



Autostrada dei Fiori

Tronco A10: Savona - Ventimiglia (confine francese)

NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE

CARREGGIATA SUD / CARREGGIATA NORD
Progr. Km 47+545

PROGETTO DEFINITIVO

OPERE D'ARTE MAGGIORI

PONTE BOSSARINO 2

Relazione di calcolo opere provvisorie

PROGETTISTA	RESPONSABILE INTEGRAZIONE ATTIVITÀ SPECIALISTICHE	IMPRESA	COMMITTENTE
Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993	Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993		Autostrada dei Fiori S.p.A. Via della Repubblica, 46 18100 Imperia (IM)

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.	RIESAME	DATA	SCALA
							Febbraio 2020	-
							N. Progr.	
A	Febbraio 2020	PRIMA EMISSIONE	SINA	DT/OC	DT	DT		

CODIFICA	PROGETTO	LIV	TRONCO	DOCUMENTO	REV	WBS
	P280	D	A10	OMG RC 005	A	A10IBT0001
						CUP
						I44E14000810005

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO DELLA COMMITTENTE

SINA S.p.A.

**Comune di Vado Ligure
Nuovo Svincolo Autostradale
Progetto Definitivo**

**PONTE BOSSARINO 2
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIE**

						
A	Feb.2020	Prima Emissione	SINA	DT/OC	DT	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	
			Documento: P280_D_OMG_RC_005_A.doc			

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA	5
2.2	BIBLIOGRAFIA	6
2.3	PROGRAMMI DI CALCOLO	6
3.	MATERIALI.....	7
3.1	CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	7
3.2	ACCIAIO	8
4.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO	10
4.1	PARATIE.....	11
4.1.1	BERLINESI DI MICROPALI.....	12
4.1.2	PARATIE DI PALI.....	14
5.	DEFINIZIONE DELLE AZIONI AGENTI.....	17
5.1	SPINTA DEL TERRENO	17
6.	PONTE BOSSARINO 2	19
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO	19
6.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	21
6.2.1	BERLINESI PROVVISORIE	21
6.3	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE BERLINESI DI MICROPALI.....	23
6.3.1	VERIFICA BERLINESE SCAVO H = 11.0 M – 3 ORDINI DI TIRANTI	23
6.3.1.1	RISULTATI DI CALCOLO.....	24
6.3.1.2	VERIFICA STRUTTURALE MICROPALO.....	28
6.3.1.3	RESISTENZA DEL TERRENO A VALLE.....	28
6.3.1.4	VERIFICA DEI TIRANTI ATTIVI	28
6.3.1.5	VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE	30
7.	CONCLUSIONI.....	32
8.	ALLEGATI	33
8.1	BERLINESE PROVVISORIALE – SEZIONE H = 11.0 M.....	33

1. INTRODUZIONE

La presente relazione viene redatta nell'ambito del Progetto Definitivo del “Nuovo Svincolo Autostradale” da realizzarsi lungo la “Autostrada dei Fiori” A10 in provincia di Savona, nel Comune di Vado Ligure.

La nuova infrastruttura, per la sua ubicazione strategica a monte del centro abitato, si pone come obiettivo la connessione delle attigue aree industriali, della “Aurelia bis” e del bacino portuale di Vado Ligure, della Strada di “Scorrimento” per Savona e del tessuto cittadino senza prevedere alcuna modifica alla rete viaria. Il nuovo elemento infrastrutturale non genererà aggravii alle condizioni di percorrenza dell'attuale sistema viario urbano ed extraurbano, ma migliorerà le condizioni di percorrenza e di impatto ambientale dell'attuale rete stradale riducendo significativamente i volumi di traffico, specie pesante, proveniente dalle infrastrutture portuali.



Figura 1.1 – Inquadramento planimetrico dell'area di interesse

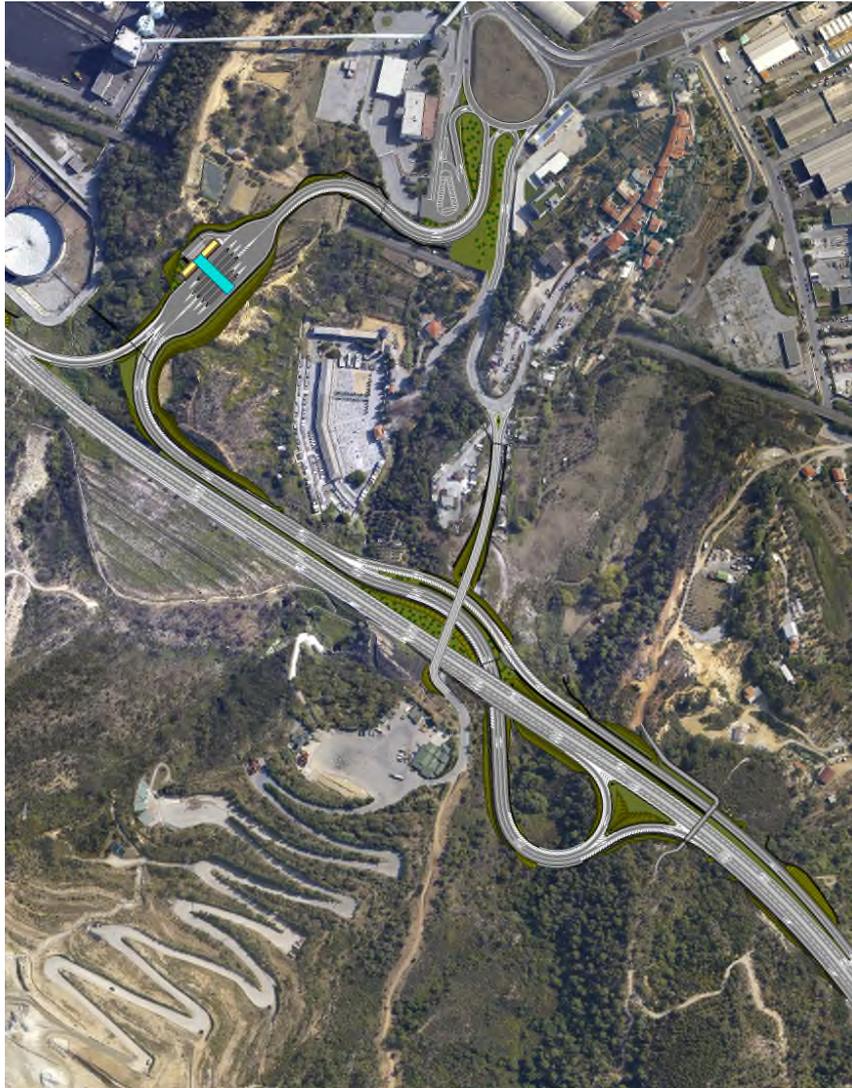


Figura 1.2 – Planimetria dell'intervento in oggetto

Per la realizzazione dello svincolo autostradale sono presenti diverse opere d'arte maggiore di seguito definite:

- Ponte Bossarino 1;
- **Ponte Bossarino 2;**
- Ponte Rio Tana;
- Ponte Strada Bossarino;
- Viadotto Aurelia Bis;
- Sottopasso Autostrada A10.

La presente relazione riporta la descrizione della soluzione progettuale adottata, il dimensionamento e la verifica delle opere di sostegno provvisionali previste per la realizzazione dell'opera *Ponte Bossarino 2*.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA

Le opere oggetto della presente relazione sono state sviluppate in conformità alle seguenti normative e istruzioni di riferimento.

- [1] Legge 05.11.1971 n.1086 "Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica"
- [2] D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- [3] Circ. 21.01.2019 n.7 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 17.01.2018
- [4] UNI EN 1991-1-5 Azioni sulle strutture – Parte 1-5: Azioni in generale – Azioni termiche
- [5] UNI EN 1992-1-1 Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [6] UNI EN 1993-1-1 Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [7] UNI EN 1993-1-5 Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
- [8] UNI EN 1993-1-8 Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- [9] UNI EN 1993-1-9 Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-9: Fatica
- [10] UNI EN 1993-1-10 Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
- [11] UNI EN 1993-2 Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti di acciaio
- [12] UNI EN 1994-1-1 Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [13] UNI EN 1994-2 Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte 2: Regole generali e regole per i ponti
- [14] UNI EN 2001-1-206 Specificazione, prestazione, produzione e conformità e UNI 11104:2004 – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 201-1
- [15] CNR–UNI 10011-1997 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione

[16] CNR–UNI 10016-2000 Strutture composte di acciaio e calcestruzzo.
Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni

2.2 BIBLIOGRAFIA

- Calcolo della capacità portante delle fondazioni: Brinch-Hansen J. (1970) “A Revised and Extended formula for Bearing Capacity”. Bull. n° 28 – Danish Geotechnical Institute – Copenhagen;
- Bustamante M., Doix B. (1985) “Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés ». Bull. Liaison Lab. Ponts et Chaussées, Paris, n. 149 ;
- Broms B.B. (1964) “Lateral resistance of piles in cohesionless soils”. Journ. Soil Mech. Fond. Div. Proc. ASCE, vol. 90, SM3, pp. 123-156;
- Broms B.B. (1964) “Lateral resistance of piles in cohesive soils”. Journ. Soil Mech. Fond. Div. Proc. ASCE, vol. 90, SM2, pp. 27-63;
- Berenzantev V.G. (1965) “Design of deep foundations”. Proc. VII ICSMFE, Montreal, vol. 2, pp 234-237;
- Viggiani C. (1999) “Fondazioni”. Hevelius Edizioni;
- Ito T., Matsui T. (1975) “Methods to estimate lateral force acting on stabilizing piles”. Soils and Foundations 15 (4).
- Brinch Hansen, J. (1961) “The ultimate resistance of rigid piles against transversal forces”. The Danish geotechnical institute. Bulletin, 12.

2.3 PROGRAMMI DI CALCOLO

- Paratie 7 v.7.0.25 CeAS.
- Paratie Plus v. 19.1 CeAS;
- Max 15.0 v 15.03F Aztec;
- GeoStudio SLOPE/W v 8.13.

3. MATERIALI

Si riportano le caratteristiche specifiche dei materiali da costruzione da utilizzare per la realizzazione delle opere della presente Relazione.

3.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Calcestruzzo per FONDAZIONI E PARATIE DI PALI

E' previsto l'impiego di calcestruzzo tipo C25/30 con le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	= 30,00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 25,00	N/mm ²
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 33,00	N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$	= 2,56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	= 1,80	N/mm ²
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	= 0,85	
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	γ_C	= 1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$	= 14,17	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1,20	N/mm ²
Modulo Elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 31480	N/mm ²

Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza:	S4 (pali e trave di coronamento) S3 (platea di fondazione)
Copriferro minimo :	60 mm (pali) 35 mm (platea di fondazione) 45 mm (trave di coronamento)
Contenuto minimo di cemento:	300 kg/mc
Massimo rapporto A/C:	0.50

Calcestruzzo per STRUTTURE IN ELEVAZIONE

E' previsto l'impiego di calcestruzzo tipo C32/40 con le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	= 40,00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 32,00	N/mm ²
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$	= 3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	= 2,17	N/mm ²
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	= 0,85	
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	γ_C	= 1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$	= 18,81	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1,45	N/mm ²
Modulo Elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 33643	N/mm ²

Classe di esposizione:	XS1
Classe di consistenza:	S4
Copriferro minimo:	45 mm
Contenuto minimo di cemento:	300 kg/mc
Massimo rapporto A/C:	0.50

3.2 ACCIAIO

Acciaio da CARPENTERIA PER MICROPALI

E' previsto l'impiego di acciaio tipo S355 con le sguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	355	N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	=	510	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_{M0}	=	1.05	-
Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità	γ_{M1}	=	1.05	-
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S$	=	338.10	N/mm ²
Modulo Elastico	E_s	=	210000	N/mm ²

Acciaio per ARMATURA CONVENZIONALE DI STRUTTURE IN C.A.

E' previsto l'impiego di acciaio tipo B450C con le sguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	=	540	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio	γ_S	=	1.15	-
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S$	=	391.30	N/mm ²
Modulo Elastico	E_s	=	210000	N/mm ²

Acciaio da CARPENTERIA PER TRAVI DI RIPARTIZIONE

E' previsto l'impiego di acciaio tipo S275 con le sguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	275	N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	=	430	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_{M0}	=	1.05	-
Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità	γ_{M1}	=	1.05	-
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S$	=	261.90	N/mm ²
Modulo Elastico	E_s	=	210000	N/mm ²

Acciaio PER CHIODATURE PASSIVE

È previsto l'impiego di acciaio armonico in barre:

Area della singola barra	A_{barra}	=	8.04	cm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{ptk}	=	550	N/mm ²
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k}$	=	500	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_s	=	1.15	-
Tensione di calcolo (condizioni permanenti e transitorie)	f_{yd}	=	434.8	N/mm ²
Tensione di calcolo (condizioni eccezionali)	f_{yd}	=	500	N/mm ²

Acciaio ARMONICO PER TIRANTI ATTIVI

È previsto l'impiego di acciaio armonico in trefoli:

Area del singolo trefolo	$A_{trefolo}$	=	1.39	cm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{ptk}	=	1860	N/mm ²
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k}$	=	1670	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_s	=	1.15	-
Tensione di calcolo (condizioni permanenti e transitorie)	f_{yd}	=	1452.2	N/mm ²
Tensione di calcolo (condizioni eccezionali)	f_{yd}	=	1670	N/mm ²

4. CRITERI GENERALI DI PROGETTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO

In ottemperanza con la normativa vigente, i calcoli sono condotti con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

I criteri per la verifica e il dimensionamento di seguito esposti si applicano a tutte le opere che hanno funzione di sostegno.

In accordo con quanto prescritto dalla Normativa vigente, per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la seguente condizione:

$$E_d < R_d$$

in cui E_d rappresenta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, mentre R_d è il valore di progetto della resistenza. Per quanto concerne le azioni di progetto E_d , queste possono essere determinate applicando i coefficienti parziali sulle azioni caratteristiche, oppure, successivamente, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche.

Le azioni sull'opera di sostegno sono quelle dovute al peso proprio del terreno e del materiale di riempimento, ai sovraccarichi. In particolar modo, nella valutazione dei sovraccarichi a tergo di un'opera di sostegno, è necessario tenere in conto dell'eventuale presenza di costruzioni, di depositi di materiale, di veicoli in transito o di apparecchi di sollevamento.

I valori dei coefficienti parziali da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi sono riportati nella seguente tabella (Tab. 2.6.I delle NTC 2018):

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 4-1 – Coefficienti parziali per le azioni

Il valore di progetto della resistenza R_d può essere determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, opportunamente ridotto in funzione del coefficiente parziale specificato nella Tab 6.2.II delle NTC2018.

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 4-2 – Coefficienti parziali per le resistenze dei materiali naturali

Le analisi finalizzate al dimensionamento strutturale nelle quali si consideri l'interazione terreno – struttura si dovranno eseguire con i valori caratteristici dei parametri geotecnici, amplificando l'effetto delle azioni con i coefficienti parziali del gruppo A1, così come previsto al §6.2.4.2 della normativa vigente.

4.1 PARATIE

Le opere di sostegno flessibili, previste per la realizzazione del Nuovo svincolo autostradale di Vado Ligure sono costituite principalmente da berlinesi e da paratie di pali di medio diametro. Queste due categorie di opere di sostegno avranno geometrie e sistemi di ancoraggio differenti e sono state studiate e progettate in funzione delle specifiche necessità geologiche, geomorfologiche e geotecniche dell'area. Per maggiori informazioni in merito alle scelte progettuali che hanno portato all'individuazione della miglior soluzione si rimanda ai capitoli successivi.

Per il calcolo e la verifica delle opere di sostegno flessibili, siano esse berlinesi o paratie di pali, si devono considerare i seguenti stati limite ultimi, accertando che le resistenze superino le azioni agenti per ciascuno stato limite considerato:

- SLU di tipo strutturale (STR)
 - Raggiungimento della resistenza di uno o più sistemi di contrasto;
 - Raggiungimento della resistenza della struttura della paratia;
- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - Collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (moto rigido);
 - Collasso per carico limite verticale;
 - Sfilamento di uno o più ancoraggi;
 - Instabilità del fondo scavo;

- Instabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1. Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1, considerando le due combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1 (A1+M1+R1);
- Combinazione 2 (A2+M2+R2);

Nelle condizioni di esercizio, gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza e funzionalità di manufatti adiacenti, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle pressioni interstiziali.

