



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 MINORI
RAMO CASELLO - VENTIMIGLIA (MU01)
Relazione di calcolo opere di sostegno

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	OMN RC 001	A	A10IBT0001
						CUP
						I44E14000810005

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO DELLA COMMITTENTE

SINA S.p.A.

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

**RAMO CASELLO – VENTIMIGLIA (MU01)
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO
PARATIE DEFINITIVE E MURI PREFABBRICATI**

						
A	Feb. 2020	Prima Emissione	SINA	DT/OC	DT	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	
			Documento: P280_D_OMN_RC_001_A.doc			



INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
2.1	NORMATIVA	7
2.2	BIBLIOGRAFIA	8
2.3	PROGRAMMI DI CALCOLO	8
3.	MATERIALI	9
3.1	CONGLOMERATO CEMENTIZIO	9
3.2	ACCIAIO	10
4.	CRITERI GENERALI DI PROGETTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO	12
4.1	OPERE DI SOSTEGNO RIGIDE – MURI DI SOSTEGNO	13
4.2	PARATIE	15
4.2.1	BERLINESI DI MICROPALI	16
4.2.2	PARATIE DI PALI	18
5.	DEFINIZIONE DEI CARICHI AGENTI	21
5.1	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI STATICHE	21
5.2	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	22
5.2.1	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	24
5.2.2	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA PER LE OPERE IN OGGETTO	25
6.	RAMO CASELLO – VENTIMIGLIA	27
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO	27
6.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	29
6.2.1	BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO	29
6.2.2	MURI PREFABBRICATI	30
6.3	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE BERLINESI DI MICROPALI	31
6.3.1	VERIFICA BERLINESE – MURO H = 12 M – 3 ORDINI DI TIRANTI	31
6.3.1.1	RISULTATI DI CALCOLO	33
6.3.1.2	VERIFICA STRUTTURALE MICROPALO	37
6.3.1.3	RESISTENZA DEL TERRENO A VALLE	37
6.3.1.4	VERIFICA DEI TIRANTI PASSIVI	37
6.3.1.5	VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE	39



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

6.3.2	VERIFICA BERLINESE – MURO H = 7.5 M – 2 ORDINI DI TIRANTI	41
6.3.2.1	RISULTATI DI CALCOLO.....	42
6.3.2.2	VERIFICA STRUTTURALE MICROPALO.....	45
6.3.2.3	RESISTENZA DEL TERRENO A VALLE.....	46
6.3.2.4	VERIFICA DEI TIRANTI PASSIVI.....	46
6.3.2.5	VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE	47
7.	CONCLUSIONI.....	49
8.	ALLEGATI	50
8.1	BERLINESE TIRANTATA – SEZIONE H = 12 M.....	50
8.2	BERLINESE TIRANTATA – SEZIONE H = 7.5 M.....	73

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

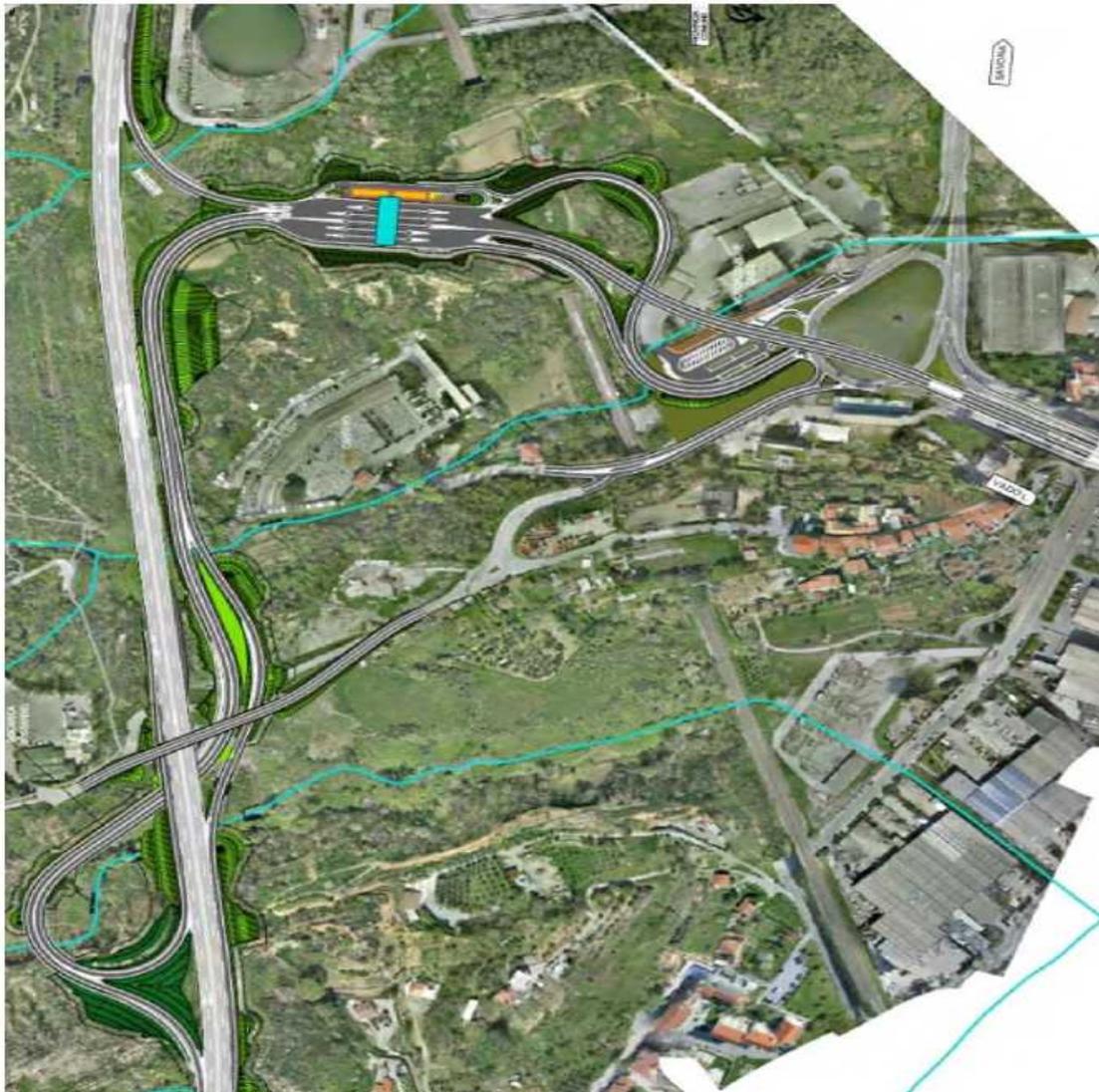


Figura 1.2 – Planimetria dell'intervento in oggetto

Lo svincolo autostradale è stato suddiviso in rami all'interno dei quali sono state raggruppate le opere previste per la realizzazione dell'intervento.

I rami suddetti sono così definiti:

- **Casello – Ventimiglia;**
- Ventimiglia – Casello;
- Casello – Vado Ligure;
- Vado Ligure – Casello;
- Casello – Genova;
- Genova – Casello;
- Aurelia Bis – Casello;
- Casello.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

La presente relazione riporta la descrizione della soluzione progettuale adottata, il dimensionamento e la verifica delle opere di sostegno previste nel ramo *Casello – Ventimiglia*.

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;
- Riduzione della capacità portante per il sisma: Pecket A. (1997) "Analytical formula for a seismic bearing capacity of shallow strip foundations" Proc. 14th Int. Conf. On soil Mechanics and Foundation Engineering;
- Sismicità del Comune in cui sorge l'opera: i parametri sismici sono stati assunti dal sito Internet del Ministero dei Lavori Pubblici;
- 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



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

Modulo Elastico $E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643 \text{ N/mm}^2$

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_{Qe}	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	$\gamma_{c'}$	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 OPERE DI SOSTEGNO RIGIDE – MURI DI SOSTEGNO

Le scelte progettuali per le opere di fondazione devono essere effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione.

La profondità del piano di posa deve essere scelta e giustificata in funzione delle caratteristiche e delle prestazioni attese per la struttura in elevazione, nonché alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di Stato Limite Ultimo e in presenza di fondazioni poste in prossimità di pendii, siano essi naturali o artificiali, deve essere condotta la verifica di stabilità globale.

Secondo quanto riportato dalla Normativa vigente al § 6.4.2.1., le verifiche devono essere condotte nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
 - Collasso per scorrimento del piano di posa;
 - Stabilità globale;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali;

La verifica di stabilità globale, inoltre, deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, mentre le rimanenti verifiche devono

essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 4-3 – Coefficienti parziali per le resistenze di fondazioni superficiali combinazione (A1+M1+R3)

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella 4-4 – Coefficienti parziali per le resistenze di fondazioni superficiali combinazione (A2+M2+R2)

Condizioni Sismiche

L'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudo-statici e i metodi degli spostamenti.

Nelle analisi pseudo-statiche l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali possono essere espressi mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

in cui β_m assume i seguenti valori:

- $\beta_m = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV);
- $\beta_m = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD);

Per i muri che non sono liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, invece, il valore di β_m deve essere assunto pari all'unità.

Per i muri di sostegno ubicati in corrispondenza di versanti o in prossimità di pendii naturali, devono essere soddisfatte le condizioni di stabilità del pendio, in presenza della nuova opera.

Inoltre, nelle verifiche di sicurezza, è necessario controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui parametri geotecnici e utilizzando i coefficienti parziali sulle resistenze riportati nella tabella seguente:

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Tabella 4-5 – Coefficienti parziali sulle resistenze

4.2 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.

Condizioni Sismiche

L'analisi delle opere di sostegno flessibili in condizioni sismiche possono essere condotte secondo specifici metodi di analisi dinamica o mediante metodi pseudo-statici. Le componenti orizzontale e verticale a_h e a_v dell'accelerazione equivalente devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di specifici studi, a_h può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

In cui g rappresenta l'accelerazione di gravità, k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale, $\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera; $\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato nel seguito (Fig. 7.11.3 delle NTC 2018), in funzione del massimo spostamento permanente u_s che l'opera può tollerare, verificando l'effettivo sviluppo di meccanismi duttili del sistema. In assenza di tale verifica, il coefficiente β deve essere posto pari all'unità.

Per $u_s = 0$ $\beta_s = 1$ e deve comunque risultare:

$$u_s \leq 0.005 \cdot H$$

4.2.1 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 e che la percentuale di spinta mobilitata a valle sia inferiore di quella di monte.

Le berlinesi sono caratterizzate da sistemi di vincolo costituiti da chiodature passive installate 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 delle barre passive, si compone della verifica strutturale della barra (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.

Le chiodature passive sono vincolate alla paratia grazie all'ausilio di piastre e travi di ripartizione costituite da profilati metallici con la funzione di ripartire sui diversi micropali le sollecitazioni agenti sul singolo chiodo.

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:

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

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

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

4.2.2 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 (cinematismo profondo).

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:

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

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;

L_a 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.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

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.

5. DEFINIZIONE DEI CARICHI AGENTI

Le opere di sostegno definitivo sono state verificate applicando i carichi indicati di seguito.

5.1 SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI STATICHE

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):

$$K_0 = 1 - \text{sen}(\phi') \text{OCR}^{\text{sen}(\phi')}$$

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

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.

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

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:

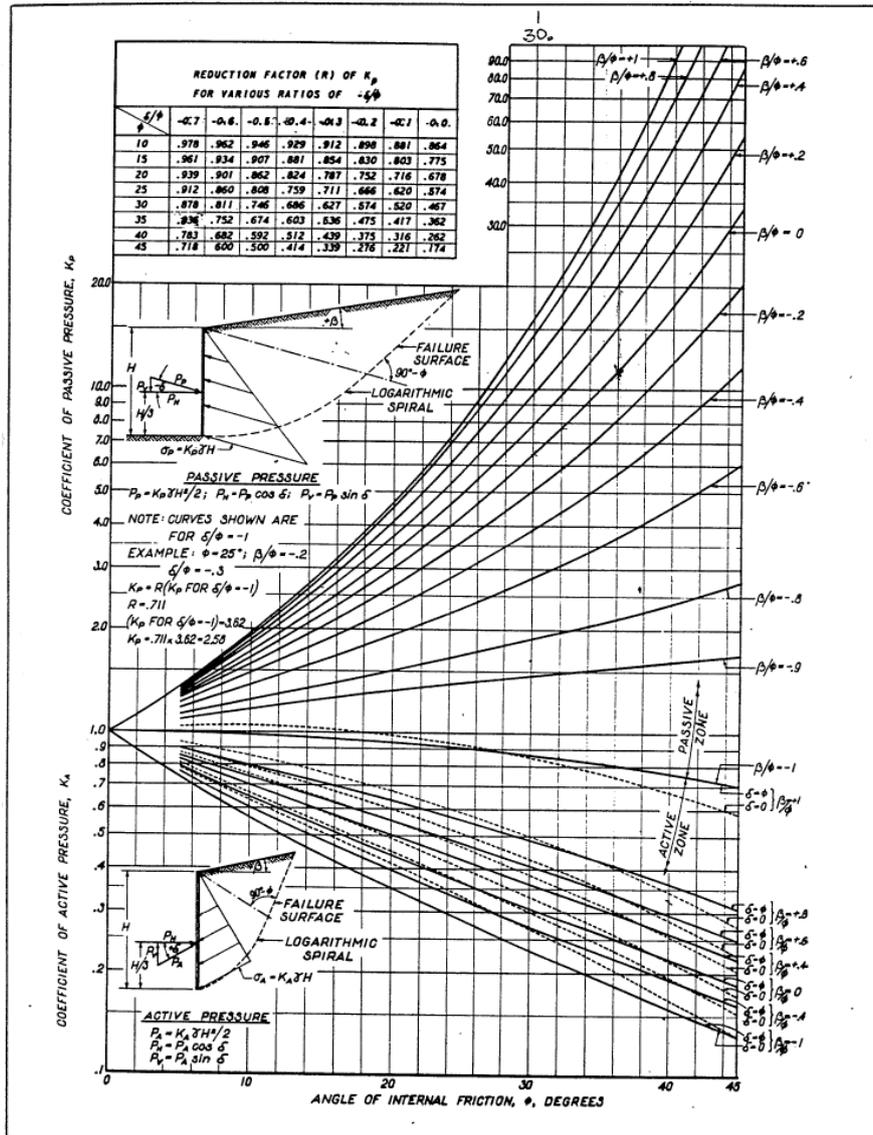


Figura 5.1 – Abaco per la valutazione del coefficiente di spinta passiva (Caquot & Kerisel, 1948)

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:

$$\begin{aligned} \delta/\phi' &\cong 0.5 && \text{(Terreno-CLS)} && \text{in condizioni statiche;} \\ \delta/\phi' &\cong 0 && \text{(Terreno-CLS)} && \text{in condizioni sismiche.} \end{aligned}$$

5.2 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non strutturali, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel capitolo 7 della normativa.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

Le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione massima orizzontale attesa, a_g , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , come definito al § 2.4 della normativa vigente.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascuno Stato Limite e relativa probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento V_R si ricava il periodo di ritorno T_R del sisma utilizzando la relazione seguente:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{c_u \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

in cui V_N rappresenta la vita nominale dell'opera (definita secondo la Tab. 2.4.I della normativa vigente) e c_u è il coefficiente d'uso, funzione della classe d'uso definita secondo i criteri esplicitati al § 2.4.2 delle NTC 2018.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 5-1 – Valori della vita nominale

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 5-2 – Valori coefficiente d'uso

5.2.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguirsi con le modalità indicate al § 7.11.3 delle NTC 2018; in alternativa, è possibile fare riferimento ad un approccio semplificato basato sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S , i valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove di tipo sismico.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{S,eq}$) definita dalla seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

In cui:

- h_i rappresenta lo spessore dello strato i -esimo;
- $V_{S,i}$ la velocità delle onde di taglio nello strato i -esimo;
- N è il numero di strati;
- H è la profondità del substrato, definita come quella formazione costituita da roccia o terreno rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che consentono l'utilizzo di un approccio semplificato sono definite nella tabella seguente:

	Comune di Vado Ligure Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno
---	---

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 5-3 – *Categorie di sottosuolo*

Le condizioni topografiche, invece, sono valutate a partire dalla tabella proposta nel seguito:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 5-4 – *Categorie topografiche*

5.2.2 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA PER LE OPERE IN OGGETTO

Nel presente paragrafo vengono esplicitati i valori dell'azione sismica individuati per il sito di interesse. La tabella seguente riporta l'intensità dell'evento sismico per vita nominale pari a 100 anni, come indicato dalla normativa per le opere a carattere definitivo e per tutte le condizioni stratigrafiche e topografiche previste nei diversi rami in cui è stato suddiviso lo svincolo.

Pericolosità sismica di base – Svincolo di Vado Ligure					
Coordinate		V_N	F_0	T^*_c	a_g
Longitudine [°]	Latitudine [°]	[anni]	[-]	[-]	[g]
8.41546	44.26667	100	2.645	0.335	0.096

Tabella 5-5 – *Pericolosità sismica di base*



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

<i>Ramo in esame</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	SS [-]	ST [-]	a_{max} [g]
Casello – Ventimiglia	B	T3	1.2	1.2	0.139

Tabella 5-6 – Azione sismica di progetto

6. RAMO CASELLO – VENTIMIGLIA

Trattasi della rampa di accesso all'Autostrada dei Fiori A10 direzione Ventimiglia, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+016.92 fino alla PK 00+494.82.

Là dove le condizioni geologiche e morfologiche locali richiederebbero la realizzazione di eccessivi sbancamenti sono previsti muri di controripa costituiti da berlinesi tirantate di tipo definitivo con un rivestimento in c.a. a valle; là dove invece è localmente possibile, come in particolare per tutti i muri di sottoscarpa a sostegno del nuovo corpo stradale, si è previsto il ricorso a muri di tipo prefabbricato di tipo "uNM".

Relativamente ai muri prefabbricati, le tipologie sono state definite in relazione a soluzioni disponibili sul mercato e per questi sono state pertanto adottate geometrie idonee alle situazioni di progetto.

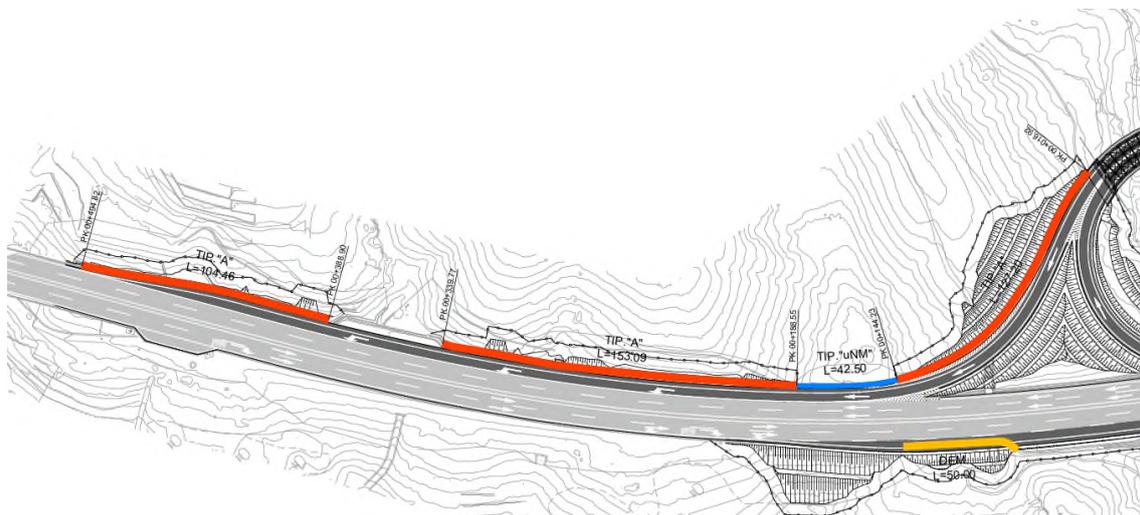
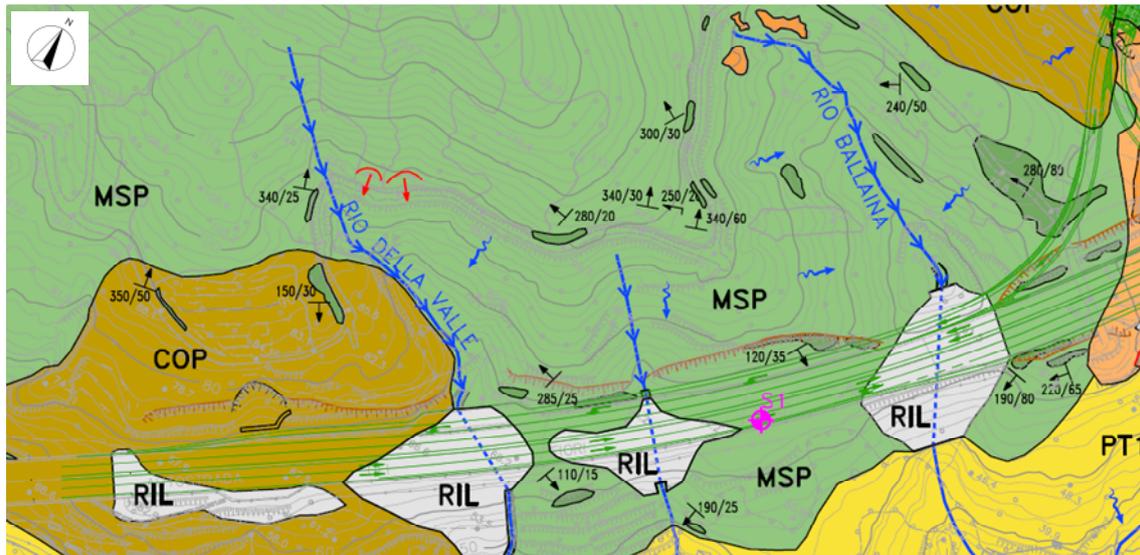


Figura 6.1 – Planimetria ramo Casello – Ventimiglia

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Il tratto di svincolo, che collega il Casello con la carreggiata in direzione Ventimiglia, attraversa per lo più la zona in cui subaffiorano i metasedimenti permiani, in alcuni tratti le coperture detritiche sopra di essi e in brevi tratti il rilevato autostradale. Dal punto di vista geomorfologico, questo tratto interseca le vallette incise dai torrenti Rio della Valle e Bellaina.

