	Qult (kN)	Qamm (kN)
12.00	8.50	70.42	1.160	55.00	0	0.00	1.00	0.75	41.25	0	495.00	0.00	7.38	7.38	2.95
12.50	8.50	74.67	1.160	55.00	0	0.00	1.00	0.75	41.25	0	495.00	75.16	7.38	82.54	33.01
13.00	8.50	78.92	1.160	55.00	0	0.00	1.00	0.75	41.25	0	495.00	150.32	7.38	157.70	63.08
13.50	8.50	83.17	1.160	0.00	28.1	1.10	1.00	0.00	43.02	60	4990.20	228.71	74.35	303.06	121.22
14.00	8.50	87.42	1.160	0.00	28.1	1.10	1.00	0.00	45.22	60	5245.20	311.10	78.15	389.25	155.70
14.50	8.50	91.67	1.160	0.00	28.1	1.10	1.00	0.00	47.42	60	5500.20	397.49	81.95	479.45	191.78
15.00	8.50	95.92	1.160	0.00	28.1	1.10	1.00	0.00	49.61	60	5755.20	487.89	85.75	573.65	229.46
15.50	8.50	100.17	1.160	0.00	28.1	1.10	1.00	0.00	51.81	60	6010.20	582.30	89.55	671.85	268.74
16.00	8.50	104.42	1.160	0.00	28.1	1.10	1.00	0.00	54.01	60	6265.20	680.71	93.35	774.07	346.97
16.50	8.50	108.67	0.580	0.00	24.2	0.94	1.00	0.00	41.90	60	6520.20	718.89	97.15	816.04	363.76
17.00	8.50	112.92	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	29.13	20	2258.40	745.43	33.65	779.08	348.97
17.50	8.50	117.17	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	30.23	20	2343.40	772.97	34.92	807.89	360.50
18.00	8.50	121.42	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	31.33	20	2428.40	801.51	36.18	837.69	372.42
18.50	8.50	125.67	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	32.42	20	2513.40	831.05	37.45	868.50	384.74
19.00	8.50	129.92	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	33.52	20	2598.40	861.59	38.72	900.30	397.46
19.50	8.50	134.17	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	34.62	20	2683.40	893.12	39.98	933.10	410.58
20.00	8.50	138.42	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	35.71	20	2768.40	925.66	41.25	966.91	424.10
20.50	8.50	142.67	0.580	0.00	20.6	0.74	1.00	0.00	36.81	20	2853.40	959.19	42.52	1001.71	438.02
21.00	8.50	146.92	0.580	0.00	26.4	1.10	1.00	0.00	71.86	40	5876.80	1024.65	87.56	1112.22	482.23

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	91	110

7.2 Azioni verticali agenti sulle palancole

La capacità portante delle palandole deve essere confrontata con le azioni agenti per metro di banchina. Tali azioni sono rappresentate dal peso del cordolo e dal carico da carroponete.

Il peso del cordolo per metro di banchina è pari (sottraendo il peso del condotto in esso contenuto, di sezione 1.69 m^2) a:

$$\text{banchina da } 30 \text{ kPa} \quad P_{1-30\text{kPa}} = 3.2 \times 2.1 \times 25 + 3.2 \times 2 \times 15 - 1.69 \times (25 - 10) = 239 \text{ kN}$$

$$\text{banchina da } 50 \text{ kPa} \quad P_{1-50\text{kPa}} = 3.52 \times 2.1 \times 25 + 3.52 \times 2 \times 15 - 1.69 \times (25 - 10) = 265 \text{ kN}$$

La tipologia di carroponete maggiormente gravosa ai fini della capacità portante è quella con carrello da 400 t. Considerando la ripartizione a 45° operata dal cordolo, di altezza 4.1 m, fino alla sua base, il carico di due carrelli si ripartisce su una larghezza di $(12.2 \times 2 + 4.8 + 4.1 \times 2) = 37.4 \text{ m}$, fornendo un carico per metro di banchina pari a:

$$P_2 = 4000 \times 2 / 37.4 = 214 \text{ kN/m}$$

L'azione complessiva massima per metro di banchina risulta pari a:

$$P_{1-30\text{kPa}} + P_2 = 239 + 214 = 453 \text{ kN/m} \quad \text{per la banchina da } 30 \text{ kPa (palancola Larssen 430)}$$

$$P_{1-50\text{kPa}} + P_2 = 265 + 214 = 479 \text{ kN/m} \quad \text{per la banchina da } 50 \text{ kPa (palancole PSP1000 e PSP1013)}$$

Tali valori sono inferiori alla capacità portante calcolata per i vari tratti di banchina.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	92	110

8. CONCLUSIONI

La presente relazione ha come oggetto il dimensionamento delle opere per il banchinamento del Canale Industriale Sud e delle sponde nord e ovest della darsena, a Venezia Marghera.

Sono state analizzate le diverse tipologie di intervento sulla base delle stratigrafie di progetto definite nella “Relazione Geotecnica” R.1258/20. Alcune tipologie che si presentano in diverse zone del fronte banchina sono state dimensionate con riferimento alla stratigrafia rivelatasi più gravosa.

Il dimensionamento ha riguardato le palancole di fronte banchina, i tiranti e le palificate che, per la tipologia di intervento con carroponte, costituiscono la fondazione della via di corsa lato terra.

Si è inoltre fornita una valutazione dei possibili effetti della corrosione sulle palancole di banchina, qualora il previsto sistema di protezione catodica risultasse inoperante per un certo periodo di tempo.

GARASSINO S.r.l.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	93	110



ALLEGATO 1

Output Programma APILE2

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	94	110



```
*****
*   PROGRAM APILE2                               *
*   (C) COPYRIGHT ENSOFT, INC., 1987,1990         *
*   ALL RIGHTS RESERVED                           *
*   -----                                       *
*                                                     *
*               Prepared especially for            *
*                                                     *
*               Dames & Moore                     *
*               P.O. Box 2621                     *
*               Abu Dhabi, United Arab Emirates   *
*               License No. 253-043093            *
*                                                     *
*               Program to be used only by Licensee *
*               Duplication permitted only for backup copy *
*                                                     *
*****
```

1

PROGRAM APILE2 FOR COMPUTING LOAD VS. SETTLEMENT
FOR AN AXIALLY LOADED PILE
PC VERSION 2.0 (C) COPYRIGHT ENSOFT,INC. 1987, 1990

VENEZIA - pali l=19.5M - BT

AXIALLY LOADED PILE, CONSTANT OD

LAYER	KSOIL	XTOP M	XBOT M
1	1	.000E+00	.250E+01
2	2	.250E+01	.350E+01
3	1	.350E+01	.450E+01
4	1	.450E+01	.145E+02
5	2	.145E+02	.200E+02

XG1 M	GAM1 kN/M**3
.000E+00	.190E+02
.500E+00	.190E+02
.500E+00	.900E+01
.200E+02	.900E+01

XSTR IN.	C1 kN/M**2	PHI1 DEG.	EE50	FX kN/M**2
.000E+00	.200E+02	.000E+00	.100E-01	.180E+02
.500E+00	.200E+02	.000E+00	.100E-01	.180E+02
.500E+00	.200E+02	.000E+00	.100E-01	.180E+02
.250E+01	.200E+02	.000E+00	.100E-01	.180E+02
.250E+01	.000E+00	.310E+02	.000E+00	.202E+02
.350E+01	.000E+00	.310E+02	.000E+00	.234E+02

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	95	110



.350E+01	.100E+03	.000E+00	.700E-02	.400E+02
.450E+01	.100E+03	.000E+00	.700E-02	.400E+02
.450E+01	.550E+02	.000E+00	.700E-02	.247E+02
.145E+02	.550E+02	.000E+00	.700E-02	.247E+02
.145E+02	.000E+00	.360E+02	.000E+00	.719E+02
.200E+02	.000E+00	.360E+02	.000E+00	.936E+02

T-Z CURVE NO.	NO. OF POINTS	DEPTH TO CURVE M.	LOAD TRANSFER KPA	PILE MOVEMENT M.
1	10	.0000E+00	.0000E+00 .3240E+01 .6840E+01 .1422E+02 .1746E+02 .1800E+02 .1746E+02 .1674E+02 .1674E+02 .1674E+02	.0000E+00 .2540E-03 .5080E-03 .1016E-02 .1524E-02 .2032E-02 .3048E-02 .4064E-02 .1270E-01 .2540E+00
2	10	.1250E+01	.0000E+00 .3240E+01 .6840E+01 .1422E+02 .1746E+02 .1800E+02 .1746E+02 .1674E+02 .1674E+02 .1674E+02	.0000E+00 .2540E-03 .5080E-03 .1016E-02 .1524E-02 .2032E-02 .3048E-02 .4064E-02 .1270E-01 .2540E+00
3	10	.1500E+01	.0000E+00 .3240E+01 .6840E+01 .1422E+02 .1746E+02 .1800E+02 .1746E+02 .1674E+02 .1674E+02 .1674E+02	.0000E+00 .2540E-03 .5080E-03 .1016E-02 .1524E-02 .2032E-02 .3048E-02 .4064E-02 .1270E-01 .2540E+00
4	10	.2500E+01	.0000E+00 .3871E+01 .6497E+01 .9832E+01 .1186E+02 .1323E+02 .1495E+02 .1599E+02 .1863E+02 .2012E+02	.0000E+00 .2540E-03 .5080E-03 .1016E-02 .1524E-02 .2032E-02 .3048E-02 .4064E-02 .1270E-01 .2540E+00
5	10	.3000E+01		

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	96	110



			.0000E+00	.0000E+00
			.3927E+01	.2540E-03
			.6655E+01	.5080E-03
			.1020E+02	.1016E-02
			.1240E+02	.1524E-02
			.1389E+02	.2032E-02
			.1580E+02	.3048E-02
			.1697E+02	.4064E-02
			.1998E+02	.1270E-01
			.2170E+02	.2540E+00
6	10	.2500E+01	.0000E+00	.0000E+00
			.3871E+01	.2540E-03
			.6497E+01	.5080E-03
			.9832E+01	.1016E-02
			.1186E+02	.1524E-02
			.1323E+02	.2032E-02
			.1495E+02	.3048E-02
			.1599E+02	.4064E-02
			.1863E+02	.1270E-01
			.2012E+02	.2540E+00
7	10	.3500E+01	.0000E+00	.0000E+00
			.7200E+01	.2540E-03
			.1520E+02	.5080E-03
			.3160E+02	.1016E-02
			.3880E+02	.1524E-02
			.4000E+02	.2032E-02
			.3880E+02	.3048E-02
			.3720E+02	.4064E-02
			.3720E+02	.1270E-01
			.3720E+02	.2540E+00
8	10	.4000E+01	.0000E+00	.0000E+00
			.7200E+01	.2540E-03
			.1520E+02	.5080E-03
			.3160E+02	.1016E-02
			.3880E+02	.1524E-02
			.4000E+02	.2032E-02
			.3880E+02	.3048E-02
			.3720E+02	.4064E-02
			.3720E+02	.1270E-01
			.3720E+02	.2540E+00
9	10	.3500E+01	.0000E+00	.0000E+00
			.7200E+01	.2540E-03
			.1520E+02	.5080E-03
			.3160E+02	.1016E-02
			.3880E+02	.1524E-02
			.4000E+02	.2032E-02
			.3880E+02	.3048E-02
			.3720E+02	.4064E-02
			.3720E+02	.1270E-01
			.3720E+02	.2540E+00
10	10	.4500E+01	.0000E+00	.0000E+00

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	97	110



			.4446E+01	.2540E-03
			.9386E+01	.5080E-03
			.1951E+02	.1016E-02
			.2396E+02	.1524E-02
			.2470E+02	.2032E-02
			.2396E+02	.3048E-02
			.2297E+02	.4064E-02
			.2297E+02	.1270E-01
			.2297E+02	.2540E+00
11	10	.9500E+01	.0000E+00	.0000E+00
			.4446E+01	.2540E-03
			.9386E+01	.5080E-03
			.1951E+02	.1016E-02
			.2396E+02	.1524E-02
			.2470E+02	.2032E-02
			.2396E+02	.3048E-02
			.2297E+02	.4064E-02
			.2297E+02	.1270E-01
			.2297E+02	.2540E+00
12	10	.1350E+02	.0000E+00	.0000E+00
			.4446E+01	.2540E-03
			.9386E+01	.5080E-03
			.1951E+02	.1016E-02
			.2396E+02	.1524E-02
			.2470E+02	.2032E-02
			.2396E+02	.3048E-02
			.2297E+02	.4064E-02
			.2297E+02	.1270E-01
			.2297E+02	.2540E+00
13	10	.1450E+02	.0000E+00	.0000E+00
			.6663E+01	.2540E-03
			.1220E+02	.5080E-03
			.2085E+02	.1016E-02
			.2732E+02	.1524E-02
			.3233E+02	.2032E-02
			.3959E+02	.3048E-02
			.4460E+02	.4064E-02
			.6013E+02	.1270E-01
			.7120E+02	.2540E+00
14	10	.1725E+02	.0000E+00	.0000E+00
			.6745E+01	.2540E-03
			.1247E+02	.5080E-03
			.2168E+02	.1016E-02
			.2875E+02	.1524E-02
			.3436E+02	.2032E-02
			.4268E+02	.3048E-02
			.4855E+02	.4064E-02
			.6753E+02	.1270E-01
			.8183E+02	.2540E+00
15	10	.1900E+02	.0000E+00	.0000E+00
			.6788E+01	.2540E-03
			.1262E+02	.5080E-03

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	98	110



.2213E+02	.1016E-02
.2954E+02	.1524E-02
.3549E+02	.2032E-02
.4444E+02	.3048E-02
.5085E+02	.4064E-02
.7206E+02	.1270E-01
.8857E+02	.2540E+00