Inoltre, secondo quanto prescritto al § 6.5.2.2 della normativa vigente, il modello geotecnico deve tenere conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali. Nel caso in cui la funzione di sostegno sia affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota di valle deve essere diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10% della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opera vincolata;
- 0.5 m.

4.1.1 BERLINESI DI MICROPALI

Per il dimensionamento delle berlinesi di micropali si è utilizzato il programma di calcolo Paratie che consente la definizione e il calcolo delle spinte e delle sollecitazioni agenti sull'opera di sostegno, nonché delle deformazioni che la stessa subirà durante le diverse fasi realizzative.

Per la verifica strutturale delle berlinesi si trascura il contributo di resistenza fornito dalla malta cementizia di iniezione del micropalo, mentre le sollecitazioni sono interamente affidate al tubolare in acciaio costituente l'armatura.

La configurazione geometrica della struttura di sostegno (micropalo e sistemi di vincolo) è definita in funzione dell'analisi condotta, controllando che gli spostamenti siano sufficientemente ridotti per garantire la funzionalità dell'opera.

Le berlinesi sono caratterizzate da sistemi di vincolo costituiti da tiranti di tipo passivo installati nelle diverse fasi di scavo.

Le lunghezze libere e di tratto iniettato sono state valutate in funzione della loro posizione; il tratto libero è individuato dall'apertura del cuneo di spinta a tergo dell'opera di sostegno e dalla posizione del chiodo, mentre il bulbo è stato

opportunamente progettato in modo da garantirne la resistenza nei confronti dell'azione di trazione agente.

La verifica dei tiranti passivi, si compone della verifica strutturale della barra di armatura (verifica di resistenza a trazione) e della verifica di sfilamento bulbo-terreno.

La verifica strutturale si ritiene soddisfatta se la seguente relazione risulta valida:

$$N_{E,d} \leq N_{t,Rd} = \min \left\{ \frac{f_{yk} \cdot A}{\gamma_{M0}} ; \frac{0.9 \cdot f_{uk} \cdot A_{net}}{\gamma_{M2}} \right\}$$

In cui:

$N_{E,d}$ è l'azione di trazione agente sul chiodo;

$N_{t,Rd}$ è la resistenza strutturale del chiodo;

f_{yk} è la resistenza di calcolo dell'acciaio;

A è l'area del chiodo;

f_{uk} è il limite di rottura dell'acciaio

La verifica a sfilamento, invece, è da ritenersi soddisfatta se la seguente disuguaglianza è valida:

$$N_d \leq R_{ad} = \frac{\pi \cdot \alpha \cdot D \cdot \tau_{ad} \cdot L}{\gamma_{Rat} \cdot \xi_{a3} \cdot \gamma_{st}}$$

In cui:

N_d è l'azione di trazione agente sul chiodo;

R_{ad} è la resistenza a sfilamento fornita dal bulbo;

α è il coefficiente amplificativo del diametro di perforazione (assunto, in questo caso, pari a 1.0);

D è il diametro di perforazione;

τ_{ad} è l'aderenza laterale;

L è la lunghezza del tratto iniettato;

γ_{Rat} è il coefficiente parziale, funzione del tipo di ancoraggio (provvisorio o permanente);

ξ_{a3} è il coefficiente riduttivo, funzione delle verticali di indagine a disposizione.

Sono previste delle travi di ripartizione, costituite da profilati metallici, con la funzione di ripartire sui micropali le azioni di supporto dei tiranti.

Le caratteristiche della sollecitazione sono determinate modellando gli elementi strutturali di verifica alla stregua di travi continue su più appoggi; la luce della campata è data dall'interasse dei tiranti ed il carico, uniformemente distribuito, è determinato ripartendo le reazioni offerte dagli ancoraggi, ottenute dal modello di calcolo. Definito

$N_{S,d}$ il massimo tiro di calcolo corrispondente all'i-esimo ordine di tiranti, il suddetto carico è così calcolato:

$$q_{S,d} = N_{S,d}/l$$

In cui "l" è l'interasse longitudinale tra i sistemi di vincolo.

Secondo tale modello, le massime azioni sull'elemento strutturale saranno:

$$M_{S,d} = \frac{1}{10} \cdot q_{S,d} \cdot l^2;$$

$$T_{S,d} = 0.6 \cdot q_{S,d} \cdot l$$

La tensione resistente di calcolo dell'acciaio è ottenuta mediante riduzione della tensione resistente caratteristica, f_{yk} attraverso il coefficiente parziale $\gamma_{M0} = 1.05$.

4.1.2 PARATIE DI PALI

Per il dimensionamento delle paratie di pali, così come per le berlinesi, è stato utilizzato il programma di calcolo Paratie.

La verifica strutturale dei pali è condotta considerando la sezione circolare in calcestruzzo armato.

Anche per le paratie di pali è stato necessario verificare l'interazione opera-terreno, al fine di garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia, in condizioni statiche e sismiche e dimensionando l'opera in modo da ottenere spostamenti sufficientemente ridotti.

Il sistema di vincolo delle paratie di pali è costituito da tiranti a trefoli attivi.

La verifica a sfilamento dei tiranti, considerando la tecnologia realizzativa e le caratteristiche meccaniche del terreno in cui il bulbo di fondazione viene realizzato, è condotta valutando la resistenza caratteristica a sfilamento all'interfaccia bulbo di ancoraggio-terreno ed è valutata in accordo con le prescrizioni fornite da Bustamante e Doix (1985) e Viggiani (1999).

La resistenza a sfilamento di progetto è determinata attraverso la seguente relazione:

$$N_{R,ad} = \frac{N_{R,ak}}{\gamma_{R,p}} = \frac{\pi \cdot D_p \cdot \alpha \cdot \tau_{ak} \cdot L_a}{\gamma_{R,p} \cdot \xi}$$

Dove:

$N_{R,ad}$ è la resistenza a sfilamento di progetto dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno;

D_p è il diametro di perforazione della fondazione del tirante;

α è un coefficiente correttivo che tiene conto della tecnologia realizzativa dell'ancoraggio e del contesto geotecnico (Viggiani, '99);

τ_{ak} è la tensione resistente a sfilamento caratteristica dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno;

La è la lunghezza della fondazione del tirante;

$\gamma_{Ra,p}$ è il coefficiente parziale per la resistenza degli ancoraggi (R3); a favore di sicurezza si considera il valore del coefficiente parziale relativo agli ancoraggi permanenti;

ξ è un fattore di correlazione che dipende dal numero di profili di indagine geotecnica disponibili per la determinazione della resistenza caratteristica τ_{ak} .

La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:

$$N_{R,ad} \geq N_{S,d}$$

dove $N_{S,d}$ rappresenta il valore dell'azione sollecitante sui tiranti.

Nella tabella che segue è riassunto il calcolo per la determinazione di $N_{R,ad}$ per le verifiche dei diversi ordini di tiranti e l'esito della verifica, che risulta sempre soddisfatta.

La verifica strutturale dei tiranti realizzati con trefoli di acciaio armonico è stata invece effettuata secondo la relazione seguente:

$$N_{R,pd} = \frac{f_p(1)k \cdot A_{tr} \cdot n_{tr}}{\gamma_S}$$

Dove:

$f_p(1)k$ è la resistenza elastica dell'acciaio armonico alla deformazione dell'1%;

A_{tr} è l'area del singolo trefolo;

n_{tr} è il numero di trefoli per tirante;

γ_S è il coefficiente parziale dell'acciaio.

La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:

$$N_{R,pd} \geq N_{S,d}$$

Per quanto riguarda le travi di ripartizione si rimanda ai criteri di calcolo precedentemente esposti per le berlinesi di micropali.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

5. DEFINIZIONE DELLE AZIONI AGENTI

Le opere di sostegno provvisoriale sono state verificate considerando le azioni indicate di seguito.

Per le opere provvisoriale in oggetto, dal momento che le fasi di costruzione permangono per meno di due anni, si trascurano le verifiche sismiche come indicato al § 2.4.1 della NTC2018.

5.1 SPINTA DEL TERRENO

Noti i parametri di resistenza, è possibile definire il valore dei coefficienti di spinta in condizioni di equilibrio limite, come di seguito commentato.

Coefficiente di spinta a riposo

Il coefficiente di spinta a riposo K_0 è valutato mediante la formula di Jaky (1994):

$$K_0 = 1 - \tan(\phi') \cdot \tan(\phi')$$

Con OCR, grado di sovraconsolidazione (nel caso in esame $OCR \cong 1$).

Coefficiente di spinta attiva

Il coefficiente di spinta attiva K_A è valutato mediante la soluzione analitica di Muller-Breslau (1924), riferita a superfici di rottura piane.

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi') \cdot \sin(\phi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

Con:

- ϕ' : Angolo di attrito del terreno;
- β : Inclinazione del paramento;
- δ : Angolo di attrito terreno-paramento;
- i : Inclinazione del pendio a monte.

Nel caso particolare di piano campagna orizzontale, paramento verticale considerando cautelativamente un attrito terra-muro nullo, la correlazione citata si riduce alla formulazione originariamente proposta da Rankine:

$$K_A = \tan^2(45 - \phi'/2)$$

Coefficiente di spinta passiva

Il coefficiente di spinta passiva K_p è valutato mediante le soluzioni di Caquot & Kerisel (1948), ottenute con riferimento a superfici di rottura di tipo complesso (spirale logaritmica), come riportato nella figura seguente:

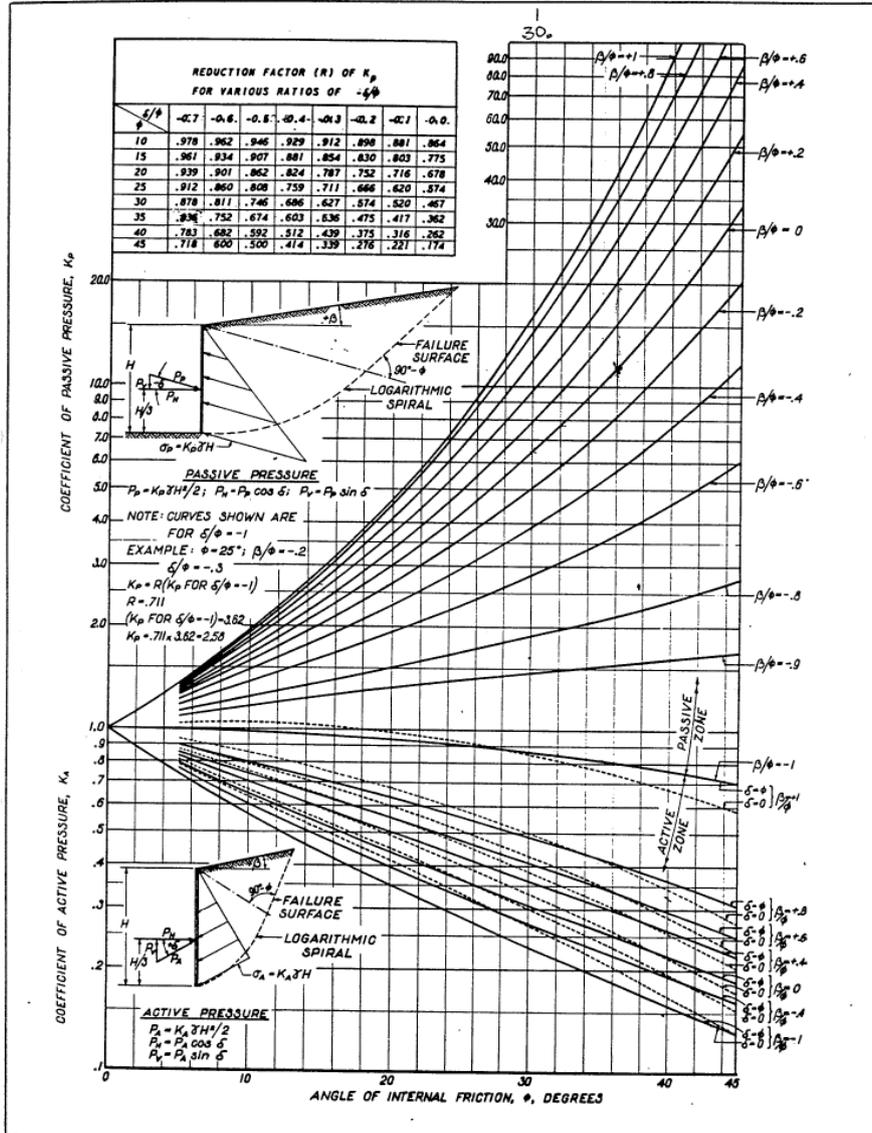


Figura 5.1 – Abaco per la valutazione del coefficiente di spinta passiva (Caquot & Kerisel, 1948)

Nella valutazione di tale parametro si è considerato che l'angolo di attrito tra opera di sostegno e terreno (δ) risulta inferiore all'angolo di attrito interno del terreno, come di seguito indicato:

$$\delta/\phi' \cong 0.5 \quad (\text{Terreno-CLS}) \quad \text{in condizioni statiche;}$$

6. PONTE BOSSARINO 2

Trattasi del “*Ponte Bossarino 2*”, posto sulla rampa di uscita dall’Autostrada dei Fiori nel ramo *Ventimiglia – Casello*. Nel presente capitolo vengono proposti i risultati delle analisi di calcolo effettuati secondo i criteri di dimensionamento esposti nel capitolo § 4.

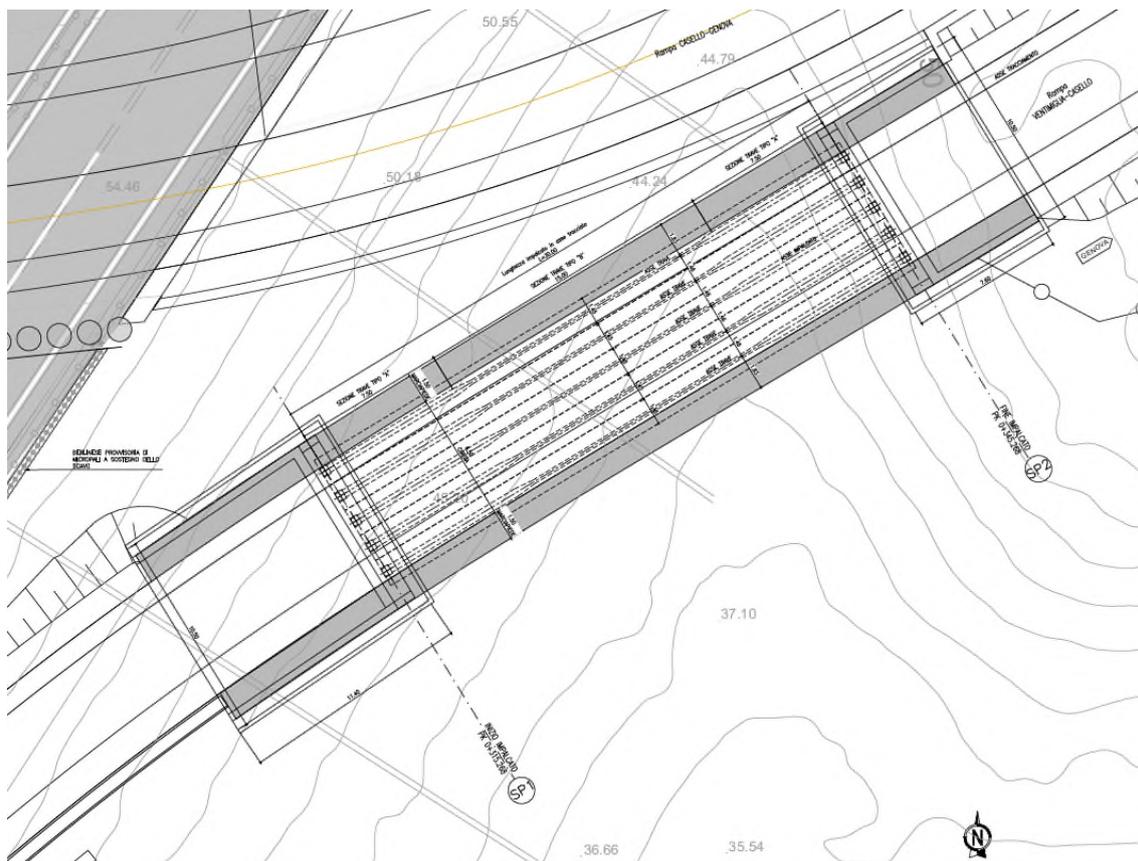


Figura 6.1 – Planimetria dell’opera in oggetto

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Dal punto di vista geologico, l’area del Ponte Bossarino 2 è caratterizzata superficialmente da depositi antropici. La spalla lato Ventimiglia si innesta nel rilevato autostradale esistente e la fondazione poggia sui metasedimenti permiani. La spalla lato Genova superficialmente s’inserisce in un’area che allo stato attuale presenta delle problematiche ambientali e che verrà sottoposta alle opportune bonifiche eseguite secondo Normativa.