Le scarpate parallele all'asse autostradale sono di natura antropica legate alla costruzione dell'opera, così come i rilevati che servono a modellare la morfologia per ospitare il corpo autostradale.



ELEMENTI GEOLOGICI

DISCARICA		DEPOSITI PLEISTOCENICI	
	Discarica di Bossarino: materiali misti di abbancamento		Depositi antichi di origine continentale (Pleistocene Medio) affioranti (a) e/o sub-affioranti (b)
RITOMBAMENTO			Depositi antichi di origine dell'izza (Pleistocene Medio e Basso) affioranti (a) e/o sub-affioranti (b)
	Terreni rimaneggiati di ritombamento della struttura della galleria ferroviaria "Tana"; spessore max di circa 20m (lavori eseguiti nel 1968-1970)	COPERTURA	
RIPORTI			Copertura detritica discontinua di spessore mediamente compreso tra 3m e 5m
	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	METASEDIMENTI PERMIANI	
	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		Rocce 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)
	Terreni di riporto di livellamento locale del piazzale	ELEMENTI LINEARI E PUNTUALI	
RILEVATI			Limite geologico certo (a) o presunto (b)
	Rilevati autostradali e stradali		Giacitura stratificazione e/o scistosità principale
DEPOSITI ALLUVIONALI			Giacitura sub-verticale
	Depositi alluvionali recenti (Quaternario recente)		Immersione asse di piega
	Depositi alluvionali ferrazzati (Quaternario medio-recente)		Sondaggio geognostico a carotaggio continuo realizzato per il Progetto Definitivo (2019)
			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:



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

Descrizione geologica (codice)	Descrizione geotecnica	γ (kN/m³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E'₂₅ (MPa)
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 MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO

Nel ramo in oggetto sono previste tre berlinesi multi-tirantate identificate dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+016.92 / PK 00+144.23;
- PK 00+0188.55 / PK 00+339.77;
- PK 00+388.90 / PK 00+494.82;

Tali opere sono costituite da micropali, tiranti passivi e travi di ripartizione che presentano le seguenti caratteristiche:

- Diametro di perforazione dei micropali: $\Phi = 220$ mm;
- Armatura tubolare $\Phi_N = 168.3$ mm / s = 12.5 mm / Acciaio S355;
- Lunghezze micropalo da 12.0 m a 18.0 m / interasse = 0.40 m;
- Tiranti permanenti di tipo passivo Gewi Threadbar $\Phi_N = 32$ mm / interasse da 2.0 m a 2.4 m / inclinazione = 18° / Acciaio B500B;
- Travi di ripartizione N.2 HEA140 Acciaio S275.

L'altezza massima del muro di controripa è di 12.0 m e la soluzione adottata prevede la realizzazione di paratie tirantate da un massimo di 4 ordini di tiranti fino ad un minimo di 1 ordine.

Di seguito si riporta una sezione tipologica dell'opera suddetta.

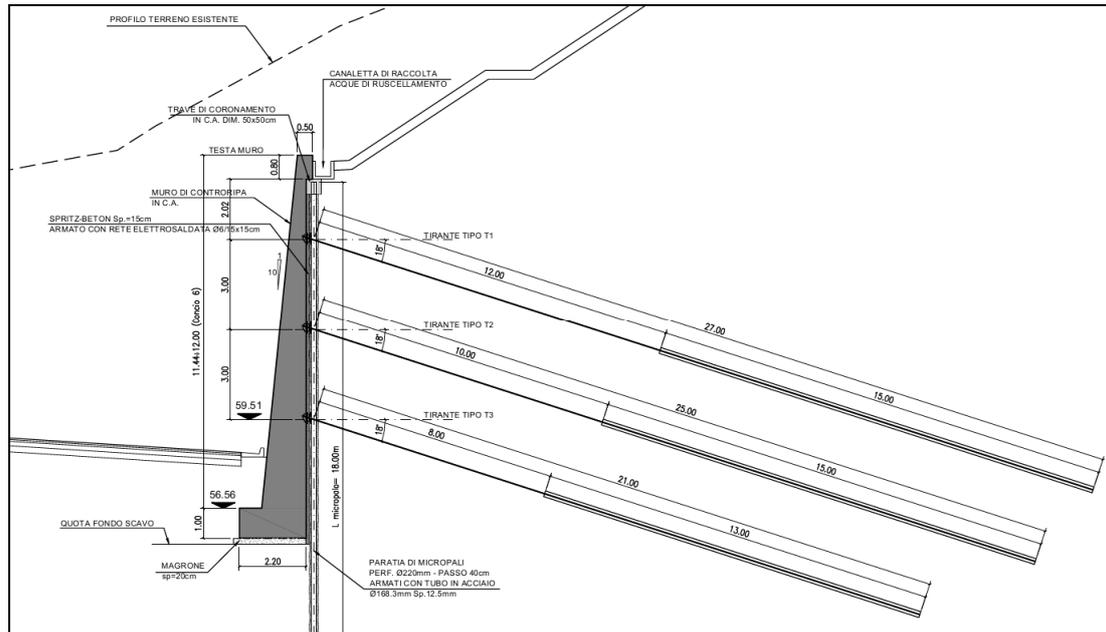


Figura 6.3 – Sezione tipologica berlinese multi-tirantata rivestita da un muro di placcaggio

6.2.2 MURI PREFABBRICATI

Nel ramo in oggetto è previsto un muro prefabbricato di tipo “uNM” identificato dalle seguenti progressive riferite all’asse stradale:

- PK 00+144.23 / PK 00+188.55;

Tale opera è costituita da elementi prefabbricati “Tensiter” che presentano altezza variabile: $H = 4.80 / 3.23$ m e spessore della fondazione variabile: $H = 0.70 / 0.60 / 0.40$ m.

La geometria del muro prefabbricato è mostrata nella figura a seguire mentre il dimensionamento è riportato nella relazione specifica di progetto P280_D_OMN_RB_002.

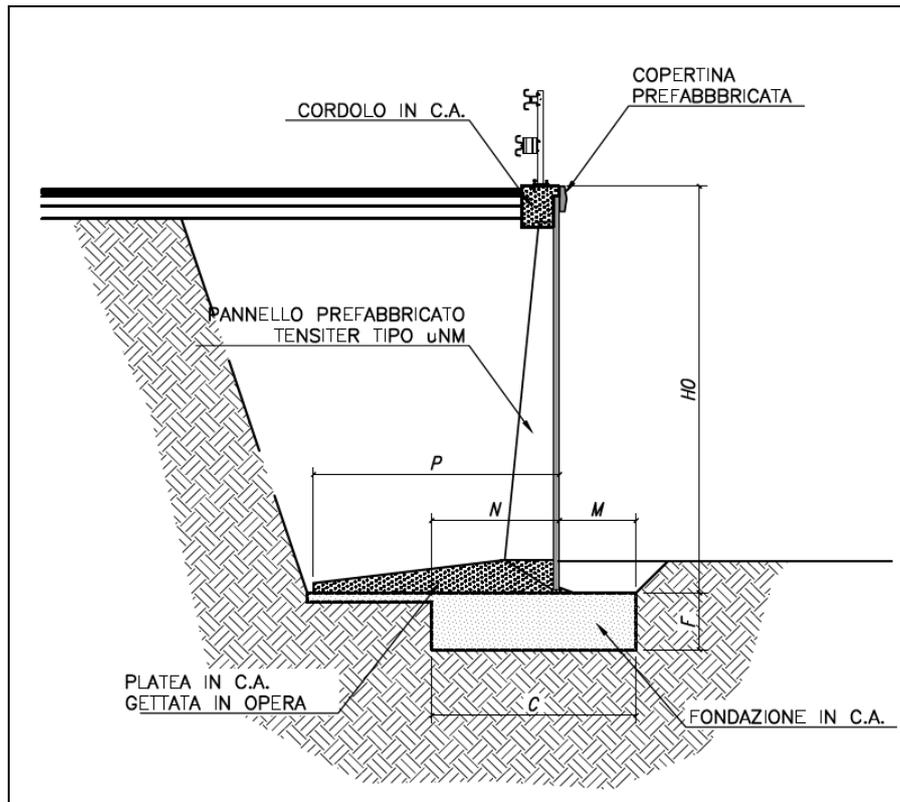


Figura 6.4 –Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo “uNM”

6.3 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE BERLINESI DI MICROPALI

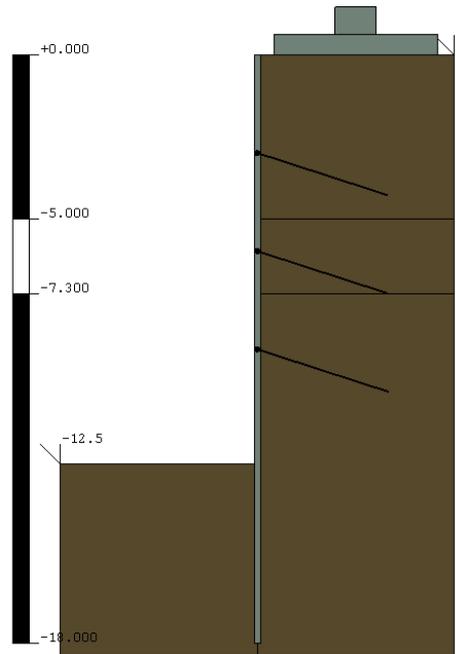
Nel presente paragrafo vengono proposti i risultati delle analisi di calcolo effettuati secondo i criteri di dimensionamento esposti nel capitolo § 4.

Le sezioni verificate sono riassunte di seguito:

- Sezione muro $H = 12 \text{ m}$ – 3 ordini di tiranti;
- Sezione muro $H = 7.5 \text{ m}$ – 2 ordini di tiranti;

6.3.1 VERIFICA BERLINESE – MURO $H = 12 \text{ M}$ – 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 12.2 m. Il muro di rivestimento nella sezione in esame ha un'altezza $H = 12 \text{ m}$ mentre lo spessore della base del muro è di 1.0 m. 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 6.5 – Modello di calcolo sezione H = 12 m

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

- **Fase 1:** Condizione geostatica;
- **Fase 2:** Realizzazione della berlinese;
- **Fase 3:** Scavo della prima porzione di terreno a valle della berlinese fino alla quota di 3.50 m rispetto alla testa dell'opera;
- **Fase 4:** Installazione del primo ordine di tiranti alla quota di 3.0 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 6.50 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 9.50 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 12.50 m (12.20 di scavo effettivo e 0.30 m di incremento della profondità di scavo come previsto dalla NTC 2018) e applicazione del carico *cantiere* a monte della berlinese.
- **Fase 10:** Applicazione sulla berlinese sia dell'inerzia del muro di placcaggio che dell'incremento sismico e contestuale rimozione del carico *cantiere* a monte.

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	ϕ_k	c'	E_{op}
	[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[MPa]
Scisti alterati superiori	21.5	25.0	20.0	30
Scisti alterati inferiori	22.5	25.0	20.0	50
Scisti	22.5	27.0	40.0	100

Tabella 6-2 – Parametri geotecnici di calcolo – Sezione H = 12 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 mobilata	T1	T2	T3
	[mm]	[kNm/m]	[kN/m]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
SLE	38.1	82.6	83.5	32	49.1	69.8	68.2
SLU (STRU) A1+M1+R1	-	108.6	109.1	-	64.6	91.9	89.8
SLU (GEO) A2+M2+R1	-	168.6	130.6	51	-	-	-
SLU SISMA	-	135.8	119.5	-	151.4	138.8	119.2