DEPTH M.	AE PILE KN.
.0000E+00	.1437E+08
.1950E+02	.1437E+08

TIP LOAD KN.	TIP MOVEMENT M.
.0000E+00	.0000E+00
.2527E+03	.2540E-05
.9298E+03	.1270E-03
.1171E+04	.2540E-03
.2002E+04	.1270E-02
.2521E+04	.2540E-02
.3176E+04	.5080E-02
.4309E+04	.1270E-01
.5428E+04	.2540E-01
.1168E+05	.2540E+00

PILE LENGTH M.	OUTER DIAMETER M.	TOLERANCE M.
.1950E+02	.8000E+00	.1000E-03

1

VENEZIA - pali l=19.5M - BT

TOP LOAD KN.	TOP MOVEMENT M.	TIP MOVEMENT M.	TIP LOAD KN.
.1643E+02	.1665E-04	.1000E-06	.9949E+01
.8217E+02	.8326E-04	.5000E-06	.4975E+02
.1643E+03	.1665E-03	.1000E-05	.9949E+02
.4430E+03	.4497E-03	.5000E-05	.2661E+03
.4943E+03	.5040E-03	.1000E-04	.2933E+03
.9075E+03	.9412E-03	.5000E-04	.5109E+03
.1404E+04	.1486E-02	.1000E-03	.7829E+03
.2409E+04	.3023E-02	.5000E-03	.1372E+04
.2962E+04	.4245E-02	.1000E-02	.1781E+04
.4658E+04	.1050E-01	.5000E-02	.3155E+04
.5564E+04	.1670E-01	.1000E-01	.3908E+04
.7848E+04	.5979E-01	.5000E-01	.6101E+04
.9257E+04	.1117E+00	.1000E+00	.7470E+04
.1292E+05	.2466E+00	.2300E+00	.1103E+05
.1847E+05	.3842E+00	.3600E+00	.1656E+05
.2491E+05	.5329E+00	.5000E+00	.2300E+05

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	99	110



ALLEGATO 2

Output Programma BEAM-COLUMN

DATA <i>DATE</i>	DOCUMENTO <i>DOCUMENT</i>	COMMESSA <i>JOB</i>	PROTOCOLLO <i>DOC. No.</i>	REVISIONE <i>REVISION</i>	PAG <i>PAGE</i>	PAG TOT <i>TOT. PAGES</i>
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	100	110

BMCOLPY/G PROGRAM
 (C) COPYRIGHT 1984, 1987 GEOSOFT
 ALL RIGHTS RESERVED

PORTIONS OF THIS PROGRAM ARE COPYRIGHTED BY
 GEOSOFT, 1442 LINCOLN AVE.,
 ORANGE, CA 92665, U.S.A. (714) 998-4030.

venezia - CALCOLO CARICO PALO INTERASSE 1.68 M

PROGRAM CONTROL DATA

NUMBER OF LINES THIS PROBLEM

TABLE NO.	LINES
*****	*****
1	1
2	1
3	0
4	15
5	0

TABLE 1 - CONSTANTS

NUMBER OF INCREMENTS	=	100	
INCREMENT LENGTH	=	.168	METERS
NO. OF ITERATIONS	=	20	

TABLE 2 - ITERATION CONTROL DATA

MAXIMUM ALLOWABLE DEFLECTION=	.3	METERS
DEFLECTION TOLERANCE	=	.0001 METERS

TABLE 3 - SPECIFIED DEFLECTION AND SLOPES

STA	CASE	DEFLECTION	SLOPE
-----	------	------------	-------

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	101	110

NONE

TABLE 4 - STIFFNESS AND LOAD DATA

FROM	TO	CONTD	F	Q	S	T	R	P
0		1	0.494D+07	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
	%100	0	0.494D+07	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
38		1	0.000D+00	0.746D+02	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
	61	0	0.000D+00	0.746D+02	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
0	0	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
10	10	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
20	20	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
30	30	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
40	40	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
50	50	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
60	60	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
70	70	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
80	80	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
90	90	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
%100	%100	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00

TABLE 5 -LOAD SUPPORT CURVES

FROM TO CONTD POINTS SYS OPT

NONE

venezia - CALCOLO CARICO PALO INTERASSE 1.68 M

TABLE 6-- ITERATION MONITER DATA

ITER	NUB STAS	DEFLS AT	0	90	95	98	100
NUM	NOT CLOSED	STAS NUMS					
0	52	-.420D-04	-.161D-04	-.299D-04	-.356D-04	-.390D-04	
0	0	-.420D-04	-.161D-04	-.299D-04	-.356D-04	-.390D-04	

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	102	110

venezia - CALCOLO CARICO PALO INTERASSE 1.68 M

TABLE 7-- RESULTS ITERATION 2

STA I NO.	X DEPTH METER	W DEFLE METER	DW/DX SLOPE MM/MM	M BEND.MOM KN-M	DM/DX SHEAR KN.	NET REACT -
-						KN.
-1	-0.168	-0.0000	0.130D-04	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
0	0.000	-0.0000	0.130D-04	0.000D+00	0.207D+02	0.414D+02
1	0.168	-0.0000	0.131D-04	0.696D+01	0.414D+02	-.265D-11
2	0.336	-0.0000	0.135D-04	0.139D+02	0.414D+02	-.883D-12
3	0.504	-0.0000	0.141D-04	0.209D+02	0.414D+02	0.444D-12
4	0.672	-0.0000	0.149D-04	0.278D+02	0.414D+02	-.439D-12
5	0.840	-0.0000	0.160D-04	0.348D+02	0.414D+02	0.220D-11
6	1.008	-0.0000	0.173D-04	0.417D+02	0.414D+02	0.106D-13
7	1.176	-0.0000	0.188D-04	0.487D+02	0.414D+02	-.133D-11
8	1.344	-0.0000	0.206D-04	0.557D+02	0.414D+02	-.353D-11
9	1.512	-0.0000	0.226D-04	0.626D+02	0.414D+02	0.132D-11
10	1.680	-0.0000	0.248D-04	0.696D+02	0.481D+02	0.134D+02
11	1.848	-0.0000	0.274D-04	0.788D+02	0.548D+02	-.444D-12
12	2.016	-0.0000	0.302D-04	0.880D+02	0.548D+02	0.106D-13
13	2.184	0.0000	0.333D-04	0.972D+02	0.548D+02	-.106D-13
14	2.352	0.0000	0.368D-04	0.106D+03	0.548D+02	-.645D-12
15	2.520	0.0000	0.406D-04	0.116D+03	0.548D+02	-.455D-12
16	2.688	0.0000	0.447D-04	0.125D+03	0.548D+02	0.888D-12
17	2.856	0.0000	0.491D-04	0.134D+03	0.548D+02	0.888D-12
18	3.024	0.0000	0.538D-04	0.143D+03	0.548D+02	-.264D-11
19	3.192	0.0000	0.588D-04	0.152D+03	0.548D+02	0.351D-11
20	3.360	0.0001	0.641D-04	0.162D+03	0.268D+02	-.560D+02
21	3.528	0.0001	0.696D-04	0.161D+03	-.117D+01	-.353D-11
22	3.696	0.0001	0.751D-04	0.161D+03	-.117D+01	0.531D-11
23	3.864	0.0001	0.806D-04	0.161D+03	-.117D+01	-.211D-13
24	4.032	0.0001	0.860D-04	0.161D+03	-.117D+01	0.357D-11
25	4.200	0.0001	0.915D-04	0.161D+03	-.117D+01	-.107D-10
26	4.368	0.0001	0.970D-04	0.160D+03	-.117D+01	0.713D-11
27	4.536	0.0002	0.102D-03	0.160D+03	-.117D+01	-.708D-11
28	4.704	0.0002	0.108D-03	0.160D+03	-.117D+01	0.349D-11
29	4.872	0.0002	0.113D-03	0.160D+03	-.117D+01	-.176D-10
30	5.040	0.0002	0.119D-03	0.160D+03	-.105D+03	-.208D+03
31	5.208	0.0002	0.124D-03	0.125D+03	-.209D+03	-.283D-10
32	5.376	0.0003	0.127D-03	0.895D+02	-.209D+03	0.141D-10
33	5.544	0.0003	0.130D-03	0.544D+02	-.209D+03	0.264D-14
34	5.712	0.0003	0.131D-03	0.193D+02	-.209D+03	0.706D-11
35	5.880	0.0003	0.131D-03	-.157D+02	-.209D+03	-.706D-11
36	6.048	0.0003	0.130D-03	-.508D+02	-.209D+03	0.212D-10
37	6.216	0.0004	0.127D-03	-.859D+02	-.209D+03	-.106D-13
38	6.384	0.0004	0.124D-03	-.121D+03	-.190D+03	0.373D+02
39	6.552	0.0004	0.119D-03	-.150D+03	-.134D+03	0.746D+02

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	103	110



40	6.720	0.0004	0.114D-03	-.166D+03	-.268D+03	-.342D+03
41	6.888	0.0004	0.107D-03	-.240D+03	-.402D+03	0.746D+02
42	7.056	0.0005	0.979D-04	-.301D+03	-.327D+03	0.746D+02
43	7.224	0.0005	0.869D-04	-.350D+03	-.253D+03	0.746D+02
44	7.392	0.0005	0.743D-04	-.386D+03	-.178D+03	0.746D+02
45	7.560	0.0005	0.608D-04	-.410D+03	-.103D+03	0.746D+02
46	7.728	0.0005	0.467D-04	-.421D+03	-.289D+02	0.746D+02
47	7.896	0.0005	0.324D-04	-.419D+03	0.457D+02	0.746D+02
48	8.064	0.0005	0.184D-04	-.405D+03	0.120D+03	0.746D+02
49	8.232	0.0005	0.509D-05	-.379D+03	0.195D+03	0.746D+02
50	8.400	0.0005	-.713D-05	-.340D+03	0.126D+02	-.439D+03
51	8.568	0.0005	-.193D-04	-.375D+03	-.170D+03	0.746D+02
52	8.736	0.0005	-.324D-04	-.397D+03	-.951D+02	0.746D+02
53	8.904	0.0005	-.461D-04	-.407D+03	-.205D+02	0.746D+02
54	9.072	0.0005	-.598D-04	-.404D+03	0.541D+02	0.746D+02
55	9.240	0.0005	-.733D-04	-.388D+03	0.129D+03	0.746D+02
56	9.408	0.0005	-.860D-04	-.361D+03	0.203D+03	0.746D+02
57	9.576	0.0005	-.976D-04	-.320D+03	0.278D+03	0.746D+02
58	9.744	0.0004	-.108D-03	-.267D+03	0.352D+03	0.746D+02
59	9.912	0.0004	-.116D-03	-.202D+03	0.427D+03	0.746D+02
60	10.080	0.0004	-.121D-03	-.124D+03	0.303D+03	-.323D+03
61	10.248	0.0004	-.125D-03	-.999D+02	0.160D+03	0.373D+02
62	10.416	0.0004	-.128D-03	-.699D+02	0.179D+03	0.212D-10
63	10.584	0.0003	-.130D-03	-.398D+02	0.179D+03	0.141D-10
64	10.752	0.0003	-.130D-03	-.969D+01	0.179D+03	-.141D-10
65	10.920	0.0003	-.130D-03	0.204D+02	0.179D+03	-.707D-11
66	11.088	0.0003	-.129D-03	0.505D+02	0.179D+03	-.106D-10
67	11.256	0.0003	-.127D-03	0.806D+02	0.179D+03	0.000D+00
68	11.424	0.0002	-.124D-03	0.111D+03	0.179D+03	-.351D-11
69	11.592	0.0002	-.119D-03	0.141D+03	0.179D+03	-.711D-11
70	11.760	0.0002	-.114D-03	0.171D+03	0.851D+02	-.188D+03
71	11.928	0.0002	-.108D-03	0.169D+03	-.881D+01	-.706D-11
72	12.096	0.0002	-.103D-03	0.168D+03	-.881D+01	0.531D-11
73	12.264	0.0001	-.969D-04	0.166D+03	-.881D+01	0.194D-10
74	12.432	0.0001	-.912D-04	0.165D+03	-.881D+01	-.884D-11
75	12.600	0.0001	-.856D-04	0.163D+03	-.881D+01	-.527D-11
76	12.768	0.0001	-.801D-04	0.162D+03	-.881D+01	0.123D-10
77	12.936	0.0001	-.746D-04	0.160D+03	-.881D+01	0.176D-11
78	13.104	0.0001	-.692D-04	0.159D+03	-.881D+01	-.867D-12
79	13.272	0.0001	-.638D-04	0.158D+03	-.881D+01	-.353D-11
80	13.440	0.0000	-.585D-04	0.156D+03	-.316D+02	-.456D+02
81	13.608	0.0000	-.533D-04	0.147D+03	-.544D+02	0.613D-11
82	13.776	0.0000	-.485D-04	0.138D+03	-.544D+02	-.330D-11
83	13.944	0.0000	-.440D-04	0.129D+03	-.544D+02	0.444D-12
84	14.112	0.0000	-.398D-04	0.119D+03	-.544D+02	-.550D-12
85	14.280	0.0000	-.359D-04	0.110D+03	-.544D+02	-.666D-12
86	14.448	0.0000	-.323D-04	0.101D+03	-.544D+02	0.106D-12
87	14.616	-0.0000	-.290D-04	0.921D+02	-.544D+02	0.243D-12
88	14.784	-0.0000	-.260D-04	0.829D+02	-.544D+02	-.909D-12
89	14.952	-0.0000	-.233D-04	0.738D+02	-.544D+02	0.233D-12
90	15.120	-0.0000	-.210D-04	0.647D+02	-.464D+02	0.159D+02
91	15.288	-0.0000	-.189D-04	0.582D+02	-.385D+02	0.134D-11
92	15.456	-0.0000	-.170D-04	0.517D+02	-.385D+02	0.176D-11
93	15.624	-0.0000	-.154D-04	0.453D+02	-.385D+02	0.133D-11
94	15.792	-0.0000	-.139D-04	0.388D+02	-.385D+02	-.444D-12
95	15.960	-0.0000	-.127D-04	0.323D+02	-.385D+02	-.436D-12
96	16.128	-0.0000	-.117D-04	0.259D+02	-.385D+02	0.176D-11