ELEMENTI GEOLOGICI

DISCARICA

DISC Discarica di Bossarino: materiali misti di abbancamento

RITOMBAMENTO

RIT Terreni rimaneggiati di ritombamento della struttura della galleria ferroviaria "Tana"; spessore max di circa 20m (lavori eseguiti nel 1968-1970)

RIPORTI

A Perimetrazione area di riporto rifiuti (Ordinanza-diffida n°11\2013 del 20.02.2013 del comune di Vado Ligure); natura e spessore dei rifiuti non nota

B Terreni riportati all'epoca degli scavi di sbancamento del bacino della centrale ex E.N.E.L. (lavori eseguiti nel 1967) e/o della vicina linea ferroviaria (lavori eseguiti nel 1968-1970); spessori mediamente compresi tra 5m e 15m

C Terreni di riporto di livellamento locale del piazzale

RILEVATI

RIL Rilevati autostradali e stradali

DEPOSITI ALLUVIONALI

AR Depositi alluvionali recenti (Quaternario recente)

AT Depositi alluvionali terrazzati (Quaternario medio-recente)

DEPOSITI PLEISTOCENICI

PT2 Depositi antichi di origine continentale (Pleistocene Medio) affioranti (a) e/o sub-affioranti (b)

PT1 Depositi antichi di origine dell'izia (Pleistocene Medio e Basso) affioranti (a) e/o sub-affioranti (b)

COPERTURA

COP Copertura detritica discontinua di spessore mediamente compreso tra 3m e 5m

METASEDIMENTI PERMIANI

MSP Roccia affiorante (a) e/o sub-affiorante (b) in scadenti condizioni geomeccaniche (molto alterata e fratturata) con copertura detritica discontinua di spessore fino a 3m di spessore (Permiano)

ELEMENTI LINEARI E PUNTUALI

a **b** Limite geologico certo (a) o presunto (b)

300/05 Giacitura stratificazione e/o scistosità principale

240/00 Giacitura sub-verticale

420/05 Immersione asse di piega

S1 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo realizzato per il Progetto Definitivo (2019)

P Pozzo ad uso irriguo

Figura 6.2 – Stralcio di carta geologica

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dall'opera oggetto di studio.

I parametri geotecnici caratteristici utilizzati nelle analisi, in riferimento alla stratigrafia assunta, sono riportati nella tabella seguente:

Descrizione geologica (codice)	Descrizione geotecnica	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E'_{25} (MPa)
Rilevati (RIL)	Ghiaia sabbioso limosa, addensata	19-20	34-36	0-2	50-80
Metasedimenti permiani (SC1)	Scisti quarzo sericitici, scisti filladico-sericitici, scisti cloritico- sericitici, micascisti, molto alterati	21-22	24-26	10-15	50-90
Metasedimenti permiani (SC2)	Scisti quarzo sericitici, scisti filladico-sericitici, scisti cloritico-sericitici, micascisti, mediamente alterati	22-23	28-30	20-40	80-150
Metasedimenti permiani (SC3)	Scisti quarzo sericitici, scisti filladico-sericitici, scisti cloritico- sericitici, micascisti, poco alterati	23-24	30-32	60-80	150-250

Tabella 6-1 – Parametri geomeccanici caratteristici

6.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

6.2.1 BERLINESI PROVVISORIE

Per la realizzazione dell'opera in oggetto si rende necessaria l'installazione berlinesi multi-tirantate provvisorie a sostegno del terreno a monte degli scavi. È prevista una berlinese di micropali posta di fianco al sottopasso autostradale con lo scopo di sostenere gli scavi necessari per la realizzazione della spalla 1 del Ponte Bossarino 2.

Tale opera è costituita da micropali, tiranti attivi e travi di ripartizione che presentano le seguenti caratteristiche:

- Diametro di perforazione dei micropali: $\Phi = 200$ mm;
- Armatura tubolare $\Phi_N = 139.7$ mm / s = 12.5 mm / Acciaio S355;
- Lunghezze micropalo da 15.0 m a 18.0 m / interasse = 0.40 m;
- Tiranti provvisori di tipo attivo da 4 a 3 trefoli $\Phi_N = 0.6''$ / interasse da 2.8 m / inclinazione = 18°;
- Travi di ripartizione N.2 HEB180 / HEB180 Acciaio S275.

L'altezza massima dello scavo è di 11.0 m e la soluzione adottata prevede l'installazione di 3 ordini di tiranti attivi.

Di seguito si riporta la sviluppata dell'opera suddetta.

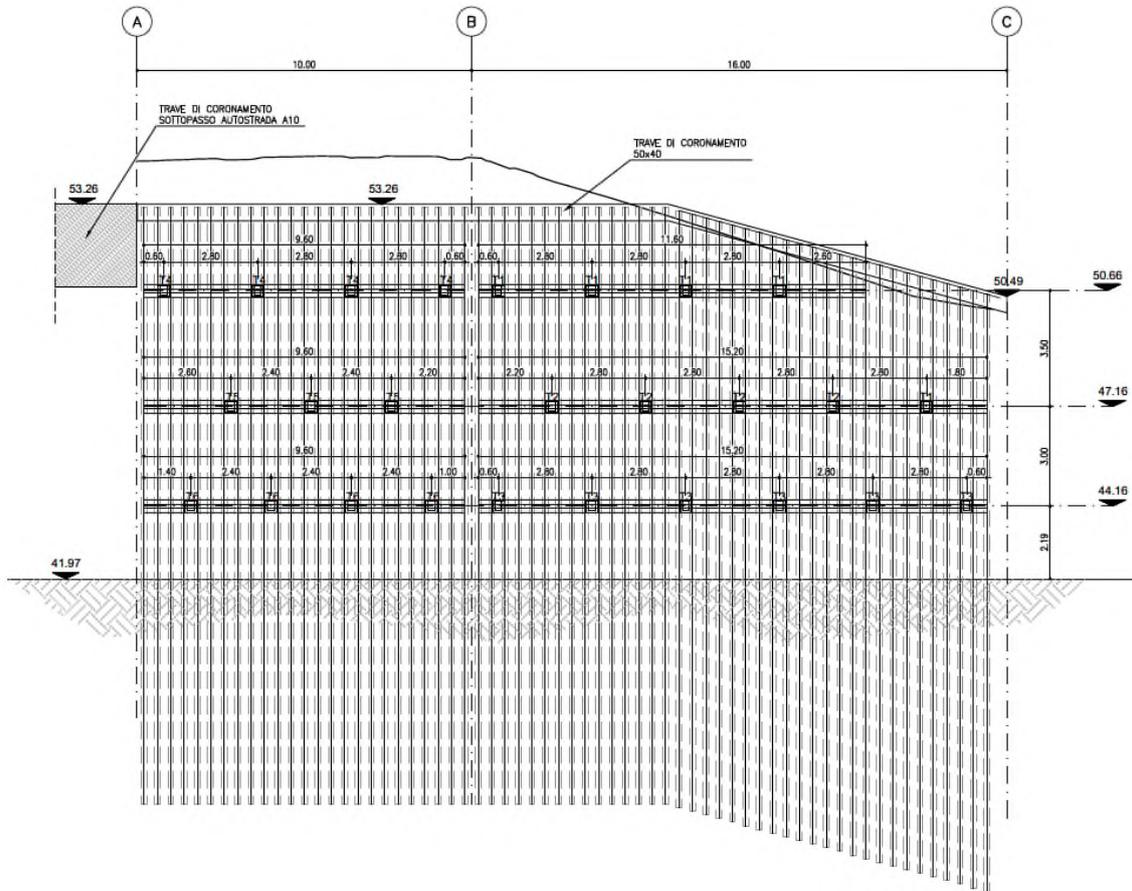


Figura 6.3 –Sviluppata berlinese multi-tirantata

6.3 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE BERLINESI DI MICROPALI

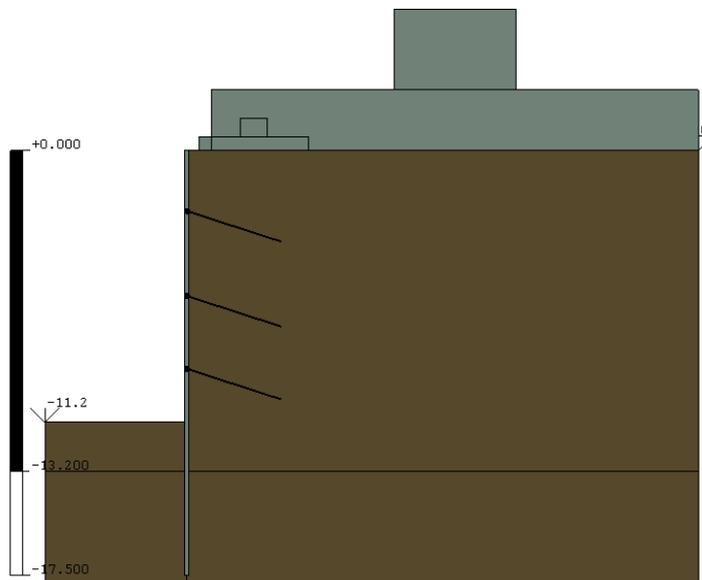
Nel presente paragrafo vengono proposti i risultati delle analisi di calcolo effettuati secondo i criteri di dimensionamento esposti nel capitolo § 4.

La sezione verificata è la seguente:

- Sezione paratia scavo H = 11.0 m – 3 ordini di tiranti;

6.3.1 VERIFICA BERLINESE SCAVO H = 11.0 M – 3 ORDINI DI TIRANTI

Si prevede di realizzare una berlinese di micropali di lunghezza pari a 18 m per far fronte ad uno scavo di 11.0 m necessario per l'alloggiamento in sicurezza della spalla 1. Per mezzo del codice di calcolo Paratie 7.0 si è riprodotto il modello della sezione di seguito riportato nella figura sottostante:



Paratie - Ce.A.S. s.r.l.

Figura 6.4 – Modello di calcolo sezione H = 11.0 m

Le fasi di calcolo dell'analisi numerica sono le seguenti:

- **Fase 1:** Condizione geostatica;
- **Fase 2:** Realizzazione della berlinese ed applicazione del sovraccarico che simula la aliquota di terreno che eccede il piano orizzontale a monte;
- **Fase 3:** Scavo della prima porzione di terreno a valle della berlinese fino alla quota di 3.0 m rispetto alla testa dell'opera;
- **Fase 4:** Installazione del primo ordine di tiranti alla quota di 2.5 m (posti 0.50 m al di sopra del parziale fondo scavo);
- **Fase 5:** Scavo della seconda porzione di terreno a valle della berlinese fino alla quota di 6.5 m;
- **Fase 6:** Installazione del secondo ordine di tiranti alla quota di 6.0 m;

- **Fase 7:** Scavo della terza porzione di terreno a valle della berlinese fino alla quota di 9.5 m;
- **Fase 8:** Installazione del terzo ordine di tiranti alla quota di 9.0 m;
- **Fase 9:** Scavo di ribasso fino alla quota di fondo scavo di 11.2 m (11.0 di scavo effettivo e 0.20 m di incremento della profondità di scavo come previsto dalla NTC 2018) e applicazione del carico *cantiere* a monte della paratia;
- **Fase 10:** Rimozione del carico *cantiere* a monte per simulare le condizioni di lungo termine.

Per quanto concerne la definizione dei parametri geotecnici, per ogni strato costituente la stratigrafia del sito, sono state rispettate le ipotesi di calcolo come descritto in § 4.

Sulla base delle ipotesi suddette, nella seguente tabella si riportano i valori caratteristici dei parametri geotecnici assunti nel modello di calcolo per ogni strato.

Unità geomeccanica	Valori caratteristici			
	γ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c' [kPa]	E_{op} [MPa]
Rilevati	19.0	30.0	0	50.0
Scisti 1	21.5	25.0	12.5	70.0

Tabella 6-2 – Parametri geotecnici di calcolo – Sezione H = 11.0 m

6.3.1.1 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito in *Tabella 6-3* sono schematizzati i principali risultati relativi al dimensionamento della berlinese di sostegno. Si evidenzia che le sollecitazioni riportate per la combinazione SLU (STRU) sono già moltiplicate per il corrispondente coefficiente di sicurezza ($\gamma_F = 1.3$).

Combinazione	Paratia				Tiranti		
	Spostamento	Momento	Taglio	Spinta passiva mobilitata	T1	T2	T3
	[mm]	[kNm/m]	[kN/m]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
SLE	32.2	58.0	82.8	46	95.7	145.1	147.8
SLU (STRU) A1+M1+R1	-	74.8	106.6	-	123.1	187.0	191.7
SLU (GEO) A2+M2+R1	-	140.8	148.0	69	-	-	-

Tabella 6-3 – Output di calcolo – Sezione H = 11.0 m

Di seguito si riportano i principali diagrammi delle sollecitazioni, per ulteriori dettagli di calcolo si rimanda agli Allegati in coda.