Tabella 6-3 – Output di calcolo – Sezione H = 12 m

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



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

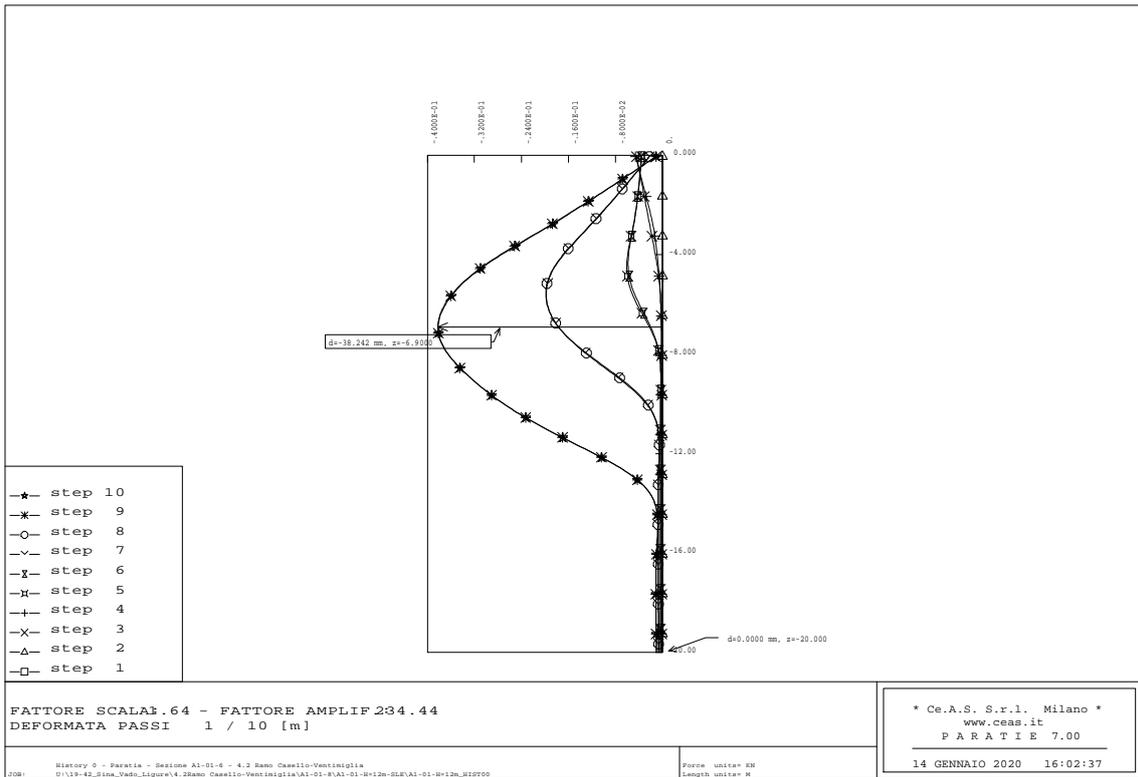


Figura 6.6 – Deformazione paratia - SLE

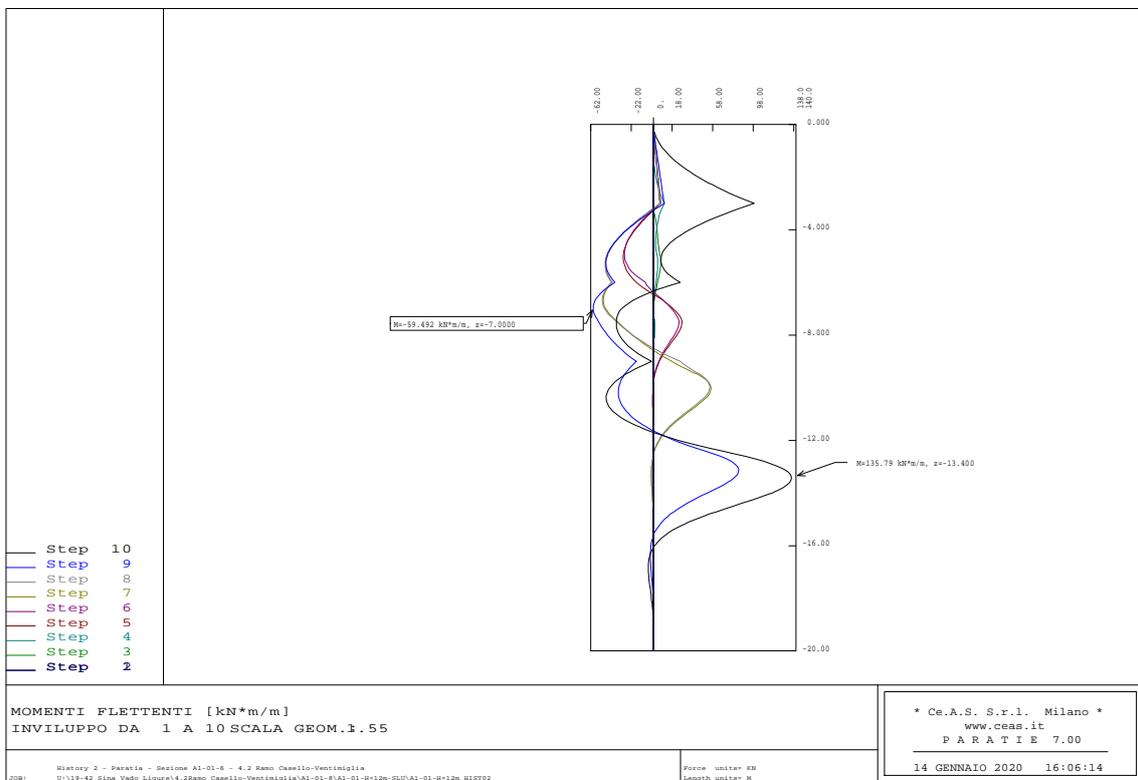


Figura 6.7 – Momento flettente paratia - SLU



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

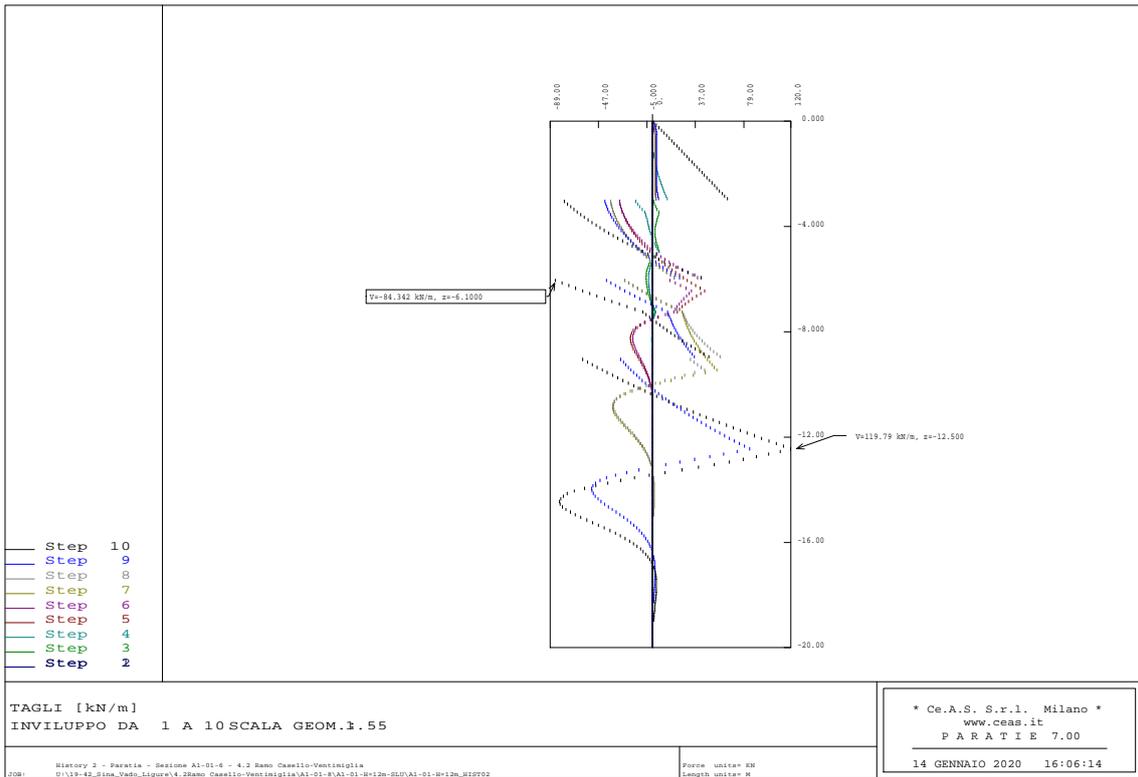


Figura 6.8 – Taglio paratia – SLU

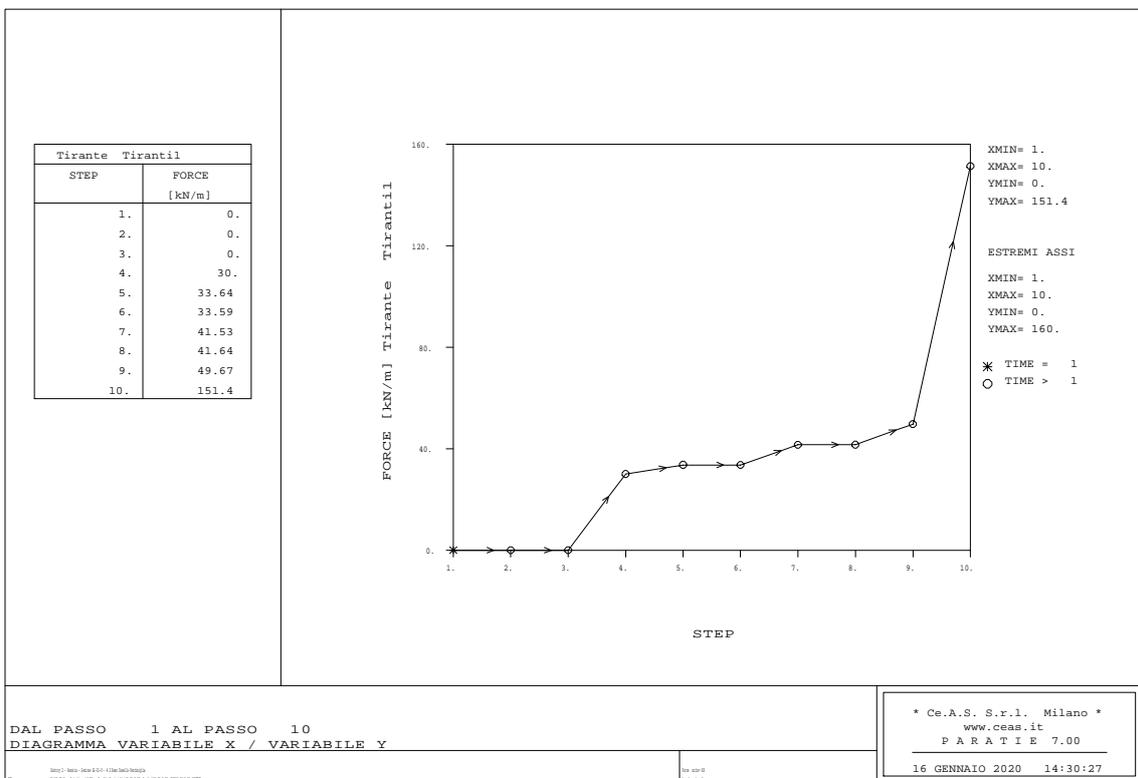


Figura 6.9 – Sollecitazioni 1°ordine di tiranti - SLU



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

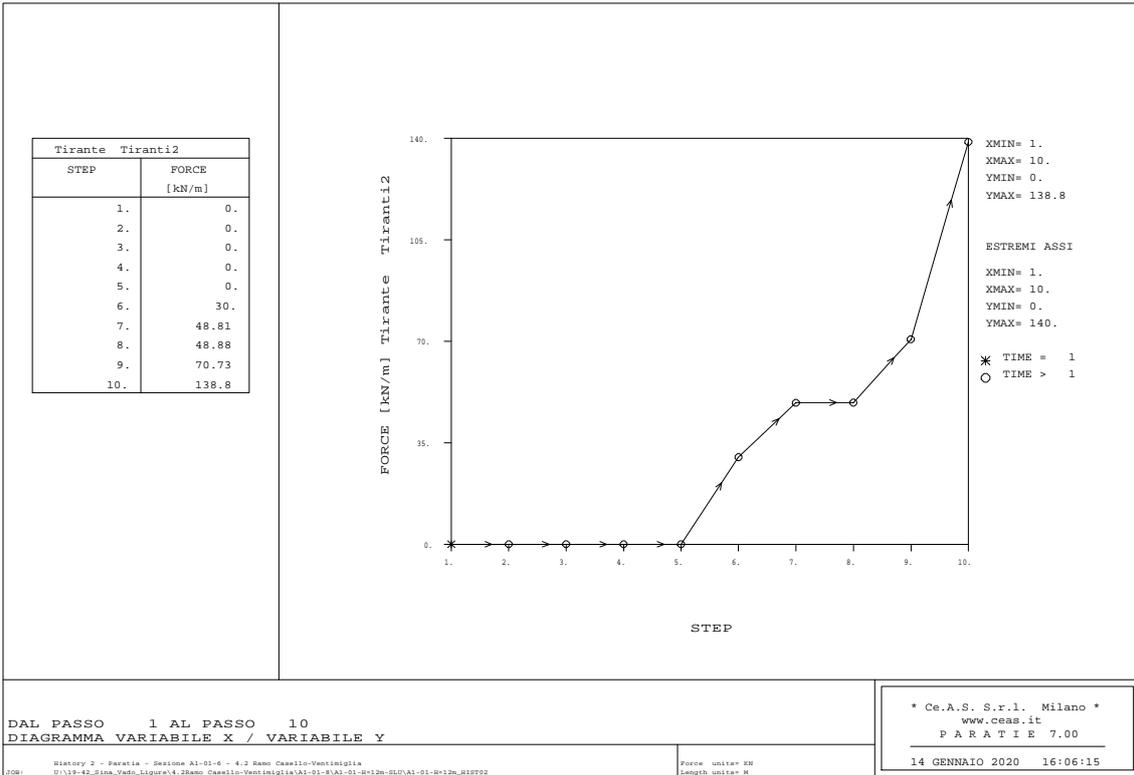


Figura 6.10 – Sollecitazioni 2°ordine di tiranti - SLU

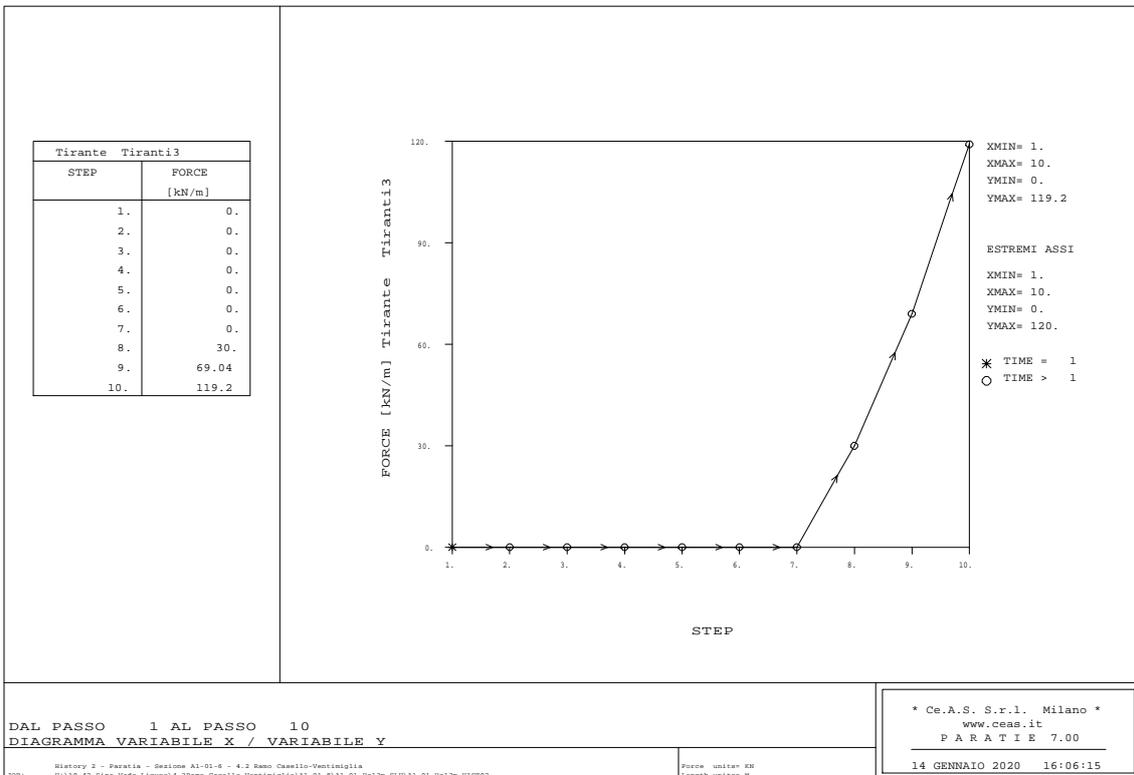


Figura 6.11 – Sollecitazioni 3°ordine di tiranti - SLU



6.3.1.2 VERIFICA STRUTTURALE MICROPALO

La berlinese è realizzata con micropali aventi tubolari in acciaio di diametro pari a 168.3 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	A-SISMA
Acciaio	classe	S 355 -	Azione assiale	n_s kN/m	0	0	0
Coefficiente di sicurezza	γ_{Mo}	1.05 -	Taglio	v_s kN/m	109.1	130.6	119.5
Tensione di snervamento	f_{yk}	355 MPa	Momento	m_s kNm/m	108.6	168.7	135.8
Tensione di calcolo	f_{yd}	338 MPa	Combinazioni di carico		A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Sezione (UNI EN 10219-2:2006)			Coefficiente di sicurezza	γ -	1.3	1	1
Diametro esterno	D	168.3 mm	Interasse	i m	0.4	0.4	0.4
Spessore (s <= 40 mm)	s	10 mm	Azioni di progetto		A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Diametro interno	d	148.3 mm	Azione assiale	N_{sd} kN	0	0	0
Momento d'inerzia	I	1.56E-05 m ⁴	Taglio	V_{sd} kN	44	52	48
Area sezione trasversale	A	4.97E-03 m ²	Momento	M_{sd} kNm	43	67	54
Modulo resistente a flessione	W_{pl}	2.51E-04 m ³	Effetto delle azioni combinate (N, V, M)		A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Modulo resistente a taglio	$A_v = 2A/\pi$	3.17E-03 m ²	$[(2 \cdot V_{sd}/V_{pl,Rd}) - 1]^2$	ρ -	0.000	0.000	0.000
Area resistente a taglio	$A^*_v = A$	4.97E-03 m ²	$N_{sd}/[A \cdot (1 - \rho \cdot a_v) \cdot f_{yd}]$	n -	0.000	0.000	0.000
A^*_v/A	a_v	1.000 -	Momento resistente ridotto (*)	$M_{pl,Rd,V,N}$ kN-m	85	85	85
Azioni resistenti elementari			Verifiche		A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Azione assiale resistente	$N_{pl,Rd}$	1681 kN	Azione assiale	$N_{sd} \leq N_{pl,Rd}$	O.K.	O.K.	O.K.
Taglio resistente	$V_{pl,Rd}$	618 kN	Taglio	$V_{sd} \leq V_{pl,Rd}$	O.K.	O.K.	O.K.
Momento resistente	$M_{pl,Rd}$	85 kN-m	Presso(Tenso)-Flessione	$M_{sd} \leq M_{pl,Rd,V,N}$	O.K.	O.K.	O.K.

Tabella 6-4 – Verifica della sezione tubolare in acciaio della berlinese – Sezione H = 12 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 100%, è invece buona norma che non sia superiore al 50% secondo la combinazione allo SLE.

Secondo quanto esposto in Tabella 6-3 la verifica risulta soddisfatta in quanto la resistenza passiva mobilitata risulta pari al 36% e al 59%, rispettivamente per la combinazione allo SLE e GEO.

6.3.1.4 VERIFICA DEI TIRANTI PASSIVI

I tiranti passivi sono stati verificati in accordo con le prescrizioni delle normative vigenti. Nello specifico, nella sezione in esame, sono presenti tre ordini di barre passive 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 sismica 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.

I tiranti passivi saranno realizzati con barre di tipo DYWIDAG GEWI di diametro 32 mm, costituite da acciaio B500B. La tabella seguente riporta la geometria, la

sollecitazione massima agente su ciascun ordine di chiodo (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 delle barre passive, come anticipato, si compone della verifica strutturale della barra (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 passivo);
- ξ_{a3} è il coefficiente riduttivo, funzione delle verticali di indagini a disposizione.

Ordine	Passo	L_{libera}	$L_{iniettata}$	L_{totale}	Tiro agente	Resistenza a trazione	Resistenza a sfilamento	Esito verifica
	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
1°	2.0	12.0	15.0	27.0	303.1	349.6	305.4	OK
2°	2.0	10.0	15.0	25.0	277.1	349.6	305.4	OK
3°	2.0	8.0	13.0	21.0	237.2	349.6	264.71	OK

Tabella 6-5 – Verifica dei tiranti passivi – Sezione H = 12 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 HEA140.

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	HEA	140
Altezza del profilato	h	133 mm
Base del profilato	b	140 mm
Spessore dell'anima	a = t _w	5.5 mm
Spessore delle ali	e = t _f	8.5 mm
Raggio di curvatura	r	12 mm
Area della sezione	A	3142 mm ²

Definizione dell'azione di calcolo:

Sforzo massimo agente	N _{Ed}	151.4 [kN/ml]
Interasse degli elementi di contrasto	i	2 [m]
Momento agente sul profilato	M _{Ed}	60.56 [kNm]
Taglio agente sul profilato	V _{Ed}	181.68 [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	1012.75 mm ²
Resistenza di progetto a taglio	R _{c,Rd}	306.28 [kN]

Definizione della tipologia di verifica da condurre:

Taglio agente sul profilato	V _{Ed}	181.68 [kN]
Resistenza di progetto a taglio	V _{c,Rd}	306.28 [kN]
Rapporto V _{Ed} /V _{c,Rd}	V _{Ed} /V _{c,Rd}	0.59 [-]
Tipo di verifica	Flessione e taglio	

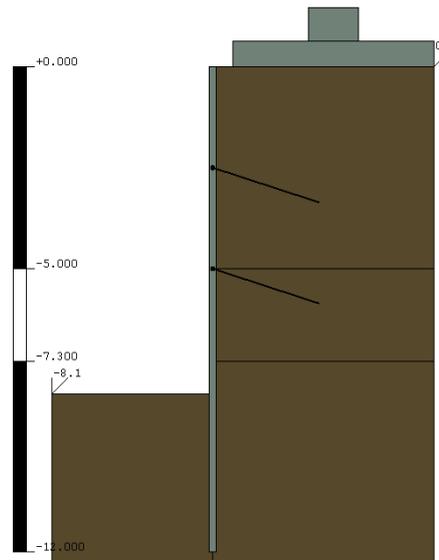
Verifica strutturale per profilato soggetto a flessione e taglio:

Momento plastico nel piano dell'anima	W _{pl,y}	173400 mm ³
Coefficiente di riduzione	ρ	0.034735758 [-]
Resistenza di progetto	M _{y,V,Rd}	90.40 [kNm]
Condizione M _{y,V,Rd} ≤ M _{y,c,Rd}	OK	
Fattore di sicurezza della sezione	FS	1.49 OK

Tabella 6-6 – Verifica della trave di ripartizione – Sezione H = 12 m

6.3.2 VERIFICA BERLINESE – MURO H = 7.5 M – 2 ORDINI DI TIRANTI

Si prevede di realizzare una berlinese di micropali di lunghezza pari a 12 m per far fronte ad uno scavo di 7.8 m. Il muro di rivestimento nella sezione in esame ha un'altezza $H = 7.5$ m mentre lo spessore della base del muro è di 1.0 m. Per mezzo del codice di calcolo Paratie 7.0 si è riprodotto il modello della sezione di seguito riportata nella figura sottostante:



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

Figura 6.12 – Modello di calcolo sezione $H = 7.5$ m

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

- **Fase 1:** Condizione geostatica;
- **Fase 2:** Realizzazione della berlinese;
- **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 5.50 m;
- **Fase 6:** Installazione del secondo ordine di tiranti alla quota di 5.0 m;
- **Fase 7:** Scavo di ribasso fino alla quota di fondo scavo di 8.10 m (7.80 di scavo effettivo e 0.30 m di incremento della profondità di scavo come previsto dalla NTC 2018) e applicazione del carico *cantiere* a monte della berlinese;
- **Fase 8:** Applicazione sulla berlinese sia dell'inerzia del muro di placcaggio che dell'incremento sismico e contestuale rimozione del carico *cantiere* a monte.

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	ϕ_k	c'	E_{op}
	[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[MPa]
Scisti alterati superiori	21.5	25.0	20.0	30
Scisti alterati inferiori	22.5	25.0	20.0	50
Scisti	22.5	27.0	40.0	100

Tabella 6-7 – Parametri geotecnici di calcolo – Sezione H = 12 m

6.3.2.1 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito in *Tabella 6-8* 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
	[mm]	[kNm/m]	[kN/m]	[%]	[kN/m]	[kN/m]
SLE	7.39	33.9	44.0	29	34.3	37.3
SLU (STRU) A1+M1+R1	-	35.0	44.9	-	34.6	37.7
SLU (GEO) A2+M2+R1	-	110.9	92.7	51	-	-
SLU SISMA	-	84.4	70.5	-	94.0	66.7