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	104	110



97	16.296	-0.0000	-.110D-04	0.194D+02	-.385D+02	0.882D-12
98	16.464	-0.0000	-.104D-04	0.129D+02	-.385D+02	-.265D-11
99	16.632	-0.0000	-.101D-04	0.647D+01	-.385D+02	0.000D+00
%100	16.800	-0.0000	-.999D-05	0.000D+00	-.192D+02	0.385D+02
%101	16.968	-0.0000	-.999D-05	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	105	110



BMCOLPY/G PROGRAM
(C) COPYRIGHT 1984, 1987 GEOSOF
ALL RIGHTS RESERVED

PORTIONS OF THIS PROGRAM ARE COPYRIGHTED BY
GEOSOF, 1442 LINCOLN AVE.,
ORANGE, CA 92665, U.S.A. (714) 998-4030.

venezia - CALCOLO CARICO PALO INTERASSE 2.16 M

PROGRAM CONTROL DATA

NUMBER OF LINES THIS PROBLEM

TABLE NO.	LINES
*****	*****
1	1
2	1
3	0
4	15
5	0

TABLE 1 - CONSTANTS

NUMBER OF INCREMENTS	=	100	
INCREMENT LENGTH	=	.216	METERS
NO. OF ITERATIONS	=	20	

TABLE 2 - ITERATION CONTROL DATA

MAXIMUM ALLOWABLE DEFLECTION=	.3	METERS
DEFLECTION TOLERANCE	=	.0001 METERS

TABLE 3 - SPECIFIED DEFLECTION AND SLOPES

STA	CASE	DEFLECTION	SLOPE
-----	------	------------	-------

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	106	110

NONE

TABLE 4 - STIFFNESS AND LOAD DATA

FROM	TO	CONTD	F	Q	S	T	R	P
0		1	0.494D+07	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
	%100	0	0.494D+07	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
41		1	0.000D+00	0.959D+02	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
	59	0	0.000D+00	0.959D+02	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
0	0	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
10	10	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
20	20	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
30	30	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
40	40	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
50	50	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
60	60	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
70	70	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
80	80	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
90	90	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
%100	%100	0	0.000D+00	0.000D+00	0.987D+06	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00

TABLE 5 -LOAD SUPPORT CURVES

FROM TO CONTD POINTS SYS OPT

NONE

venezia - CALCOLO CARICO PALO INTERASSE 2.16 M

TABLE 6-- ITERATION MONITER DATA

ITER NUM	NUB STAS NOT CLOSED	DEFLS AT STAS NUMS	0	90	95	98	100
0	45	-.157D-04	-.275D-04	-.235D-04	-.190D-04	-.157D-04	
0	0	-.157D-04	-.275D-04	-.235D-04	-.190D-04	-.157D-04	

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	107	110

venezia - CALCOLO CARICO PALO INTERASSE 2.16 M

TABLE 7-- RESULTS ITERATION 2

STA I NO.	X DEPTH METER	W DEFLE METER	DW/DX SLOPE MM/MM	M BEND . MOM KN-M	DM/DX SHEAR KN.	NET REACT -
-						KN.
-1	-0.216	-0.0000	-.788D-05	0.000D+00	0.000D+00	0.000D+00
0	0.000	-0.0000	-.788D-05	0.000D+00	0.773D+01	0.155D+02
1	0.216	-0.0000	-.781D-05	0.334D+01	0.155D+02	-.207D-12
2	0.432	-0.0000	-.759D-05	0.667D+01	0.155D+02	-.415D-12
3	0.648	-0.0000	-.723D-05	0.100D+02	0.155D+02	-.208D-12
4	0.864	-0.0000	-.672D-05	0.133D+02	0.155D+02	-.206D-14
5	1.080	-0.0000	-.606D-05	0.167D+02	0.155D+02	-.621D-12
6	1.296	-0.0000	-.526D-05	0.200D+02	0.155D+02	-.210D-12
7	1.512	-0.0000	-.431D-05	0.234D+02	0.155D+02	-.104D-11
8	1.728	-0.0000	-.322D-05	0.267D+02	0.155D+02	0.625D-12
9	1.944	-0.0000	-.198D-05	0.300D+02	0.155D+02	-.411D-14
10	2.160	-0.0000	-.590D-06	0.334D+02	0.290D+02	0.271D+02
11	2.376	-0.0000	0.107D-05	0.426D+02	0.426D+02	-.411D-14
12	2.592	-0.0000	0.313D-05	0.518D+02	0.426D+02	0.218D-12
13	2.808	-0.0000	0.559D-05	0.610D+02	0.426D+02	-.839D-12
14	3.024	-0.0000	0.846D-05	0.702D+02	0.426D+02	0.822D-14
15	3.240	-0.0000	0.117D-04	0.794D+02	0.426D+02	-.419D-12
16	3.456	-0.0000	0.154D-04	0.885D+02	0.426D+02	0.411D-12
17	3.672	-0.0000	0.195D-04	0.977D+02	0.426D+02	-.197D-12
18	3.888	-0.0000	0.239D-04	0.107D+03	0.426D+02	-.206D-12
19	4.104	-0.0000	0.288D-04	0.116D+03	0.426D+02	-.214D-12
20	4.320	0.0000	0.341D-04	0.125D+03	0.419D+02	-.130D+01
21	4.536	0.0000	0.398D-04	0.134D+03	0.413D+02	-.164D-13
22	4.752	0.0000	0.458D-04	0.143D+03	0.413D+02	-.181D-12
23	4.968	0.0000	0.523D-04	0.152D+03	0.413D+02	0.395D-12
24	5.184	0.0000	0.591D-04	0.161D+03	0.413D+02	0.164D-13
25	5.400	0.0001	0.664D-04	0.170D+03	0.413D+02	0.822D-12
26	5.616	0.0001	0.740D-04	0.179D+03	0.413D+02	-.582D-11
27	5.832	0.0001	0.820D-04	0.188D+03	0.413D+02	0.839D-12
28	6.048	0.0001	0.904D-04	0.197D+03	0.413D+02	-.839D-12
29	6.264	0.0001	0.992D-04	0.206D+03	0.413D+02	0.500D-11
30	6.480	0.0001	0.108D-03	0.214D+03	-.318D+02	-.146D+03
31	6.696	0.0002	0.117D-03	0.192D+03	-.105D+03	0.000D+00
32	6.912	0.0002	0.125D-03	0.169D+03	-.105D+03	-.332D-11
33	7.128	0.0002	0.132D-03	0.147D+03	-.105D+03	0.116D-10
34	7.344	0.0003	0.138D-03	0.124D+03	-.105D+03	-.331D-11
35	7.560	0.0003	0.143D-03	0.101D+03	-.105D+03	-.166D-10
36	7.776	0.0003	0.147D-03	0.787D+02	-.105D+03	0.665D-11
37	7.992	0.0003	0.150D-03	0.561D+02	-.105D+03	-.664D-11
38	8.208	0.0004	0.152D-03	0.334D+02	-.105D+03	-.333D-11
39	8.424	0.0004	0.153D-03	0.108D+02	-.105D+03	0.997D-11
40	8.640	0.0004	0.153D-03	-.118D+02	-.326D+03	-.442D+03
41	8.856	0.0005	0.150D-03	-.130D+03	-.523D+03	0.480D+02
42	9.072	0.0005	0.141D-03	-.238D+03	-.451D+03	0.959D+02
43	9.288	0.0005	0.129D-03	-.325D+03	-.355D+03	0.959D+02

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	108	110



44	9.504	0.0006	0.114D-03	-.391D+03	-.259D+03	0.959D+02
45	9.720	0.0006	0.955D-04	-.437D+03	-.163D+03	0.959D+02
46	9.936	0.0006	0.758D-04	-.462D+03	-.674D+02	0.959D+02
47	10.152	0.0006	0.556D-04	-.466D+03	0.285D+02	0.959D+02
48	10.368	0.0006	0.356D-04	-.449D+03	0.124D+03	0.959D+02
49	10.584	0.0006	0.167D-04	-.412D+03	0.220D+03	0.959D+02
50	10.800	0.0006	0.740D-17	-.354D+03	-.332D-10	-.537D+03
51	11.016	0.0006	-.167D-04	-.412D+03	-.220D+03	0.959D+02
52	11.232	0.0006	-.356D-04	-.449D+03	-.124D+03	0.959D+02
53	11.448	0.0006	-.556D-04	-.466D+03	-.285D+02	0.959D+02
54	11.664	0.0006	-.758D-04	-.462D+03	0.674D+02	0.959D+02
55	11.880	0.0006	-.955D-04	-.437D+03	0.163D+03	0.959D+02
56	12.096	0.0006	-.114D-03	-.391D+03	0.259D+03	0.959D+02
57	12.312	0.0005	-.129D-03	-.325D+03	0.355D+03	0.959D+02
58	12.528	0.0005	-.141D-03	-.238D+03	0.451D+03	0.959D+02
59	12.744	0.0005	-.150D-03	-.130D+03	0.523D+03	0.479D+02
60	12.960	0.0004	-.153D-03	-.118D+02	0.326D+03	-.442D+03
61	13.176	0.0004	-.153D-03	0.108D+02	0.105D+03	0.000D+00
62	13.392	0.0004	-.152D-03	0.334D+02	0.105D+03	-.997D-11
63	13.608	0.0003	-.150D-03	0.561D+02	0.105D+03	0.133D-10
64	13.824	0.0003	-.147D-03	0.787D+02	0.105D+03	0.664D-11
65	14.040	0.0003	-.143D-03	0.101D+03	0.105D+03	-.498D-11
66	14.256	0.0003	-.138D-03	0.124D+03	0.105D+03	-.664D-11
67	14.472	0.0002	-.132D-03	0.147D+03	0.105D+03	0.664D-11
68	14.688	0.0002	-.125D-03	0.169D+03	0.105D+03	-.664D-11
69	14.904	0.0002	-.117D-03	0.192D+03	0.105D+03	0.997D-11
70	15.120	0.0001	-.108D-03	0.214D+03	0.318D+02	-.146D+03
71	15.336	0.0001	-.992D-04	0.206D+03	-.413D+02	0.166D-11
72	15.552	0.0001	-.904D-04	0.197D+03	-.413D+02	-.668D-11
73	15.768	0.0001	-.820D-04	0.188D+03	-.413D+02	0.872D-12
74	15.984	0.0001	-.740D-04	0.179D+03	-.413D+02	0.822D-12
75	16.200	0.0001	-.664D-04	0.170D+03	-.413D+02	-.127D-11
76	16.416	0.0000	-.591D-04	0.161D+03	-.413D+02	0.164D-13
77	16.632	0.0000	-.523D-04	0.152D+03	-.413D+02	-.229D-11
78	16.848	0.0000	-.458D-04	0.143D+03	-.413D+02	0.166D-11
79	17.064	0.0000	-.398D-04	0.134D+03	-.413D+02	-.411D-12
80	17.280	0.0000	-.341D-04	0.125D+03	-.419D+02	-.130D+01
81	17.496	-0.0000	-.288D-04	0.116D+03	-.426D+02	0.214D-12
82	17.712	-0.0000	-.239D-04	0.107D+03	-.426D+02	0.206D-12
83	17.928	-0.0000	-.195D-04	0.977D+02	-.426D+02	-.625D-12
84	18.144	-0.0000	-.154D-04	0.885D+02	-.426D+02	0.839D-12
85	18.360	-0.0000	-.117D-04	0.794D+02	-.426D+02	-.625D-12
86	18.576	-0.0000	-.846D-05	0.702D+02	-.426D+02	0.186D-11
87	18.792	-0.0000	-.559D-05	0.610D+02	-.426D+02	-.403D-12
88	19.008	-0.0000	-.313D-05	0.518D+02	-.426D+02	0.103D-11
89	19.224	-0.0000	-.107D-05	0.426D+02	-.426D+02	0.210D-12
90	19.440	-0.0000	0.590D-06	0.334D+02	-.290D+02	0.271D+02
91	19.656	-0.0000	0.198D-05	0.300D+02	-.155D+02	-.621D-12
92	19.872	-0.0000	0.322D-05	0.267D+02	-.155D+02	0.623D-12
93	20.088	-0.0000	0.431D-05	0.234D+02	-.155D+02	-.146D-11
94	20.304	-0.0000	0.526D-05	0.200D+02	-.155D+02	-.415D-12
95	20.520	-0.0000	0.606D-05	0.167D+02	-.155D+02	0.206D-14
96	20.736	-0.0000	0.672D-05	0.133D+02	-.155D+02	0.622D-12
97	20.952	-0.0000	0.723D-05	0.100D+02	-.155D+02	0.207D-12
98	21.168	-0.0000	0.759D-05	0.667D+01	-.155D+02	-.414D-12
99	21.384	-0.0000	0.781D-05	0.334D+01	-.155D+02	0.778D-12
%100	21.600	-0.0000	0.788D-05	-.112D-13	-.773D+01	0.155D+02

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	109	110



GARASSINO s.r.l.

%101 21.816 -0.0000 0.788D-05 0.000D+00 0.260D-13 -.519D-13

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG PAGE	PAG TOT TOT. PAGES
15/12/02	Relazione di dimensionamento	1258	22	1	110	110

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera
**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

**7. ALLEGATO 2 – OUTPUT PARATIE 6.0
INTERVENTO 1F LATO NORD**

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 1

```
*****  
**                                     **  
**      P    A    R    A    T    I    E      **  
**                                     **  
**      RELEASE 6.0      VERSIONE WIN      **  
**                                     **  
**      Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10      **  
**                                     **  
**                                     **  
**      20129 MILANO      **  
**                                     **  
*****
```

JOBNAME C:\Progetti\Pierpaolo\M0016PD\unoeffe

19 MARZO 2003 10:00:42

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 2

ELENCO DEI DATI DI INPUT(PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi
si faccia riferimento al manuale di
input PARAGEN, versione 6.0 .