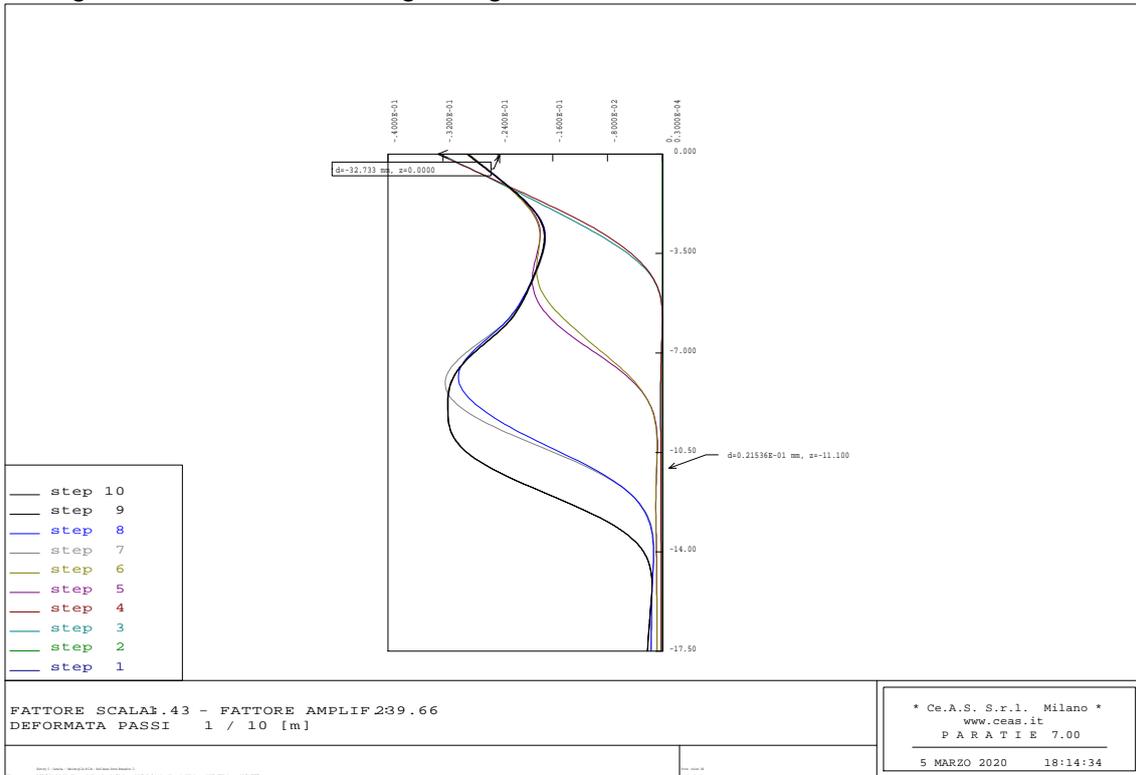


Figura 6.5 – Deformazione paratia - SLE

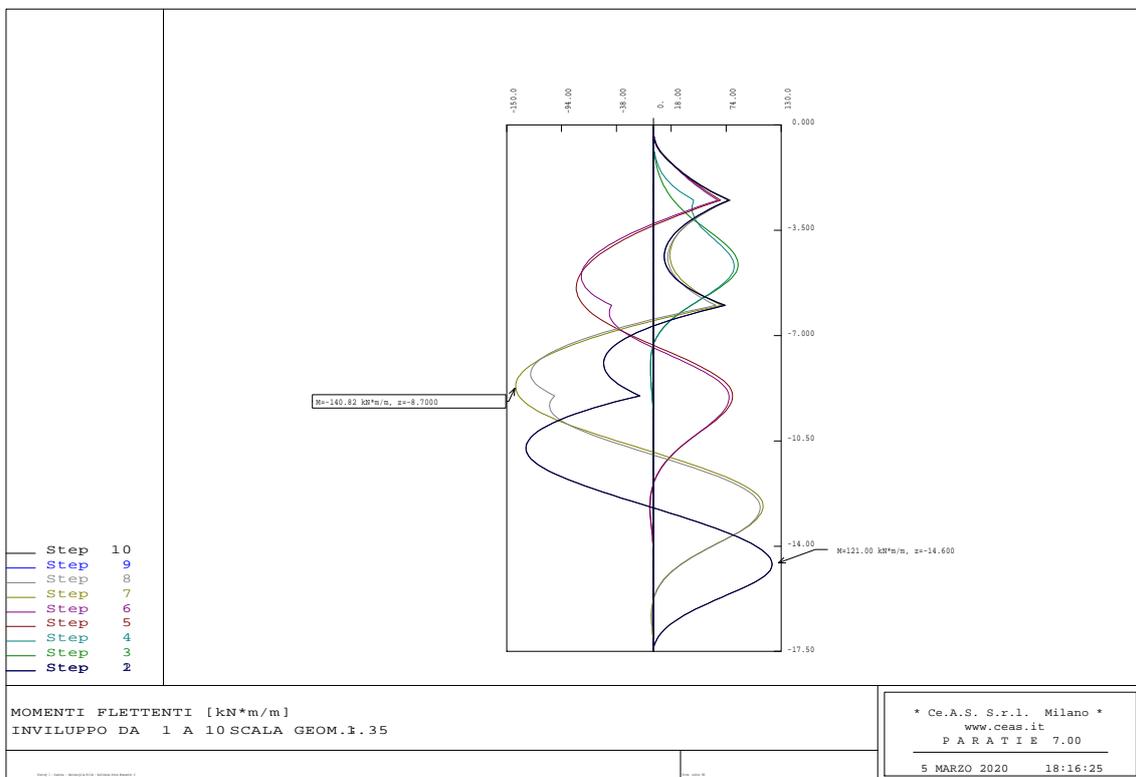


Figura 6.6 – Momento flettente paratia – SLU

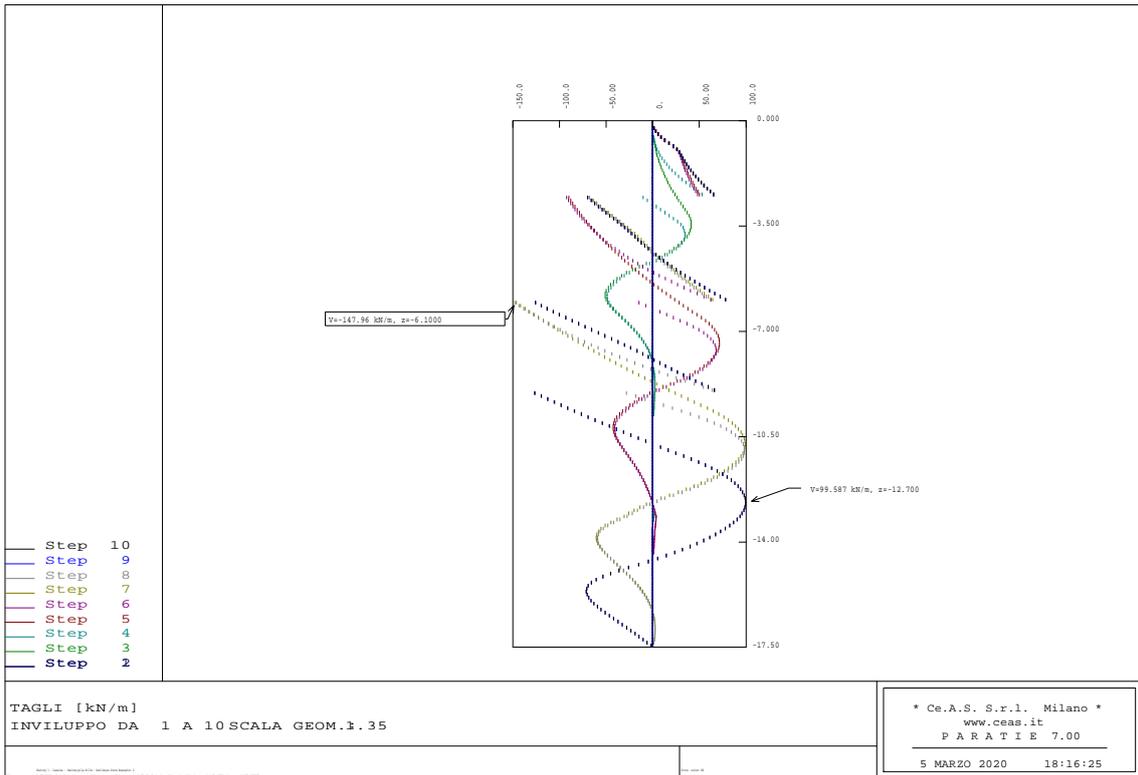


Figura 6.7 – Taglio paratia – SLU

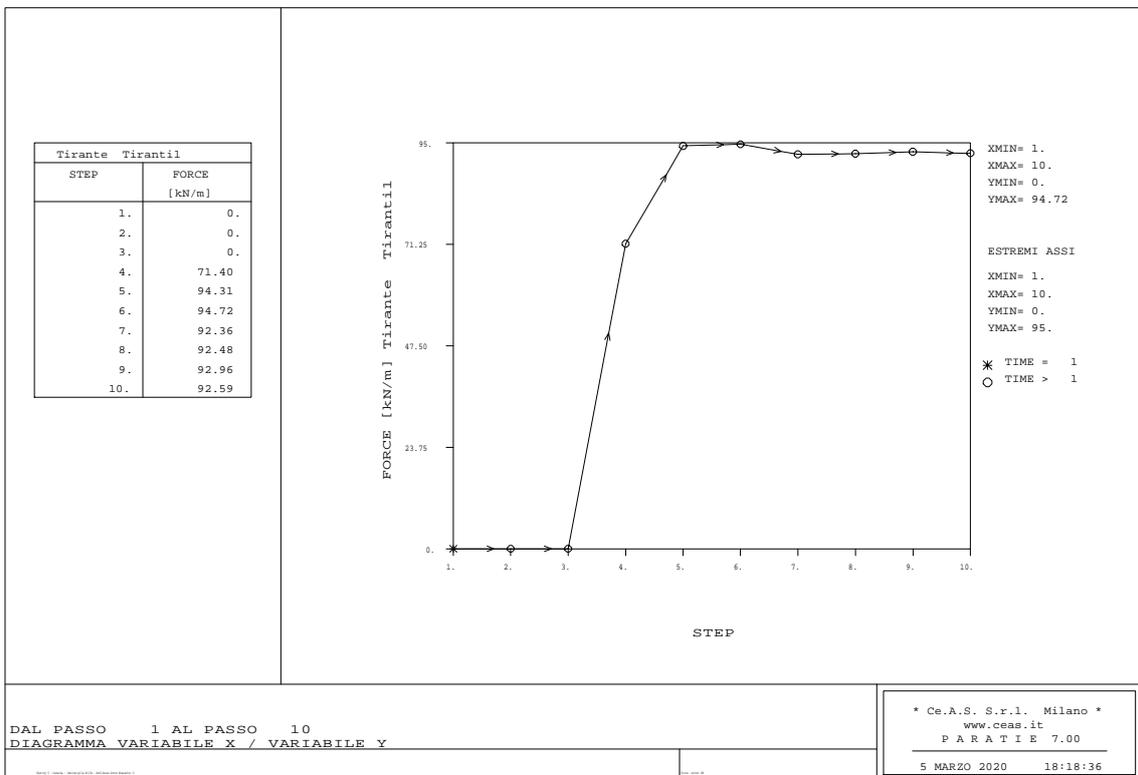


Figura 6.8 – Sollecitazioni 1°ordine di tiranti - SLU

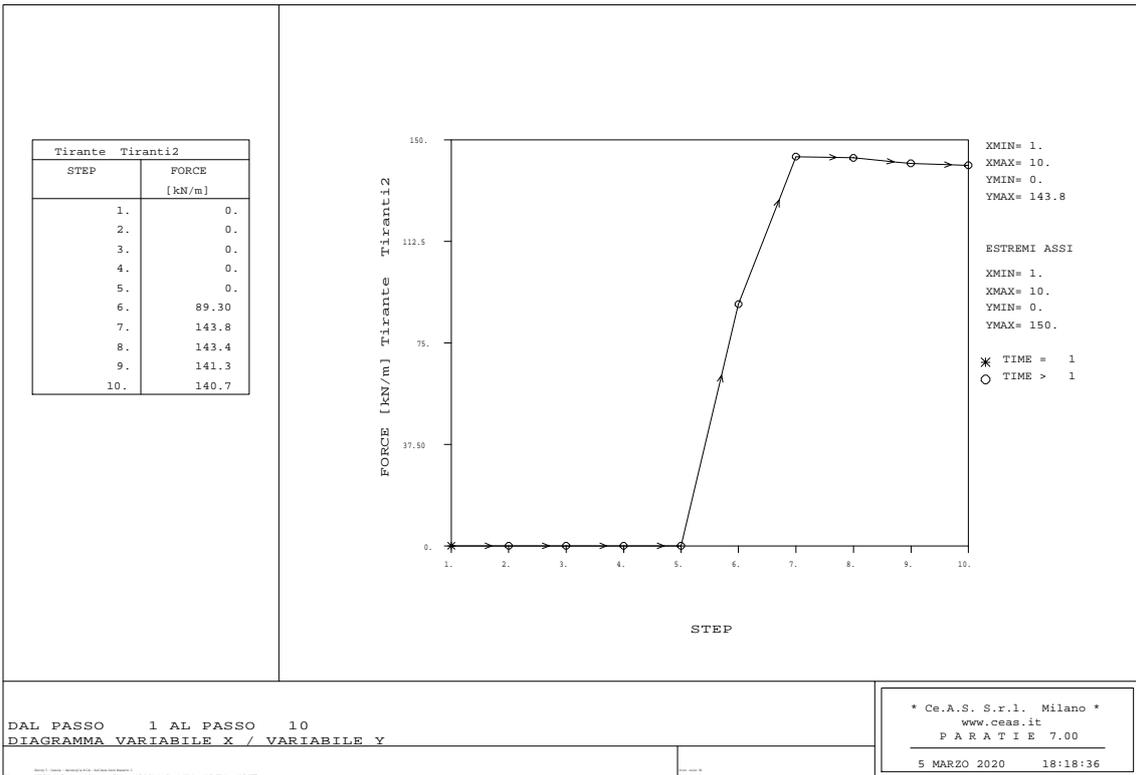


Figura 6.9 – Sollecitazioni 2°ordine di tiranti – SLU

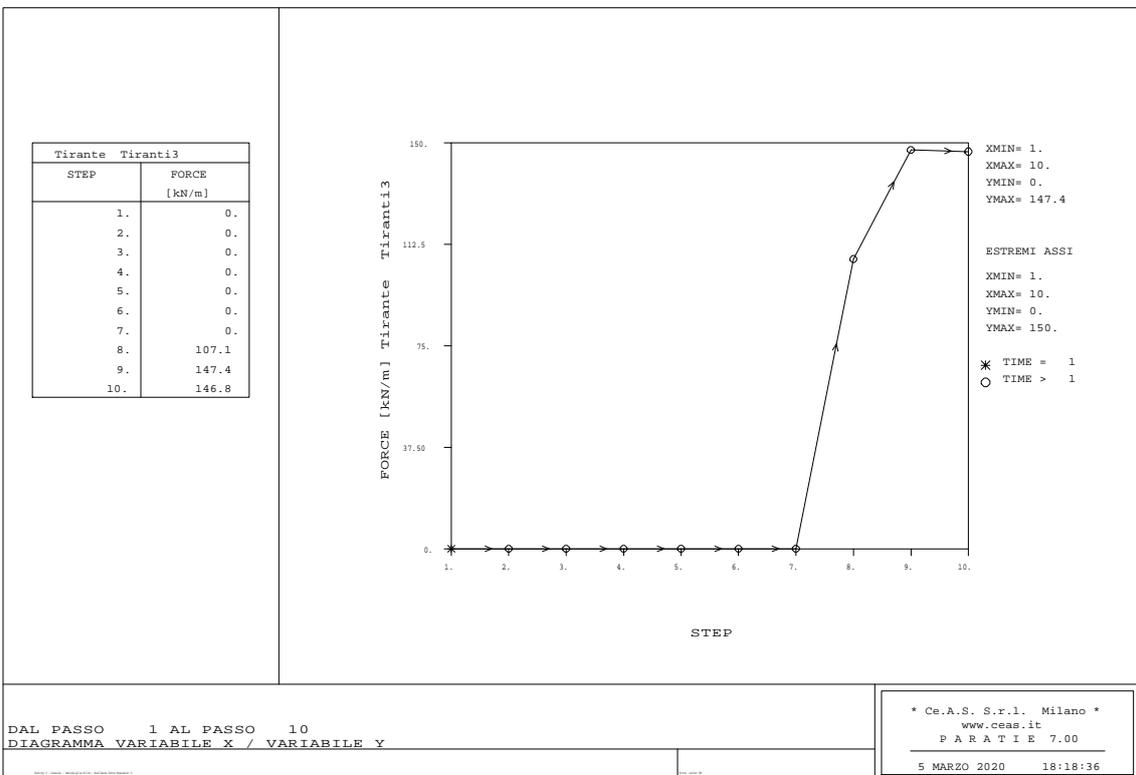


Figura 6.10 – Sollecitazioni 3°ordine di tiranti - SLU

6.3.1.2 VERIFICA STRUTTURALE MICROPALO

La berlinese è realizzata con micropali aventi tubolari in acciaio di diametro pari a 139.7 mm, spessore 12.5 mm, interasse tra i micropali di 0.40 m e lunghezza di 18 m.