Tabella 6-8 – Output di calcolo – Sezione H = 7.5 m

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



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

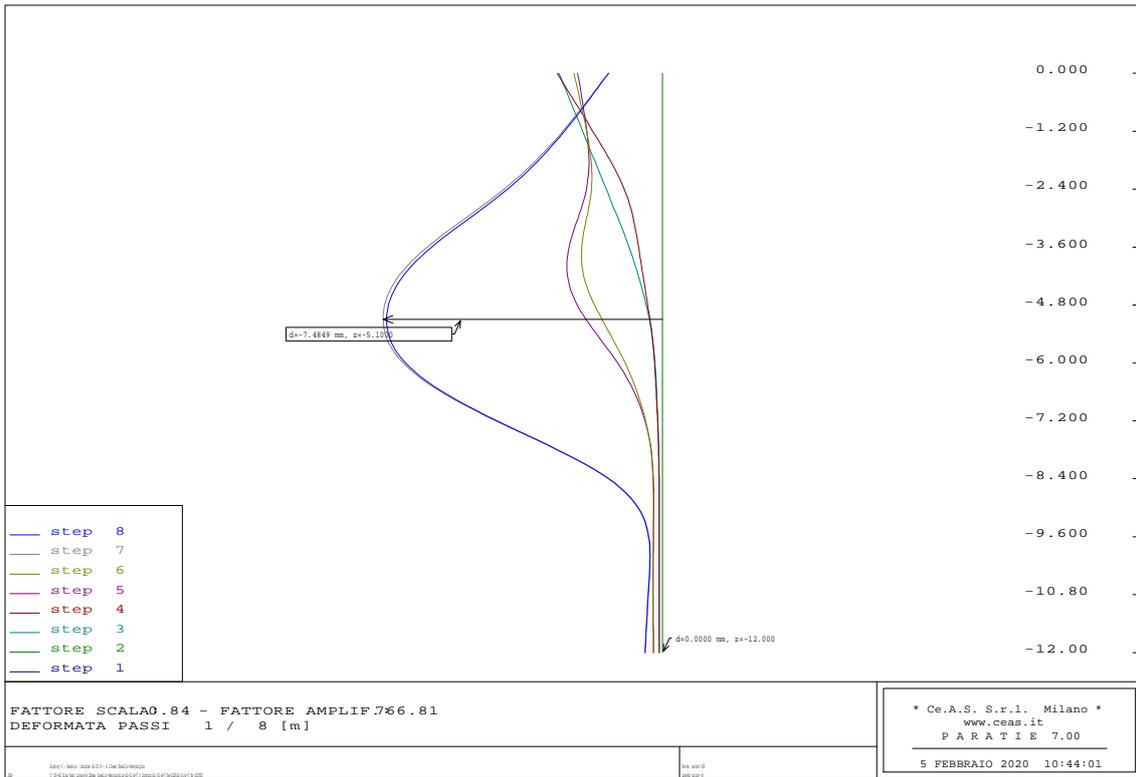


Figura 6.13 – Deformazione paratia - SLE

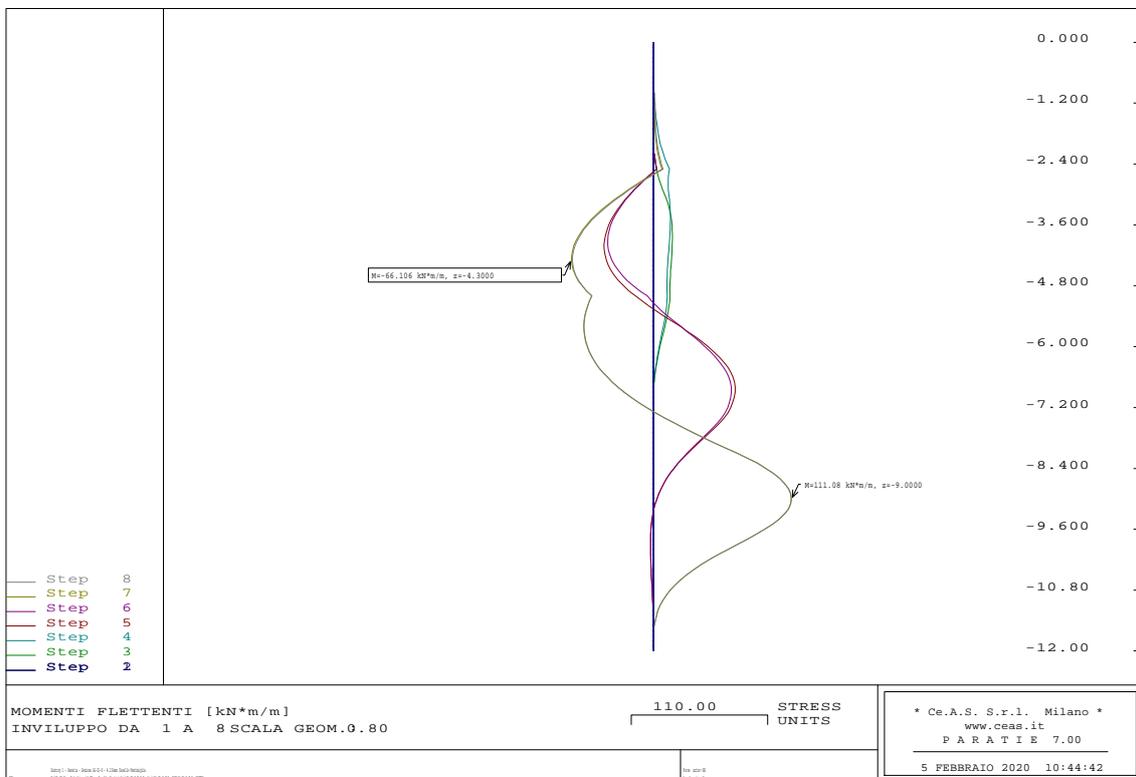


Figura 6.14 – Momento flettente paratia - SLU

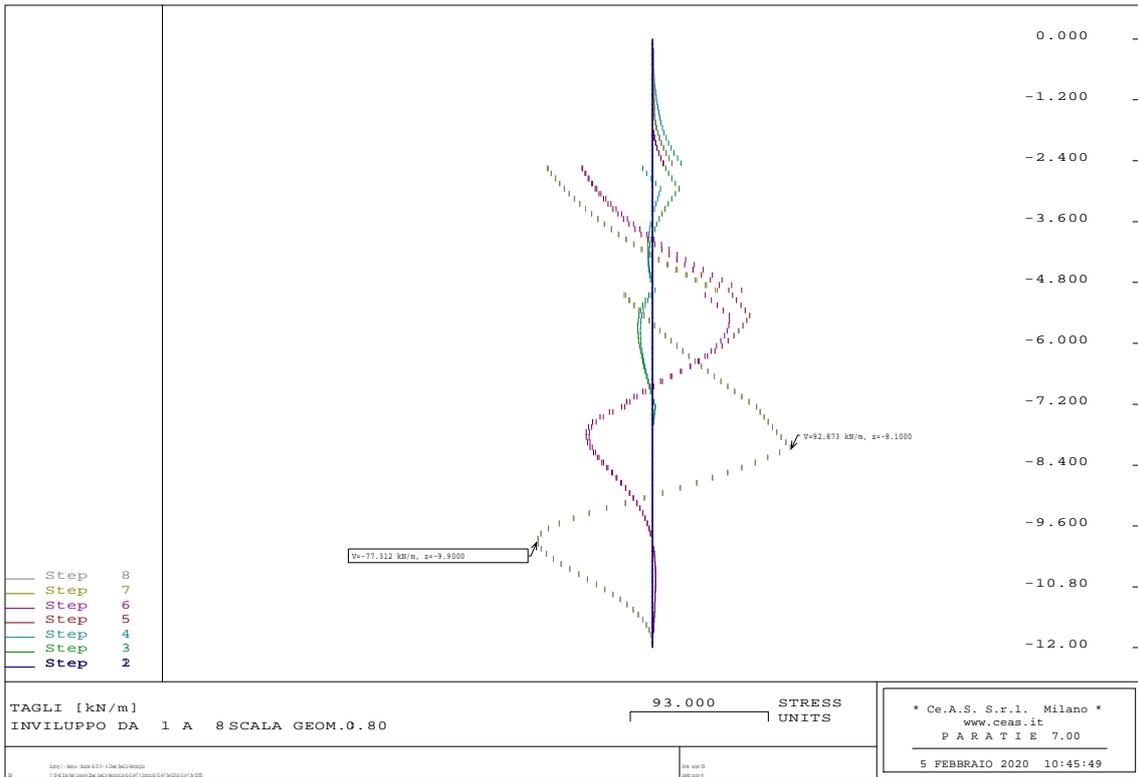


Figura 6.15 – Taglio paratia – SLU

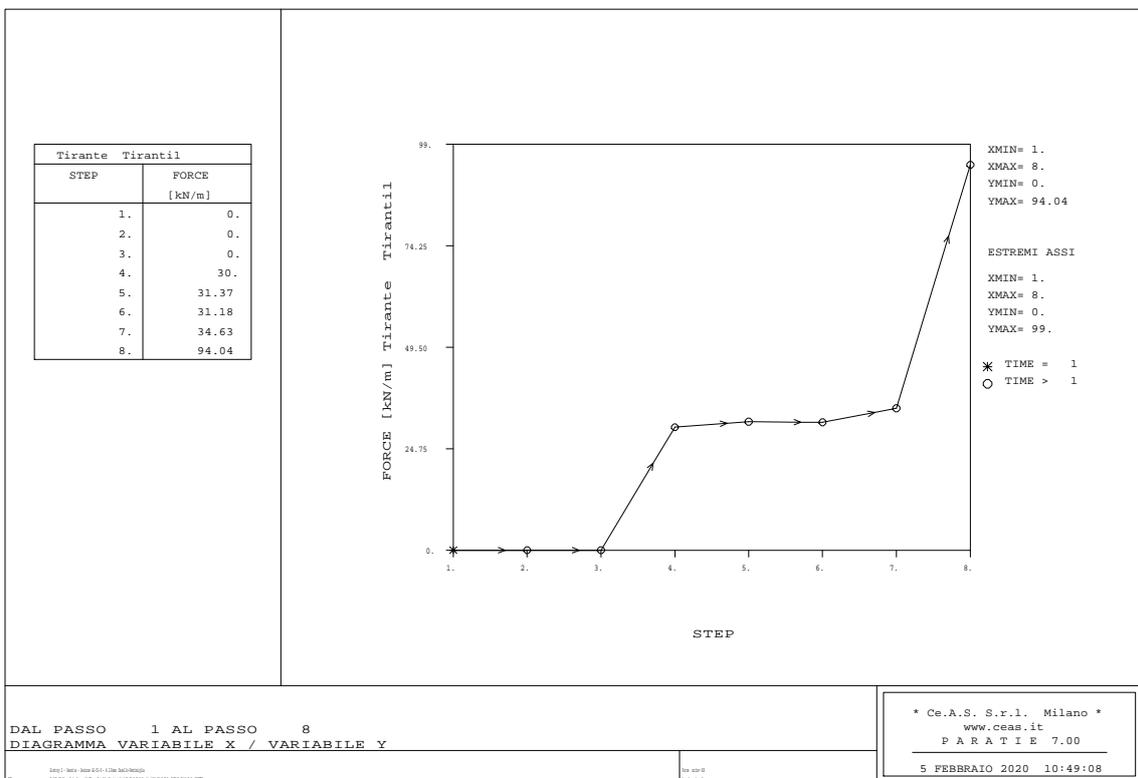


Figura 6.16 – Sollecitazioni 1°ordine di tiranti - SLU

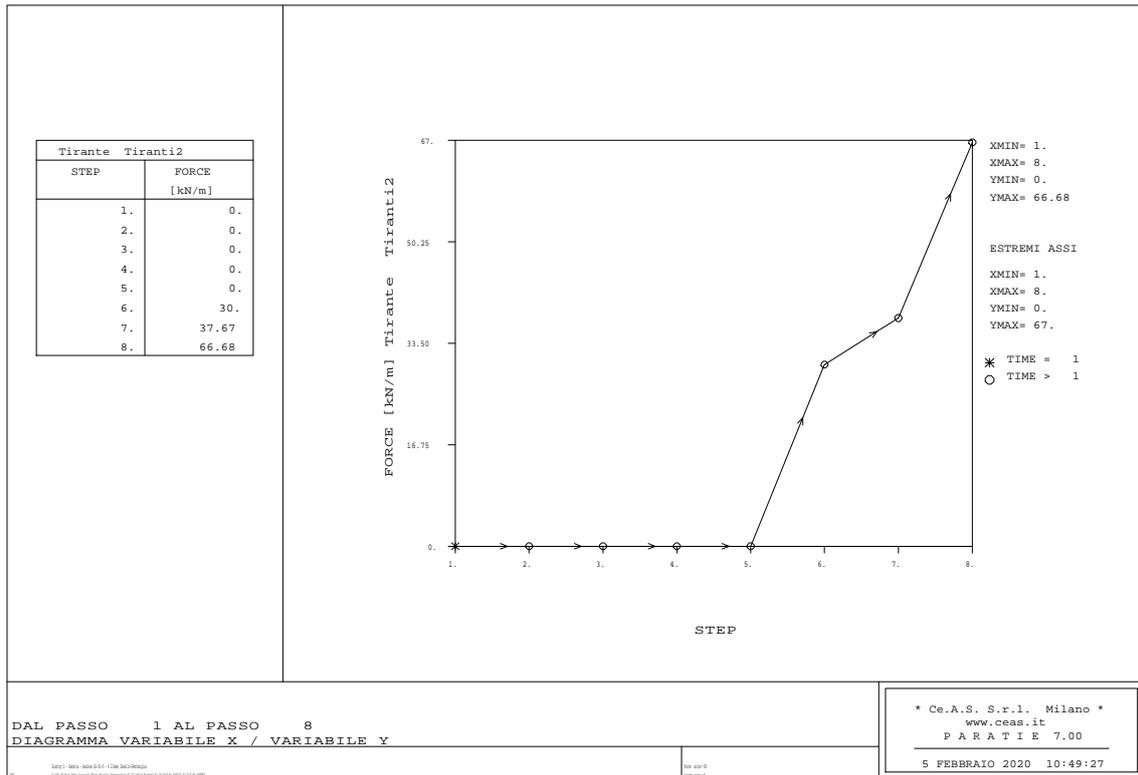


Figura 6.17 – Sollecitazioni 2°ordine di tiranti - SLU

6.3.2.2 VERIFICA STRUTTURALE MICROPALO

La berlinese è realizzata con micropali aventi tubolari in acciaio di diametro pari a 168.3 mm, spessore 12.5 mm, interasse tra i micropali di 0.40 m e lunghezza di 12 m.

Di seguito si riporta la verifica strutturale relativa al tubolare.

Materiale			Azioni di calcolo			A1-M1	A2-M2	A-SISMA
Acciaio	classe	S 355 -	Azione assiale	n_s	kN/m	0	0	0
Coefficiente di sicurezza	γ_{Mo}	1.05 -	Taglio	v_s	kN/m	44.9	92.7	70.5
Tensione di snervamento	f_{yk}	355 MPa	Momento	m_s	kNm/m	35.0	110.9	84.4
Tensione di calcolo	f_{yd}	338 MPa	Combinazioni di carico			A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Sezione (UNI EN 10219-2:2006)			Coefficiente di sicurezza	γ	-	1.3	1	1
Diametro esterno	D	168.3 mm	Interasse	i	m	0.4	0.4	0.4
Spessore (s <= 40 mm)	s	10 mm	Azioni di progetto			A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Diametro interno	d	148.3 mm	Azione assiale	N_{sd}	kN	0	0	0
Momento d'inerzia	I	1.56E-05 m ⁴	Taglio	V_{sd}	kN	18	37	28
Area sezione trasversale	A	4.97E-03 m ²	Momento	M_{sd}	kNm	14	44	34
Modulo resistente a flessione	W_{pl}	2.51E-04 m ³	Effetto delle azioni combinate (N, V, M)			A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Modulo resistente a taglio	$A_v = 2A/\pi$	3.17E-03 m ²	$[(2 \cdot V_{sd}/V_{pl,Rd}) - 1]^2$	ρ	-	0.000	0.000	0.000
Area resistente a taglio	$A^*_v = A$	4.97E-03 m ²	$N_{sd}/[A \cdot (1 - \rho \cdot a_v) \cdot f_{yd}]$	n	-	0.000	0.000	0.000
A^*_v/A	a_v	1.000 -	Momento resistente ridotto (*)	$M_{pl,Rd,V,N}$	kN-m	85	85	85
Azioni resistenti elementari			Verifiche			A1-M1-R1	A1-M1-R1	A-SISMA
Azione assiale resistente	$N_{pl,Rd}$	1681 kN	Azione assiale	$N_{sd} \leq N_{pl,Rd}$		O.K.	O.K.	O.K.
Taglio resistente	$V_{pl,Rd}$	618 kN	Taglio	$V_{sd} \leq V_{pl,Rd}$		O.K.	O.K.	O.K.
Momento resistente	$M_{pl,Rd}$	85 kN-m	Presso(Tenso)-Flessione	$M_{sd} \leq M_{pl,Rd,V,N}$		O.K.	O.K.	O.K.

Tabella 6-9 – Verifica della sezione tubolare in acciaio della berlinese – Sezione H = 7.5 m

6.3.2.3 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 mobilizzata e la resistenza passiva totale a valle dell'opera, secondo la combinazione A2+M2+R1, non sia superiore al 100%, è invece buona norma che non sia superiore al 50% secondo la combinazione allo SLE.

Secondo quanto esposto in *Tabella 6-8* la verifica risulta soddisfatta in quanto la resistenza passiva mobilizzata risulta pari al 29% e al 51%, rispettivamente per la combinazione allo SLE e GEO.

6.3.2.4 VERIFICA DEI TIRANTI PASSIVI

I tiranti passivi sono stati verificati in accordo con le prescrizioni delle normative vigenti. Nello specifico, nella sezione in esame, sono presenti tre ordini di barre passive 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 sismica 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.

I tiranti passivi saranno realizzati con barre di tipo DYWIDAG GEWI di diametro 32 mm, costituite da acciaio B500B. La tabella seguente riporta la geometria, la sollecitazione massima agente su ciascun ordine di chiodo (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 delle barre passive, come anticipato, si compone della verifica strutturale della barra (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:

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

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 passivo);
- ξ_{a3} è il coefficiente riduttivo, funzione delle verticali di indagini a disposizione.

Ordine	Passo	L_{libera}	$L_{iniettata}$	L_{totale}	Tiro agente	Resistenza a trazione	Resistenza a sfilamento	Esito verifica
	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
1°	2.4	8.0	13.0	21.0	225.6	349.6	264.71	OK
2°	2.4	8.0	11.0	19.0	160.08	349.6	223.98	OK

Tabella 6-10 – Verifica dei tiranti passivi – Sezione $H = 7.5$ m

6.3.2.5 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 dal 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 HEA140.

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	HEA	140
Altezza del profilato	h	133 mm
Base del profilato	b	140 mm
Spessore dell'anima	a = t _w	5.5 mm
Spessore delle ali	e = t _f	8.5 mm
Raggio di curvatura	r	12 mm
Area della sezione	A	3142 mm ²

Definizione dell'azione di calcolo:

Sforzo massimo agente	N _{Ed}	94 [kN/ml]
Interasse degli elementi di contrasto	i	2 [m]
Momento agente sul profilato	M _{Ed}	37.60 [kNm]
Taglio agente sul profilato	V _{Ed}	112.80 [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	1012.75 mm ²
Resistenza di progetto a taglio	R _{c,Rd}	306.28 [kN]

Definizione della tipologia di verifica da condurre:

Taglio agente sul profilato	V _{Ed}	112.80 [kN]
Resistenza di progetto a taglio	V _{c,Rd}	306.28 [kN]
Rapporto V _{Ed} /V _{c,Rd}	V _{Ed} /V _{c,Rd}	0.37 [-]
Tipo di verifica	Flessione retta	

Verifica strutturale del profilato per flessione retta:

Momento plastico nel piano dell'anima	W _{pl,y}	173400 mm ³
Resistenza di progetto	M _{c,Rd} = M _{pl,Rd}	90.83 [kNm]
Fattore di sicurezza della sezione	FS	2.42 OK

Tabella 6-11 – Verifica della trave di ripartizione – Sezione H = 7.5 m

7. CONCLUSIONI

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

In questa relazione si sono riportate le verifiche condotte per il dimensionamento, delle opere di sostegno definitive costituite da berlinesi in micropali tirantate rivestite da muri di placcaggio che consentiranno sia la realizzazione in sicurezza degli scavi in fase provvisoria che il contenimento del terreno a tergo in condizioni definitive e da muri prefabbricati.

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 sismica.

8.1 BERLINESE TIRANTATA – SEZIONE H = 12 M

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

```
*****  
**  
**          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\4.2Ramo Casello-Ventimiglia\A1-01-H=12m_3

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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\4.2ramo  
casello-ventimiglia\al-01-h=12m_3  
3: * project with "run time" parameters  
4: * Force=kN Lenght=m  
5: *  
6: units m kN  
7: title History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo  
Casello-Ventimiglia  
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: wall RightWall 0 -18 0  
15: *  
16: soil DHRight RightWall -18 0 2 0  
17: soil UHRight RightWall -18 0 1 180  
18: *  
19: material C25_30 3.1447E+007  
20: *  
21: beam Beam RightWall -18 0 C25_30 0.193026 00 00  
22: *  
23: wire Tiranti1 RightWall -3 C25_30 3.35E-005 30 162  
24: wire Tiranti2 RightWall -6 C25_30 4.02E-005 30 162  
25: wire Tiranti3 RightWall -9 C25_30 5.025E-005 30 162  
26: *  
27: strip RightWall 9 9 0.5 5 0 11.5 45  
28: *  
29: * Soil Profile  
30: *  
31: ldata S1_1 0  
32: weight 21.5 11.5 10  
33: atrest 0.577382 0.5 1  
34: resistance 20 25 0.485 3.319  
35: young 30000 48000  
36: endlayer  
37: ldata S1_2 -5
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 3
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

N. comando

```
38:      weight      21.5 11.5 10
39:      atrest      0.577382 0.5 1
40:      resistance  20 25 0.485 3.319
41:      young       50000 150000
42:      endlayer
43:      ldata        S2 -7.3
44:      weight      22.5 12.5 10
45:      atrest      0.54601 0.5 1
46:      resistance  40 27 0.33 3.701
47:      young       100000 300000
48:      endlayer
49: *
50: step 1 : Geostatico
51:   setwall RightWall
52:   geom 0 0
53: endstep
54: *
55: step 2 : Paratia
56:   setwall RightWall
57:   add Beam
58: endstep
59: *
60: step 3 : Scavo 1
61:   setwall RightWall
62:   geom 0 -3.5
63: endstep
64: *
65: step 4 : Tirantil
66:   setwall RightWall
67:   add Tirantil
68: endstep
69: *
70: step 5 : Scavo 2
71:   setwall RightWall
72:   geom 0 -6.5
73: endstep
74: *
75: step 6 : Tiranti2
76:   setwall RightWall
77:   add Tiranti2
78: endstep
79: *
80: step 7 : Scavo 3
81:   setwall RightWall
82:   geom 0 -9.5
83: endstep
PARATIE 7.00                      Ce.A.S. s.r.l. - Milano                      PAG. 4
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
```

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

N. comando