N. comando

```
1: * Paratie for Windows version 6.0  
2: * Filename= <c:\progetti\pierpaolo\m0016pd\unoeffe.d> Date= 19/Mar/03  
   09:52:04  
3: * project with "run time" parameters  
4: * Force=kg Lenght=m  
5: *  
6: units m kg  
7: title Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F  
8: delta 0.25  
9: option param itemax 20  
10: option noprint echo  
11: option noprint displ  
12: option noprint react  
13: option noprint stresses  
14: wall LeftWall 20 -23 -0.5  
15: wall RightWall 0 -17.5 -1.5  
16: *  
17: soil UHLeft LeftWall -23 -0.5 1 0  
18: soil DHLeft LeftWall -23 -0.5 2 180  
19: soil DHRight RightWall -17.5 -1.5 2 0  
20: soil UHRight RightWall -17.5 -1.5 1 180  
21: *  
22: material STEEL 2.1E+010  
23: material AccArmonico 2.1E+010  
24: *  
25: beam contrast LeftWall -23 -0.5 STEEL 0.4449
```

```

26: beam conterminazione RightWall -17.5 -1.5 STEEL 0.3073
27: *
28: trus Barre -3 AccArmonico 0.001982
29: *
30: * Soil Profile
31: *
32:     ldata          1 0
33:         weight      1428 816 1000
34:         atrest       2.22507E-308 0 1
35:         resistance   0 25 0.406 2.464
36:         young        509858 1.01972E+006
37:     endlayer
38:     ldata          1bis -0.5

```

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 3

N. comando

```

39:         weight      1428 816 1000
40:         atrest       2.22507E-308 0 1
41:         resistance   0 25 0.406 2.464
42:         young        509858 1.01972E+006
43:     endlayer
44:     ldata          2 -3
45:         weight      1427.6 815.773 999.934
46:         atrest       2.22507E-308 0 1
47:         resistance   0 31 0.294 4.064
48:         young        917745 0
49:     endlayer
50:     ldata          3 -3.8
51:         weight      1529.57 917.745 999.934
52:         atrest       2.22507E-308 0 1
53:         resistance   0 30 0.333 3
54:         young        1.52957E+006 2.03943E+006
55:     endlayer
56:     ldata          3bis -4
57:         weight      1529.57 917.745 999.934
58:         atrest       2.22507E-308 0 1
59:         resistance   0 30 0.333 3
60:         young        1.52957E+006 2.03943E+006
61:     endlayer
62:     ldata          4 -4.8
63:         weight      1529.57 917.745 999.934
64:         atrest       2.22507E-308 0 1
65:         resistance   0 27 0.376 2.663
66:         young        560844 1.01972E+006
67:     endlayer
68:     ldata          5 -14.8
69:         weight      1427.6 815.773 999.934
70:         atrest       2.22507E-308 0 1
71:         resistance   0 36 0.237 5.479
72:         young        2.34535E+006 5.09858E+006
73:     endlayer
74: *
75: step 1 :   infissione palancole
76:     setwall LeftWall
77:         geom -0.5 -0.5
78:         add contrast
79:     setwall RightWall

```

80: geom -1.5 -1.5
81: add conterminazione
82: endstep
83: *
84: step 2 : scavo alla -2

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 4

N. comando

85: setwall LeftWall
86: geom -4 -4
87: water -4 -2 -23 noremove update
88: setwall RightWall
89: geom -4 -4
90: water -4 0 -16.5 noremove update
91: endstep
92: *
93: step 3 : rinterro alla quota -1
94: change 2 U-FRICT=42
95: change 2 U-KA=0.181
96: change 2 U-KP=8.214
97: change 2 U-STIFAC=1.35
98: change 3 U-FRICT=42
99: change 3 U-KA=0.181
100: change 3 U-KP=8.214
101: change 3 U-STIFAC=1.4
102: change 1bis U-FRICT=42
103: change 1bis U-KA=0.181
104: change 1bis U-KP=8.214
105: change 1bis U-STIFAC=1.68
106: setwall LeftWall
107: geom -3 -4
108: water -4 -2
109: setwall RightWall
110: geom -3 -3
111: water -4 0
112: endstep
113: *
114: step 4 : infissione barre
115: add Barre
116: change 1bis U-FRICT=42
117: change 1bis U-KA=0.181
118: change 1bis U-KP=8.214
119: change 1bis U-STIFAC=1.68
120: change 2 U-FRICT=42
121: change 2 U-KA=0.181
122: change 2 U-KP=8.214
123: change 2 U-STIFAC=1.35
124: change 3 U-FRICT=42
125: change 3 U-KA=0.181
126: change 3 U-KP=8.214
127: change 3 U-STIFAC=1.4
128: setwall LeftWall
129: setwall RightWall
130: endstep

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 5

N. comando

```
131: *
132: step 5 :   rinterro completo
133:        setwall LeftWall
134:           geom -0.5 -4
135:           water -2 0
136:        setwall RightWall
137:           geom -1.5 -1.5
138:           water -2 0
139: endstep
140: *
141: step 6 :   Scavo alla -12 m s.m.m.
142:        change 2 U-FRICT=42
143:        change 2 U-KA=0.181
144:        change 2 U-KP=8.214
145:        change 2 U-STIFAC=1.35
146:        change 3 U-FRICT=42
147:        change 3 U-KA=0.181
148:        change 3 U-KP=8.214
149:        change 3 U-STIFAC=1.4
150:        change 1bis U-FRICT=42
151:        change 1bis U-KA=0.181
152:        change 1bis U-KP=8.214
153:        change 1bis U-STIFAC=1.68
154:        setwall LeftWall
155:           geom -0.5 -14
156:           water -2 0 -23 noremove update
157:        setwall RightWall
158:           water -2 0 -18 noremove update
159: endstep
160: *
161: step 7 :   sovraccarico
162:        change 2 U-FRICT=42
163:        change 2 U-KA=0.181
164:        change 2 U-KP=8.214
165:        change 2 U-STIFAC=1.35
166:        change 3 U-FRICT=42
167:        change 3 U-KA=0.181
168:        change 3 U-KP=8.214
169:        change 3 U-STIFAC=1.4
170:        change 1bis U-FRICT=42
171:        change 1bis U-KA=0.181
172:        change 1bis U-KP=8.214
173:        change 1bis U-STIFAC=1.68
174:        setwall LeftWall
175:           surcharge 5000 0 0 0
176:        setwall RightWall
```

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 6

N. comando

177: surcharge 5000 0 0 0
178: endstep
179: *
180: *

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 7

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= 0.0000	m	
quota inferiore	= -0.50000	m	
peso fuori falda	= 1428.0	kg/m ³	
peso efficace in falda	= 816.00	kg/m ³	
peso dell'acqua	= 1000.0	kg/m ³	
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 0.50986E+06	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.10197E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A VALLE)

LAYER 1bis

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -0.50000	m	
quota inferiore	= -3.0000	m	
peso fuori falda	= 1428.0	kg/m ³	
peso efficace in falda	= 816.00	kg/m ³	
peso dell'acqua	= 1000.0	kg/m ³	
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 0.50986E+06	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.10197E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A VALLE)

LAYER 2

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -3.0000	m	
quota inferiore	= -3.8000	m	

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 8

19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

peso fuori falda	=	1427.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	=	815.77	kg/m ³	
peso dell'acqua	=	999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	=	31.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.29400		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	4.0640		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidità	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.91774E+06	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	=	31.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.29400		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	4.0640		(A VALLE)

LAYER 3

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-3.8000	m	
quota inferiore	=	-4.0000	m	
peso fuori falda	=	1529.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	=	917.74	kg/m ³	
peso dell'acqua	=	999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	=	30.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.33300		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.0000		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidità	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.15296E+07	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	=	0.20394E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	=	30.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.33300		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.0000		(A VALLE)

LAYER 3bis

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-4.0000	m	
quota inferiore	=	-4.8000	m	
peso fuori falda	=	1529.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	=	917.74	kg/m ³	
peso dell'acqua	=	999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	=	30.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.33300		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.0000		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidità	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.15296E+07	kg/m ²	

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 9

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

modulo el. scarico/ricarico	=	0.20394E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	=	30.000	DEG	(A VALLE)

coeff. spinta attiva ka	= 0.33300	(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.0000	(A VALLE)

LAYER 4

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -4.8000	m	
quota inferiore	= -14.800	m	
peso fuori falda	= 1529.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	= 917.74	kg/m ³	
peso dell'acqua	= 999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	= 27.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.37600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.6630		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 0.56084E+06	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.10197E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 27.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.37600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.6630		(A VALLE)

LAYER 5

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -14.800	m	
quota inferiore	= -0.10000E+31	m	
peso fuori falda	= 1427.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	= 815.77	kg/m ³	
peso dell'acqua	= 999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	= 36.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.23700		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.4790		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 0.23454E+07	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.50986E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 36.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.23700		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.4790		(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

LAYER 1bis

angolo di attrito	= 42.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.18100		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 8.2140		(A MONTE)

moltiplicatore rigidezze = 1.6800 (A MONTE)

LAYER 2

angolo di attrito = 42.000 DEG (A MONTE)
coeff. spinta attiva ka = 0.18100 (A MONTE)
coeff. spinta passiva kp = 8.2140 (A MONTE)
moltiplicatore rigidezze = 1.3500 (A MONTE)

LAYER 3

angolo di attrito = 42.000 DEG (A MONTE)
coeff. spinta attiva ka = 0.18100 (A MONTE)
coeff. spinta passiva kp = 8.2140 (A MONTE)
moltiplicatore rigidezze = 1.4000 (A MONTE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 4

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 5

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 6

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 7

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall

coordinata y = 20.000 m
quota piano campagna = -0.50000 m
quota del fondo scavo = -0.50000 m
quota della falda = -0.99900E+30 m
sovraccarico a monte = 0.0000 kg/m²

quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-23.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	-1.5000	m
quota del fondo scavo	=	-1.5000	m
quota della falda	=	-0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-17.500	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall

coordinata y	=	20.000	m
quota piano campagna	=	-4.0000	m
quota del fondo scavo	=	-4.0000	m
quota della falda	=	-4.0000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	-2.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 13

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-23.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	-4.0000	m
quota del fondo scavo	=	-4.0000	m
quota della falda	=	-4.0000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-16.500	m

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	-3.0000	m
quota del fondo scavo	=	-3.0000	m
quota della falda	=	-4.0000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-17.500	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

WALL LeftWall

coordinata y	=	20.000	m
--------------	---	--------	---

PARATIE 6.0

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 15

19 MARZO 2003 10:00:42

Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

quota piano campagna	=	-0.50000	m
quota del fondo scavo	=	-4.0000	m
quota della falda	=	-2.0000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-23.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	-1.5000	m
quota del fondo scavo	=	-1.5000	m
quota della falda	=	-2.0000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-17.500	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

WALL LeftWall

coordinata y	=	20.000	m
quota piano campagna	=	-0.50000	m

quota del fondo scavo	= -14.000	m
quota della falda	= -2.0000	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -23.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 16

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= -1.5000	m
quota del fondo scavo	= -1.5000	m
quota della falda	= -2.0000	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -18.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 7

WALL LeftWall

coordinata y	= 20.000	m
quota piano campagna	= -0.50000	m
quota del fondo scavo	= -14.000	m
quota della falda	= -2.0000	m
sovraccarico a monte	= 5000.0	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -23.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= -1.5000	m
quota del fondo scavo	= -1.5000	m
quota della falda	= -2.0000	m
sovraccarico a monte	= 5000.0	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kg/m ²

quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m
 quota di taglio = 0.0000 m
 quota di equil. pressioni dell'acqua = -18.000 m
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

RIASSUNTO ELEMENTI
 =====

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	-0.5000	-23.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	-0.5000	-23.00	DOWNHILL	180.0
DHRight	RightWall	-1.500	-17.50	DOWNHILL	0.
UHRight	RightWall	-1.500	-17.50	UPHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
contrast	LeftWall	-0.5000	-23.00	_	0.4449
conterminazione	RightWall	-1.500	-17.50	_	0.3073

RIASSUNTO ELEMENTI TRUS			
Name	Zeta	Mat.	Area
	m		m^2/m
Barre	-3.000	_	0.1982E-02

19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

RIASSUNTO DATI VARI
 =====

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kg/m ²
STEE	2.1E+010
AccA	2.1E+010

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 19

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	7	SI
3	4	SI
4	2	SI
5	6	SI
6	6	SI
7	5	SI

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 20

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI
 TUTTI I PASSI
 * PARETE LeftWall*
 * I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *
 * NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m
 E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE LeftWall
1	-0.50000	-0.43635E-01	2
2	-0.75000	-0.42955E-01	2
3	-1.0000	-0.42274E-01	2
4	-1.2500	-0.41594E-01	2
5	-1.5000	-0.40914E-01	2
6	-1.7500	-0.40234E-01	2
7	-2.0000	-0.39554E-01	2
8	-2.2500	-0.38874E-01	2