Di seguito si riporta la verifica strutturale relativa al tubolare

Materiale			Azioni di calcolo		A1-M1	A2-M2
Acciaio:	classe	S 355 -	Azione assiale:	n_s kN/m	0	0
Coefficiente di sicurezza:	γ_{Mo}	1.05 -	Taglio:	v_s kN/m	106.6	148.0
Tensione di snervamento:	f_{yk}	355 MPa	Momento:	m_s kNm/m	74.8	140.8
Tensione di calcolo:	f_{yd}	338 MPa	Combinazioni di carico		A1-M1-R1	A1-M1-R1
Sezione (UNI EN 10219-2:2006)			Coefficiente di sicurezza:	γ -	1.3	1
Diametro esterno:	D	139.7 mm	Interasse:	i m	0.4	0.4
Spessore (s <= 40 mm):	s	12.5 mm	Azioni di progetto		A1-M1-R1	A1-M1-R1
Diametro interno:	d	114.7 mm	Azione assiale:	N_{sd} kN	0	0
Momento d'inerzia:	I	1.02E-05 m ⁴	Taglio:	V_{sd} kN	43	59
Area sezione trasversale:	A	5.00E-03 m ²	Momento:	M_{sd} kNm	30	56
Modulo resistente a flessione:	W_{pl}	2.03E-04 m ³	Effetto delle azioni combinate (N, V, M)		A1-M1-R1	A1-M1-R1
Modulo resistente a taglio:	$A_v = 2A/\pi$	3.18E-03 m ²	$[(2 \cdot V_{sd}/V_{pl,Rd}) - 1]^2$	ρ	0.000	0.000
Area resistente a taglio:	$A^*_v = A$	5.00E-03 m ²	$N_{sd}/[A \cdot (1 - \rho \cdot a_v) \cdot f_{yd}]$	n	0.000	0.000
A^*_v/A	a_v	1.000 -	Momento resistente ridotto (*)	$M_{pl,Rd,V,N}$ kN·m	69	69
Azioni resistenti elementari			Verifiche		A1-M1-R1	A1-M1-R1
Azione assiale resistente:	$N_{pl,Rd}$	1689 kN	Azione assiale:	$N_{sd} \leq N_{pl,Rd}$	O.K.	O.K.
Taglio resistente:	$V_{pl,Rd}$	621 kN	Taglio:	$V_{sd} \leq V_{pl,Rd}$	O.K.	O.K.
Momento resistente:	$M_{pl,Rd}$	69 kN·m	Presso(Tenso)-Flessione:	$M_{sd} \leq M_{pl,Rd,V,N}$	O.K.	O.K.

Tabella 6-4 – Verifica della sezione del micropalo – Sezione H = 11.0 m

6.3.1.3 RESISTENZA DEL TERRENO A VALLE

Dal punto di vista geotecnico è necessario verificare l'equilibrio della berlinese garantendo che il rapporto tra la spinta passiva mobilitata e la resistenza passiva totale a valle dell'opera, secondo la combinazione A2+M2+R1, non sia superiore al 99% secondo la combinazione allo SLU.

Secondo quanto esposto in *Tabella 6-3* la verifica risulta soddisfatta in quanto la resistenza passiva mobilitata risulta pari al 46% e al 69%, rispettivamente per la combinazione allo SLE e GEO.

6.3.1.4 VERIFICA DEI TIRANTI ATTIVI

I tiranti attivi sono stati verificati in accordo con le prescrizioni delle normative vigenti. Nello specifico, nella sezione in esame, sono presenti tre ordini di tiranti a trefoli con lunghezze libere e di tratto iniettato variabili in funzione della loro posizione. Il tratto libero è infatti individuato dall'apertura del cuneo di spinta attiva a tergo dell'opera di sostegno in condizione statica e dalla posizione del supporto, mentre il bulbo è stato opportunamente progettato in modo da garantirne la resistenza nei confronti dell'azione di trazione agente.

I tiranti attivi saranno realizzati con tiranti a trefoli di diametro da 0.6". La tabella seguente riporta la geometria, la sollecitazione massima agente su ciascun ordine di tirante (già moltiplicata per il passo di ciascun ordine) e il fattore di sicurezza nei confronti della verifica strutturale di resistenza a trazione del chiodo e di resistenza a sfilamento del bulbo.

La verifica dei tiranti attivi, come anticipato, si compone della verifica strutturale dell'elemento in acciaio (verifica di resistenza a trazione) e della verifica di sfilamento bulbo-terreno. La verifica strutturale si ritiene soddisfatta se la seguente relazione risulta valida:

$$N_{E,d} \leq N_{t,Rd} = \min \left\{ \frac{f_{yk} \cdot A}{\gamma_{M0}} ; \frac{0.9 \cdot f_{uk} \cdot A_{net}}{\gamma_{M2}} \right\}$$

In cui:

- $N_{E,d}$ è l'azione di trazione agente sul tirante;
- $N_{t,Rd}$ è la resistenza strutturale del tirante;
- f_{yk} è la resistenza di calcolo dell'acciaio;
- A è l'area del tirante;
- f_{uk} è il limite di rottura dell'acciaio.

La verifica a sfilamento, invece, è da ritenersi soddisfatta se la seguente disuguaglianza è valida:

$$N_d \leq R_{ad} = \frac{\pi \cdot \alpha \cdot D \cdot \tau_{ad} \cdot L}{\gamma_{Rat} \cdot \xi_{a3} \cdot \gamma_{st}}$$

In cui:

- N_d è l'azione di trazione agente sul tirante;
- R_{ad} è la resistenza a sfilamento fornita dal bulbo;
- α è il coefficiente amplificativo del diametro di perforazione (assunto, in questo caso, pari a 1.0);
- D è il diametro di perforazione;
- τ_{ad} è l'aderenza laterale;
- L è la lunghezza del tratto iniettato;
- γ_{Rat} è il coefficiente parziale, funzione del tipo di ancoraggio (provvisorio o passivo);
- ξ_{a3} è il coefficiente riduttivo, funzione delle verticali di indagini a disposizione.

Ordine	Paso	L_{libera}	$L_{iniettata}$	L_{totale}	Tiro agente	Resistenza a trazione	Rd sfilamento bulbo-terreno	Rd sfilamento trefoli-bulbo	Esito verifica
	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
1°	2.8	9.0	10.0	19.0	354.2	605.6	380.8	942.8	OK
2°	2.8	7.0	14.0	21.0	507.6	807.4	533.1	1657.6	OK
3°	2.8	5.0	14.0	19.0	531.4	807.4	533.1	1657.6	OK

Tabella 6-5 – Verifica dei tiranti attivi – Sezione H = 11.0 m

6.3.1.5 VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE

Le caratteristiche della sollecitazione sono determinate modellando gli elementi strutturali oggetto di verifica alla stregua di travi continue su più appoggi; la luce delle campate è data dall'interasse dei tiranti ed il carico, uniformemente distribuito, è determinato ripartendo le reazioni offerte dagli ancoraggi, ottenute del modello di calcolo dell'opera di sostegno. Definito $N_{s,d}$ il massimo tiro di calcolo corrispondente all' i -esimo ordine di tiranti, il suddetto carico è così calcolato: $q_{sd} = N_{s,d}/l$ (con l interasse tiranti).

Secondo tale modello le massime azioni di calcolo sull'elemento strutturale saranno:

- $M_{s,d} = 1 / 10 q_{sd} L^2$;
- $T_{s,d} = 0.6 q_{sd} L$.

Le travi di ripartizione sono costituite da profili metallici accoppiati HEB180.

La tensione resistente di calcolo dell'acciaio è ottenuta mediante riduzione della tensione resistente caratteristica, f_{yk} attraverso il coefficiente parziale $\gamma_{M0} = 1.05$: $f_{yd} = 261.90$ MPa.

Nella tabella seguente è riportata la verifica strutturale delle travi di ripartizione calcolata per il massimo valore della reazione dei tiranti ottenuto dal modello di calcolo.

La tabella seguente riporta la verifica della trave di ripartizione maggiormente sollecitata:

VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE - NTC 2018

Dati del profilato:

Tipo di profilato	HEB	180
Altezza del profilato	h	180 mm
Base del profilato	b	180 mm
Spessore dell'anima	a = t _w	8.5 mm
Spessore delle ali	e = t _f	14 mm
Raggio di curvatura	r	15 mm
Area della sezione	A	6525 mm ²

Definizione dell'azione di calcolo:

Sforzo massimo agente	N _{Ed}	191.7 [kN/ml]
Interasse degli elementi di contrasto	i	2.8 [m]
Momento agente sul profilato	M _{Ed}	150.29 [kNm]
Taglio agente sul profilato	V _{Ed}	322.06 [kN]

Calcolo della resistenza di progetto a taglio:

Tipologia di acciaio	S	275 [MPa]
Coefficiente di sicurezza	γ _{M0}	1.05 [-]
Piano di carico del profilato	Carico nel piano dell'anima	
n° di profilati considerati	n°	2 [-]
Area a taglio del singolo profilato	A _v	2024 mm ²
Resistenza di progetto a taglio	R _{c,Rd}	612.10 [kN]

Definizione della tipologia di verifica da condurre:

Taglio agente sul profilato	V _{Ed}	322.06 [kN]
Resistenza di progetto a taglio	V _{c,Rd}	612.10 [kN]
Rapporto V _{Ed} /V _{c,Rd}	V _{Ed} /V _{c,Rd}	0.53 [-]
Tipo di verifica	Flessione e taglio	

Verifica strutturale per profilato soggetto a flessione e taglio:

Momento plastico nel piano dell'anima	W _{pl,y}	482000 mm ³
Coefficiente di riduzione	ρ	0.002734922 [-]
Resistenza di progetto	M _{y,V,Rd}	252.39 [kNm]
Condizione M _{y,V,Rd} ≤ M _{y,C,Rd}	OK	
Fattore di sicurezza della sezione	FS	1.68 OK

Tabella 6-6 – Verifica della trave di ripartizione – Sezione H = 11.0 m

7. CONCLUSIONI

La presente relazione descrittiva riassume i criteri e le scelte progettuali adottate per il dimensionamento e la verifica delle opere provvisorie necessarie alla realizzazione delle opere d'arte maggiore nuovo svincolo autostradale di Vado Ligure.

In questa relazione si sono riportate le verifiche condotte per il dimensionamento, le verifiche per il dimensionamento delle opere di sostegno provvisorie costituite da berlinesi di micropali tirantate che consentiranno la realizzazione in sicurezza degli scavi in fase provvisoria.

Vista la complessità delle verifiche e delle opere in oggetto sono state individuate differenti sezioni di calcolo che hanno consentito di indagare tutti i possibili scenari che si presenteranno in fase realizzativa, sia da un punto di vista stratigrafico che geometrico e funzionale delle opere stesse.

Da quanto evince nei capitoli riportati in precedenza, si può osservare come tutte le verifiche siano soddisfatte secondo le prescrizioni normative delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.



8. ALLEGATI

In allegato si riportano i tabulati di calcolo relativi ai modelli delle berlinesi tirantate, in particolare sono mostrate le *history* relative alla condizione SLU strutturale.

8.1 BERLINESE PROVVISORIALE – SEZIONE H = 11.0 M

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

```
*****  
**  
**          P A R A T I E          **  
**  
**          RELEASE 7.00  VERSIONE WIN          **  
**  
** Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10          **  
**                   20129 MILANO          **  
**  
*****
```

JOBNAME U:\19-42_Sina_Vado_Ligure\Opere maggiori\Ponte Bossarino 2\Sezione-

5 MARZO 2020 18:30:19
PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

ELENCO DEI DATI DI INPUT(PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi
si faccia riferimento al manuale di
input PARAGEN, versione 7.00.

```
N. comando  
1: * Paratie for Windows version 7.0  
2: * Filename= <u:\19-42_sina_vado_ligure\opere maggiori\ponte bossarino  
2\sezione-  
3: * project with "run time" parameters  
4: * Force=kN Lenght=m  
5: *  
6: units m kN  
7: title History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte  
Bossarino 2  
8: delta 0.1  
9: option param itemax 30  
10: option noprint echo  
11: option noprint displ  
12: option noprint react  
13: option noprint stresses  
14: option control TSPonly  
15: wall RightWall 0 -17.5 0  
16: *  
17: soil DHRight RightWall -17.5 0 2 0  
18: soil UHRight RightWall -17.5 0 1 180  
19: *  
20: material C25_30 3.1447E+007  
21: material Steel 2.1E+008  
22: *  
23: beam Beam RightWall -17.5 0 C25_30 0.16386 00 00  
24: *  
25: wire Tiranti1 RightWall -2.5 Steel 1.65476E-005 71.4 162  
26: wire Tiranti2 RightWall -6 Steel 2.83673E-005 89.3 162  
27: wire Tiranti3 RightWall -9 Steel 3.97143E-005 107.1 162  
28: *  
29: strip RightWall 2 10 1 20 0 -23 45  
30: strip RightWall 9 9 0.5 4.5 0 11.5 45  
31: *  
32: * Soil Profile  
33: *  
34: ldata S0 0  
35: weight 19 9 10  
36: atrest 0.5 0.5 1  
37: resistance 0 30 0.291 4.443
```



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 3
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

N. comando

```
38:      young      50000 80000
39:      endlayer
40:      ldata      S1 -13.2
41:      weight     21.5 11.5 10
42:      atrest     0.577382 0.5 1
43:      resistance 12.5 25 0.359 3.319
44:      young      70000 112000
45:      endlayer
46:      *
47: step 1 : Geostatico
48:      setwall RightWall
49:      geom 0 0
50: endstep
51:      *
52: step 2 : Paratia
53:      setwall RightWall
54:      add Beam
55: endstep
56:      *
57: step 3 : Scavo 1
58:      setwall RightWall
59:      geom 0 -3
60: endstep
61:      *
62: step 4 : Tirantil
63:      setwall RightWall
64:      add Tirantil
65: endstep
66:      *
67: step 5 : Scavo 2
68:      setwall RightWall
69:      geom 0 -6.5
70: endstep
71:      *
72: step 6 : Tiranti2
73:      setwall RightWall
74:      add Tiranti2
75: endstep
76:      *
77: step 7 : Scavo 3
78:      setwall RightWall
79:      geom 0 -9.5
80: endstep
81:      *
82: step 8 : Tiranti3
83:      setwall RightWall
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

N. comando

```
84:      add Tiranti3
85: endstep
86:      *
87: step 9 : fondo scavo
88:      setwall RightWall
89:      geom 0 -11.2
90: endstep
91:      *
92: step 10 : Condizione di esercizio
93:      setwall RightWall
94: endstep
95:      *
96:      *
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER S0

natura	1=granulare, 2=argilla	=	1.0000	
quota superiore		=	0.0000	m
quota inferiore		=	-13.200	m
peso fuori falda		=	19.000	kN/m ³



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

peso efficace in falda	= 9.0000	kN/m ³	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m ³	
angolo di attrito	= 30.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.29100		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.4430		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.50000		
esponente di OCR	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 50000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 80000.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 30.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.29100		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.4430		(A VALLE)

LAYER S1

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -13.200	m	
quota inferiore	= -0.10000E+31	m	
peso fuori falda	= 21.500	kN/m ³	
peso efficace in falda	= 11.500	kN/m ³	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m ³	
coesione	= 12.500	kPa	(A MONTE)
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.35900		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.3190		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.57738		
esponente di OCR	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 70000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.11200E+06	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
coesione	= 12.500	kPa	(A VALLE)
angolo di attrito	= 25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.35900		(A VALLE)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6

5 MARZO 2020 18:30:19

History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

coeff. spinta passiva kp	= 3.3190	(A VALLE)
--------------------------	----------	-----------

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

(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)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

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

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 8

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 9

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 10

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
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 RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
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 3

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-3.0000	m
quota della falda	=	-0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kPa

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
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 4



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m
 depressione falda a valle = 0.0000 m
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11
 5 MARZO 2020 18:30:19
 History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 8

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 9

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m
 quota piano campagna = 0.0000 m
 quota del fondo scavo = -11.200 m
 quota della falda = -0.99900E+30 m
 sovraccarico a monte = 0.0000 kPa
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m
 depressione falda a valle = 0.0000 m
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa
 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 10

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m
 quota piano campagna = 0.0000 m
 quota del fondo scavo = -11.200 m
 quota della falda = -0.99900E+30 m
 sovraccarico a monte = 0.0000 kPa
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m
 depressione falda a valle = 0.0000 m
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa
 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)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12
 5 MARZO 2020 18:30:19
 History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

RIASSUNTO ELEMENTI
 =====

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
DHRight	RightWall	0.	-17.50	DOWNHILL	0.
UHRight	RightWall	0.	-17.50	UPHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
Beam	RightWall	0.	-17.50	_	0.1639



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

23	-2.2000	-0.18014E-01	6
24	-2.3000	-0.17791E-01	6
25	-2.4000	-0.17605E-01	6
26	-2.5000	-0.17457E-01	6
27	-2.6000	-0.17350E-01	6
28	-2.7000	-0.17280E-01	6
29	-2.8000	-0.17241E-01	6
30	-2.9000	-0.17230E-01	6
31	-3.0000	-0.17242E-01	6
32	-3.1000	-0.17278E-01	5
33	-3.2000	-0.17355E-01	5
34	-3.3000	-0.17446E-01	5
35	-3.4000	-0.17546E-01	5
36	-3.5000	-0.17653E-01	5
37	-3.6000	-0.17763E-01	5
38	-3.7000	-0.17871E-01	5