```
84: *
85: step 8 : Tiranti3
86:   setwall RightWall
87:   add Tiranti3
88: endstep
89: *
90: step 9 : Fondo scavo
91:   setwall RightWall
92:   geom 0 -12.5
93: endstep
94: *
95: step 10 : Sisma
96:   dload constant RightWall -12.3 -3.8 0 -3.8
97:   dload constant RightWall -14.3 -18 0 -18
98:   setwall RightWall
99: endstep
100: *
101: *
PARATIE 7.00                      Ce.A.S. s.r.l. - Milano                      PAG. 5
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
```

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER S1_1



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	0.0000	m	
quota inferiore	=	-5.0000	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	=	20.000	kPa	(A MONTE)
angolo di attrito	=	25.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.48500		(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	=	30000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	=	48000.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
coesione	=	20.000	kPa	(A VALLE)
angolo di attrito	=	25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.48500		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.3190		(A VALLE)

LAYER S1_2

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-5.0000	m	
quota inferiore	=	-7.3000	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	=	20.000	kPa	(A MONTE)
angolo di attrito	=	25.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.48500		(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	=	50000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	=	0.15000E+06	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
coesione	=	20.000	kPa	(A VALLE)

PARATIE 7.00

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

PAG. 6

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

angolo di attrito	=	25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.48500		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.3190		(A VALLE)

LAYER S2

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-7.3000	m	
quota inferiore	=	-0.10000E+31	m	
peso fuori falda	=	22.500	kN/m ³	
peso efficace in falda	=	12.500	kN/m ³	
peso dell'acqua	=	10.000	kN/m ³	
coesione	=	40.000	kPa	(A MONTE)
angolo di attrito	=	27.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.33000		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.7010		(A MONTE)
Konc normal consolidato	=	0.54601		
esponente di OCR	=	0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidezza	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.10000E+06	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	=	0.30000E+06	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
coesione	=	40.000	kPa	(A VALLE)
angolo di attrito	=	27.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.33000		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.7010		(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)



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

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

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

(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)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 9

(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)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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	=	-18.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL 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



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -18.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -3.5000	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 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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	= -18.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 4

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -3.5000	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	= -18.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -6.5000	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	= -18.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -6.5000	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



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

quota di taglio = 0.0000 m
quota di equil. pressioni dell'acqua = -18.000 m
indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 7

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m
quota piano campagna = 0.0000 m
quota del fondo scavo = -9.5000 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 = -18.000 m
indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 8

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m
quota piano campagna = 0.0000 m
quota del fondo scavo = -9.5000 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

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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 = -18.000 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 = -12.500 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 = -18.000 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 = -12.500 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 = -18.000 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



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
 History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO ELEMENTI
 =====

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
DHRight	RightWall	0.	-18.00	DOWNHILL	0.
UHRight	RightWall	0.	-18.00	UPHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
Beam	RightWall	0.	-18.00	_	0.1930

RIASSUNTO ELEMENTI WIRE						
Name	Wall	Zeta	Mat	A/L	Pinit	Angle
		m			kN/m	deg
Tiranti1	RightWall	-3.000	_	0.3350E-04	30.00	162.0
Tiranti2	RightWall	-6.000	_	0.4020E-04	30.00	162.0
Tiranti3	RightWall	-9.000	_	0.5025E-04	30.00	162.0

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13
 5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
 History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO DATI VARI
 =====

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
C25_	3.1447E+007

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14
 5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
 History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

DISTRIBUTED LOAD SUMMARY

Wall	From step	To step	Z1	P1	Z2	P2
Righ	10	10	-12.300	-3.8000	0.0000	-3.8000
Righ	10	10	-14.300	-18.0000	0.0000	-18.0000

UNITS FOR Z1 , Z2 =m
 UNITS FOR P1 , P2 =kPa

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15
 5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
 History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

2	2	SI
3	6	SI
4	3	SI
5	6	SI
6	2	SI
7	7	SI
8	3	SI
9	9	SI
10	8	SI

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI

TUTTI I PASSI

* PARETE RightWall*

* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

* NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m
E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE	RightWall
1	0.0000	-0.17381	10	
2	-0.10000	-0.17198	10	
3	-0.20000	-0.17015	10	
4	-0.30000	-0.16831	10	
5	-0.40000	-0.16648	10	
6	-0.50000	-0.16465	10	
7	-0.60000	-0.16282	10	
8	-0.70000	-0.16099	10	
9	-0.80000	-0.15917	10	
10	-0.90000	-0.15735	10	
11	-1.00000	-0.15553	10	
12	-1.10000	-0.15372	10	
13	-1.20000	-0.15192	10	
14	-1.30000	-0.15013	10	
15	-1.40000	-0.14834	10	
16	-1.50000	-0.14657	10	
17	-1.60000	-0.14481	10	
18	-1.70000	-0.14306	10	
19	-1.80000	-0.14134	10	
20	-1.90000	-0.13963	10	
21	-2.00000	-0.13794	10	
22	-2.10000	-0.13627	10	
23	-2.20000	-0.13463	10	
24	-2.30000	-0.13302	10	
25	-2.40000	-0.13144	10	
26	-2.50000	-0.12990	10	
27	-2.60000	-0.12839	10	
28	-2.70000	-0.12692	10	
29	-2.80000	-0.12549	10	
30	-2.90000	-0.12411	10	
31	-3.00000	-0.12278	10	
32	-3.10000	-0.12149	10	
33	-3.20000	-0.12026	10	
34	-3.30000	-0.11907	10	
35	-3.40000	-0.11792	10	
36	-3.50000	-0.11681	10	
37	-3.60000	-0.11573	10	
38	-3.70000	-0.11469	10	

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE	RightWall
39	-3.80000	-0.11367	10	
40	-3.90000	-0.11267	10	
41	-4.00000	-0.11170	10	
42	-4.10000	-0.11074	10	
43	-4.20000	-0.10980	10	
44	-4.30000	-0.10888	10	
45	-4.40000	-0.10796	10	
46	-4.50000	-0.10706	10	
47	-4.60000	-0.10616	10	
48	-4.70000	-0.10528	10	
49	-4.80000	-0.10440	10	
50	-4.90000	-0.10352	10	
51	-5.00000	-0.10265	10	
52	-5.10000	-0.10178	10	
53	-5.20000	-0.10092	10	
54	-5.30000	-0.10006	10	
55	-5.40000	-0.99202E-01	10	
56	-5.50000	-0.98351E-01	10	



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE	RightWall
131	-13.000	-0.10298E-01	10	
132	-13.100	-0.91928E-02	10	
133	-13.200	-0.81571E-02	10	
134	-13.300	-0.71931E-02	10	
135	-13.400	-0.63020E-02	10	
136	-13.500	-0.54845E-02	10	
137	-13.600	-0.47402E-02	10	
138	-13.700	-0.40683E-02	10	
139	-13.800	-0.34670E-02	10	
140	-13.900	-0.29339E-02	10	
141	-14.000	-0.24662E-02	10	
142	-14.100	-0.20604E-02	10	
143	-14.200	-0.17124E-02	10	
144	-14.300	-0.14181E-02	10	
145	-14.400	-0.11728E-02	10	
146	-14.500	-0.97211E-03	10	
147	-14.600	-0.81138E-03	10	
148	-14.700	-0.71774E-03	7	
149	-14.800	-0.71596E-03	7	
150	-14.900	-0.71685E-03	9	
151	-15.000	-0.72898E-03	9	
152	-15.100	-0.74545E-03	9	
153	-15.200	-0.76502E-03	9	
154	-15.300	-0.78665E-03	9	
155	-15.400	-0.80942E-03	9	
156	-15.500	-0.83260E-03	9	
157	-15.600	-0.85559E-03	9	
158	-15.700	-0.87789E-03	9	
159	-15.800	-0.89913E-03	9	
160	-15.900	-0.91903E-03	9	
161	-16.000	-0.93741E-03	9	
162	-16.100	-0.95414E-03	9	
163	-16.200	-0.96916E-03	9	
164	-16.300	-0.98246E-03	9	
165	-16.400	-0.99409E-03	9	
166	-16.500	-0.10041E-02	9	
167	-16.600	-0.10126E-02	9	
168	-16.700	-0.10197E-02	9	
169	-16.800	-0.10255E-02	9	
170	-16.900	-0.10302E-02	9	
171	-17.000	-0.10339E-02	9	
172	-17.100	-0.10367E-02	9	
173	-17.200	-0.10389E-02	9	
174	-17.300	-0.10404E-02	9	
175	-17.400	-0.10415E-02	9	
176	-17.500	-0.10503E-02	10	

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 20
 5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
 History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE	RightWall
177	-17.600	-0.10638E-02	10	
178	-17.700	-0.10768E-02	10	
179	-17.800	-0.10896E-02	10	
180	-17.900	-0.11023E-02	10	
181	-18.000	-0.11150E-02	10	

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 21
 5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
 History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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.	0.2910E-09	0.3183E-11	1.106
	B	-0.1000	0.6025E-11	0.1106	1.106
2	A	-0.1000	0.1137E-12	0.1106	3.318
	B	-0.2000	0.	0.4424	3.318
3	A	-0.2000	0.	0.4424	5.527
	B	-0.3000	0.5457E-11	0.9951	5.527
4	A	-0.3000	0.1023E-11	0.9951	7.734



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

	B	-0.4000	0.5230E-11	1.769	7.734
5	A	-0.4000	0.	1.769	9.940
	B	-0.5000	0.	2.763	9.940
6	A	-0.5000	0.	2.763	12.14
	B	-0.6000	0.4889E-11	3.977	12.14
7	A	-0.6000	0.1592E-11	3.977	14.35
	B	-0.7000	0.	5.411	14.35
8	A	-0.7000	0.2217E-11	5.411	16.55
	B	-0.8000	0.1012E-10	7.066	16.55
9	A	-0.8000	0.1808E-10	7.066	18.74
	B	-0.9000	0.7503E-11	8.940	18.74
10	A	-0.9000	0.7503E-11	8.940	20.94
	B	-1.000	0.2865E-10	11.03	20.94
11	A	-1.000	0.2285E-10	11.03	23.13
	B	-1.100	0.2706E-10	13.35	23.13
12	A	-1.100	0.2677E-10	13.35	25.33
	B	-1.200	0.2649E-10	15.88	25.33
13	A	-1.200	0.3894E-10	15.88	27.52
	B	-1.300	0.1671E-10	18.63	27.52
14	A	-1.300	0.3757E-10	18.63	29.71
	B	-1.400	0.1944E-10	21.60	29.71
15	A	-1.400	0.1216E-10	21.60	31.89
	B	-1.500	0.3388E-10	24.79	31.89
16	A	-1.500	0.2512E-10	24.79	34.08
	B	-1.600	0.1523E-10	28.20	34.08
17	A	-1.600	0.2638E-10	28.20	36.26
	B	-1.700	0.2001E-10	31.83	36.26

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 22
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-1.700	0.2819E-10	31.83	38.44
	B	-1.800	0.1637E-10	35.67	38.44
19	A	-1.800	0.2547E-10	35.67	40.62
	B	-1.900	0.2183E-10	39.73	40.62
20	A	-1.900	0.1853E-10	39.73	42.80
	B	-2.000	0.3206E-10	44.01	42.80
21	A	-2.000	0.3286E-10	44.01	44.98
	B	-2.100	0.2888E-10	48.51	44.98
22	A	-2.100	0.2905E-10	48.51	47.16
	B	-2.200	0.2922E-10	53.22	47.16
23	A	-2.200	0.2285E-10	53.22	49.34
	B	-2.300	0.1614E-10	58.16	49.34
24	A	-2.300	0.1802E-10	58.16	51.52
	B	-2.400	0.1489E-10	63.31	51.52
25	A	-2.400	0.1802E-10	63.31	53.70
	B	-2.500	0.2217E-10	68.68	53.70
26	A	-2.500	0.2103E-10	68.68	55.88
	B	-2.600	0.1251E-10	74.27	55.88
27	A	-2.600	0.1927E-10	74.27	58.06
	B	-2.700	0.1239E-10	80.07	58.06
28	A	-2.700	0.1847E-10	80.07	60.27
	B	-2.800	0.	86.10	60.27
29	A	-2.800	0.	86.10	62.58
	B	-2.900	0.	92.36	62.58
30	A	-2.900	0.	92.36	65.00
	B	-3.000	0.	98.86	65.00
31	A	-3.000	0.	98.86	76.61
	B	-3.100	0.	91.19	76.61
32	A	-3.100	0.	91.19	73.99
	B	-3.200	0.7369	83.80	73.99
33	A	-3.200	0.7369	83.80	71.26
	B	-3.300	4.289	76.67	71.26
34	A	-3.300	4.289	76.67	68.42
	B	-3.400	7.776	69.83	68.42
35	A	-3.400	7.776	69.83	65.48
	B	-3.500	11.19	63.28	65.48
36	A	-3.500	11.19	63.28	62.44
	B	-3.600	14.51	57.04	62.44
37	A	-3.600	14.51	57.04	59.29
	B	-3.700	17.74	51.11	59.29
38	A	-3.700	17.74	51.11	56.04
	B	-3.800	20.86	45.50	56.04
39	A	-3.800	20.86	45.50	52.68
	B	-3.900	23.86	40.24	52.68
40	A	-3.900	23.86	40.24	49.22
	B	-4.000	26.74	35.31	49.22

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 23
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-4.000	26.74	35.31	45.65
	B	-4.100	29.47	30.75	45.65
42	A	-4.100	29.47	30.75	41.98
	B	-4.200	32.06	26.55	41.98
43	A	-4.200	32.06	26.55	38.21
	B	-4.300	34.58	22.73	38.21
44	A	-4.300	34.58	22.73	34.33
	B	-4.400	36.92	19.30	34.33
45	A	-4.400	36.92	19.30	30.35
	B	-4.500	39.05	16.26	30.35
46	A	-4.500	39.05	16.26	26.26
	B	-4.600	40.96	13.63	26.26
47	A	-4.600	40.96	13.63	22.07
	B	-4.700	42.63	11.43	22.07
48	A	-4.700	42.63	11.43	17.78
	B	-4.800	44.06	9.650	17.78
49	A	-4.800	44.06	9.650	13.38
	B	-4.900	45.23	8.312	13.38
50	A	-4.900	45.23	8.312	10.20
	B	-5.000	46.15	7.425	10.20
51	A	-5.000	46.15	7.425	7.774
	B	-5.100	46.92	6.999	7.774
52	A	-5.100	46.92	6.999	7.087
	B	-5.200	47.45	7.099	7.087
53	A	-5.200	47.45	7.099	10.64
	B	-5.300	47.71	7.570	10.64
54	A	-5.300	47.71	7.570	14.33
	B	-5.400	47.69	8.588	14.33
55	A	-5.400	47.69	8.588	18.15
	B	-5.500	47.40	10.11	18.15
56	A	-5.500	47.40	10.11	22.10
	B	-5.600	46.80	12.14	22.10
57	A	-5.600	46.80	12.14	26.17
	B	-5.700	45.90	14.70	26.17
58	A	-5.700	45.90	14.70	30.91
	B	-5.800	44.69	17.79	30.91
59	A	-5.800	44.69	17.79	36.35
	B	-5.900	43.15	21.43	36.35
60	A	-5.900	43.15	21.43	41.90
	B	-6.000	41.27	25.62	41.90
61	A	-6.000	41.27	25.62	84.20
	B	-6.100	43.68	17.20	84.20
62	A	-6.100	43.68	17.20	78.45
	B	-6.200	45.92	9.352	78.45
63	A	-6.200	45.92	9.352	72.59
	B	-6.300	49.13	2.368	72.59

PARATIE 7.00

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

PAG. 24

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
64	A	-6.300	49.13	2.368	66.63
	B	-6.400	51.94	1.904	66.63
65	A	-6.400	51.94	1.904	60.56
	B	-6.500	54.33	4.018	60.56
66	A	-6.500	54.33	4.018	54.39
	B	-6.600	56.29	7.197	54.39
67	A	-6.600	56.29	7.197	48.11
	B	-6.700	57.81	10.13	48.11
68	A	-6.700	57.81	10.13	41.73
	B	-6.800	58.88	13.22	41.73
69	A	-6.800	58.88	13.22	35.24
	B	-6.900	59.50	16.34	35.24
70	A	-6.900	59.50	16.34	28.65
	B	-7.000	59.64	19.16	28.65
71	A	-7.000	59.64	19.16	25.65
	B	-7.100	59.30	21.73	25.65
72	A	-7.100	59.30	21.73	23.37
	B	-7.200	58.47	24.07	23.37
73	A	-7.200	58.47	24.07	26.07
	B	-7.300	57.15	26.21	26.07
74	A	-7.300	57.15	26.21	26.95
	B	-7.400	55.74	27.52	26.95
75	A	-7.400	55.74	27.52	27.95
	B	-7.500	54.25	28.03	27.95
76	A	-7.500	54.25	28.03	29.08
	B	-7.600	52.67	27.86	29.08
77	A	-7.600	52.67	27.86	30.35
	B	-7.700	50.99	27.14	30.35
78	A	-7.700	50.99	27.14	31.75



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

	B	-7.800	49.21	26.01	31.75
79	A	-7.800	49.21	26.01	33.28
	B	-7.900	47.31	24.56	33.28
80	A	-7.900	47.31	24.56	34.95
	B	-8.000	45.29	22.88	34.95
81	A	-8.000	45.29	22.88	36.75
	B	-8.100	43.14	21.05	36.75
82	A	-8.100	43.14	21.05	38.70
	B	-8.200	40.86	19.14	38.70
83	A	-8.200	40.86	19.14	40.77
	B	-8.300	38.43	17.21	40.77
84	A	-8.300	38.43	17.21	42.98
	B	-8.400	35.86	15.30	42.98
85	A	-8.400	35.86	15.30	45.32
	B	-8.500	33.13	13.44	45.32
86	A	-8.500	33.13	13.44	47.78
	B	-8.600	30.23	11.66	47.78

PARATIE 7.00

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

PAG. 25

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
87	A	-8.600	30.23	11.66	50.36
	B	-8.700	27.17	10.10	50.36
88	A	-8.700	27.17	10.10	53.05
	B	-8.800	23.92	15.41	53.05
89	A	-8.800	23.92	15.41	55.84
	B	-8.900	20.49	20.99	55.84
90	A	-8.900	20.49	20.99	58.71
	B	-9.000	16.86	26.86	58.71
91	A	-9.000	16.86	26.86	59.94
	B	-9.100	19.56	30.17	59.94
92	A	-9.100	19.56	30.17	55.84
	B	-9.200	22.06	33.78	55.84
93	A	-9.200	22.06	33.78	51.76
	B	-9.300	24.34	37.70	51.76
94	A	-9.300	24.34	37.70	53.82
	B	-9.400	26.39	41.92	53.82
95	A	-9.400	26.39	41.92	55.97
	B	-9.500	28.22	46.45	55.97
96	A	-9.500	28.22	46.45	45.51
	B	-9.600	31.36	50.09	45.51
97	A	-9.600	31.36	50.09	35.13
	B	-9.700	34.80	52.84	35.13
98	A	-9.700	34.80	52.84	29.79
	B	-9.800	37.78	55.06	29.79
99	A	-9.800	37.78	55.06	25.18
	B	-9.900	40.29	56.58	25.18
100	A	-9.900	40.29	56.58	20.49
	B	-10.00	42.34	57.15	20.49
101	A	-10.00	42.34	57.15	15.73
	B	-10.10	43.91	56.80	15.73
102	A	-10.10	43.91	56.80	14.22
	B	-10.20	45.00	55.60	14.22
103	A	-10.20	45.00	55.60	21.05
	B	-10.30	45.60	53.65	21.05
104	A	-10.30	45.60	53.65	26.29
	B	-10.40	45.70	51.11	26.29
105	A	-10.40	45.70	51.11	30.14
	B	-10.50	45.29	48.13	30.14
106	A	-10.50	45.29	48.13	32.84
	B	-10.60	44.37	44.85	32.84
107	A	-10.60	44.37	44.85	34.80
	B	-10.70	42.92	41.37	34.80
108	A	-10.70	42.92	41.37	35.79
	B	-10.80	40.95	37.79	35.79
109	A	-10.80	40.95	37.79	35.98
	B	-10.90	38.44	34.19	35.98

PARATIE 7.00

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

PAG. 26

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
110	A	-10.90	38.44	34.19	35.50
	B	-11.00	35.38	30.64	35.50
111	A	-11.00	35.38	30.64	36.06
	B	-11.10	31.78	27.19	36.06
112	A	-11.10	31.78	27.19	41.65
	B	-11.20	27.61	23.89	41.65
113	A	-11.20	27.61	23.89	47.31
	B	-11.30	22.88	20.76	47.31



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

114	A	-11.30	22.88	20.76	53.05
	B	-11.40	17.58	17.83	53.05
115	A	-11.40	17.58	17.83	58.86
	B	-11.50	11.69	15.12	58.86
116	A	-11.50	11.69	15.12	64.75
	B	-11.60	5.215	12.63	64.75
117	A	-11.60	5.215	12.63	70.71
	B	-11.70	0.3227	10.37	70.71
118	A	-11.70	0.3227	10.37	76.75
	B	-11.80	0.2629	10.01	76.75
119	A	-11.80	0.2629	10.01	82.85
	B	-11.90	0.2086	17.82	82.85
120	A	-11.90	0.2086	17.82	89.04
	B	-12.00	0.1599	26.72	89.04
121	A	-12.00	0.1599	26.72	95.29
	B	-12.10	0.1167	36.25	95.29
122	A	-12.10	0.1167	36.25	101.6
	B	-12.20	0.7890E-01	46.41	101.6
123	A	-12.20	0.7890E-01	46.41	108.0
	B	-12.30	0.4622E-01	57.21	108.0
124	A	-12.30	0.4622E-01	57.21	114.3
	B	-12.40	0.1837E-01	68.65	114.3
125	A	-12.40	0.1837E-01	68.65	120.5
	B	-12.50	0.4310	80.69	120.5
126	A	-12.50	0.4310	80.69	111.3
	B	-12.60	0.9549	91.83	111.3
127	A	-12.60	0.9549	91.83	101.4
	B	-12.70	1.365	102.0	101.4
128	A	-12.70	1.365	102.0	90.79
	B	-12.80	1.674	111.1	90.79
129	A	-12.80	1.674	111.1	79.37
	B	-12.90	1.895	119.0	79.37
130	A	-12.90	1.895	119.0	67.19
	B	-13.00	2.064	125.7	67.19
131	A	-13.00	2.064	125.7	54.25
	B	-13.10	2.165	131.1	54.25
132	A	-13.10	2.165	131.1	40.56
	B	-13.20	2.207	135.2	40.56

PARATIE 7.00

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

PAG. 27

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
133	A	-13.20	2.207	135.2	26.10
	B	-13.30	2.200	137.8	26.10
134	A	-13.30	2.200	137.8	26.28
	B	-13.40	2.153	138.9	26.28
135	A	-13.40	2.153	138.9	37.13
	B	-13.50	2.074	138.4	37.13
136	A	-13.50	2.074	138.4	45.34
	B	-13.60	1.971	136.5	45.34
137	A	-13.60	1.971	136.5	51.11
	B	-13.70	1.849	133.3	51.11
138	A	-13.70	1.849	133.3	54.78
	B	-13.80	1.715	128.9	54.78
139	A	-13.80	1.715	128.9	56.68
	B	-13.90	1.572	123.3	56.68
140	A	-13.90	1.572	123.3	65.77
	B	-14.00	1.426	116.8	65.77
141	A	-14.00	1.426	116.8	75.26
	B	-14.10	1.279	109.2	75.26
142	A	-14.10	1.279	109.2	81.56
	B	-14.20	1.134	101.1	81.56
143	A	-14.20	1.134	101.1	84.77
	B	-14.30	0.9933	92.60	84.77
144	A	-14.30	0.9933	92.60	86.27
	B	-14.40	0.8590	83.98	86.27
145	A	-14.40	0.8590	83.98	86.51
	B	-14.50	0.7323	75.32	86.51
146	A	-14.50	0.7323	75.32	85.00
	B	-14.60	0.6140	66.83	85.00
147	A	-14.60	0.6140	66.83	82.08
	B	-14.70	0.5049	58.62	82.08
148	A	-14.70	0.5049	58.62	78.09
	B	-14.80	0.4053	50.81	78.09
149	A	-14.80	0.4053	50.81	73.29
	B	-14.90	0.3153	43.48	73.29
150	A	-14.90	0.3153	43.48	67.95
	B	-15.00	0.2348	36.68	67.95
151	A	-15.00	0.2348	36.68	62.26
	B	-15.10	0.1638	30.46	62.26
152	A	-15.10	0.1638	30.46	56.40



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

	B	-15.20	0.1017	24.82	56.40
153	A	-15.20	0.1017	24.82	50.52
	B	-15.30	0.4821E-01	19.77	50.52
154	A	-15.30	0.4821E-01	19.77	44.74
	B	-15.40	0.2788E-02	15.29	44.74
155	A	-15.40	0.2788E-02	15.29	39.14