9	-2.5000	-0.38194E-01	2
10	-2.7500	-0.37514E-01	2
11	-3.0000	0.38167E-01	7
12	-3.2500	0.39087E-01	7
13	-3.5000	0.40005E-01	7
14	-3.7500	0.40918E-01	7
15	-4.0000	0.41823E-01	7
16	-4.2500	0.42718E-01	7
17	-4.5000	0.43599E-01	7
18	-4.7500	0.44463E-01	7
19	-5.0000	0.45308E-01	7
20	-5.2500	0.46132E-01	7
21	-5.5000	0.46930E-01	7
22	-5.7500	0.47702E-01	7
23	-6.0000	0.48444E-01	7
24	-6.2500	0.49155E-01	7
25	-6.5000	0.49832E-01	7
26	-6.7500	0.50473E-01	7
27	-7.0000	0.51076E-01	7
28	-7.2500	0.51639E-01	7
29	-7.5000	0.52160E-01	7
30	-7.7500	0.52638E-01	7
31	-8.0000	0.53072E-01	7
32	-8.2500	0.53459E-01	7
33	-8.5000	0.53799E-01	7
34	-8.7500	0.54090E-01	7
35	-9.0000	0.54331E-01	7
36	-9.2500	0.54522E-01	7
37	-9.5000	0.54661E-01	7
38	-9.7500	0.54748E-01	7

PARATIE 6.0
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 21

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE LeftWall
39	-10.000	0.54782E-01	7
40	-10.250	0.54763E-01	7
41	-10.500	0.54691E-01	7
42	-10.750	0.54565E-01	7
43	-11.000	0.54386E-01	7
44	-11.250	0.54153E-01	7
45	-11.500	0.53868E-01	7
46	-11.750	0.53529E-01	7
47	-12.000	0.53139E-01	7
48	-12.250	0.52697E-01	7
49	-12.500	0.52205E-01	7
50	-12.750	0.51664E-01	7
51	-13.000	0.51074E-01	7
52	-13.250	0.50438E-01	7
53	-13.500	0.49756E-01	7
54	-13.750	0.49031E-01	7
55	-14.000	0.48264E-01	7
56	-14.250	0.47458E-01	7
57	-14.500	0.46614E-01	7
58	-14.750	0.45735E-01	7
59	-15.000	0.44823E-01	7
60	-15.250	0.43882E-01	7
61	-15.500	0.42913E-01	7
62	-15.750	0.41919E-01	7

63	-16.000	0.40903E-01	7
64	-16.250	0.39867E-01	7
65	-16.500	0.38814E-01	7
66	-16.750	0.37745E-01	7
67	-17.000	0.36664E-01	7
68	-17.250	0.35570E-01	7
69	-17.500	0.34467E-01	7
70	-17.750	0.33355E-01	7
71	-18.000	0.32236E-01	7
72	-18.250	0.31111E-01	7
73	-18.500	0.29981E-01	7
74	-18.750	0.28847E-01	7
75	-19.000	0.27710E-01	7
76	-19.250	0.26571E-01	7
77	-19.500	0.25429E-01	7
78	-19.750	0.24287E-01	7
79	-20.000	0.23143E-01	7
80	-20.250	0.21998E-01	7
81	-20.500	0.20853E-01	7
82	-20.750	0.19708E-01	7
83	-21.000	0.18563E-01	7
84	-21.250	0.17418E-01	7

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 22

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE LeftWall
85	-21.500	0.16273E-01	7
86	-21.750	0.15128E-01	7
87	-22.000	0.13983E-01	7
88	-22.250	0.12838E-01	7
89	-22.500	0.11693E-01	7
90	-22.750	0.10548E-01	7
91	-23.000	0.94033E-02	7

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 23

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI
 TUTTI I PASSI
 * PARETE RightWall*
 * I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *
 * NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m
 E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
92	-1.5000	0.74302E-01	7
93	-1.7500	0.71735E-01	7
94	-2.0000	0.69169E-01	7
95	-2.2500	0.66601E-01	7
96	-2.5000	0.64030E-01	7
97	-2.7500	0.61453E-01	7
98	-3.0000	0.58868E-01	7
99	-3.2500	0.56271E-01	7

100	-3.5000	0.53667E-01	7
101	-3.7500	0.51063E-01	7
102	-4.0000	0.48464E-01	7
103	-4.2500	0.45875E-01	7
104	-4.5000	0.43303E-01	7
105	-4.7500	0.40751E-01	7
106	-5.0000	0.38223E-01	7
107	-5.2500	0.35722E-01	7
108	-5.5000	0.33250E-01	7
109	-5.7500	0.30809E-01	7
110	-6.0000	0.28401E-01	7
111	-6.2500	0.26029E-01	7
112	-6.5000	0.23694E-01	7
113	-6.7500	0.21396E-01	7
114	-7.0000	0.19139E-01	7
115	-7.2500	0.16922E-01	7
116	-7.5000	0.15252E-01	6
117	-7.7500	0.14270E-01	6
118	-8.0000	0.13313E-01	6
119	-8.2500	0.12379E-01	6
120	-8.5000	0.11468E-01	6
121	-8.7500	0.10580E-01	6
122	-9.0000	0.97156E-02	6
123	-9.2500	0.88730E-02	6
124	-9.5000	0.80523E-02	6
125	-9.7500	0.72528E-02	6
126	-10.000	0.64739E-02	6
127	-10.250	-0.62972E-02	7
128	-10.500	-0.79473E-02	7
129	-10.750	-0.95554E-02	7

PARATIE 6.0
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 24

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
130	-11.000	-0.11122E-01	7
131	-11.250	-0.12649E-01	7
132	-11.500	-0.14137E-01	7
133	-11.750	-0.15586E-01	7
134	-12.000	-0.16999E-01	7
135	-12.250	-0.18376E-01	7
136	-12.500	-0.19720E-01	7
137	-12.750	-0.21031E-01	7
138	-13.000	-0.22311E-01	7
139	-13.250	-0.23562E-01	7
140	-13.500	-0.24786E-01	7
141	-13.750	-0.25985E-01	7
142	-14.000	-0.27161E-01	7
143	-14.250	-0.28315E-01	7
144	-14.500	-0.29450E-01	7
145	-14.750	-0.30569E-01	7
146	-15.000	-0.31672E-01	7
147	-15.250	-0.32764E-01	7
148	-15.500	-0.33846E-01	7
149	-15.750	-0.34919E-01	7
150	-16.000	-0.35987E-01	7
151	-16.250	-0.37049E-01	7
152	-16.500	-0.38109E-01	7
153	-16.750	-0.39166E-01	7

154	-17.000	-0.40222E-01	7
155	-17.250	-0.41278E-01	7
156	-17.500	-0.42333E-01	7

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 25
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE
(PER UNITA' DI PROFONDITA')

* PARETE LeftWall GRUPPO contrast*

STEP 1 - 7

* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kg*m/m]

MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kg*m/m]

TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno)[kg/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	-0.5000	0.1332E-06	0.4983E-07	113.1
	B	-0.7500	28.28	0.9313E-07	113.1
2	A	-0.7500	28.28	0.1481E-06	355.5
	B	-1.000	117.2	0.1956E-07	355.5
3	A	-1.000	117.2	0.1267E-06	614.1
	B	-1.250	270.7	0.	614.1
4	A	-1.250	270.7	0.	888.8
	B	-1.500	492.9	0.1462E-06	888.8
5	A	-1.500	492.9	0.4657E-09	1180.
	B	-1.750	787.8	0.	1180.
6	A	-1.750	787.8	0.9639E-07	1487.
	B	-2.000	1159.	0.	1487.
7	A	-2.000	1159.	0.7823E-07	1810.
	B	-2.250	1612.	0.2235E-06	1810.
8	A	-2.250	1612.	0.7451E-07	2142.
	B	-2.500	2148.	15.62	2142.
9	A	-2.500	2148.	15.62	2484.
	B	-2.750	2768.	62.50	2484.
10	A	-2.750	2768.	62.50	2835.
	B	-3.000	3477.	156.2	2835.
11	A	-3.000	3477.	156.2	0.3058E+05
	B	-3.250	0.	4168.	0.3058E+05
12	A	-3.250	0.	4168.	0.3021E+05
	B	-3.500	0.	0.1172E+05	0.3021E+05
13	A	-3.500	0.	0.1172E+05	0.2983E+05
	B	-3.750	0.	0.1918E+05	0.2983E+05
14	A	-3.750	0.	0.1918E+05	0.2945E+05
	B	-4.000	0.	0.2654E+05	0.2945E+05
15	A	-4.000	0.	0.2654E+05	0.2871E+05
	B	-4.250	0.	0.3372E+05	0.2871E+05
16	A	-4.250	0.	0.3372E+05	0.2796E+05
	B	-4.500	0.	0.4071E+05	0.2796E+05
17	A	-4.500	0.	0.4071E+05	0.2719E+05
	B	-4.750	0.	0.4751E+05	0.2719E+05

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 26
19 MARZO 2003 10:00:42

Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-4.750	0.	0.4751E+05	0.2640E+05
	B	-5.000	0.	0.5411E+05	0.2640E+05
19	A	-5.000	0.	0.5411E+05	0.2549E+05
	B	-5.250	0.	0.6048E+05	0.2549E+05
20	A	-5.250	0.	0.6048E+05	0.2455E+05
	B	-5.500	0.	0.6662E+05	0.2455E+05
21	A	-5.500	0.	0.6662E+05	0.2360E+05
	B	-5.750	0.	0.7252E+05	0.2360E+05
22	A	-5.750	0.	0.7252E+05	0.2262E+05
	B	-6.000	0.	0.7817E+05	0.2262E+05
23	A	-6.000	0.	0.7817E+05	0.2162E+05
	B	-6.250	0.	0.8358E+05	0.2162E+05
24	A	-6.250	0.	0.8358E+05	0.2060E+05
	B	-6.500	0.	0.8873E+05	0.2060E+05
25	A	-6.500	0.	0.8873E+05	0.1956E+05
	B	-6.750	0.	0.9362E+05	0.1956E+05
26	A	-6.750	0.	0.9362E+05	0.1850E+05
	B	-7.000	0.	0.9824E+05	0.1850E+05
27	A	-7.000	0.	0.9824E+05	0.1741E+05
	B	-7.250	0.	0.1026E+06	0.1741E+05
28	A	-7.250	0.	0.1026E+06	0.1630E+05
	B	-7.500	0.	0.1067E+06	0.1630E+05
29	A	-7.500	0.	0.1067E+06	0.1517E+05
	B	-7.750	0.	0.1105E+06	0.1517E+05
30	A	-7.750	0.	0.1105E+06	0.1402E+05
	B	-8.000	0.	0.1140E+06	0.1402E+05
31	A	-8.000	0.	0.1140E+06	0.1285E+05
	B	-8.250	0.	0.1172E+06	0.1285E+05
32	A	-8.250	0.	0.1172E+06	0.1166E+05
	B	-8.500	0.	0.1201E+06	0.1166E+05
33	A	-8.500	0.	0.1201E+06	0.1044E+05
	B	-8.750	0.	0.1227E+06	0.1044E+05
34	A	-8.750	0.	0.1227E+06	9208.
	B	-9.000	0.	0.1250E+06	9208.
35	A	-9.000	0.	0.1250E+06	7950.
	B	-9.250	0.	0.1270E+06	7950.
36	A	-9.250	0.	0.1270E+06	6670.
	B	-9.500	0.	0.1287E+06	6670.
37	A	-9.500	0.	0.1287E+06	5369.
	B	-9.750	0.	0.1300E+06	5369.
38	A	-9.750	0.	0.1300E+06	4046.
	B	-10.00	0.	0.1310E+06	4046.
39	A	-10.00	0.	0.1310E+06	2702.
	B	-10.25	0.	0.1317E+06	2702.
40	A	-10.25	0.	0.1317E+06	1336.
	B	-10.50	0.	0.1320E+06	1336.

PARATIE 6.0
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 27

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-10.50	0.	0.1320E+06	257.5
	B	-10.75	0.	0.1320E+06	257.5
42	A	-10.75	0.	0.1320E+06	1460.
	B	-11.00	0.	0.1317E+06	1460.

43	A	-11.00	0.	0.1317E+06	2891.
	B	-11.25	0.	0.1309E+06	2891.
44	A	-11.25	0.	0.1309E+06	4343.
	B	-11.50	0.	0.1298E+06	4343.
45	A	-11.50	0.	0.1298E+06	5817.
	B	-11.75	0.	0.1284E+06	5817.
46	A	-11.75	0.	0.1284E+06	7312.
	B	-12.00	0.	0.1266E+06	7312.
47	A	-12.00	0.	0.1266E+06	8829.
	B	-12.25	0.	0.1244E+06	8829.
48	A	-12.25	0.	0.1244E+06	0.1037E+05
	B	-12.50	0.	0.1218E+06	0.1037E+05
49	A	-12.50	0.	0.1218E+06	0.1193E+05
	B	-12.75	0.	0.1188E+06	0.1193E+05
50	A	-12.75	0.	0.1188E+06	0.1351E+05
	B	-13.00	0.	0.1154E+06	0.1351E+05
51	A	-13.00	0.	0.1154E+06	0.1511E+05
	B	-13.25	0.	0.1116E+06	0.1511E+05
52	A	-13.25	0.	0.1116E+06	0.1674E+05
	B	-13.50	0.	0.1074E+06	0.1674E+05
53	A	-13.50	0.	0.1074E+06	0.1838E+05
	B	-13.75	0.	0.1028E+06	0.1838E+05
54	A	-13.75	0.	0.1028E+06	0.2005E+05
	B	-14.00	0.	0.9783E+05	0.2005E+05
55	A	-14.00	0.	0.9783E+05	0.2174E+05
	B	-14.25	0.	0.9240E+05	0.2174E+05
56	A	-14.25	0.	0.9240E+05	0.2330E+05
	B	-14.50	0.	0.8657E+05	0.2330E+05
57	A	-14.50	0.	0.8657E+05	0.2472E+05
	B	-14.75	0.	0.8039E+05	0.2472E+05
58	A	-14.75	0.	0.8039E+05	0.2602E+05
	B	-15.00	0.	0.7389E+05	0.2602E+05
59	A	-15.00	0.	0.7389E+05	0.2591E+05
	B	-15.25	0.	0.6741E+05	0.2591E+05
60	A	-15.25	0.	0.6741E+05	0.2553E+05
	B	-15.50	0.	0.6103E+05	0.2553E+05
61	A	-15.50	0.	0.6103E+05	0.2488E+05
	B	-15.75	0.	0.5481E+05	0.2488E+05
62	A	-15.75	0.	0.5481E+05	0.2397E+05
	B	-16.00	0.	0.4881E+05	0.2397E+05
63	A	-16.00	0.	0.4881E+05	0.2279E+05
	B	-16.25	0.	0.4312E+05	0.2279E+05