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
39	-3.8000	-0.17975E-01	5
40	-3.9000	-0.18073E-01	5
41	-4.0000	-0.18160E-01	5
42	-4.1000	-0.18234E-01	5
43	-4.2000	-0.18293E-01	5
44	-4.3000	-0.18333E-01	5
45	-4.4000	-0.18354E-01	5
46	-4.5000	-0.18524E-01	9
47	-4.6000	-0.18707E-01	8
48	-4.7000	-0.18907E-01	8
49	-4.8000	-0.19112E-01	8
50	-4.9000	-0.19324E-01	8
51	-5.0000	-0.19544E-01	8
52	-5.1000	-0.19772E-01	8
53	-5.2000	-0.20011E-01	8
54	-5.3000	-0.20261E-01	8
55	-5.4000	-0.20526E-01	8
56	-5.5000	-0.20806E-01	8
57	-5.6000	-0.21105E-01	8
58	-5.7000	-0.21424E-01	8
59	-5.8000	-0.21768E-01	8
60	-5.9000	-0.22175E-01	7
61	-6.0000	-0.22617E-01	7
62	-6.1000	-0.23097E-01	7
63	-6.2000	-0.23607E-01	7
64	-6.3000	-0.24141E-01	7
65	-6.4000	-0.24692E-01	7
66	-6.5000	-0.25251E-01	7
67	-6.6000	-0.25814E-01	7
68	-6.7000	-0.26373E-01	7
69	-6.8000	-0.26923E-01	7
70	-6.9000	-0.27457E-01	7
71	-7.0000	-0.27970E-01	7
72	-7.1000	-0.28457E-01	7
73	-7.2000	-0.28914E-01	7
74	-7.3000	-0.29335E-01	7
75	-7.4000	-0.29716E-01	7
76	-7.5000	-0.30055E-01	7
77	-7.6000	-0.30346E-01	7
78	-7.7000	-0.30587E-01	7
79	-7.8000	-0.30775E-01	7
80	-7.9000	-0.30908E-01	7
81	-8.0000	-0.30983E-01	7
82	-8.1000	-0.30999E-01	7
83	-8.2000	-0.30953E-01	7
84	-8.3000	-0.30846E-01	7

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
85	-8.4000	-0.30676E-01	7
86	-8.5000	-0.30609E-01	9
87	-8.6000	-0.30644E-01	9
88	-8.7000	-0.30664E-01	9
89	-8.8000	-0.30672E-01	9
90	-8.9000	-0.30672E-01	9
91	-9.0000	-0.30671E-01	9
92	-9.1000	-0.30670E-01	9
93	-9.2000	-0.30665E-01	9



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

94	-9.3000	-0.30650E-01	9
95	-9.4000	-0.30619E-01	9
96	-9.5000	-0.30567E-01	9
97	-9.6000	-0.30488E-01	9
98	-9.7000	-0.30380E-01	9
99	-9.8000	-0.30236E-01	9
100	-9.9000	-0.30055E-01	9
101	-10.000	-0.29832E-01	9
102	-10.100	-0.29566E-01	9
103	-10.200	-0.29254E-01	9
104	-10.300	-0.28894E-01	9
105	-10.400	-0.28485E-01	9
106	-10.500	-0.28026E-01	9
107	-10.600	-0.27517E-01	9
108	-10.700	-0.26959E-01	9
109	-10.800	-0.26352E-01	9
110	-10.900	-0.25697E-01	9
111	-11.000	-0.24996E-01	9
112	-11.100	-0.24252E-01	9
113	-11.200	-0.23466E-01	9
114	-11.300	-0.22643E-01	9
115	-11.400	-0.21785E-01	9
116	-11.500	-0.20898E-01	9
117	-11.600	-0.19986E-01	9
118	-11.700	-0.19053E-01	9
119	-11.800	-0.18106E-01	9
120	-11.900	-0.17149E-01	9
121	-12.000	-0.16187E-01	9
122	-12.100	-0.15227E-01	9
123	-12.200	-0.14274E-01	9
124	-12.300	-0.13333E-01	9
125	-12.400	-0.12410E-01	9
126	-12.500	-0.11508E-01	9
127	-12.600	-0.10634E-01	9
128	-12.700	-0.97917E-02	9
129	-12.800	-0.89845E-02	9
130	-12.900	-0.82159E-02	9

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 18

5 MARZO 2020 18:30:19

History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE	RightWall
131	-13.000	-0.74890E-02	9	
132	-13.100	-0.68059E-02	9	
133	-13.200	-0.61686E-02	9	
134	-13.300	-0.55783E-02	9	
135	-13.400	-0.50358E-02	9	
136	-13.500	-0.45410E-02	9	
137	-13.600	-0.40932E-02	9	
138	-13.700	-0.36914E-02	9	
139	-13.800	-0.33338E-02	9	
140	-13.900	-0.30184E-02	9	
141	-14.000	-0.27427E-02	9	
142	-14.100	-0.25043E-02	9	
143	-14.200	-0.23004E-02	9	
144	-14.300	-0.21283E-02	9	
145	-14.400	-0.19851E-02	9	
146	-14.500	-0.18681E-02	9	
147	-14.600	-0.17747E-02	9	
148	-14.700	-0.17022E-02	9	
149	-14.800	-0.16481E-02	9	
150	-14.900	-0.16101E-02	9	
151	-15.000	-0.15862E-02	9	
152	-15.100	-0.15741E-02	9	
153	-15.200	-0.15721E-02	9	
154	-15.300	-0.15786E-02	9	
155	-15.400	-0.15919E-02	9	
156	-15.500	-0.16108E-02	9	
157	-15.600	-0.16341E-02	9	
158	-15.700	-0.16607E-02	9	
159	-15.800	-0.16898E-02	9	
160	-15.900	-0.17207E-02	9	
161	-16.000	-0.17526E-02	9	
162	-16.100	-0.17851E-02	9	
163	-16.200	-0.18179E-02	9	
164	-16.300	-0.18505E-02	9	
165	-16.400	-0.18828E-02	9	
166	-16.500	-0.19147E-02	9	
167	-16.600	-0.19460E-02	9	
168	-16.700	-0.19767E-02	9	
169	-16.800	-0.20069E-02	9	
170	-16.900	-0.20366E-02	9	



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

171	-17.000	-0.20658E-02	9
172	-17.100	-0.20948E-02	9
173	-17.200	-0.21234E-02	9
174	-17.300	-0.21520E-02	9
175	-17.400	-0.21804E-02	9
176	-17.500	-0.22089E-02	9

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 19
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE
(PER UNITA' DI PROFONDITA')
* PARETE RightWall GRUPPO Beam*
STEP 1 - 10
* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:
MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN*m/m]
MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN*m/m]
TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno)[kN/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.1660E-10	0.2001E-10	0.1470E-08
	B	-0.1000	0.9823E-10	0.5093E-10	0.1470E-08
2	A	-0.1000	0.9459E-10	0.5048E-10	0.8442
	B	-0.2000	0.2039E-02	0.8442E-01	0.8442
3	A	-0.2000	0.2039E-02	0.8442E-01	2.533
	B	-0.3000	0.5493E-02	0.3377	2.533
4	A	-0.3000	0.5493E-02	0.3377	5.060
	B	-0.4000	0.9738E-02	0.8437	5.060
5	A	-0.4000	0.9738E-02	0.8437	8.207
	B	-0.5000	0.1414E-01	1.664	8.207
6	A	-0.5000	0.1414E-01	1.664	11.07
	B	-0.6000	0.1812E-01	2.771	11.07
7	A	-0.6000	0.1812E-01	2.771	13.65
	B	-0.7000	0.2107E-01	4.136	13.65
8	A	-0.7000	0.2107E-01	4.136	15.91
	B	-0.8000	0.2240E-01	5.727	15.91
9	A	-0.8000	0.2240E-01	5.727	17.96
	B	-0.9000	0.2149E-01	7.523	17.96
10	A	-0.9000	0.2149E-01	7.523	19.82
	B	-1.000	0.1772E-01	9.505	19.82
11	A	-1.000	0.1772E-01	9.505	21.46
	B	-1.100	0.1043E-01	11.65	21.46
12	A	-1.100	0.1043E-01	11.65	22.73
	B	-1.200	0.2896E-02	13.92	22.73
13	A	-1.200	0.2896E-02	13.92	23.66
	B	-1.300	0.	16.29	23.66
14	A	-1.300	0.	16.29	24.28
	B	-1.400	0.	18.72	24.28
15	A	-1.400	0.	18.72	24.96
	B	-1.500	0.	21.21	24.96
16	A	-1.500	0.	21.21	25.68
	B	-1.600	0.	23.78	25.68
17	A	-1.600	0.	23.78	26.62
	B	-1.700	0.	26.43	26.62

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 20
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-1.700	0.	26.43	27.91
	B	-1.800	0.	29.15	27.91
19	A	-1.800	0.	29.15	29.30
	B	-1.900	0.	31.96	29.30
20	A	-1.900	0.	31.96	30.77
	B	-2.000	0.	34.86	30.77
21	A	-2.000	0.	34.86	32.34
	B	-2.100	0.	37.86	32.34
22	A	-2.100	0.	37.86	34.00
	B	-2.200	0.	40.96	34.00
23	A	-2.200	0.	40.96	36.39
	B	-2.300	0.	44.16	36.39
24	A	-2.300	0.	44.16	40.14
	B	-2.400	0.	47.78	40.14
25	A	-2.400	0.	47.78	43.98
	B	-2.500	0.	51.73	43.98
26	A	-2.500	0.	51.73	56.24
	B	-2.600	0.	47.09	56.24
27	A	-2.600	0.	47.09	54.98
	B	-2.700	0.	42.65	54.98



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

28	A	-2.700	0.	42.65	53.68
	B	-2.800	0.	38.43	53.68
29	A	-2.800	0.	38.43	52.33
	B	-2.900	0.	34.44	52.33
30	A	-2.900	0.	34.44	50.92
	B	-3.000	0.	30.67	50.92
31	A	-3.000	0.	30.67	49.46
	B	-3.100	0.	27.44	49.46
32	A	-3.100	0.	27.44	47.95
	B	-3.200	0.	27.73	47.95
33	A	-3.200	0.	27.73	46.32
	B	-3.300	0.	29.54	46.32
34	A	-3.300	0.	29.54	44.59
	B	-3.400	0.	31.78	44.59
35	A	-3.400	0.	31.78	42.75
	B	-3.500	1.860	33.85	42.75
36	A	-3.500	1.860	33.85	40.78
	B	-3.600	5.938	35.67	40.78
37	A	-3.600	5.938	35.67	38.68
	B	-3.700	9.805	37.16	38.68
38	A	-3.700	9.805	37.16	36.44
	B	-3.800	13.45	38.25	36.44
39	A	-3.800	13.45	38.25	34.06
	B	-3.900	16.86	38.84	34.06
40	A	-3.900	16.86	38.84	31.98
	B	-4.000	20.01	38.95	31.98

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 21
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-4.000	20.01	38.95	30.00
	B	-4.100	22.89	38.64	30.00
42	A	-4.100	22.89	38.64	27.97
	B	-4.200	25.49	37.94	27.97
43	A	-4.200	25.49	37.94	25.88
	B	-4.300	27.79	36.91	25.88
44	A	-4.300	27.79	36.91	23.74
	B	-4.400	29.76	35.57	23.74
45	A	-4.400	29.76	35.57	21.55
	B	-4.500	31.40	33.97	21.55
46	A	-4.500	31.40	33.97	19.30
	B	-4.600	32.67	32.13	19.30
47	A	-4.600	32.67	32.13	20.57
	B	-4.700	33.57	30.07	20.57
48	A	-4.700	33.57	30.07	22.40
	B	-4.800	34.07	27.83	22.40
49	A	-4.800	34.07	27.83	23.72
	B	-4.900	34.16	25.46	23.72
50	A	-4.900	34.16	25.46	24.30
	B	-5.000	35.13	23.03	24.30
51	A	-5.000	35.13	23.03	24.29
	B	-5.100	35.85	20.60	24.29
52	A	-5.100	35.85	20.60	23.80
	B	-5.200	36.32	18.22	23.80
53	A	-5.200	36.32	18.22	24.79
	B	-5.300	36.53	19.66	24.79
54	A	-5.300	36.53	19.66	27.95
	B	-5.400	36.47	22.39	27.95
55	A	-5.400	36.47	22.39	31.18
	B	-5.500	36.14	25.38	31.18
56	A	-5.500	36.14	25.38	34.48
	B	-5.600	35.53	28.66	34.48
57	A	-5.600	35.53	28.66	39.30
	B	-5.700	34.63	32.22	39.30
58	A	-5.700	34.63	32.22	44.98
	B	-5.800	33.44	36.07	44.98
59	A	-5.800	33.44	36.07	50.76
	B	-5.900	31.97	40.21	50.76
60	A	-5.900	31.97	40.21	56.62
	B	-6.000	30.19	44.66	56.62
61	A	-6.000	30.19	44.66	91.50
	B	-6.100	28.10	35.73	91.50
62	A	-6.100	28.10	35.73	88.24
	B	-6.200	25.70	27.11	88.24
63	A	-6.200	25.70	27.11	84.86
	B	-6.300	22.99	18.80	84.86

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 22
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
----------	---------	-------	------------	------------	--------



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

64	A	-6.300	22.99	18.80	81.36
	B	-6.400	19.96	11.43	81.36
65	A	-6.400	19.96	11.43	77.74
	B	-6.500	16.59	4.831	77.74
66	A	-6.500	16.59	4.831	73.97
	B	-6.600	12.90	0.2954E-02	73.97
67	A	-6.600	12.90	0.2954E-02	70.06
	B	-6.700	17.82	0.2872E-02	70.06
68	A	-6.700	17.82	0.2872E-02	66.39
	B	-6.800	24.42	0.2792E-02	66.39
69	A	-6.800	24.42	0.2792E-02	62.90
	B	-6.900	30.60	0.2716E-02	62.90
70	A	-6.900	30.60	0.2716E-02	59.35
	B	-7.000	36.34	3.626	59.35
71	A	-7.000	36.34	3.626	55.75
	B	-7.100	41.63	7.800	55.75
72	A	-7.100	41.63	7.800	52.10
	B	-7.200	46.44	11.83	52.10
73	A	-7.200	46.44	11.83	48.39
	B	-7.300	50.76	15.65	48.39
74	A	-7.300	50.76	15.65	44.62
	B	-7.400	54.58	19.16	44.62
75	A	-7.400	54.58	19.16	40.81
	B	-7.500	57.86	22.30	40.81
76	A	-7.500	57.86	22.30	36.93
	B	-7.600	60.60	24.98	36.93
77	A	-7.600	60.60	24.98	33.00
	B	-7.700	62.76	27.19	33.00
78	A	-7.700	62.76	27.19	29.02
	B	-7.800	64.34	28.95	29.02
79	A	-7.800	64.34	28.95	24.98
	B	-7.900	66.56	30.30	24.98
80	A	-7.900	66.56	30.30	20.89
	B	-8.000	68.65	31.26	20.89
81	A	-8.000	68.65	31.26	16.74
	B	-8.100	70.32	31.83	16.74
82	A	-8.100	70.32	31.83	21.27
	B	-8.200	71.58	32.06	21.27
83	A	-8.200	71.58	32.06	26.33
	B	-8.300	72.41	31.96	26.33
84	A	-8.300	72.41	31.96	31.20
	B	-8.400	72.80	31.57	31.20
85	A	-8.400	72.80	31.57	35.83
	B	-8.500	72.76	30.91	35.83
86	A	-8.500	72.76	30.91	40.39
	B	-8.600	72.28	30.00	40.39