	B	-15.50	0.4156	11.38	39.14
PARATIE 7.00			Ce.A.S. s.r.l. - Milano		PAG. 28
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57					
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia					

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
156	A	-15.50	0.4156	11.38	33.80
	B	-15.60	1.324	7.998	33.80
157	A	-15.60	1.324	7.998	28.78
	B	-15.70	2.025	5.120	28.78
158	A	-15.70	2.025	5.120	24.11
	B	-15.80	2.544	2.709	24.11
159	A	-15.80	2.544	2.709	19.82
	B	-15.90	2.904	0.7267	19.82
160	A	-15.90	2.904	0.7267	15.92
	B	-16.00	3.127	0.1339	15.92
161	A	-16.00	3.127	0.1339	12.41
	B	-16.10	3.235	0.1379	12.41
162	A	-16.10	3.235	0.1379	9.282
	B	-16.20	3.246	0.1394	9.282
163	A	-16.20	3.246	0.1394	6.532
	B	-16.30	3.687	0.1381	6.532
164	A	-16.30	3.687	0.1381	4.141
	B	-16.40	4.101	0.1342	4.141
165	A	-16.40	4.101	0.1342	2.092
	B	-16.50	4.310	0.1282	2.092
166	A	-16.50	4.310	0.1282	2.179
	B	-16.60	4.347	0.1204	2.179
167	A	-16.60	4.347	0.1204	2.436
	B	-16.70	4.240	0.1113	2.436
168	A	-16.70	4.240	0.1113	2.596
	B	-16.80	4.018	0.1011	2.596
169	A	-16.80	4.018	0.1011	3.121
	B	-16.90	3.705	0.9025E-01	3.121
170	A	-16.90	3.705	0.9025E-01	3.784
	B	-17.00	3.327	0.7896E-01	3.784
171	A	-17.00	3.327	0.7896E-01	4.231
	B	-17.10	2.904	0.6752E-01	4.231
172	A	-17.10	2.904	0.6752E-01	4.477
	B	-17.20	2.456	0.5619E-01	4.477
173	A	-17.20	2.456	0.5619E-01	4.539
	B	-17.30	2.002	0.4523E-01	4.539
174	A	-17.30	2.002	0.4523E-01	4.427
	B	-17.40	1.560	0.3489E-01	4.427
175	A	-17.40	1.560	0.3489E-01	4.153
	B	-17.50	1.144	0.2541E-01	4.153
176	A	-17.50	1.144	0.2541E-01	3.725
	B	-17.60	0.7717	0.1705E-01	3.725
177	A	-17.60	0.7717	0.1705E-01	3.149
	B	-17.70	0.4568	0.1006E-01	3.149
178	A	-17.70	0.4568	0.1006E-01	2.430
	B	-17.80	0.2138	0.4698E-02	2.430
PARATIE 7.00			Ce.A.S. s.r.l. - Milano		PAG. 29
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57					
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia					

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
179	A	-17.80	0.2138	0.4698E-02	1.569
	B	-17.90	0.5692E-01	0.1250E-02	1.569
180	A	-17.90	0.5692E-01	0.1250E-02	0.5692
	B	-18.00	0.1222E-11	0.6022E-12	0.5692
PARATIE 7.00			Ce.A.S. s.r.l. - Milano		PAG. 30
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57					
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia					

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

TIRANTE	Tirantil	1	PARETE RightWall	QUOTA	-3.0000
			FASE 1 inattivo		
			FASE 2 inattivo		
			FASE 3 inattivo		
			FASE 4 FORZA	30.000	kN/m
			FASE 5 FORZA	33.643	kN/m
			FASE 6 FORZA	33.588	kN/m
			FASE 7 FORZA	41.474	kN/m



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

FASE 8 FORZA 41.576 kN/m
FASE 9 FORZA 49.655 kN/m
FASE 10 FORZA 151.55 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 30.000 kN/m
FASE 7 FORZA 48.615 kN/m
FASE 8 FORZA 48.679 kN/m
FASE 9 FORZA 70.511 kN/m
FASE 10 FORZA 138.54 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 30.000 kN/m
FASE 9 FORZA 68.632 kN/m
FASE 10 FORZA 118.59 kN/m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 31
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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	1.241	0.4543	0.	0.
3	-0.2000	2.483	0.9086	0.	0.
4	-0.3000	3.724	1.363	0.	0.
5	-0.4000	4.965	1.817	0.	0.
6	-0.5000	6.207	2.272	0.	0.
7	-0.6000	7.448	2.726	0.	0.
8	-0.7000	8.690	3.180	0.	0.
9	-0.8000	9.931	3.635	0.	0.
10	-0.9000	11.17	4.089	0.	0.
11	-1.000	12.41	4.543	0.	0.
12	-1.100	13.66	4.997	0.	0.
13	-1.200	14.90	5.452	0.	0.
14	-1.300	16.14	5.906	0.	0.
15	-1.400	17.38	6.360	0.	0.
16	-1.500	18.62	6.815	0.	0.
17	-1.600	19.86	7.269	0.	0.
18	-1.700	21.10	7.723	0.	0.
19	-1.800	22.34	8.178	0.	0.
20	-1.900	23.59	8.632	0.	0.
21	-2.000	24.83	9.086	0.	0.
22	-2.100	26.07	9.541	0.	0.
23	-2.200	27.31	9.995	0.	0.
24	-2.300	28.55	10.45	0.	0.
25	-2.400	29.79	10.90	0.	0.
26	-2.500	31.03	11.36	0.	0.
27	-2.600	32.28	11.81	0.	0.
28	-2.700	33.52	12.27	0.	0.
29	-2.800	34.76	12.72	0.	0.
30	-2.900	36.00	13.18	0.	0.
31	-3.000	37.24	13.63	0.	0.
32	-3.100	38.48	14.08	0.	0.
33	-3.200	39.72	14.54	0.	0.
34	-3.300	40.97	14.99	0.	0.
35	-3.400	42.21	15.45	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 32
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
----------	-------	---------	--------	-----------	-----------



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

36	-3.500	43.45	15.90	0.	0.
37	-3.600	44.69	16.36	0.	0.
38	-3.700	45.93	16.81	0.	0.
39	-3.800	47.17	17.26	0.	0.
40	-3.900	48.41	17.72	0.	0.
41	-4.000	49.65	18.17	0.	0.
42	-4.100	50.90	18.63	0.	0.
43	-4.200	52.14	19.08	0.	0.
44	-4.300	53.38	19.54	0.	0.
45	-4.400	54.62	19.99	0.	0.
46	-4.500	55.86	20.44	0.	0.
47	-4.600	57.10	20.90	0.	0.
48	-4.700	58.34	21.35	0.	0.
49	-4.800	59.59	21.81	0.	0.
50	-4.900	60.83	22.26	0.	0.
51	-5.000	62.07	22.72	0.	0.
52	-5.100	63.31	23.17	0.	0.
53	-5.200	64.55	23.62	0.	0.
54	-5.300	65.79	24.08	0.	0.
55	-5.400	67.03	24.53	0.	0.
56	-5.500	68.28	24.99	0.	0.
57	-5.600	69.52	25.44	0.	0.
58	-5.700	70.76	25.90	0.	0.
59	-5.800	72.00	26.35	0.	0.
60	-5.900	73.24	26.80	0.	0.
61	-6.000	74.48	27.26	0.	0.
62	-6.100	75.72	27.71	0.	0.
63	-6.200	76.96	28.17	0.	0.
64	-6.300	78.21	28.62	0.	0.
65	-6.400	79.45	29.08	0.	0.
66	-6.500	80.69	36.44	0.	0.
67	-6.600	81.93	38.22	0.	0.
68	-6.700	83.17	36.61	0.	0.
69	-6.800	84.41	34.60	0.	0.
70	-6.900	85.65	32.43	0.	0.
71	-7.000	86.90	31.80	0.	0.
72	-7.100	88.14	32.26	0.	0.
73	-7.200	89.38	32.71	0.	0.
74	-7.300	88.90	35.85	0.	0.
75	-7.400	87.96	36.14	0.	0.
76	-7.500	88.15	36.65	0.	0.
77	-7.600	89.38	37.16	0.	0.
78	-7.700	90.61	37.67	0.	0.
79	-7.800	91.84	38.18	0.	0.
80	-7.900	93.07	38.69	0.	0.
81	-8.000	94.30	39.20	0.	0.

PARATIE 7.00

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

PAG. 33

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
82	-8.100	95.52	39.71	0.	0.
83	-8.200	96.75	40.22	0.	0.
84	-8.300	97.98	40.73	0.	0.
85	-8.400	99.21	41.24	0.	0.
86	-8.500	100.4	41.76	0.	0.
87	-8.600	101.7	42.27	0.	0.
88	-8.700	102.9	42.78	0.	0.
89	-8.800	104.1	43.29	0.	0.
90	-8.900	105.4	43.80	0.	0.
91	-9.000	106.6	44.31	0.	0.
92	-9.100	107.8	44.82	0.	0.
93	-9.200	109.0	45.33	0.	0.
94	-9.300	110.3	45.84	0.	0.
95	-9.400	111.5	46.35	0.	0.
96	-9.500	126.8	63.39	0.	0.
97	-9.600	126.7	62.22	0.	0.
98	-9.700	124.6	60.06	0.	0.
99	-9.800	122.5	57.86	0.	0.
100	-9.900	120.4	55.72	0.	0.
101	-10.00	118.9	53.45	0.	0.
102	-10.10	120.1	49.93	0.	0.
103	-10.20	121.3	50.44	0.	0.
104	-10.30	122.6	50.95	0.	0.
105	-10.40	123.8	51.46	0.	0.
106	-10.50	125.0	51.97	0.	0.
107	-10.60	126.2	52.48	0.	0.
108	-10.70	127.5	52.99	0.	0.
109	-10.80	128.7	53.50	0.	0.
110	-10.90	129.9	54.01	0.	0.
111	-11.00	131.2	54.52	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

112	-11.10	132.4	55.03	0.	0.
113	-11.20	133.6	55.55	0.	0.
114	-11.30	134.8	56.06	0.	0.
115	-11.40	136.1	56.57	0.	0.
116	-11.50	137.3	57.08	0.	0.
117	-11.60	138.5	57.59	0.	0.
118	-11.70	139.8	58.10	0.	0.
119	-11.80	141.0	58.61	0.	0.
120	-11.90	142.2	59.12	0.	0.
121	-12.00	143.4	59.63	0.	0.
122	-12.10	144.7	60.14	0.	0.
123	-12.20	145.9	60.65	0.	0.
124	-12.30	147.1	61.16	0.	0.
125	-12.40	148.4	61.67	0.	0.
126	-12.50	153.9	76.95	0.	0.
127	-12.60	162.2	79.99	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 34
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
128	-12.70	170.6	83.03	0.	0.
129	-12.80	178.9	86.06	0.	0.
130	-12.90	187.2	89.10	0.	0.
131	-13.00	195.5	92.14	0.	0.
132	-13.10	203.9	95.18	0.	0.
133	-13.20	212.2	98.22	0.	0.
134	-13.30	220.5	101.3	0.	0.
135	-13.40	225.0	102.4	0.	0.
136	-13.50	212.9	95.19	0.	0.
137	-13.60	202.0	88.63	0.	0.
138	-13.70	192.3	82.67	0.	0.
139	-13.80	183.8	77.28	0.	0.
140	-13.90	176.4	72.46	0.	0.
141	-14.00	170.1	69.85	0.	0.
142	-14.10	169.2	70.36	0.	0.
143	-14.20	170.5	70.87	0.	0.
144	-14.30	171.7	71.38	0.	0.
145	-14.40	172.9	71.89	0.	0.
146	-14.50	174.1	72.40	0.	0.
147	-14.60	175.4	72.91	0.	0.
148	-14.70	176.6	73.42	0.	0.
149	-14.80	177.8	73.93	0.	0.
150	-14.90	179.1	74.44	0.	0.
151	-15.00	180.3	74.95	0.	0.
152	-15.10	181.5	75.46	0.	0.
153	-15.20	182.7	75.98	0.	0.
154	-15.30	184.0	76.49	0.	0.
155	-15.40	185.2	77.00	0.	0.
156	-15.50	186.4	77.51	0.	0.
157	-15.60	187.7	78.02	0.	0.
158	-15.70	188.9	78.53	0.	0.
159	-15.80	190.1	79.04	0.	0.
160	-15.90	191.3	79.55	0.	0.
161	-16.00	192.6	80.06	0.	0.
162	-16.10	193.8	80.57	0.	0.
163	-16.20	195.0	81.08	0.	0.
164	-16.30	196.3	81.59	0.	0.
165	-16.40	197.5	82.10	0.	0.
166	-16.50	198.7	82.61	0.	0.
167	-16.60	199.9	83.13	0.	0.
168	-16.70	201.2	83.64	0.	0.
169	-16.80	202.4	84.15	0.	0.
170	-16.90	203.6	84.66	0.	0.
171	-17.00	204.9	85.17	0.	0.
172	-17.10	206.1	85.68	0.	0.
173	-17.20	207.3	86.19	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 35
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
174	-17.30	208.5	86.70	0.	0.
175	-17.40	209.8	87.21	0.	0.
176	-17.50	211.0	87.72	0.	0.
177	-17.60	212.2	88.23	0.	0.
178	-17.70	213.5	88.74	0.	0.
179	-17.80	214.7	89.25	0.	0.
180	-17.90	215.9	89.77	0.	0.
181	-18.00	217.1	90.28	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 36



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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.	14.11	7.055	0.	0.
2	-0.1000	11.12	4.477	0.	0.
3	-0.2000	8.169	2.150	0.	0.
4	-0.3000	5.258	3.225	0.	0.
5	-0.4000	4.965	4.300	0.	0.
6	-0.5000	6.207	5.417	0.	0.
7	-0.6000	7.448	7.152	0.	0.
8	-0.7000	8.690	8.397	0.	0.
9	-0.8000	9.931	9.773	0.	0.
10	-0.9000	11.17	11.10	0.	0.
11	-1.000	12.41	12.38	0.	0.
12	-1.100	13.66	13.63	0.	0.
13	-1.200	14.90	14.86	0.	0.
14	-1.300	16.14	16.07	0.	0.
15	-1.400	17.38	17.26	0.	0.
16	-1.500	18.62	18.43	0.	0.
17	-1.600	19.86	19.60	0.	0.
18	-1.700	21.10	20.76	0.	0.
19	-1.800	22.34	21.90	0.	0.
20	-1.900	23.59	23.05	0.	0.
21	-2.000	24.83	24.18	0.	0.
22	-2.100	26.07	25.31	0.	0.
23	-2.200	27.31	26.44	0.	0.
24	-2.300	28.55	27.56	0.	0.
25	-2.400	29.79	28.68	0.	0.
26	-2.500	31.03	29.27	0.	0.
27	-2.600	32.28	29.84	0.	0.
28	-2.700	33.52	30.42	0.	0.
29	-2.800	34.76	30.99	0.	0.
30	-2.900	36.00	31.56	0.	0.
31	-3.000	37.24	32.12	0.	0.
32	-3.100	38.48	32.69	0.	0.
33	-3.200	39.72	33.26	0.	0.
34	-3.300	40.97	33.82	0.	0.
35	-3.400	42.21	34.39	0.	0.

PARATIE 7.00

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

PAG. 37

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-3.500	43.45	34.95	0.	0.
37	-3.600	44.69	35.52	0.	0.
38	-3.700	45.93	36.08	0.	0.
39	-3.800	47.17	36.65	0.	0.
40	-3.900	48.41	37.21	0.	0.
41	-4.000	49.65	37.77	0.	0.
42	-4.100	50.90	38.33	0.	0.
43	-4.200	52.14	38.89	0.	0.
44	-4.300	53.38	39.45	0.	0.
45	-4.400	54.62	40.02	0.	0.
46	-4.500	55.86	40.58	0.	0.
47	-4.600	57.10	41.14	0.	0.
48	-4.700	58.34	41.70	0.	0.
49	-4.800	59.59	42.26	0.	0.
50	-4.900	60.83	42.81	0.	0.
51	-5.000	62.07	43.37	0.	0.
52	-5.100	63.31	43.93	0.	0.
53	-5.200	64.55	44.49	0.	0.
54	-5.300	65.79	45.05	0.	0.
55	-5.400	67.03	45.61	0.	0.
56	-5.500	68.28	46.17	0.	0.
57	-5.600	69.52	46.70	0.	0.
58	-5.700	70.76	47.23	0.	0.
59	-5.800	72.00	47.76	0.	0.
60	-5.900	73.24	48.30	0.	0.
61	-6.000	74.48	48.83	0.	0.
62	-6.100	75.72	49.36	0.	0.
63	-6.200	76.96	49.90	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

64	-6.300	78.21	50.43	0.	0.
65	-6.400	79.45	50.97	0.	0.
66	-6.500	80.69	51.51	0.	0.
67	-6.600	81.93	52.04	0.	0.
68	-6.700	83.17	52.58	0.	0.
69	-6.800	84.41	53.12	0.	0.
70	-6.900	85.65	53.65	0.	0.
71	-7.000	86.90	54.19	0.	0.
72	-7.100	88.14	54.73	0.	0.
73	-7.200	89.38	55.27	0.	0.
74	-7.300	85.70	77.46	0.	0.
75	-7.400	86.92	78.19	0.	0.
76	-7.500	88.15	78.93	0.	0.
77	-7.600	89.38	79.67	0.	0.
78	-7.700	90.61	80.40	0.	0.
79	-7.800	91.84	81.14	0.	0.
80	-7.900	93.07	81.87	0.	0.
81	-8.000	94.30	82.61	0.	0.

PARATIE 7.00

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

PAG. 38

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
82	-8.100	95.52	83.35	0.	0.
83	-8.200	96.75	84.09	0.	0.
84	-8.300	97.98	84.82	0.	0.
85	-8.400	99.21	85.56	0.	0.
86	-8.500	100.4	86.30	0.	0.
87	-8.600	101.7	87.04	0.	0.
88	-8.700	102.9	87.78	0.	0.
89	-8.800	104.1	88.52	0.	0.
90	-8.900	105.4	89.26	0.	0.
91	-9.000	106.6	90.00	0.	0.
92	-9.100	107.8	90.74	0.	0.
93	-9.200	109.0	91.48	0.	0.
94	-9.300	110.3	92.22	0.	0.
95	-9.400	111.5	92.96	0.	0.
96	-9.500	112.7	93.70	0.	0.
97	-9.600	114.0	94.44	0.	0.
98	-9.700	115.2	95.18	0.	0.
99	-9.800	116.4	95.92	0.	0.
100	-9.900	117.6	96.66	0.	0.
101	-10.00	118.9	97.41	0.	0.
102	-10.10	120.1	98.15	0.	0.
103	-10.20	121.3	98.89	0.	0.
104	-10.30	122.6	99.63	0.	0.
105	-10.40	123.8	100.4	0.	0.
106	-10.50	125.0	101.1	0.	0.
107	-10.60	126.2	101.9	0.	0.
108	-10.70	127.5	102.6	0.	0.
109	-10.80	128.7	103.3	0.	0.
110	-10.90	129.9	104.1	0.	0.
111	-11.00	131.2	104.8	0.	0.
112	-11.10	132.4	105.6	0.	0.
113	-11.20	133.6	106.3	0.	0.
114	-11.30	134.8	107.1	0.	0.
115	-11.40	136.1	107.8	0.	0.
116	-11.50	137.3	108.6	0.	0.
117	-11.60	138.5	109.3	0.	0.
118	-11.70	139.8	110.0	0.	0.
119	-11.80	141.0	110.8	0.	0.
120	-11.90	142.2	111.5	0.	0.
121	-12.00	143.4	112.3	0.	0.
122	-12.10	144.7	113.0	0.	0.
123	-12.20	145.9	113.8	0.	0.
124	-12.30	147.1	114.5	0.	0.
125	-12.40	148.4	115.3	0.	0.
126	-12.50	149.6	116.0	0.	0.
127	-12.60	150.8	116.7	0.	0.

PARATIE 7.00

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

PAG. 39

5 FEBBRAIO 2020 11:58:57

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
128	-12.70	152.0	117.5	0.	0.
129	-12.80	153.3	118.2	0.	0.
130	-12.90	154.5	119.0	0.	0.
131	-13.00	155.7	119.7	0.	0.
132	-13.10	157.0	120.5	0.	0.
133	-13.20	158.2	121.2	0.	0.
134	-13.30	159.4	122.0	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

135	-13.40	160.6	122.7	0.	0.
136	-13.50	161.9	122.3	0.	0.
137	-13.60	163.1	123.0	0.	0.
138	-13.70	164.3	123.8	0.	0.
139	-13.80	165.6	124.5	0.	0.
140	-13.90	166.8	125.3	0.	0.
141	-14.00	168.0	125.3	0.	0.
142	-14.10	169.2	117.5	0.	0.
143	-14.20	170.5	110.9	0.	0.
144	-14.30	171.7	105.4	0.	0.
145	-14.40	172.9	100.9	0.	0.
146	-14.50	174.1	97.32	0.	0.
147	-14.60	175.4	94.55	0.	0.
148	-14.70	176.6	94.21	0.	0.
149	-14.80	177.8	94.69	0.	0.
150	-14.90	179.1	95.32	0.	0.
151	-15.00	180.3	96.07	0.	0.
152	-15.10	181.5	96.91	0.	0.
153	-15.20	182.7	97.81	0.	0.
154	-15.30	184.0	98.76	0.	0.
155	-15.40	185.2	99.72	0.	0.
156	-15.50	186.4	100.7	0.	0.
157	-15.60	187.7	101.7	0.	0.
158	-15.70	188.9	102.6	0.	0.
159	-15.80	190.1	103.6	0.	0.
160	-15.90	191.3	104.5	0.	0.
161	-16.00	192.6	105.4	0.	0.
162	-16.10	193.8	106.2	0.	0.
163	-16.20	195.0	107.0	0.	0.
164	-16.30	196.3	107.8	0.	0.
165	-16.40	197.5	108.5	0.	0.
166	-16.50	198.7	109.2	0.	0.
167	-16.60	199.9	109.9	0.	0.
168	-16.70	201.2	110.6	0.	0.
169	-16.80	202.4	111.2	0.	0.
170	-16.90	203.6	111.8	0.	0.
171	-17.00	204.9	112.4	0.	0.
172	-17.10	206.1	112.9	0.	0.
173	-17.20	207.3	113.5	0.	0.
PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 40					
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57					
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia					

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
174	-17.30	208.5	114.0	0.	0.
175	-17.40	209.8	114.5	0.	0.
176	-17.50	211.0	115.0	0.	0.
177	-17.60	212.2	115.6	0.	0.
178	-17.70	213.5	116.1	0.	0.
179	-17.80	214.7	116.6	0.	0.
180	-17.90	215.9	117.3	0.	0.
181	-18.00	217.1	118.1	0.	0.
PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 41					
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57					
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia					

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 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



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE	1	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1950.7	1950.7
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1950.7	1950.7
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	597.09	597.09
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	15069.	15069.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	7.7250	7.7250
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	13.%	13.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	3.2671	3.2671

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 42
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

FASE	2	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1950.7	1950.7
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1950.7	1950.7
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	597.09	597.09
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	15069.	15069.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	7.7250	7.7250
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	13.%	13.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	3.2671	3.2671

FASE	3	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1682.0	1682.0
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1682.0	1682.0
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	252.16	597.09
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	10450.	15069.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	6.2133	8.9595
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	16.%	11.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	6.6701	2.8169

FASE	4	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1676.5	1705.0
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1676.5	1705.0
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	252.16	597.09
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	10450.	15069.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	6.2336	8.8384
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	16.%	11.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	6.6484	2.8555

FASE	5	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1409.3	1441.3
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1409.3	1441.3
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	103.31	597.09
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	7184.0	15069.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	5.0975	10.455
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	20.%	10.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	13.642	2.4139

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 43
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

FASE	6	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	1404.3	1464.8
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	1404.3	1464.8
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	103.31	597.09
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	7184.0	15069.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	5.1158	10.288
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	20.%	10.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	13.593	2.4532

FASE	7	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
------	---	------------	------	------



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

SPINTA EFFICACE VERA	1080.7	1166.4
SPINTA ACQUA	0.	0.
SPINTA TOTALE VERA	1080.7	1166.4
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	19.824	597.09
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	4324.1	15069.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.0012	12.920
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	25.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	54.516	1.9535

FASE 8 GRUPPO --> DHRi UHRi

SPINTA EFFICACE VERA	1076.0	1190.4
SPINTA ACQUA	0.	0.
SPINTA TOTALE VERA	1076.0	1190.4
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	19.824	597.09
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	4324.1	15069.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.0188	12.659
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	25.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	54.278	1.9936

FASE 9 GRUPPO --> DHRi UHRi

SPINTA EFFICACE VERA	766.39	945.95
SPINTA ACQUA	0.	0.
SPINTA TOTALE VERA	766.39	945.95
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.	625.54
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	2113.7	15353.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	2.7580	16.231
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	36.%	6.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	0.10000E+06	1.5122

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 44
5 FEBBRAIO 2020 11:58:57
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

FASE 10 GRUPPO --> DHRi UHRi

SPINTA EFFICACE VERA	816.24	900.92
SPINTA ACQUA	0.	0.
SPINTA TOTALE VERA	816.24	900.92
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.	597.09
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	2113.7	15069.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	2.5895	16.727
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	39.%	6.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	0.10000E+06	1.5089



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

8.2 BERLINESE TIRANTATA – SEZIONE H = 7.5 M

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