PARATIE 6.0
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 28

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
64	A	-16.25	0.	0.4312E+05	0.2134E+05
	B	-16.50	0.	0.3778E+05	0.2134E+05
65	A	-16.50	0.	0.3778E+05	0.1963E+05
	B	-16.75	0.	0.3287E+05	0.1963E+05
66	A	-16.75	0.	0.3287E+05	0.1785E+05
	B	-17.00	0.	0.2841E+05	0.1785E+05
67	A	-17.00	0.	0.2841E+05	0.1616E+05
	B	-17.25	0.	0.2437E+05	0.1616E+05
68	A	-17.25	0.	0.2437E+05	0.1455E+05
	B	-17.50	0.	0.2073E+05	0.1455E+05
69	A	-17.50	0.	0.2073E+05	0.1303E+05
	B	-17.75	0.	0.1747E+05	0.1303E+05

70	A	-17.75	0.	0.1747E+05	0.1160E+05
	B	-18.00	0.	0.1457E+05	0.1160E+05
71	A	-18.00	0.	0.1457E+05	0.1026E+05
	B	-18.25	0.	0.1201E+05	0.1026E+05
72	A	-18.25	0.	0.1201E+05	8998.
	B	-18.50	0.	9760.	8998.
73	A	-18.50	0.	9760.	7826.
	B	-18.75	0.	7803.	7826.
74	A	-18.75	0.	7803.	6741.
	B	-19.00	0.	6118.	6741.
75	A	-19.00	0.	6118.	5743.
	B	-19.25	0.	4682.	5743.
76	A	-19.25	0.	4682.	4826.
	B	-19.50	0.	3476.	4826.
77	A	-19.50	0.	3476.	3989.
	B	-19.75	151.5	2783.	3989.
78	A	-19.75	151.5	2783.	3231.
	B	-20.00	492.7	2396.	3231.
79	A	-20.00	492.7	2396.	2551.
	B	-20.25	735.3	2034.	2551.
80	A	-20.25	735.3	2034.	1945.
	B	-20.50	889.4	1699.	1945.
81	A	-20.50	889.4	1699.	1412.
	B	-20.75	965.5	1393.	1412.
82	A	-20.75	965.5	1393.	1122.
	B	-21.00	973.7	1121.	1122.
83	A	-21.00	973.7	1121.	1006.
	B	-21.25	924.4	873.3	1006.
84	A	-21.25	924.4	873.3	885.2
	B	-21.50	828.0	652.8	885.2
85	A	-21.50	828.0	652.8	766.3
	B	-21.75	695.0	461.3	766.3
86	A	-21.75	695.0	461.3	643.7
	B	-22.00	537.5	300.3	643.7

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 29

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
87	A	-22.00	537.5	300.3	685.7
	B	-22.25	366.1	171.9	685.7
88	A	-22.25	366.1	171.9	668.2
	B	-22.50	199.0	77.84	668.2
89	A	-22.50	199.0	77.84	547.7
	B	-22.75	62.10	19.92	547.7
90	A	-22.75	62.10	19.92	248.4
	B	-23.00	0.2608E-07	0.1676E-07	248.4

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

PAG. 30

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE
(PER UNITA' DI PROFONDITA')

* PARETE RightWall GRUPPO conterminazione*

STEP 1 - 7
 * I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kg*m/m]

MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kg*m/m]

TAGLIO = forza tagliente (valore assoluto, priva di segno)[kg/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	-1.500	0.2515E-07	0.2019E-09	798.1
	B	-1.750	0.4191E-08	199.5	798.1
2	A	-1.750	0.1676E-07	199.5	2806.
	B	-2.000	0.1237E-09	901.0	2806.
3	A	-2.000	0.5457E-11	901.0	5452.
	B	-2.250	0.2219E-09	2264.	5452.
4	A	-2.250	0.1401E-09	2264.	8353.
	B	-2.500	0.6912E-10	4352.	8353.
5	A	-2.500	0.	4352.	0.1112E+05
	B	-2.750	0.1019E-09	7131.	0.1112E+05
6	A	-2.750	0.3456E-10	7131.	0.1375E+05
	B	-3.000	0.	0.1057E+05	0.1375E+05
7	A	-3.000	0.	0.1057E+05	0.1985E+05
	B	-3.250	0.	5606.	0.1985E+05
8	A	-3.250	0.	5606.	0.1967E+05
	B	-3.500	954.5	688.3	0.1967E+05
9	A	-3.500	954.5	688.3	0.1950E+05
	B	-3.750	4186.	0.	0.1950E+05
10	A	-3.750	4186.	0.	0.1933E+05
	B	-4.000	9020.	0.	0.1933E+05
11	A	-4.000	9020.	0.	0.1669E+05
	B	-4.250	0.1319E+05	0.	0.1669E+05
12	A	-4.250	0.1319E+05	0.	0.1397E+05
	B	-4.500	0.1669E+05	0.	0.1397E+05
13	A	-4.500	0.1669E+05	0.	0.1130E+05
	B	-4.750	0.1951E+05	0.	0.1130E+05
14	A	-4.750	0.1951E+05	0.	8784.
	B	-5.000	0.2171E+05	0.	8784.
15	A	-5.000	0.2171E+05	0.	7973.
	B	-5.250	0.2370E+05	0.	7973.
16	A	-5.250	0.2370E+05	0.	7219.
	B	-5.500	0.2550E+05	0.	7219.
17	A	-5.500	0.2550E+05	0.	6520.
	B	-5.750	0.2713E+05	0.	6520.

PARATIE 6.0
 19 MARZO 2003 10:00:42
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 31

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-5.750	0.2713E+05	0.	5876.
	B	-6.000	0.2860E+05	0.	5876.
19	A	-6.000	0.2860E+05	0.	5277.
	B	-6.250	0.2992E+05	0.	5277.
20	A	-6.250	0.2992E+05	0.	4707.
	B	-6.500	0.3110E+05	0.	4707.
21	A	-6.500	0.3110E+05	0.	4167.
	B	-6.750	0.3214E+05	0.	4167.
22	A	-6.750	0.3214E+05	0.	3655.
	B	-7.000	0.3305E+05	0.	3655.
23	A	-7.000	0.3305E+05	0.	3171.

	B	-7.250	0.3385E+05	0.	3171.
24	A	-7.250	0.3385E+05	0.	2705.
	B	-7.500	0.3452E+05	0.	2705.
25	A	-7.500	0.3452E+05	0.	2240.
	B	-7.750	0.3508E+05	0.	2240.
26	A	-7.750	0.3508E+05	0.	1780.
	B	-8.000	0.3553E+05	0.	1780.
27	A	-8.000	0.3553E+05	0.	1329.
	B	-8.250	0.3586E+05	0.	1329.
28	A	-8.250	0.3586E+05	0.	928.7
	B	-8.500	0.3608E+05	0.	928.7
29	A	-8.500	0.3608E+05	0.	1173.
	B	-8.750	0.3620E+05	0.	1173.
30	A	-8.750	0.3620E+05	0.	1399.
	B	-9.000	0.3620E+05	0.	1399.
31	A	-9.000	0.3620E+05	0.	1606.
	B	-9.250	0.3611E+05	0.	1606.
32	A	-9.250	0.3611E+05	0.	1795.
	B	-9.500	0.3591E+05	0.	1795.
33	A	-9.500	0.3591E+05	0.	1966.
	B	-9.750	0.3561E+05	0.	1966.
34	A	-9.750	0.3561E+05	0.	2120.
	B	-10.00	0.3522E+05	0.	2120.
35	A	-10.00	0.3522E+05	0.	2258.
	B	-10.25	0.3473E+05	0.	2258.
36	A	-10.25	0.3473E+05	0.	2380.
	B	-10.50	0.3414E+05	0.	2380.
37	A	-10.50	0.3414E+05	0.	2705.
	B	-10.75	0.3347E+05	0.	2705.
38	A	-10.75	0.3347E+05	0.	3064.
	B	-11.00	0.3270E+05	0.	3064.
39	A	-11.00	0.3270E+05	0.	3414.
	B	-11.25	0.3185E+05	0.	3414.
40	A	-11.25	0.3185E+05	0.	3756.
	B	-11.50	0.3091E+05	0.	3756.

PARATIE 6.0
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 32

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-11.50	0.3091E+05	0.	4090.
	B	-11.75	0.2988E+05	0.	4090.
42	A	-11.75	0.2988E+05	0.	4416.
	B	-12.00	0.2878E+05	0.	4416.
43	A	-12.00	0.2878E+05	0.	4734.
	B	-12.25	0.2760E+05	0.	4734.
44	A	-12.25	0.2760E+05	0.	5045.
	B	-12.50	0.2634E+05	0.	5045.
45	A	-12.50	0.2634E+05	0.	5348.
	B	-12.75	0.2500E+05	0.	5348.
46	A	-12.75	0.2500E+05	0.	5643.
	B	-13.00	0.2359E+05	0.	5643.
47	A	-13.00	0.2359E+05	0.	5932.
	B	-13.25	0.2211E+05	0.	5932.
48	A	-13.25	0.2211E+05	0.	6212.
	B	-13.50	0.2055E+05	0.	6212.
49	A	-13.50	0.2055E+05	0.	6483.
	B	-13.75	0.1893E+05	0.	6483.
50	A	-13.75	0.1893E+05	0.	6744.

	B	-14.00	0.1725E+05	0.	6744.
51	A	-14.00	0.1725E+05	0.	6996.
	B	-14.25	0.1550E+05	0.	6996.
52	A	-14.25	0.1550E+05	0.	7239.
	B	-14.50	0.1369E+05	0.	7239.
53	A	-14.50	0.1369E+05	0.	7472.
	B	-14.75	0.1182E+05	0.	7472.
54	A	-14.75	0.1182E+05	0.	7697.
	B	-15.00	9895.	0.	7697.
55	A	-15.00	9895.	0.	7109.
	B	-15.25	8118.	0.	7109.
56	A	-15.25	8118.	0.	6489.
	B	-15.50	6495.	0.	6489.
57	A	-15.50	6495.	0.	5840.
	B	-15.75	5035.	0.	5840.
58	A	-15.75	5035.	0.	5159.
	B	-16.00	3746.	0.	5159.
59	A	-16.00	3746.	0.	4449.
	B	-16.25	2633.	0.	4449.
60	A	-16.25	2633.	0.	3708.
	B	-16.50	1706.	0.	3708.
61	A	-16.50	1706.	0.	2937.
	B	-16.75	972.0	0.	2937.
62	A	-16.75	972.0	0.	2137.
	B	-17.00	437.8	0.	2137.
63	A	-17.00	437.8	0.	1306.
	B	-17.25	111.3	0.	1306.

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 33
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

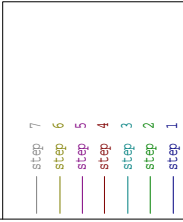
BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
64	A	-17.25	111.3	0.	445.3
	B	-17.50	0.1746E-09	0.3027E-07	445.3

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 34
19 MARZO 2003 10:00:42
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F

FORZE NEI PUNTONI (PER UNITA' DI PROFONDITA')

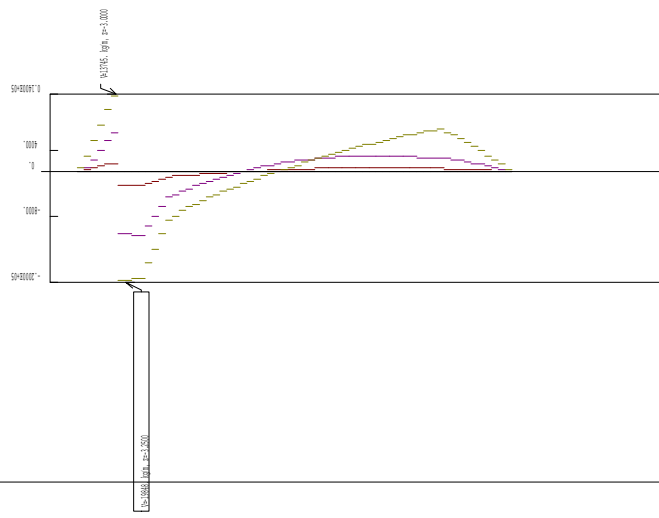
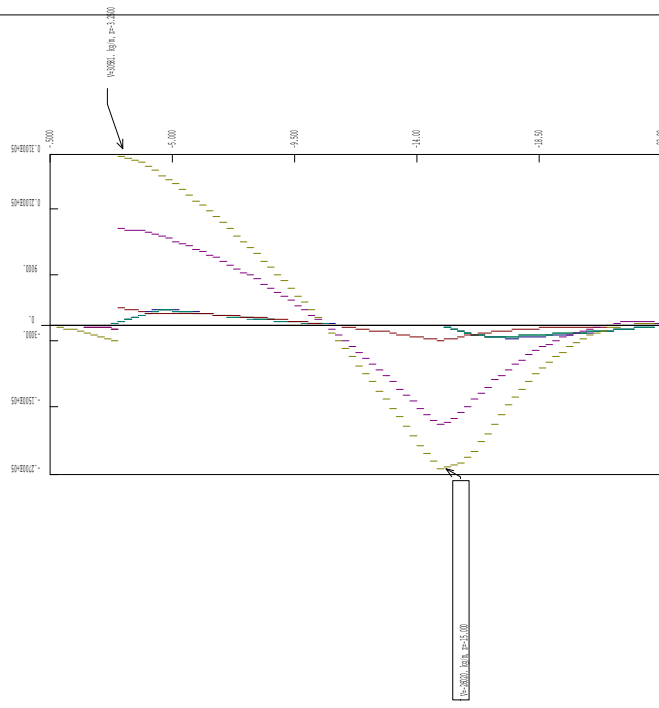
PUNTONE	Barre	1 QUOTA	-3.0000	
		FASE 1	inattivo	
		FASE 2	inattivo	
		FASE 3	inattivo	
		FASE 4 FORZA	-0.23174E-01	kg/m
		FASE 5 FORZA	3826.9	kg/m
		FASE 6 FORZA	18325.	kg/m
		FASE 7 FORZA	33776.	kg/m