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 23
5 MARZO 2020 18:30:19

History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
87	A	-8.600	72.28	30.00	46.27
	B	-8.700	71.35	28.87	46.27
88	A	-8.700	71.35	28.87	54.01
	B	-8.800	69.97	27.53	54.01
89	A	-8.800	69.97	27.53	61.86
	B	-8.900	68.13	26.03	61.86
90	A	-8.900	68.13	26.03	69.79
	B	-9.000	65.82	24.41	69.79
91	A	-9.000	65.82	24.41	76.24
	B	-9.100	63.04	22.71	76.24
92	A	-9.100	63.04	22.71	71.36
	B	-9.200	59.79	20.96	71.36
93	A	-9.200	59.79	20.96	66.42
	B	-9.300	56.06	19.21	66.42
94	A	-9.300	56.06	19.21	61.43
	B	-9.400	51.84	17.46	61.43
95	A	-9.400	51.84	17.46	56.39
	B	-9.500	47.13	15.76	56.39
96	A	-9.500	47.13	15.76	52.07
	B	-9.600	41.92	14.11	52.07
97	A	-9.600	41.92	14.11	56.26
	B	-9.700	39.92	12.52	56.26
98	A	-9.700	39.92	12.52	59.65
	B	-9.800	44.01	11.01	59.65
99	A	-9.800	44.01	11.01	62.26
	B	-9.900	47.58	9.591	62.26
100	A	-9.900	47.58	9.591	64.08
	B	-10.00	50.61	8.262	64.08
101	A	-10.00	50.61	8.262	65.10
	B	-10.10	53.11	7.027	65.10



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

102	A	-10.10	53.11	7.027	65.34
	B	-10.20	55.07	5.890	65.34
103	A	-10.20	55.07	5.890	64.79
	B	-10.30	56.48	4.848	64.79
104	A	-10.30	56.48	4.848	63.45
	B	-10.40	57.34	8.169	63.45
105	A	-10.40	57.34	8.169	61.32
	B	-10.50	57.64	14.30	61.32
106	A	-10.50	57.64	14.30	58.41
	B	-10.60	57.37	20.14	58.41
107	A	-10.60	57.37	20.14	54.70
	B	-10.70	56.54	25.61	54.70
108	A	-10.70	56.54	25.61	50.21
	B	-10.80	55.13	30.63	50.21
109	A	-10.80	55.13	30.63	44.92
	B	-10.90	53.14	35.13	44.92

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 24
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
110	A	-10.90	53.14	35.13	39.52
	B	-11.00	50.56	39.01	39.52
111	A	-11.00	50.56	39.01	33.79
	B	-11.10	47.39	42.23	33.79
112	A	-11.10	47.39	42.23	37.64
	B	-11.20	43.63	44.81	37.64
113	A	-11.20	43.63	44.81	43.66
	B	-11.30	39.26	46.80	43.66
114	A	-11.30	39.26	46.80	48.89
	B	-11.40	34.39	48.23	48.89
115	A	-11.40	34.39	48.23	53.33
	B	-11.50	29.07	49.13	53.33
116	A	-11.50	29.07	49.13	56.98
	B	-11.60	23.38	49.53	56.98
117	A	-11.60	23.38	49.53	59.84
	B	-11.70	17.40	49.47	59.84
118	A	-11.70	17.40	49.47	61.91
	B	-11.80	11.22	49.00	61.91
119	A	-11.80	11.22	49.00	63.20
	B	-11.90	4.903	48.14	63.20
120	A	-11.90	4.903	48.14	63.69
	B	-12.00	1.792	46.94	63.69
121	A	-12.00	1.792	46.94	63.39
	B	-12.10	1.789	45.44	63.39
122	A	-12.10	1.789	45.44	62.31
	B	-12.20	1.764	43.65	62.31
123	A	-12.20	1.764	43.65	60.43
	B	-12.30	1.718	41.61	60.43
124	A	-12.30	1.718	41.61	57.77
	B	-12.40	1.652	39.37	57.77
125	A	-12.40	1.652	39.37	54.32
	B	-12.50	1.567	37.00	54.32
126	A	-12.50	1.567	37.00	50.08
	B	-12.60	1.463	36.35	50.08
127	A	-12.60	1.463	36.35	45.05
	B	-12.70	1.339	40.85	45.05
128	A	-12.70	1.339	40.85	39.23
	B	-12.80	1.194	44.77	39.23
129	A	-12.80	1.194	44.77	32.74
	B	-12.90	1.029	48.05	32.74
130	A	-12.90	1.029	48.05	26.68
	B	-13.00	0.8402	50.71	26.68
131	A	-13.00	0.8402	50.71	22.91
	B	-13.10	0.6271	52.82	22.91
132	A	-13.10	0.6271	52.82	21.72
	B	-13.20	0.3875	54.40	21.72

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 25
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
133	A	-13.20	0.3875	54.40	21.10
	B	-13.30	0.1843	55.16	21.10
134	A	-13.30	0.1843	55.16	20.29
	B	-13.40	0.1869E-01	55.15	20.29
135	A	-13.40	0.1869E-01	55.15	19.31
	B	-13.50	0.2180E-01	54.41	19.31
136	A	-13.50	0.2180E-01	54.41	18.21
	B	-13.60	0.2353E-01	53.02	18.21



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

137	A	-13.60	0.2353E-01	53.02	19.56
	B	-13.70	0.2413E-01	51.07	19.56
138	A	-13.70	0.2413E-01	51.07	24.02
	B	-13.80	0.2386E-01	48.66	24.02
139	A	-13.80	0.2386E-01	48.66	27.37
	B	-13.90	0.2292E-01	45.93	27.37
140	A	-13.90	0.2292E-01	45.93	29.75
	B	-14.00	0.2149E-01	42.95	29.75
141	A	-14.00	0.2149E-01	42.95	31.27
	B	-14.10	0.1973E-01	39.83	31.27
142	A	-14.10	0.1973E-01	39.83	32.07
	B	-14.20	0.1777E-01	36.62	32.07
143	A	-14.20	0.1777E-01	36.62	32.24
	B	-14.30	0.1571E-01	33.40	32.24
144	A	-14.30	0.1571E-01	33.40	31.88
	B	-14.40	0.1364E-01	30.21	31.88
145	A	-14.40	0.1364E-01	30.21	31.09
	B	-14.50	0.1163E-01	27.10	31.09
146	A	-14.50	0.1163E-01	27.10	29.95
	B	-14.60	0.9723E-02	24.10	29.95
147	A	-14.60	0.9723E-02	24.10	28.53
	B	-14.70	0.7950E-02	21.25	28.53
148	A	-14.70	0.7950E-02	21.25	26.89
	B	-14.80	0.1663	18.56	26.89
149	A	-14.80	0.1663	18.56	25.11
	B	-14.90	0.5391	16.05	25.11
150	A	-14.90	0.5391	16.05	23.23
	B	-15.00	0.8391	13.73	23.23
151	A	-15.00	0.8391	13.73	21.28
	B	-15.10	1.073	11.60	21.28
152	A	-15.10	1.073	11.60	19.32
	B	-15.20	1.249	9.668	19.32
153	A	-15.20	1.249	9.668	17.37
	B	-15.30	1.372	7.931	17.37
154	A	-15.30	1.372	7.931	15.46
	B	-15.40	1.449	6.384	15.46
155	A	-15.40	1.449	6.384	13.61
	B	-15.50	1.486	5.023	13.61

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 26

5 MARZO 2020 18:30:19

History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
156	A	-15.50	1.486	5.023	11.85
	B	-15.60	1.489	3.838	11.85
157	A	-15.60	1.489	3.838	10.17
	B	-15.70	1.463	2.821	10.17
158	A	-15.70	1.463	2.821	8.597
	B	-15.80	1.412	1.962	8.597
159	A	-15.80	1.412	1.962	7.137
	B	-15.90	1.342	1.248	7.137
160	A	-15.90	1.342	1.248	5.792
	B	-16.00	1.256	0.6688	5.792
161	A	-16.00	1.256	0.6688	4.569
	B	-16.10	1.158	0.2119	4.569
162	A	-16.10	1.158	0.2119	3.467
	B	-16.20	1.051	0.6405E-01	3.467
163	A	-16.20	1.051	0.6405E-01	2.488
	B	-16.30	0.9387	0.5212E-01	2.488
164	A	-16.30	0.9387	0.5212E-01	1.630
	B	-16.40	0.8239	0.4173E-01	1.630
165	A	-16.40	0.8239	0.4173E-01	1.149
	B	-16.50	0.7090	0.3281E-01	1.149
166	A	-16.50	0.7090	0.3281E-01	1.126
	B	-16.60	0.6635	0.2523E-01	1.126
167	A	-16.60	0.6635	0.2523E-01	1.081
	B	-16.70	0.6411	0.1889E-01	1.081
168	A	-16.70	0.6411	0.1889E-01	1.016
	B	-16.80	0.5801	0.1368E-01	1.016
169	A	-16.80	0.5801	0.1368E-01	0.9330
	B	-16.90	0.4917	0.9481E-02	0.9330
170	A	-16.90	0.4917	0.9481E-02	1.045
	B	-17.00	0.3872	0.6198E-02	1.045
171	A	-17.00	0.3872	0.6198E-02	1.098
	B	-17.10	0.2775	0.3723E-02	1.098
172	A	-17.10	0.2775	0.3723E-02	1.042
	B	-17.20	0.1732	0.1957E-02	1.042
173	A	-17.20	0.1732	0.1957E-02	0.8804
	B	-17.30	0.8516E-01	0.8064E-03	0.8804
174	A	-17.30	0.8516E-01	0.8064E-03	0.6125
	B	-17.40	0.2391E-01	0.1820E-03	0.6125
175	A	-17.40	0.2391E-01	0.1820E-03	0.2391



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

B -17.50 0.2672E-11 0.9918E-13 0.2391

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 27
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

FORZE NEGLI ANCORAGGI ATTIVI (PER UNITA' DI PROFONDITA')

TIRANTE	Tiranti1	1 PARETE RightWall	QUOTA	-2.5000
		FASE 1 inattivo		
		FASE 2 inattivo		
		FASE 3 inattivo		
		FASE 4 FORZA	71.400	kN/m
		FASE 5 FORZA	94.313	kN/m
		FASE 6 FORZA	94.716	kN/m
		FASE 7 FORZA	92.361	kN/m
		FASE 8 FORZA	92.479	kN/m
		FASE 9 FORZA	92.959	kN/m
		FASE 10 FORZA	92.586	kN/m
TIRANTE	Tiranti2	1 PARETE RightWall	QUOTA	-6.0000
		FASE 1 inattivo		
		FASE 2 inattivo		
		FASE 3 inattivo		
		FASE 4 inattivo		
		FASE 5 inattivo		
		FASE 6 FORZA	89.300	kN/m
		FASE 7 FORZA	143.84	kN/m
		FASE 8 FORZA	143.39	kN/m
		FASE 9 FORZA	141.33	kN/m
		FASE 10 FORZA	140.68	kN/m
TIRANTE	Tiranti3	1 PARETE RightWall	QUOTA	-9.0000
		FASE 1 inattivo		
		FASE 2 inattivo		
		FASE 3 inattivo		
		FASE 4 inattivo		
		FASE 5 inattivo		
		FASE 6 inattivo		
		FASE 7 inattivo		
		FASE 8 FORZA	107.10	kN/m
		FASE 9 FORZA	147.44	kN/m
		FASE 10 FORZA	146.82	kN/m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 28
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

* PARETE RightWall GRUPPO DHRight*

STEP 1 - 10

* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.1000	1.010	0.4750	0.	0.
3	-0.2000	1.942	0.9500	0.	0.
4	-0.3000	2.873	1.425	0.	0.
5	-0.4000	3.805	1.900	0.	0.
6	-0.5000	4.750	2.386	0.	0.
7	-0.6000	5.700	2.876	0.	0.
8	-0.7000	6.650	3.367	0.	0.
9	-0.8000	7.600	3.858	0.	0.
10	-0.9000	8.550	4.349	0.	0.
11	-1.000	9.500	4.841	0.	0.
12	-1.100	10.45	5.333	0.	0.
13	-1.200	11.40	5.825	0.	0.
14	-1.300	12.35	6.317	0.	0.
15	-1.400	13.30	6.809	0.	0.
16	-1.500	14.25	7.301	0.	0.
17	-1.600	15.20	7.792	0.	0.
18	-1.700	16.15	8.283	0.	0.
19	-1.800	17.10	8.773	0.	0.
20	-1.900	18.05	9.263	0.	0.
21	-2.000	19.00	9.753	0.	0.
22	-2.100	19.95	10.24	0.	0.
23	-2.200	20.90	10.73	0.	0.
24	-2.300	21.85	11.22	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

25	-2.400	22.80	11.70	0.	0.
26	-2.500	23.75	12.19	0.	0.
27	-2.600	24.70	12.67	0.	0.
28	-2.700	25.65	13.16	0.	0.
29	-2.800	26.60	13.64	0.	0.
30	-2.900	27.55	14.12	0.	0.
31	-3.000	28.50	14.61	0.	0.
32	-3.100	29.45	15.09	0.	0.
33	-3.200	30.40	15.57	0.	0.
34	-3.300	31.35	16.05	0.	0.
35	-3.400	33.77	16.53	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 29
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-3.500	42.21	17.01	0.	0.
37	-3.600	50.65	19.63	0.	0.
38	-3.700	59.09	22.90	0.	0.
39	-3.800	67.53	26.17	0.	0.
40	-3.900	67.28	25.09	0.	0.
41	-4.000	62.63	21.82	0.	0.
42	-4.100	58.46	19.89	0.	0.
43	-4.200	54.76	20.37	0.	0.
44	-4.300	51.51	20.85	0.	0.
45	-4.400	48.72	21.32	0.	0.
46	-4.500	46.37	21.80	0.	0.
47	-4.600	44.43	22.28	0.	0.
48	-4.700	44.65	22.76	0.	0.
49	-4.800	45.60	23.24	0.	0.
50	-4.900	46.55	23.71	0.	0.
51	-5.000	47.50	24.19	0.	0.
52	-5.100	48.45	24.67	0.	0.
53	-5.200	49.40	25.14	0.	0.
54	-5.300	50.35	25.62	0.	0.
55	-5.400	51.30	26.10	0.	0.
56	-5.500	52.25	26.58	0.	0.
57	-5.600	53.20	27.05	0.	0.
58	-5.700	54.15	27.53	0.	0.
59	-5.800	55.10	28.01	0.	0.
60	-5.900	56.05	28.48	0.	0.
61	-6.000	57.00	28.96	0.	0.
62	-6.100	57.95	29.44	0.	0.
63	-6.200	58.90	29.91	0.	0.
64	-6.300	59.85	30.39	0.	0.
65	-6.400	60.80	30.87	0.	0.
66	-6.500	61.75	31.34	0.	0.
67	-6.600	62.70	31.82	0.	0.
68	-6.700	63.65	32.29	0.	0.
69	-6.800	64.60	32.77	0.	0.
70	-6.900	65.55	33.25	0.	0.
71	-7.000	66.50	33.72	0.	0.
72	-7.100	67.45	34.20	0.	0.
73	-7.200	68.40	34.67	0.	0.
74	-7.300	69.35	35.15	0.	0.
75	-7.400	75.98	35.63	0.	0.
76	-7.500	84.42	36.10	0.	0.
77	-7.600	86.18	36.58	0.	0.
78	-7.700	84.15	37.05	0.	0.
79	-7.800	82.24	37.53	0.	0.
80	-7.900	80.47	38.00	0.	0.
81	-8.000	78.85	38.48	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 30
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
82	-8.100	77.39	38.96	0.	0.
83	-8.200	77.90	39.43	0.	0.
84	-8.300	78.85	39.91	0.	0.
85	-8.400	79.80	40.38	0.	0.
86	-8.500	80.75	40.86	0.	0.
87	-8.600	81.70	41.33	0.	0.
88	-8.700	82.65	41.81	0.	0.
89	-8.800	83.60	42.28	0.	0.
90	-8.900	84.55	42.76	0.	0.
91	-9.000	85.50	43.24	0.	0.
92	-9.100	86.45	43.71	0.	0.
93	-9.200	87.40	44.19	0.	0.
94	-9.300	88.35	44.66	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