```
*****  
**  
**          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\4.2Ramo Casello-Ventimiglia\A1-01-H=7.5_2

5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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\4.2ramo  
casello-ventimiglia\al-01-h=7.5_2  
3: * project with "run time" parameters  
4: * Force=kN Lenght=m  
5: *  
6: units m kN  
7: title History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo  
Casello-Ventimiglia  
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: wall RightWall 0 -12 0  
15: *  
16: soil DHRight RightWall -12 0 2 0  
17: soil UHRight RightWall -12 0 1 180  
18: *  
19: material C25_30 3.1447E+007  
20: *  
21: beam Beam RightWall -12 0 C25_30 0.193026 00 00  
22: *  
23: wire Tirant1 RightWall -2.5 C25_30 4.1875E-005 30 162  
24: wire Tirant2 RightWall -5 C25_30 4.1875E-005 30 162  
25: *  
26: strip RightWall 7 7 0.5 5 0 11.5 45  
27: *  
28: * Soil Profile  
29: *  
30: ldata S1_1 0  
31: weight 21.5 11.5 10  
32: atrest 0.577382 0.5 1  
33: resistance 20 25 0.534 3.319  
34: young 30000 48000  
35: endlayer  
36: ldata S1_2 -5  
37: weight 21.5 11.5 10
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 3
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

```
N. comando  
38: atrest 0.577382 0.5 1  
39: resistance 20 25 0.359 3.319  
40: young 50000 150000  
41: endlayer  
42: ldata S2 -7.3  
43: weight 22.5 12.5 10
```



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

```
44:          atrest      0.54601 0.5 1
45:          resistance  40 27 0.33 3.701
46:          young      100000 300000
47:          endlayer
48: *
49: step 1 : Geostatico
50:          setwall RightWall
51:          geom 0 0
52: endstep
53: *
54: step 2 : Paratia
55:          setwall RightWall
56:          add Beam
57: endstep
58: *
59: step 3 : Scavo 1
60:          setwall RightWall
61:          geom 0 -3
62: endstep
63: *
64: step 4 : Tiranti1
65:          setwall RightWall
66:          add Tiranti1
67: endstep
68: *
69: step 5 : Scavo 2
70:          setwall RightWall
71:          geom 0 -5.5
72: endstep
73: *
74: step 6 : Tiranti2
75:          setwall RightWall
76:          add Tiranti2
77: endstep
78: *
79: step 7 : Fondo scavo
80:          setwall RightWall
81:          geom 0 -8.1
82: endstep
83: *
PARATIE 7.00          Ce.A.S. s.r.l. - Milano          PAG.    4
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

N. comando

84: step 8 : Sisma
85:          dload constant RightWall -7.8 -3.28 0 -3.28
86:          dload constant RightWall -9.8 -13 0 -13
87:          setwall RightWall
88: endstep
89: *
90: *
PARATIE 7.00          Ce.A.S. s.r.l. - Milano          PAG.    5
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia
```

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

```
LAYER S1_1
natura 1=granulare, 2=argilla      = 1.0000
quota superiore                    = 0.0000      m
quota inferiore                    = -5.0000     m
peso fuori falda                   = 21.500     kN/m³
peso efficace in falda            = 11.500     kN/m³
peso dell'acqua                   = 10.000     kN/m³
coesione                           = 20.000     kPa          (A MONTE)
angolo di attrito                  = 25.000     DEG       (A MONTE)
coeff. spinta attiva ka            = 0.53400
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          = 30000.     kPa
modulo el. scarico/ricarico        = 48000.     kPa
natura 1=granulare, 2=argilla      = 1.0000
coesione                           = 20.000     kPa          (A VALLE)
angolo di attrito                  = 25.000     DEG       (A VALLE)
coeff. spinta attiva ka            = 0.53400   (A VALLE)
coeff. spinta passiva kp           = 3.3190    (A VALLE)
```



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

LAYER S1_2

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-5.0000	m	
quota inferiore	=	-7.3000	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	=	20.000	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 rigidità	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	50000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	=	0.15000E+06	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
coesione	=	20.000	kPa	(A VALLE)

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

5 FEBBRAIO 2020 12:06:36

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

angolo di attrito	=	25.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.35900		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.3190		(A VALLE)

LAYER S2

natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		
quota superiore	=	-7.3000	m	
quota inferiore	=	-0.10000E+31	m	
peso fuori falda	=	22.500	kN/m ³	
peso efficace in falda	=	12.500	kN/m ³	
peso dell'acqua	=	10.000	kN/m ³	
coesione	=	40.000	kPa	(A MONTE)
angolo di attrito	=	27.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.33000		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.7010		(A MONTE)
Konc normal consolidato	=	0.54601		
esponente di OCR	=	0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	=	1.0000		
modello di rigidità	=	1.0000		
modulo el. compr. vergine	=	0.10000E+06	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	=	0.30000E+06	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
coesione	=	40.000	kPa	(A VALLE)
angolo di attrito	=	27.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.33000		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.7010		(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

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7

5 FEBBRAIO 2020 12:06:36

History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 6



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

(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)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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	=	-12.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL 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	=	-12.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL 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 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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	=	-12.000	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
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

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
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	=	-12.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-5.5000	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	=	-12.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-5.5000	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	=	-12.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 7

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-8.1000	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	=	-12.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 8

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-8.1000	m
quota della falda	=	-0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

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 FEBBRAIO 2020 12:06:36
 History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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 = -12.000 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 FEBBRAIO 2020 12:06:36
 History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO ELEMENTI

=====

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
DHRight	RightWall	0.	-12.00	DOWNHILL	0.
UHRight	RightWall	0.	-12.00	UPHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
Beam	RightWall	0.	-12.00	_	0.1930

RIASSUNTO ELEMENTI WIRE						
Name	Wall	Zeta	Mat	A/L	Pinit	Angle
		m			kN/m	deg
Tiranti1	RightWall	-2.500	_	0.4187E-04	30.00	162.0
Tiranti2	RightWall	-5.000	_	0.4187E-04	30.00	162.0

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13
 5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
 History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO DATI VARI

=====

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
C25_	3.1447E+007

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14
 5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
 History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

DISTRIBUTED LOAD SUMMARY

Wall	From step	To step	Z1	P1	Z2	P2
Righ	8	8	-7.8000	-3.2800	0.0000	-3.2800
Righ	8	8	-9.8000	-13.000	0.0000	-13.000



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

UNITS FOR Z1 , Z2 =m
UNITS FOR P1 , P2 =kPa
PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	2	SI
3	6	SI
4	2	SI
5	4	SI
6	2	SI
7	7	SI
8	6	SI

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI

TUTTI I PASSI
* PARETE RightWall*
* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *
* NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m
E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE	PARETE	RightWall
1	0.0000	-0.81062E-01	8		
2	-0.10000	-0.79846E-01	8		
3	-0.20000	-0.78631E-01	8		
4	-0.30000	-0.77417E-01	8		
5	-0.40000	-0.76202E-01	8		
6	-0.50000	-0.74989E-01	8		
7	-0.60000	-0.73776E-01	8		
8	-0.70000	-0.72565E-01	8		
9	-0.80000	-0.71356E-01	8		
10	-0.90000	-0.70150E-01	8		
11	-1.0000	-0.68948E-01	8		
12	-1.1000	-0.67749E-01	8		
13	-1.2000	-0.66557E-01	8		
14	-1.3000	-0.65370E-01	8		
15	-1.4000	-0.64191E-01	8		
16	-1.5000	-0.63020E-01	8		
17	-1.6000	-0.61859E-01	8		
18	-1.7000	-0.60709E-01	8		
19	-1.8000	-0.59572E-01	8		
20	-1.9000	-0.58449E-01	8		
21	-2.0000	-0.57341E-01	8		
22	-2.1000	-0.56251E-01	8		
23	-2.2000	-0.55180E-01	8		
24	-2.3000	-0.54130E-01	8		
25	-2.4000	-0.53103E-01	8		
26	-2.5000	-0.52101E-01	8		
27	-2.6000	-0.51125E-01	8		
28	-2.7000	-0.50174E-01	8		
29	-2.8000	-0.49244E-01	8		
30	-2.9000	-0.48335E-01	8		
31	-3.0000	-0.47443E-01	8		
32	-3.1000	-0.46566E-01	8		
33	-3.2000	-0.45703E-01	8		
34	-3.3000	-0.44851E-01	8		
35	-3.4000	-0.44009E-01	8		
36	-3.5000	-0.43175E-01	8		
37	-3.6000	-0.42347E-01	8		
38	-3.7000	-0.41524E-01	8		

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE	PARETE	RightWall
39	-3.8000	-0.40705E-01	8		
40	-3.9000	-0.39889E-01	8		
41	-4.0000	-0.39075E-01	8		
42	-4.1000	-0.38262E-01	8		
43	-4.2000	-0.37450E-01	8		
44	-4.3000	-0.36638E-01	8		
45	-4.4000	-0.35826E-01	8		
46	-4.5000	-0.35014E-01	8		



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno

47	-4.6000	-0.34203E-01	8
48	-4.7000	-0.33392E-01	8
49	-4.8000	-0.32583E-01	8
50	-4.9000	-0.31776E-01	8
51	-5.0000	-0.30972E-01	8
52	-5.1000	-0.30172E-01	8
53	-5.2000	-0.29374E-01	8
54	-5.3000	-0.28578E-01	8
55	-5.4000	-0.27780E-01	8
56	-5.5000	-0.26981E-01	8
57	-5.6000	-0.26179E-01	8
58	-5.7000	-0.25372E-01	8
59	-5.8000	-0.24560E-01	8
60	-5.9000	-0.23742E-01	8
61	-6.0000	-0.22918E-01	8
62	-6.1000	-0.22087E-01	8
63	-6.2000	-0.21250E-01	8
64	-6.3000	-0.20407E-01	8
65	-6.4000	-0.19558E-01	8
66	-6.5000	-0.18703E-01	8
67	-6.6000	-0.17844E-01	8
68	-6.7000	-0.16981E-01	8
69	-6.8000	-0.16116E-01	8
70	-6.9000	-0.15250E-01	8
71	-7.0000	-0.14386E-01	8
72	-7.1000	-0.13524E-01	8
73	-7.2000	-0.12668E-01	8
74	-7.3000	-0.11819E-01	8
75	-7.4000	-0.10981E-01	8
76	-7.5000	-0.10156E-01	8
77	-7.6000	-0.93469E-02	8
78	-7.7000	-0.85575E-02	8
79	-7.8000	-0.77908E-02	8
80	-7.9000	-0.70500E-02	8
81	-8.0000	-0.63387E-02	8
82	-8.1000	-0.56605E-02	8
83	-8.2000	-0.50189E-02	8
84	-8.3000	-0.44170E-02	8

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 18
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
85	-8.4000	-0.38572E-02	8
86	-8.5000	-0.33411E-02	8
87	-8.6000	-0.28694E-02	8
88	-8.7000	-0.24424E-02	8
89	-8.8000	-0.20596E-02	8
90	-8.9000	-0.17201E-02	8
91	-9.0000	-0.14224E-02	8
92	-9.1000	-0.11644E-02	8
93	-9.2000	-0.94391E-03	8
94	-9.3000	-0.75798E-03	8
95	-9.4000	-0.60369E-03	8
96	-9.5000	-0.47791E-03	8
97	-9.6000	-0.37753E-03	8
98	-9.7000	-0.35692E-03	7
99	-9.8000	-0.34581E-03	7
100	-9.9000	-0.33967E-03	7
101	-10.000	-0.33755E-03	7
102	-10.100	-0.33865E-03	7
103	-10.200	-0.34224E-03	7
104	-10.300	-0.34770E-03	7
105	-10.400	-0.35450E-03	7
106	-10.500	-0.36221E-03	7
107	-10.600	-0.37046E-03	7
108	-10.700	-0.37897E-03	7
109	-10.800	-0.38753E-03	7
110	-10.900	-0.39598E-03	7
111	-11.000	-0.40420E-03	7
112	-11.100	-0.41214E-03	7
113	-11.200	-0.41977E-03	7
114	-11.300	-0.42709E-03	7
115	-11.400	-0.43412E-03	7
116	-11.500	-0.44091E-03	7
117	-11.600	-0.44750E-03	7
118	-11.700	-0.45394E-03	7
119	-11.800	-0.46030E-03	7
120	-11.900	-0.48043E-03	8
121	-12.000	-0.50201E-03	8

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 19
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE

(PER UNITA' DI PROFONDITA')

* PARETE RightWall GRUPPO Beam*

STEP 1 - 8

* 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.	0.5548E-10	0.2387E-11	0.8366
	B	-0.1000	0.	0.8366E-01	0.8366
2	A	-0.1000	0.3752E-11	0.8366E-01	2.497
	B	-0.2000	0.7049E-11	0.3334	2.497
3	A	-0.2000	0.1035E-10	0.3334	4.145
	B	-0.3000	0.2660E-10	0.7479	4.145
4	A	-0.3000	0.2422E-10	0.7479	5.781
	B	-0.4000	0.2069E-10	1.326	5.781
5	A	-0.4000	0.2078E-10	1.326	7.404
	B	-0.5000	0.9379E-11	2.066	7.404
6	A	-0.5000	0.9862E-11	2.066	9.015
	B	-0.6000	0.9379E-11	2.968	9.015
7	A	-0.6000	0.8868E-11	2.968	10.64
	B	-0.7000	0.1137E-10	4.032	10.64
8	A	-0.7000	0.1003E-10	4.032	12.27
	B	-0.8000	0.1268E-10	5.259	12.27
9	A	-0.8000	0.1219E-10	5.259	13.90
	B	-0.9000	0.1080E-11	6.649	13.90
10	A	-0.9000	0.7418E-11	6.649	15.53
	B	-1.000	0.	8.202	15.53
11	A	-1.000	0.	8.202	17.15
	B	-1.100	0.1478E-11	9.917	17.15
12	A	-1.100	0.	9.917	18.78
	B	-1.200	0.	11.80	18.78
13	A	-1.200	0.	11.80	20.41
	B	-1.300	0.	13.84	20.41
14	A	-1.300	0.	13.84	22.04
	B	-1.400	0.	16.04	22.04
15	A	-1.400	0.	16.04	23.67
	B	-1.500	0.	18.41	23.67
16	A	-1.500	0.	18.41	25.29
	B	-1.600	0.	20.94	25.29
17	A	-1.600	0.	20.94	26.92
	B	-1.700	0.	23.63	26.92

PARATIE 7.00

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

PAG. 20

5 FEBBRAIO 2020 12:06:36

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-1.700	0.1194E-11	23.63	28.55
	B	-1.800	0.1251E-11	26.48	28.55
19	A	-1.800	0.7020E-11	26.48	30.18
	B	-1.900	0.7788E-11	29.50	30.18
20	A	-1.900	0.7958E-11	29.50	31.81
	B	-2.000	0.9550E-11	32.68	31.81
21	A	-2.000	0.1111E-10	32.68	33.43
	B	-2.100	0.1052E-10	36.03	33.43
22	A	-2.100	0.6025E-11	36.03	35.06
	B	-2.200	0.1342E-10	39.53	35.06
23	A	-2.200	0.7361E-11	39.53	36.69
	B	-2.300	0.1074E-10	43.20	36.69
24	A	-2.300	0.5457E-11	43.20	38.32
	B	-2.400	0.3638E-11	47.03	38.32
25	A	-2.400	0.	47.03	39.95
	B	-2.500	0.	51.03	39.95
26	A	-2.500	0.	51.03	47.86
	B	-2.600	0.	46.24	47.86
27	A	-2.600	0.	46.24	46.17
	B	-2.700	0.	41.62	46.17
28	A	-2.700	0.	41.62	44.37
	B	-2.800	0.	37.19	44.37
29	A	-2.800	0.	37.19	42.45
	B	-2.900	0.	32.94	42.45
30	A	-2.900	0.	32.94	40.41
	B	-3.000	2.064	28.90	40.41
31	A	-3.000	2.064	28.90	38.26
	B	-3.100	4.482	25.08	38.26
32	A	-3.100	4.482	25.08	36.00