FIGURES:



* Ce.A.S. S.r.l. Milano *

Canale industriale Sul strat. C. Cassoni, banchina 1F	Force: units= KG
C:\Progetti\Parco\c0\MOU162P\imperf	Depth: units= M
JOB:	



Tagli [kg/m]	INVIUPO DA	1 A 7
--------------	------------	-------

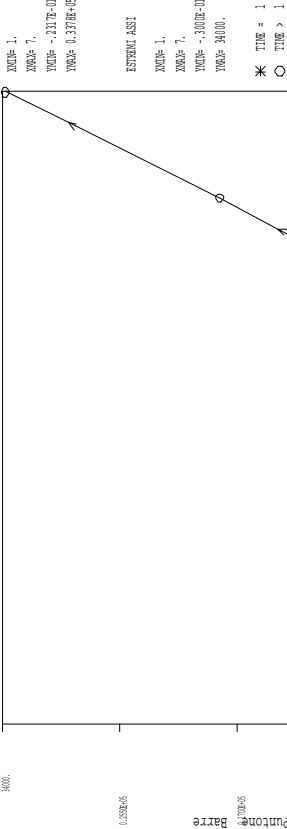
SCALA GEOM.: 1.74

Canale industriale Sud strat. C Cassoni barchina IP
C:\Progetti\Pierpaolo\00016PD\unocaffe

	Force units= KG
	Length units= M

* Ce.A.S. S.r.l. Milano *

Puntone Barre	
STEP	FORCE (kg/m)
1.	0.
2.	0.
3.	0.
4.	-2317E-01
5.	327.
6.	0.1337E+05
7.	0.1337E+05



DAL PASSO 1 AL PASSO 7
 DIAGRAMMA VARIABILE X / VARIABILE Y
 Casale Industriale Sud str. C. Cassini Bianchini 1F
 C:\Progetti\Diagnosi\01010501\modific

Usc:

Force unit= KG
 Length unit= N

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud a
Porto Marghera

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**

**8. ALLEGATO 3 – OUTPUT PARATIE 6.0
INTERVENTO 1F LATO OVEST (BACINO DI
EVOLUZIONE)**

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1
14 MARZO 2003 18:22:06
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

```
*****  
**                                     **  
**      P    A    R    A    T    I    E      **  
**                                     **  
**      RELEASE 6.0      VERSIONE WIN      **  
**                                     **  
**      Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10      **  
**                                     **  
**      20129 MILANO      **  
**                                     **  
*****
```

JOBNAME C:\Progetti\Pierpaolo\M0016PD\Paratie\Tipo_unoeffeLatoB_slab

14 MARZO 2003 18:22:06

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2
14 MARZO 2003 18:22:06
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

ELENCO DEI DATI DI INPUT(PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi
si faccia riferimento al manuale di
input PARAGEN, versione 6.0 .

N. comando
1: * Paratie for Windows version 6.0
2: * Filename=
 <c:\progetti\pierpaolo\m0016pd\paratie\tipo_unoeffelatob_slab.d> Da
3: * project with "run time" parameters
4: * Force=kg Lenght=m
5: *
6: units m kg
7: title Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B
 soluzione 2
8: delta 0.25
9: option param itemax 20
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14: wall LeftWall 5.5 -17 0
15: wall RightWall 0 -11 -3.5
16: *
17: soil UHLeft LeftWall -17 0 1 0
18: soil DHLeft LeftWall -17 0 2 180
19: soil DHRight RightWall -11 -3.5 2 0
20: soil UHRight RightWall -11 -3.5 1 180
21: *
22: material STEEL 2.1E+010
23: material CLS 3E+009
24: *

79: endlayer
80: *
81: step 1 : infissione palancole
82: add soletta
83: setwall LeftWall

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4
14 MARZO 2003 18:22:06
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

N. comando

84: geom -3.5 -3.5
85: add contrast
86: setwall RightWall
87: geom -3.5 -3.5
88: add conterminazione
89: endstep
90: *
91: step 2 : Scavo alla -4 m s.m.m.
92: change 2 U-FRICT=42
93: change 2 U-KA=0.181
94: change 2 U-KP=8.214
95: change 2 U-STIFAC=1.35
96: change 3 U-FRICT=42
97: change 3 U-KA=0.181
98: change 3 U-KP=8.214
99: change 3 U-STIFAC=1.4
100: change 1bis U-FRICT=42
101: change 1bis U-KA=0.181
102: change 1bis U-KP=8.214
103: change 1bis U-STIFAC=1.68
104: setwall LeftWall
105: geom 0 -6
106: water -2 0 -17 noremove update
107: setwall RightWall
108: geom 0 0
109: water -2 0 -11 noremove update
110: endstep
111: *
112: step 3 : sovraccarico
113: change 2 U-FRICT=42
114: change 2 U-KA=0.181
115: change 2 U-KP=8.214
116: change 2 U-STIFAC=1.35
117: change 3 U-FRICT=42
118: change 3 U-KA=0.181
119: change 3 U-KP=8.214
120: change 3 U-STIFAC=1.4
121: change 1bis U-FRICT=42
122: change 1bis U-KA=0.181
123: change 1bis U-KP=8.214
124: change 1bis U-STIFAC=1.68
125: setwall LeftWall
126: surcharge 5000 0 0 0
127: setwall RightWall
128: surcharge 5000 0 5000 0
129: endstep

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

N. comando

130: *
 131: *

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= 0.0000	m	
quota inferiore	= -0.50000	m	
peso fuori falda	= 1428.0	kg/m ³	
peso efficace in falda	= 816.00	kg/m ³	
peso dell'acqua	= 1000.0	kg/m ³	
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 0.50986E+06	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.10197E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A VALLE)

LAYER 1bis

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -0.50000	m	
quota inferiore	= -3.0000	m	
peso fuori falda	= 1428.0	kg/m ³	
peso efficace in falda	= 816.00	kg/m ³	
peso dell'acqua	= 1000.0	kg/m ³	
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 0.50986E+06	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.10197E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.40600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.4640		(A VALLE)

LAYER 2

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -3.0000	m	
quota inferiore	= -3.8000	m	

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

peso fuori falda	=	1427.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	=	815.77	kg/m ³	
peso dell'acqua	=	999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	=	31.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.29400		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	4.0640		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidezza	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.91774E+06	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	=	31.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.29400		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	4.0640		(A VALLE)

LAYER 3

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-3.8000	m	
quota inferiore	=	-4.0000	m	
peso fuori falda	=	1529.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	=	917.74	kg/m ³	
peso dell'acqua	=	999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	=	30.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.30600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.8520		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidezza	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.15296E+07	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	=	0.20394E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	=	30.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.30600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.8520		(A VALLE)

LAYER 3bis

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-4.0000	m	
quota inferiore	=	-4.8000	m	
peso fuori falda	=	1529.6	kg/m ³	
peso efficace in falda	=	917.74	kg/m ³	
peso dell'acqua	=	999.93	kg/m ³	
angolo di attrito	=	30.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.30600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.8520		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidezza	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.15296E+07	kg/m ²	

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

modulo el. scarico/ricarico	= 0.20394E+07 kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	(A VALLE)
angolo di attrito	= 30.000 DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.30600	(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.8520	(A VALLE)

LAYER 4

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	
quota superiore	= -4.8000 m	
quota inferiore	= -6.0000 m	
peso fuori falda	= 1529.6 kg/m ³	
peso efficace in falda	= 917.74 kg/m ³	
peso dell'acqua	= 999.93 kg/m ³	
angolo di attrito	= 27.000 DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.34700	(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.3120	(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000	
modello di rigidezza	= 1.0000	
modulo el. compr. vergine	= 0.56084E+06 kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.10197E+07 kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	(A VALLE)
angolo di attrito	= 27.000 DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.34700	(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.3120	(A VALLE)

LAYER 4bis

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	
quota superiore	= -6.0000 m	
quota inferiore	= -14.800 m	
peso fuori falda	= 1529.6 kg/m ³	
peso efficace in falda	= 917.74 kg/m ³	
peso dell'acqua	= 999.93 kg/m ³	
angolo di attrito	= 27.000 DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.34700	(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 1.4890	(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000	
modello di rigidezza	= 1.0000	
modulo el. compr. vergine	= 0.56084E+06 kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.10197E+07 kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	(A VALLE)
angolo di attrito	= 27.000 DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.34700	(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 1.4890	(A VALLE)

LAYER 5

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000
-------------------------------	----------

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9

14 MARZO 2003 18:22:06

Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

quota superiore	= -14.800 m
quota inferiore	= -0.10000E+31 m
peso fuori falda	= 1427.6 kg/m ³
peso efficace in falda	= 815.77 kg/m ³
peso dell'acqua	= 999.93 kg/m ³

angolo di attrito	= 36.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.23700		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.4790		(A MONTE)
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 0.23454E+07	kg/m ²	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.50986E+07	kg/m ²	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 36.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.23700		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.4790		(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

LAYER 1bis

angolo di attrito	= 42.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.18100		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 8.2140		(A MONTE)
moltiplicatore rigidezze	= 1.6800		(A MONTE)

LAYER 2

angolo di attrito	= 42.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.18100		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 8.2140		(A MONTE)
moltiplicatore rigidezze	= 1.3500		(A MONTE)

LAYER 3

angolo di attrito	= 42.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.18100		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 8.2140		(A MONTE)
moltiplicatore rigidezze	= 1.4000		(A MONTE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall

coordinata y	= 5.5000	m
quota piano campagna	= -3.5000	m
quota del fondo scavo	= -3.5000	m
quota della falda	= -0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -17.000	m

indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	-3.5000	m
quota del fondo scavo	=	-3.5000	m
quota della falda	=	-0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-11.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall

coordinata y	=	5.5000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-6.0000	m
quota della falda	=	-2.0000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-17.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-2.0000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-11.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL LeftWall

coordinata y	=	5.5000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-6.0000	m
quota della falda	=	-2.0000	m
sovraccarico a monte	=	5000.0	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-17.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-2.0000	m
sovraccarico a monte	=	5000.0	kg/m ²
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	5000.0	kg/m ²
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-11.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO ELEMENTI

=====

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	0.	-17.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	0.	-17.00	DOWNHILL	180.0
DHRight	RightWall	-3.500	-11.00	DOWNHILL	0.

UHRight	RightWall	-3.500	-11.00	UPHILL	180.0
---------	-----------	--------	--------	--------	-------

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
contrast	LeftWall	0.	-17.00	_	0.2029
conterminazione	RightWall	-3.500	-11.00	_	0.2029

RIASSUNTO ELEMENTI SLAB					
Name	Zeta	Mat.	Area	Inertia	Surcharge
	m		m ² /m	m ⁴ /m	kg/m ²
soletta	-4.000	_	0.8000	0.4200E-01	0.1276E+05

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14
14 MARZO 2003 18:22:06
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO DATI VARI =====

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kg/m ²
STEE	2.1E+010
CLS	3E+009

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15
14 MARZO 2003 18:22:06
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16
14 MARZO 2003 18:22:06
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

```

      MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI
      *TUTTI I PASSI*
      * PARETE LeftWall*
* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *
  * NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m
          E GLI SPOSTAMENTI IN m

```

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE LeftWall
39	-9.5000	0.36717E-01	3
40	-9.7500	0.36710E-01	3
41	-10.000	0.36638E-01	3
42	-10.250	0.36501E-01	3
43	-10.500	0.36298E-01	3
44	-10.750	0.36029E-01	3
45	-11.000	0.35693E-01	3
46	-11.250	0.35291E-01	3
47	-11.500	0.34823E-01	3
48	-11.750	0.34289E-01	3
49	-12.000	0.33692E-01	3
50	-12.250	0.33031E-01	3
51	-12.500	0.32309E-01	3
52	-12.750	0.31527E-01	3
53	-13.000	0.30687E-01	3
54	-13.250	0.29793E-01	3
55	-13.500	0.28847E-01	3
56	-13.750	0.27852E-01	3
57	-14.000	0.26812E-01	3
58	-14.250	0.25732E-01	3
59	-14.500	0.24615E-01	3
60	-14.750	0.23467E-01	3
61	-15.000	0.22293E-01	3
62	-15.250	0.21100E-01	3
63	-15.500	0.19892E-01	3
64	-15.750	0.18674E-01	3
65	-16.000	0.17448E-01	3
66	-16.250	0.16218E-01	3
67	-16.500	0.14985E-01	3
68	-16.750	0.13750E-01	3
69	-17.000	0.12516E-01	3

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 18
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI
 TUTTI I PASSI
 * PARETE RightWall*
 * I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *
 * NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m
 E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
70	-3.5000	0.27610E-01	3
71	-3.7500	0.27289E-01	3
72	-4.0000	0.26967E-01	3
73	-4.2500	0.26577E-01	3
74	-4.5000	0.26061E-01	3
75	-4.7500	0.25438E-01	3
76	-5.0000	0.24719E-01	3
77	-5.2500	0.23916E-01	3
78	-5.5000	0.23039E-01	3
79	-5.7500	0.22096E-01	3