95	-9.400	89.30	45.14	0.	0.
96	-9.500	90.25	45.61	0.	0.
97	-9.600	91.20	46.09	0.	0.
98	-9.700	92.15	46.56	0.	0.
99	-9.800	93.10	47.04	0.	0.
100	-9.900	94.05	47.51	0.	0.
101	-10.00	95.00	47.99	0.	0.
102	-10.10	95.95	48.46	0.	0.
103	-10.20	96.90	48.94	0.	0.
104	-10.30	97.85	49.41	0.	0.
105	-10.40	98.80	49.89	0.	0.
106	-10.50	99.75	50.37	0.	0.
107	-10.60	100.7	50.84	0.	0.
108	-10.70	101.7	51.32	0.	0.
109	-10.80	109.7	51.79	0.	0.
110	-10.90	118.2	52.27	0.	0.
111	-11.00	124.9	52.74	0.	0.
112	-11.10	121.7	53.22	0.	0.
113	-11.20	118.6	53.69	0.	0.
114	-11.30	115.8	54.17	0.	0.
115	-11.40	113.1	54.64	0.	0.
116	-11.50	110.7	55.12	0.	0.
117	-11.60	110.2	55.59	0.	0.
118	-11.70	111.2	56.06	0.	0.
119	-11.80	112.1	56.54	0.	0.
120	-11.90	113.1	57.01	0.	0.
121	-12.00	114.0	57.48	0.	0.
122	-12.10	114.9	57.96	0.	0.
123	-12.20	115.9	58.43	0.	0.
124	-12.30	116.8	58.90	0.	0.
125	-12.40	117.8	59.38	0.	0.
126	-12.50	118.8	59.85	0.	0.
127	-12.60	119.7	60.32	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 31
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
128	-12.70	126.6	60.79	0.	0.
129	-12.80	133.8	61.26	0.	0.
130	-12.90	130.0	61.73	0.	0.
131	-13.00	126.5	62.20	0.	0.
132	-13.10	124.4	62.67	0.	0.
133	-13.20	155.4	58.70	0.	0.
134	-13.30	150.9	55.37	0.	0.
135	-13.40	147.3	54.57	0.	0.
136	-13.50	148.5	55.02	0.	0.
137	-13.60	149.8	55.46	0.	0.
138	-13.70	151.0	55.91	0.	0.
139	-13.80	152.3	56.36	0.	0.
140	-13.90	153.5	56.81	0.	0.
141	-14.00	154.7	57.26	0.	0.
142	-14.10	156.0	57.71	0.	0.
143	-14.20	157.2	58.16	0.	0.
144	-14.30	158.5	58.61	0.	0.
145	-14.40	159.7	59.07	0.	0.
146	-14.50	160.9	59.52	0.	0.
147	-14.60	162.2	59.97	0.	0.
148	-14.70	163.4	60.43	0.	0.
149	-14.80	164.7	60.88	0.	0.
150	-14.90	165.9	61.33	0.	0.
151	-15.00	167.2	61.79	0.	0.
152	-15.10	168.4	62.24	0.	0.
153	-15.20	169.6	62.69	0.	0.
154	-15.30	170.9	63.15	0.	0.
155	-15.40	172.1	63.60	0.	0.
156	-15.50	173.4	64.06	0.	0.
157	-15.60	174.6	64.51	0.	0.
158	-15.70	175.8	64.96	0.	0.
159	-15.80	177.1	65.42	0.	0.
160	-15.90	178.3	65.87	0.	0.
161	-16.00	179.6	66.33	0.	0.
162	-16.10	180.8	66.78	0.	0.
163	-16.20	182.0	67.23	0.	0.
164	-16.30	183.3	67.69	0.	0.
165	-16.40	184.5	68.14	0.	0.
166	-16.50	185.8	68.59	0.	0.
167	-16.60	187.0	69.05	0.	0.
168	-16.70	188.3	69.50	0.	0.
169	-16.80	189.5	69.96	0.	0.
170	-16.90	190.7	70.41	0.	0.
171	-17.00	192.0	70.86	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

172 -17.10 193.2 71.32 0. 0.
173 -17.20 194.5 71.77 0. 0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 32
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
174	-17.30	195.7	72.22	0.	0.
175	-17.40	196.9	72.68	0.	0.
176	-17.50	198.2	73.13	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 33
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

* PARETE RightWall GRUPPO UHRight*

STEP 1 - 10

* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa]
TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa]
PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa]
GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.1000	8.442	3.271	0.	0.
3	-0.2000	16.88	6.542	0.	0.
4	-0.3000	25.28	9.788	0.	0.
5	-0.4000	31.47	11.93	0.	0.
6	-0.5000	28.63	9.564	0.	0.
7	-0.6000	25.78	7.188	0.	0.
8	-0.7000	22.58	4.715	0.	0.
9	-0.8000	20.57	5.388	0.	0.
10	-0.9000	18.52	6.062	0.	0.
11	-1.000	16.87	6.736	0.	0.
12	-1.100	14.60	6.700	0.	0.
13	-1.200	16.92	7.432	0.	0.
14	-1.300	18.99	8.218	0.	0.
15	-1.400	21.21	8.685	0.	0.
16	-1.500	23.38	9.150	0.	0.
17	-1.600	25.52	9.587	0.	0.
18	-1.700	27.59	10.02	0.	0.
19	-1.800	29.59	10.47	0.	0.
20	-1.900	31.49	11.05	0.	0.
21	-2.000	33.27	11.64	0.	0.
22	-2.100	34.88	12.23	0.	0.
23	-2.200	36.30	12.83	0.	0.
24	-2.300	37.49	13.43	0.	0.
25	-2.400	38.40	14.04	0.	0.
26	-2.500	38.98	14.65	0.	0.
27	-2.600	39.20	15.26	0.	0.
28	-2.700	39.10	15.88	0.	0.
29	-2.800	38.76	16.50	0.	0.
30	-2.900	38.22	17.12	0.	0.
31	-3.000	37.54	17.75	0.	0.
32	-3.100	36.76	18.38	0.	0.
33	-3.200	35.94	19.01	0.	0.
34	-3.300	35.11	19.64	0.	0.
35	-3.400	34.31	20.28	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 34
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-3.500	33.55	20.91	0.	0.
37	-3.600	34.20	21.55	0.	0.
38	-3.700	35.15	22.19	0.	0.
39	-3.800	36.10	22.83	0.	0.
40	-3.900	37.05	23.48	0.	0.
41	-4.000	38.00	24.12	0.	0.
42	-4.100	38.95	24.77	0.	0.
43	-4.200	39.90	25.42	0.	0.
44	-4.300	40.85	26.30	0.	0.
45	-4.400	41.80	27.66	0.	0.
46	-4.500	42.75	29.02	0.	0.
47	-4.600	43.70	29.62	0.	0.
48	-4.700	44.65	30.19	0.	0.
49	-4.800	45.60	30.76	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

50	-4.900	46.55	31.33	0.	0.
51	-5.000	47.50	31.89	0.	0.
52	-5.100	48.45	32.42	0.	0.
53	-5.200	49.73	32.95	0.	0.
54	-5.300	51.29	33.48	0.	0.
55	-5.400	52.80	34.01	0.	0.
56	-5.500	54.22	34.55	0.	0.
57	-5.600	55.55	35.09	0.	0.
58	-5.700	56.75	35.64	0.	0.
59	-5.800	57.81	36.20	0.	0.
60	-5.900	58.68	36.58	0.	0.
61	-6.000	59.35	37.22	0.	0.
62	-6.100	59.79	37.88	0.	0.
63	-6.200	60.03	38.55	0.	0.
64	-6.300	60.09	39.21	0.	0.
65	-6.400	60.80	39.87	0.	0.
66	-6.500	61.75	40.54	0.	0.
67	-6.600	62.70	41.20	0.	0.
68	-6.700	63.65	41.86	0.	0.
69	-6.800	64.60	42.53	0.	0.
70	-6.900	65.55	43.19	0.	0.
71	-7.000	66.50	43.86	0.	0.
72	-7.100	67.45	44.53	0.	0.
73	-7.200	68.40	45.19	0.	0.
74	-7.300	69.35	45.86	0.	0.
75	-7.400	70.30	46.52	0.	0.
76	-7.500	71.25	47.19	0.	0.
77	-7.600	72.20	47.86	0.	0.
78	-7.700	73.15	48.53	0.	0.
79	-7.800	74.10	49.19	0.	0.
80	-7.900	75.05	49.86	0.	0.
81	-8.000	76.00	50.53	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 35
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
82	-8.100	76.95	51.20	0.	0.
83	-8.200	77.90	51.87	0.	0.
84	-8.300	78.85	52.54	0.	0.
85	-8.400	79.80	54.24	0.	0.
86	-8.500	80.75	55.53	0.	0.
87	-8.600	81.70	56.18	0.	0.
88	-8.700	82.65	56.84	0.	0.
89	-8.800	83.60	57.49	0.	0.
90	-8.900	84.55	58.15	0.	0.
91	-9.000	85.50	58.80	0.	0.
92	-9.100	86.45	59.46	0.	0.
93	-9.200	87.40	60.12	0.	0.
94	-9.300	88.35	60.78	0.	0.
95	-9.400	89.30	61.43	0.	0.
96	-9.500	90.25	62.09	0.	0.
97	-9.600	91.20	62.75	0.	0.
98	-9.700	92.15	63.41	0.	0.
99	-9.800	93.10	64.07	0.	0.
100	-9.900	94.05	64.73	0.	0.
101	-10.00	95.00	65.39	0.	0.
102	-10.10	95.95	66.05	0.	0.
103	-10.20	96.90	66.71	0.	0.
104	-10.30	97.85	67.37	0.	0.
105	-10.40	98.80	68.04	0.	0.
106	-10.50	99.75	68.70	0.	0.
107	-10.60	100.7	69.36	0.	0.
108	-10.70	101.7	70.02	0.	0.
109	-10.80	102.6	70.69	0.	0.
110	-10.90	103.6	71.35	0.	0.
111	-11.00	104.5	72.01	0.	0.
112	-11.10	105.4	72.68	0.	0.
113	-11.20	106.4	73.34	0.	0.
114	-11.30	107.3	74.00	0.	0.
115	-11.40	108.3	74.67	0.	0.
116	-11.50	109.2	75.33	0.	0.
117	-11.60	110.2	76.00	0.	0.
118	-11.70	111.2	76.66	0.	0.
119	-11.80	112.1	77.33	0.	0.
120	-11.90	113.1	77.99	0.	0.
121	-12.00	114.0	78.66	0.	0.
122	-12.10	114.9	79.33	0.	0.
123	-12.20	115.9	79.99	0.	0.
124	-12.30	116.8	80.66	0.	0.
125	-12.40	117.8	81.33	0.	0.
126	-12.50	118.8	81.99	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

127 -12.60 119.7 82.66 0. 0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 36
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
128	-12.70	120.7	83.33	0.	0.
129	-12.80	121.6	84.00	0.	0.
130	-12.90	122.6	84.66	0.	0.
131	-13.00	123.5	85.33	0.	0.
132	-13.10	124.4	86.00	0.	0.
133	-13.20	144.8	85.84	0.	0.
134	-13.30	146.0	86.53	0.	0.
135	-13.40	147.3	87.21	0.	0.
136	-13.50	148.5	87.90	0.	0.
137	-13.60	149.8	87.88	0.	0.
138	-13.70	151.0	85.26	0.	0.
139	-13.80	152.3	82.98	0.	0.
140	-13.90	153.5	81.02	0.	0.
141	-14.00	154.7	79.37	0.	0.
142	-14.10	156.0	77.99	0.	0.
143	-14.20	157.2	76.88	0.	0.
144	-14.30	158.5	76.02	0.	0.
145	-14.40	159.7	75.37	0.	0.
146	-14.50	160.9	74.92	0.	0.
147	-14.60	162.2	74.65	0.	0.
148	-14.70	163.4	74.54	0.	0.
149	-14.80	164.7	74.57	0.	0.
150	-14.90	165.9	74.73	0.	0.
151	-15.00	167.2	74.99	0.	0.
152	-15.10	168.4	75.34	0.	0.
153	-15.20	169.6	75.77	0.	0.
154	-15.30	170.9	76.27	0.	0.
155	-15.40	172.1	76.82	0.	0.
156	-15.50	173.4	77.41	0.	0.
157	-15.60	174.6	78.03	0.	0.
158	-15.70	175.8	78.68	0.	0.
159	-15.80	177.1	79.35	0.	0.
160	-15.90	178.3	80.03	0.	0.
161	-16.00	179.6	80.73	0.	0.
162	-16.10	180.8	81.42	0.	0.
163	-16.20	182.0	82.12	0.	0.
164	-16.30	183.3	82.82	0.	0.
165	-16.40	184.5	83.51	0.	0.
166	-16.50	185.8	84.20	0.	0.
167	-16.60	187.0	84.89	0.	0.
168	-16.70	188.3	85.58	0.	0.
169	-16.80	189.5	86.26	0.	0.
170	-16.90	190.7	86.93	0.	0.
171	-17.00	192.0	87.61	0.	0.
172	-17.10	193.2	88.28	0.	0.
173	-17.20	194.5	88.95	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 37
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
174	-17.30	195.7	89.61	0.	0.
175	-17.40	196.9	90.28	0.	0.
176	-17.50	198.2	90.95	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 38
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO
(LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA	=	Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m
SPINTA ACQUA	=	Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m
SPINTA TOTALE VERA	=	Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m
SPINTA ATTIVA POSSIBILE	=	La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m
SPINTA PASSIVA POSSIBILE	=	La massima spinta che puo' essere esercitata da



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

RAPPORTO PASSIVA/VERA = e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;

SPINTA PASSIVA MOBILITATA = e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;

RAPPORTO VERA/ATTIVA = e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE	1	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1566.0	1566.0
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1566.0	1566.0
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	875.90	875.90
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	11777.	11777.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	7.5205	7.5205
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	13.%	13.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.7879	1.7879

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 39
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

FASE	2	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1550.3	1550.3
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1550.3	1550.3
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	875.90	831.46
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	11777.	11187.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	7.5970	7.2165
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	13.%	14.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.7699	1.8645

FASE	3	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1392.8	1392.8
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1392.8	1392.8
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	593.64	831.46
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	8004.2	11187.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	5.7469	8.0325
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	17.%	12.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	2.3461	1.6751

FASE	4	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1383.5	1451.4
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1383.5	1451.4
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	593.64	831.46
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	8004.2	11187.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	5.7856	7.7082
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	17.%	13.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	2.3305	1.7456

FASE	5	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1127.4	1217.1
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1127.4	1217.1
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	327.24	831.46
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	4562.2	11187.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.0466	9.1919
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	25.%	11.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	3.4452	1.4638

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 40
5 MARZO 2020 18:30:19
History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

FASE	6	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
------	---	------------	------	------



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ponte Bossarino 2 – Relazione di calcolo opere provvisorie

SPINTA EFFICACE VERA	1116.1	1291.1
SPINTA ACQUA	0.	0.
SPINTA TOTALE VERA	1116.1	1291.1
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	327.24	831.46
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	4562.2	11187.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.0877	8.6651
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	24.%	12.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	3.4106	1.5528

FASE	7	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
SPINTA EFFICACE VERA			880.69	1105.3
SPINTA ACQUA			0.	0.
SPINTA TOTALE VERA			880.69	1105.3
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			152.81	831.46
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			2435.0	11187.
RAPPORTO PASSIVA/VERA			2.7649	10.121
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			36.%	10.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			5.7635	1.3294

FASE	8	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
SPINTA EFFICACE VERA			866.25	1192.4
SPINTA ACQUA			0.	0.
SPINTA TOTALE VERA			866.25	1192.4
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			152.81	831.46
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			2435.0	11187.
RAPPORTO PASSIVA/VERA			2.8110	9.3820
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			36.%	11.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			5.6690	1.4342

FASE	9	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
SPINTA EFFICACE VERA			720.81	1083.9
SPINTA ACQUA			0.	0.
SPINTA TOTALE VERA			720.81	1083.9
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			76.236	854.19
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			1566.9	11507.
RAPPORTO PASSIVA/VERA			2.1737	10.617
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			46.%	9.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			9.4550	1.2689

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 41

5 MARZO 2020 18:30:19

History 0 - Paratia - Sezione-pila H=11m - Berlinese Ponte Bossarino 2

FASE	10	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
SPINTA EFFICACE VERA			717.96	1079.4
SPINTA ACQUA			0.	0.
SPINTA TOTALE VERA			717.96	1079.4
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			76.236	831.46
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			1566.9	11187.
RAPPORTO PASSIVA/VERA			2.1824	10.364
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			46.%	10.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			9.4176	1.2983