80	-6.0000	0.21096E-01	3
81	-6.2500	0.20046E-01	3
82	-6.5000	0.18953E-01	3
83	-6.7500	0.17823E-01	3
84	-7.0000	0.16662E-01	3
85	-7.2500	0.15474E-01	3
86	-7.5000	0.14264E-01	3
87	-7.7500	0.13036E-01	3
88	-8.0000	0.11794E-01	3
89	-8.2500	0.10540E-01	3
90	-8.5000	0.92773E-02	3
91	-8.7500	0.80074E-02	3
92	-9.0000	0.67324E-02	3
93	-9.2500	0.54538E-02	3
94	-9.5000	0.41725E-02	3
95	-9.7500	0.28896E-02	3
96	-10.000	-0.17910E-02	1
97	-10.250	-0.23310E-02	2
98	-10.500	-0.29253E-02	2
99	-10.750	-0.35195E-02	2
100	-11.000	-0.41136E-02	2

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 19
14 MARZO 2003 18:22:06
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE
(PER UNITA' DI PROFONDITA')
* PARETE LeftWall GRUPPO contrast*
STEP 1 - 3
* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kg*m/m]
MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kg*m/m]
TAGLIO = forza tagliente (valore assoluto, priva di segno)[kg/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.5137E-08	0.	253.8
	B	-0.2500	63.44	0.1746E-09	253.8
2	A	-0.2500	63.44	0.3783E-09	797.5
	B	-0.5000	262.8	0.	797.5
3	A	-0.5000	262.8	0.3783E-09	1056.
	B	-0.7500	526.8	0.	1056.
4	A	-0.7500	526.8	0.	1331.
	B	-1.000	859.5	0.1746E-09	1331.
5	A	-1.000	859.5	0.1455E-09	1622.
	B	-1.250	1265.	0.	1622.
6	A	-1.250	1265.	0.	1929.
	B	-1.500	1747.	0.	1929.
7	A	-1.500	1747.	0.	2252.
	B	-1.750	2310.	0.	2252.
8	A	-1.750	2310.	0.	2591.
	B	-2.000	2958.	0.1746E-09	2591.
9	A	-2.000	2958.	0.1455E-09	2947.
	B	-2.250	3694.	0.	2947.
10	A	-2.250	3694.	0.	3311.
	B	-2.500	4522.	0.5821E-10	3311.
11	A	-2.500	4522.	0.	3685.
	B	-2.750	5444.	0.1746E-09	3685.
12	A	-2.750	5444.	0.	4068.

	B	-3.000	6461.	0.5821E-10	4068.
13	A	-3.000	6461.	0.	4461.
	B	-3.250	7576.	0.5821E-10	4461.
14	A	-3.250	7576.	0.	4863.
	B	-3.500	8792.	0.2910E-10	4863.
15	A	-3.500	8792.	0.	5273.
	B	-3.750	0.1011E+05	0.2910E-10	5273.
16	A	-3.750	0.1011E+05	0.	5693.
	B	-4.000	0.1153E+05	0.2910E-10	5693.
17	A	-4.000	0.2366E+05	3041.	0.1523E+05
	B	-4.250	0.1985E+05	2921.	0.1523E+05

PARATIE 6.0
14 MARZO 2003 18:22:06 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 20
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-4.250	0.1985E+05	2921.	0.1448E+05
	B	-4.500	0.1623E+05	2803.	0.1448E+05
19	A	-4.500	0.1623E+05	2803.	0.1372E+05
	B	-4.750	0.1280E+05	2688.	0.1372E+05
20	A	-4.750	0.1280E+05	2688.	0.1294E+05
	B	-5.000	9570.	2576.	0.1294E+05
21	A	-5.000	9570.	2576.	0.1203E+05
	B	-5.250	6562.	2466.	0.1203E+05
22	A	-5.250	6562.	2466.	0.1111E+05
	B	-5.500	3785.	2358.	0.1111E+05
23	A	-5.500	3785.	2358.	0.1016E+05
	B	-5.750	1268.	2251.	0.1016E+05
24	A	-5.750	1268.	2251.	9201.
	B	-6.000	7.732	2147.	9201.
25	A	-6.000	7.732	2147.	8217.
	B	-6.250	0.	3111.	8217.
26	A	-6.250	0.	3111.	7298.
	B	-6.500	0.	4936.	7298.
27	A	-6.500	0.	4936.	6445.
	B	-6.750	0.	6547.	6445.
28	A	-6.750	0.	6547.	5658.
	B	-7.000	0.	7961.	5658.
29	A	-7.000	0.	7961.	4936.
	B	-7.250	0.	9195.	4936.
30	A	-7.250	0.	9195.	4279.
	B	-7.500	0.	0.1026E+05	4279.
31	A	-7.500	0.	0.1026E+05	3688.
	B	-7.750	0.	0.1119E+05	3688.
32	A	-7.750	0.	0.1119E+05	3162.
	B	-8.000	0.	0.1198E+05	3162.
33	A	-8.000	0.	0.1198E+05	2702.
	B	-8.250	0.	0.1265E+05	2702.
34	A	-8.250	0.	0.1265E+05	2308.
	B	-8.500	0.	0.1323E+05	2308.
35	A	-8.500	0.	0.1323E+05	1979.
	B	-8.750	0.	0.1372E+05	1979.
36	A	-8.750	0.	0.1372E+05	1715.
	B	-9.000	0.	0.1415E+05	1715.
37	A	-9.000	0.	0.1415E+05	1484.
	B	-9.250	0.	0.1452E+05	1484.
38	A	-9.250	0.	0.1452E+05	1256.
	B	-9.500	0.	0.1484E+05	1256.
39	A	-9.500	0.	0.1484E+05	1029.

	B	-9.750	0.	0.1510E+05	1029.
40	A	-9.750	0.	0.1510E+05	802.1
	B	-10.00	0.	0.1530E+05	802.1

PARATIE 6.0
14 MARZO 2003 18:22:06 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 21
Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-10.00	0.	0.1530E+05	574.5
	B	-10.25	0.	0.1544E+05	574.5
42	A	-10.25	0.	0.1544E+05	389.4
	B	-10.50	0.	0.1553E+05	389.4
43	A	-10.50	0.	0.1553E+05	217.1
	B	-10.75	0.	0.1555E+05	217.1
44	A	-10.75	0.	0.1555E+05	203.1
	B	-11.00	0.	0.1552E+05	203.1
45	A	-11.00	0.	0.1552E+05	373.1
	B	-11.25	0.	0.1543E+05	373.1
46	A	-11.25	0.	0.1543E+05	626.1
	B	-11.50	0.	0.1527E+05	626.1
47	A	-11.50	0.	0.1527E+05	888.2
	B	-11.75	0.	0.1505E+05	888.2
48	A	-11.75	0.	0.1505E+05	1161.
	B	-12.00	0.	0.1476E+05	1161.
49	A	-12.00	0.	0.1476E+05	1445.
	B	-12.25	0.	0.1440E+05	1445.
50	A	-12.25	0.	0.1440E+05	1743.
	B	-12.50	0.	0.1396E+05	1743.
51	A	-12.50	0.	0.1396E+05	2055.
	B	-12.75	0.	0.1345E+05	2055.
52	A	-12.75	0.	0.1345E+05	2382.
	B	-13.00	0.	0.1285E+05	2382.
53	A	-13.00	0.	0.1285E+05	2727.
	B	-13.25	0.	0.1217E+05	2727.
54	A	-13.25	0.	0.1217E+05	3090.
	B	-13.50	0.	0.1140E+05	3090.
55	A	-13.50	0.	0.1140E+05	3471.
	B	-13.75	0.	0.1053E+05	3471.
56	A	-13.75	0.	0.1053E+05	3873.
	B	-14.00	0.	9563.	3873.
57	A	-14.00	0.	9563.	4296.
	B	-14.25	0.	8489.	4296.
58	A	-14.25	0.	8489.	4741.
	B	-14.50	0.	7304.	4741.
59	A	-14.50	0.	7304.	5209.
	B	-14.75	0.	6001.	5209.
60	A	-14.75	0.	6001.	5700.
	B	-15.00	0.	4576.	5700.
61	A	-15.00	0.	4576.	4742.
	B	-15.25	0.	3391.	4742.
62	A	-15.25	0.	3391.	3868.
	B	-15.50	0.	2424.	3868.
63	A	-15.50	0.	2424.	3079.
	B	-15.75	0.	1654.	3079.

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 22
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
64	A	-15.75	0.	1654.	2378.
	B	-16.00	0.	1060.	2378.
65	A	-16.00	0.	1060.	1763.
	B	-16.25	0.	618.9	1763.
66	A	-16.25	0.	618.9	1236.
	B	-16.50	0.	310.0	1236.
67	A	-16.50	0.	310.0	795.9
	B	-16.75	0.2760	111.0	795.9
68	A	-16.75	0.2760	111.0	443.9
	B	-17.00	0.7276E-11	0.2328E-08	443.9

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 23
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE
 (PER UNITA' DI PROFONDITA')
 * PARETE RightWall GRUPPO conterminazione*
 STEP 1 - 3
 * I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kg*m/m]
 MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kg*m/m]
 TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno)[kg/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	-3.500	0.1455E-10	0.9313E-08	128.3
	B	-3.750	32.06	0.2910E-10	128.3
2	A	-3.750	32.06	0.	390.5
	B	-4.000	129.7	0.2910E-10	390.5
3	A	-4.000	2449.	0.3388E+05	0.1888E+05
	B	-4.250	2319.	0.2915E+05	0.1888E+05
4	A	-4.250	2319.	0.2915E+05	0.1576E+05
	B	-4.500	2184.	0.2521E+05	0.1576E+05
5	A	-4.500	2184.	0.2521E+05	0.1269E+05
	B	-4.750	2050.	0.2204E+05	0.1269E+05
6	A	-4.750	2050.	0.2204E+05	9679.
	B	-5.000	1918.	0.1962E+05	9679.
7	A	-5.000	1918.	0.1962E+05	8969.
	B	-5.250	1787.	0.1738E+05	8969.
8	A	-5.250	1787.	0.1738E+05	8289.
	B	-5.500	1657.	0.1531E+05	8289.
9	A	-5.500	1657.	0.1531E+05	7630.
	B	-5.750	1530.	0.1340E+05	7630.
10	A	-5.750	1530.	0.1340E+05	6992.
	B	-6.000	1406.	0.1165E+05	6992.
11	A	-6.000	1406.	0.1165E+05	6375.
	B	-6.250	1285.	0.1006E+05	6375.
12	A	-6.250	1285.	0.1006E+05	5781.
	B	-6.500	1167.	8614.	5781.
13	A	-6.500	1167.	8614.	5212.
	B	-6.750	1053.	7311.	5212.
14	A	-6.750	1053.	7311.	4668.
	B	-7.000	943.5	6144.	4668.

15	A	-7.000	943.5	6144.	4152.
	B	-7.250	838.5	5106.	4152.
16	A	-7.250	838.5	5106.	3663.
	B	-7.500	738.3	4190.	3663.
17	A	-7.500	738.3	4190.	3203.
	B	-7.750	643.4	3389.	3203.

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 24
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-7.750	643.4	3389.	2772.
	B	-8.000	553.9	2696.	2772.
19	A	-8.000	553.9	2696.	2371.
	B	-8.250	470.2	2104.	2371.
20	A	-8.250	470.2	2104.	2000.
	B	-8.500	392.5	1604.	2000.
21	A	-8.500	392.5	1604.	1659.
	B	-8.750	321.1	1189.	1659.
22	A	-8.750	321.1	1189.	1349.
	B	-9.000	256.2	851.7	1349.
23	A	-9.000	256.2	851.7	1071.
	B	-9.250	198.1	584.0	1071.
24	A	-9.250	198.1	584.0	823.3
	B	-9.500	146.9	378.2	823.3
25	A	-9.500	146.9	378.2	607.3
	B	-9.750	103.0	226.4	607.3
26	A	-9.750	103.0	226.4	422.8
	B	-10.00	66.56	120.7	422.8
27	A	-10.00	66.56	120.7	269.9
	B	-10.25	37.81	53.21	269.9
28	A	-10.25	37.81	53.21	148.5
	B	-10.50	16.98	16.09	148.5
29	A	-10.50	16.98	16.09	58.73
	B	-10.75	4.485	1.405	58.73
30	A	-10.75	4.485	1.405	17.94
	B	-11.00	0.4657E-09	0.2328E-09	17.94

PARATIE 6.0 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 25
 14 MARZO 2003 18:22:06
 Canale industriale Sud strat. C Cassoni banchina 1F lato B soluzione 2

AZIONI NELLE SOLETTE (PER UNITA' DI PROFONDITA')

SOLETTA	QUOTA	FASE	TAGLIO A kg/m	TAGLIO B kg/m	MOMENTO A kg*m/m	MOMENTO B kg*m/m	ASSIALE kg/m
sole	1 -4.000		1-0.3520E+05	-0.3498E+05	-3041.	2449.	-485.3
			2-0.3584E+05	-0.3434E+05	0.1074E+05	-0.1488E+05	0.1032E+05
			3-0.3907E+05	-0.3111E+05	0.1213E+05	-0.3401E+05	0.2165E+05

FIGURES:



* Ce.A.S. S.r.l. Milano *

P A R T I E 6.0

14 MAGGIO 2003 16:23:07

```
Force units= N
Length units= M
```



SCALA GEOM.:	1.43
--------------	------

Force units= N
Length units= M

* Ce.A.S. S.r.l. Milano *

P A R T I E 6.0

14 MARZO 2003 18:22:08



Canale industriale Sud stat. C Casoli banchina 1° lato B solinone 2
C:\Progetti\Gremolo\MO\ESPO\part.le\Tipo_unificati\c08.sldb

* Ce.A.S. S.r.l. Milano *