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

	B	-3.200	6.804	21.48	36.00
33	A	-3.200	6.804	21.48	33.62
	B	-3.300	9.017	18.11	33.62
34	A	-3.300	9.017	18.11	31.13
	B	-3.400	11.11	15.00	31.13
35	A	-3.400	11.11	15.00	28.52
	B	-3.500	13.07	12.15	28.52
36	A	-3.500	13.07	12.15	25.79
	B	-3.600	14.89	9.570	25.79
37	A	-3.600	14.89	9.570	22.96
	B	-3.700	16.55	7.275	22.96
38	A	-3.700	16.55	7.275	20.00
	B	-3.800	18.04	5.274	20.00
39	A	-3.800	18.04	5.274	16.94
	B	-3.900	19.36	3.581	16.94
40	A	-3.900	19.36	3.581	13.75
	B	-4.000	20.49	2.274	13.75

PARATIE 7.00

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

PAG. 21

5 FEBBRAIO 2020 12:06:36

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-4.000	20.49	2.274	10.46
	B	-4.100	21.41	2.231	10.46
42	A	-4.100	21.41	2.231	7.094
	B	-4.200	22.12	2.199	7.094
43	A	-4.200	22.12	2.199	4.840
	B	-4.300	22.60	2.191	4.840
44	A	-4.300	22.60	2.191	5.637
	B	-4.400	22.85	2.216	5.637
45	A	-4.400	22.85	2.216	8.597
	B	-4.500	22.85	2.284	8.597
46	A	-4.500	22.85	2.284	11.75
	B	-4.600	22.59	2.406	11.75
47	A	-4.600	22.59	2.406	15.09
	B	-4.700	22.05	2.592	15.09
48	A	-4.700	22.05	2.592	18.63
	B	-4.800	21.23	4.038	18.63
49	A	-4.800	21.23	4.038	22.38
	B	-4.900	20.12	6.044	22.38
50	A	-4.900	20.12	6.044	26.34
	B	-5.000	18.70	8.482	26.34
51	A	-5.000	18.70	8.482	35.94
	B	-5.100	20.70	4.889	35.94
52	A	-5.100	20.70	4.889	32.77
	B	-5.200	22.51	3.994	32.77
53	A	-5.200	22.51	3.994	29.52
	B	-5.300	24.14	3.983	29.52
54	A	-5.300	24.14	3.983	26.20
	B	-5.400	25.57	3.872	26.20
55	A	-5.400	25.57	3.872	25.34
	B	-5.500	26.80	3.683	25.34
56	A	-5.500	26.80	3.683	22.24
	B	-5.600	27.82	3.433	22.24
57	A	-5.600	27.82	3.433	18.58
	B	-5.700	28.63	3.868	18.58
58	A	-5.700	28.63	3.868	14.88
	B	-5.800	29.21	5.356	14.88
59	A	-5.800	29.21	5.356	11.27
	B	-5.900	29.56	6.483	11.27
60	A	-5.900	29.56	6.483	8.105
	B	-6.000	29.66	7.294	8.105
61	A	-6.000	29.66	7.294	5.378
	B	-6.100	29.52	7.832	5.378
62	A	-6.100	29.52	7.832	3.931
	B	-6.200	29.13	8.140	3.931
63	A	-6.200	29.13	8.140	7.171
	B	-6.300	28.48	8.262	7.171

PARATIE 7.00

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

PAG. 22

5 FEBBRAIO 2020 12:06:36

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
64	A	-6.300	28.48	8.262	11.26
	B	-6.400	27.55	8.236	11.26
65	A	-6.400	27.55	8.236	15.44
	B	-6.500	26.35	8.101	15.44
66	A	-6.500	26.35	8.101	19.68
	B	-6.600	24.87	7.894	19.68
67	A	-6.600	24.87	7.894	24.01
	B	-6.700	23.09	7.648	24.01



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

68	A	-6.700	23.09	7.648	28.41
	B	-6.800	21.01	7.397	28.41
69	A	-6.800	21.01	7.397	32.89
	B	-6.900	18.63	7.170	32.89
70	A	-6.900	18.63	7.170	37.45
	B	-7.000	15.93	6.996	37.45
71	A	-7.000	15.93	6.996	42.08
	B	-7.100	12.92	9.804	42.08
72	A	-7.100	12.92	9.804	46.80
	B	-7.200	9.568	14.48	46.80
73	A	-7.200	9.568	14.48	51.58
	B	-7.300	5.883	19.64	51.58
74	A	-7.300	5.883	19.64	53.80
	B	-7.400	2.122	25.02	53.80
75	A	-7.400	2.122	25.02	56.08
	B	-7.500	0.	30.63	56.08
76	A	-7.500	0.	30.63	58.44
	B	-7.600	0.	36.47	58.44
77	A	-7.600	0.	36.47	60.88
	B	-7.700	0.	42.56	60.88
78	A	-7.700	0.	42.56	63.39
	B	-7.800	0.	48.90	63.39
79	A	-7.800	0.	48.90	65.80
	B	-7.900	0.	55.48	65.80
80	A	-7.900	0.	55.48	68.13
	B	-8.000	0.	62.29	68.13
81	A	-8.000	0.	62.29	70.54
	B	-8.100	0.	69.35	70.54
82	A	-8.100	0.	69.35	57.62
	B	-8.200	0.	75.11	57.62
83	A	-8.200	0.	75.11	43.95
	B	-8.300	0.	79.51	43.95
84	A	-8.300	0.	79.51	29.52
	B	-8.400	0.	82.46	29.52
85	A	-8.400	0.	82.46	15.93
	B	-8.500	0.	84.05	15.93
86	A	-8.500	0.	84.05	3.862
	B	-8.600	0.	84.40	3.862

PARATIE 7.00

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

PAG. 23

5 FEBBRAIO 2020 12:06:36

History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
87	A	-8.600	0.	84.40	9.724
	B	-8.700	0.	83.59	9.724
88	A	-8.700	0.	83.59	18.60
	B	-8.800	0.	81.73	18.60
89	A	-8.800	0.	81.73	28.35
	B	-8.900	0.	78.90	28.35
90	A	-8.900	0.	78.90	37.38
	B	-9.000	0.	75.16	37.38
91	A	-9.000	0.	75.16	45.80
	B	-9.100	0.	70.58	45.80
92	A	-9.100	0.	70.58	52.43
	B	-9.200	0.	65.34	52.43
93	A	-9.200	0.	65.34	56.87
	B	-9.300	0.	59.65	56.87
94	A	-9.300	0.	59.65	58.94
	B	-9.400	0.	53.75	58.94
95	A	-9.400	0.	53.75	59.03
	B	-9.500	0.8398E-01	47.85	59.03
96	A	-9.500	0.8398E-01	47.85	57.52
	B	-9.600	0.1513	42.10	57.52
97	A	-9.600	0.1513	42.10	54.75
	B	-9.700	0.2004	36.62	54.75
98	A	-9.700	0.2004	36.62	51.01
	B	-9.800	0.2337	31.52	51.01
99	A	-9.800	0.2337	31.52	47.19
	B	-9.900	0.2539	26.80	47.19
100	A	-9.900	0.2539	26.80	43.52
	B	-10.00	0.2630	22.45	43.52
101	A	-10.00	0.2630	22.45	39.54
	B	-10.10	0.2632	18.50	39.54
102	A	-10.10	0.2632	18.50	35.38
	B	-10.20	0.2564	14.96	35.38
103	A	-10.20	0.2564	14.96	31.20
	B	-10.30	0.2440	11.84	31.20
104	A	-10.30	0.2440	11.84	27.08
	B	-10.40	0.2277	9.131	27.08
105	A	-10.40	0.2277	9.131	23.11
	B	-10.50	0.2086	6.820	23.11
106	A	-10.50	0.2086	6.820	19.36



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

	B	-10.60	0.1878	4.885	19.36	
107	A	-10.60	0.1878	4.885	15.86	
	B	-10.70	0.1661	3.299	15.86	
108	A	-10.70	0.1661	3.299	12.65	
	B	-10.80	0.2304	2.034	12.65	
109	A	-10.80	0.2304	2.034	9.760	
	B	-10.90	0.4305	1.058	9.760	
PARATIE 7.00			Ce.A.S. s.r.l. - Milano		PAG. 24	
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36						
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia						

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO	
110	A	-10.90	0.4305	1.058	7.195	
	B	-11.00	0.5485	0.3382	7.195	
111	A	-11.00	0.5485	0.3382	4.964	
	B	-11.10	0.5979	0.	4.964	
112	A	-11.10	0.5979	0.	3.068	
	B	-11.20	0.5923	0.	3.068	
113	A	-11.20	0.5923	0.	1.506	
	B	-11.30	0.6157	0.	1.506	
114	A	-11.30	0.6157	0.	0.7818	
	B	-11.40	0.6429	0.	0.7818	
115	A	-11.40	0.6429	0.	0.9651	
	B	-11.50	0.5793	0.	0.9651	
116	A	-11.50	0.5793	0.	1.226	
	B	-11.60	0.4568	0.	1.226	
117	A	-11.60	0.4568	0.	1.501	
	B	-11.70	0.3067	0.	1.501	
118	A	-11.70	0.3067	0.	1.466	
	B	-11.80	0.1600	0.	1.466	
119	A	-11.80	0.1600	0.	1.124	
	B	-11.90	0.4762E-01	0.	1.124	
120	A	-11.90	0.4762E-01	0.	0.4762	
	B	-12.00	0.1300E-11	0.2133E-12	0.4762	
PARATIE 7.00			Ce.A.S. s.r.l. - Milano		PAG. 25	
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36						
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia						

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	30.000	kN/m
		FASE 5 FORZA	31.368	kN/m
		FASE 6 FORZA	31.179	kN/m
		FASE 7 FORZA	34.631	kN/m
		FASE 8 FORZA	94.039	kN/m
TIRANTE	Tiranti2	1 PARETE RightWall	QUOTA	-5.0000
		FASE 1 inattivo		
		FASE 2 inattivo		
		FASE 3 inattivo		
		FASE 4 inattivo		
		FASE 5 inattivo		
		FASE 6 FORZA	30.000	kN/m
		FASE 7 FORZA	37.674	kN/m
		FASE 8 FORZA	66.678	kN/m

PARATIE 7.00			Ce.A.S. s.r.l. - Milano		PAG. 26
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36					
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia					

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

* PARETE RightWall GRUPPO DHRight*
STEP 1 - 8

* 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	1.241	0.4543	0.	0.
3	-0.2000	2.483	0.9086	0.	0.
4	-0.3000	3.724	1.363	0.	0.
5	-0.4000	4.965	1.817	0.	0.
6	-0.5000	6.207	2.272	0.	0.
7	-0.6000	7.448	2.726	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

8	-0.7000	8.690	3.180	0.	0.
9	-0.8000	9.931	3.635	0.	0.
10	-0.9000	11.17	4.089	0.	0.
11	-1.000	12.41	4.543	0.	0.
12	-1.100	13.66	4.997	0.	0.
13	-1.200	14.90	5.452	0.	0.
14	-1.300	16.14	5.906	0.	0.
15	-1.400	17.38	6.360	0.	0.
16	-1.500	18.62	6.815	0.	0.
17	-1.600	19.86	7.269	0.	0.
18	-1.700	21.10	7.723	0.	0.
19	-1.800	22.34	8.178	0.	0.
20	-1.900	23.59	8.632	0.	0.
21	-2.000	24.83	9.086	0.	0.
22	-2.100	26.07	9.541	0.	0.
23	-2.200	27.31	9.995	0.	0.
24	-2.300	28.55	10.45	0.	0.
25	-2.400	29.79	10.90	0.	0.
26	-2.500	31.03	11.36	0.	0.
27	-2.600	32.28	11.81	0.	0.
28	-2.700	33.52	12.27	0.	0.
29	-2.800	34.76	12.72	0.	0.
30	-2.900	36.00	13.18	0.	0.
31	-3.000	37.24	13.63	0.	0.
32	-3.100	38.48	14.08	0.	0.
33	-3.200	39.72	14.54	0.	0.
34	-3.300	40.97	14.99	0.	0.
35	-3.400	42.21	15.45	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 27
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-3.500	43.45	15.90	0.	0.
37	-3.600	44.69	16.36	0.	0.
38	-3.700	45.93	16.81	0.	0.
39	-3.800	47.17	17.26	0.	0.
40	-3.900	48.41	17.72	0.	0.
41	-4.000	49.65	18.17	0.	0.
42	-4.100	50.90	18.63	0.	0.
43	-4.200	52.14	19.08	0.	0.
44	-4.300	53.38	19.54	0.	0.
45	-4.400	54.62	19.99	0.	0.
46	-4.500	55.86	20.44	0.	0.
47	-4.600	57.10	20.90	0.	0.
48	-4.700	58.34	21.35	0.	0.
49	-4.800	59.59	21.81	0.	0.
50	-4.900	60.83	22.26	0.	0.
51	-5.000	62.07	22.72	0.	0.
52	-5.100	63.31	23.17	0.	0.
53	-5.200	64.55	23.62	0.	0.
54	-5.300	65.79	24.08	0.	0.
55	-5.400	67.03	24.53	0.	0.
56	-5.500	68.28	24.99	0.	0.
57	-5.600	69.52	26.86	0.	0.
58	-5.700	70.76	26.37	0.	0.
59	-5.800	72.00	26.35	0.	0.
60	-5.900	73.24	26.80	0.	0.
61	-6.000	74.48	27.26	0.	0.
62	-6.100	75.72	27.71	0.	0.
63	-6.200	76.96	28.17	0.	0.
64	-6.300	78.21	28.62	0.	0.
65	-6.400	79.45	29.08	0.	0.
66	-6.500	80.69	29.53	0.	0.
67	-6.600	81.93	29.98	0.	0.
68	-6.700	83.17	30.44	0.	0.
69	-6.800	84.41	30.89	0.	0.
70	-6.900	85.65	31.35	0.	0.
71	-7.000	86.90	31.80	0.	0.
72	-7.100	88.14	32.26	0.	0.
73	-7.200	89.38	32.71	0.	0.
74	-7.300	85.70	35.63	0.	0.
75	-7.400	86.92	36.14	0.	0.
76	-7.500	88.15	36.65	0.	0.
77	-7.600	89.38	37.16	0.	0.
78	-7.700	90.61	37.67	0.	0.
79	-7.800	91.84	38.18	0.	0.
80	-7.900	93.07	38.69	0.	0.
81	-8.000	94.30	39.20	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 28
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
82	-8.100	153.9	76.95	0.	0.
83	-8.200	162.2	79.99	0.	0.
84	-8.300	170.6	83.03	0.	0.
85	-8.400	162.9	78.09	0.	0.
86	-8.500	152.6	71.82	0.	0.
87	-8.600	143.3	66.01	0.	0.
88	-8.700	134.9	60.69	0.	0.
89	-8.800	127.5	55.86	0.	0.
90	-8.900	121.1	51.53	0.	0.
91	-9.000	115.6	47.66	0.	0.
92	-9.100	111.0	44.82	0.	0.
93	-9.200	109.0	45.33	0.	0.
94	-9.300	110.3	45.84	0.	0.
95	-9.400	111.5	46.35	0.	0.
96	-9.500	112.7	46.86	0.	0.
97	-9.600	114.0	47.37	0.	0.
98	-9.700	115.2	47.88	0.	0.
99	-9.800	116.4	48.40	0.	0.
100	-9.900	117.6	48.91	0.	0.
101	-10.00	118.9	49.42	0.	0.
102	-10.10	120.1	49.93	0.	0.
103	-10.20	121.3	50.44	0.	0.
104	-10.30	122.6	50.95	0.	0.
105	-10.40	123.8	51.46	0.	0.
106	-10.50	125.0	51.97	0.	0.
107	-10.60	126.2	52.48	0.	0.
108	-10.70	127.5	52.99	0.	0.
109	-10.80	128.7	53.50	0.	0.
110	-10.90	129.9	54.01	0.	0.
111	-11.00	131.2	54.52	0.	0.
112	-11.10	132.4	55.03	0.	0.
113	-11.20	133.6	55.55	0.	0.
114	-11.30	134.8	56.06	0.	0.
115	-11.40	136.1	56.57	0.	0.
116	-11.50	137.3	57.08	0.	0.
117	-11.60	138.5	57.59	0.	0.
118	-11.70	139.8	58.10	0.	0.
119	-11.80	141.0	58.61	0.	0.
120	-11.90	142.2	59.12	0.	0.
121	-12.00	143.4	59.63	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 29
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratie - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

* PARETE RightWall GRUPPO UHRight*

STEP 1 - 8

* 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.	8.355	4.178	0.	0.
2	-0.1000	7.548	2.689	0.	0.
3	-0.2000	6.820	2.150	0.	0.
4	-0.3000	6.410	3.225	0.	0.
5	-0.4000	6.030	4.300	0.	0.
6	-0.5000	6.207	5.375	0.	0.
7	-0.6000	7.448	6.450	0.	0.
8	-0.7000	8.690	7.525	0.	0.
9	-0.8000	9.931	8.600	0.	0.
10	-0.9000	11.17	10.02	0.	0.
11	-1.000	12.41	11.88	0.	0.
12	-1.100	13.66	13.63	0.	0.
13	-1.200	14.90	14.86	0.	0.
14	-1.300	16.14	16.07	0.	0.
15	-1.400	17.38	17.26	0.	0.
16	-1.500	18.62	18.43	0.	0.
17	-1.600	19.86	19.60	0.	0.
18	-1.700	21.10	20.76	0.	0.
19	-1.800	22.34	21.90	0.	0.
20	-1.900	23.59	23.05	0.	0.
21	-2.000	24.83	24.18	0.	0.
22	-2.100	26.07	25.31	0.	0.
23	-2.200	27.31	26.44	0.	0.
24	-2.300	28.55	27.46	0.	0.
25	-2.400	29.79	27.98	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

26	-2.500	31.03	28.50	0.	0.
27	-2.600	32.28	29.02	0.	0.
28	-2.700	33.52	29.53	0.	0.
29	-2.800	34.76	30.05	0.	0.
30	-2.900	36.00	30.57	0.	0.
31	-3.000	37.24	31.08	0.	0.
32	-3.100	38.48	31.59	0.	0.
33	-3.200	39.72	32.11	0.	0.
34	-3.300	40.97	32.62	0.	0.
35	-3.400	42.21	33.13	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 30
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-3.500	43.45	33.64	0.	0.
37	-3.600	44.69	34.15	0.	0.
38	-3.700	45.93	34.66	0.	0.
39	-3.800	47.17	35.17	0.	0.
40	-3.900	48.41	35.68	0.	0.
41	-4.000	49.65	36.19	0.	0.
42	-4.100	50.90	36.70	0.	0.
43	-4.200	52.14	37.20	0.	0.
44	-4.300	53.38	37.71	0.	0.
45	-4.400	54.62	38.22	0.	0.
46	-4.500	55.86	38.73	0.	0.
47	-4.600	57.10	39.23	0.	0.
48	-4.700	58.34	39.74	0.	0.
49	-4.800	59.59	40.25	0.	0.
50	-4.900	60.83	40.75	0.	0.
51	-5.000	62.07	48.63	0.	0.
52	-5.100	63.31	49.33	0.	0.
53	-5.200	64.55	50.02	0.	0.
54	-5.300	65.79	50.72	0.	0.
55	-5.400	67.03	51.41	0.	0.
56	-5.500	68.28	52.11	0.	0.
57	-5.600	69.52	52.77	0.	0.
58	-5.700	70.76	53.43	0.	0.
59	-5.800	72.00	54.10	0.	0.
60	-5.900	73.24	54.76	0.	0.
61	-6.000	74.48	55.42	0.	0.
62	-6.100	75.72	56.09	0.	0.
63	-6.200	76.96	56.75	0.	0.
64	-6.300	78.21	57.42	0.	0.
65	-6.400	79.45	58.09	0.	0.
66	-6.500	80.69	58.75	0.	0.
67	-6.600	81.93	59.42	0.	0.
68	-6.700	83.17	60.09	0.	0.
69	-6.800	84.41	60.76	0.	0.
70	-6.900	85.65	61.43	0.	0.
71	-7.000	86.90	62.10	0.	0.
72	-7.100	88.14	62.77	0.	0.
73	-7.200	89.38	63.44	0.	0.
74	-7.300	85.70	77.46	0.	0.
75	-7.400	86.92	78.19	0.	0.
76	-7.500	88.15	78.93	0.	0.
77	-7.600	89.38	79.67	0.	0.
78	-7.700	90.61	80.40	0.	0.
79	-7.800	91.84	81.14	0.	0.
80	-7.900	93.07	81.87	0.	0.
81	-8.000	94.30	82.61	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 31
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
82	-8.100	95.52	83.35	0.	0.
83	-8.200	96.75	84.09	0.	0.
84	-8.300	97.98	84.82	0.	0.
85	-8.400	99.21	85.56	0.	0.
86	-8.500	100.4	86.16	0.	0.
87	-8.600	101.7	85.36	0.	0.
88	-8.700	102.9	86.11	0.	0.
89	-8.800	104.1	86.86	0.	0.
90	-8.900	105.4	87.62	0.	0.
91	-9.000	106.6	88.37	0.	0.
92	-9.100	107.8	82.91	0.	0.
93	-9.200	109.0	76.68	0.	0.
94	-9.300	110.3	71.51	0.	0.
95	-9.400	111.5	67.31	0.	0.
96	-9.500	112.7	63.98	0.	0.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

97	-9.600	114.0	63.00	0.	0.
98	-9.700	115.2	62.98	0.	0.
99	-9.800	116.4	63.15	0.	0.
100	-9.900	117.6	63.47	0.	0.
101	-10.00	118.9	63.91	0.	0.
102	-10.10	120.1	64.45	0.	0.
103	-10.20	121.3	65.07	0.	0.
104	-10.30	122.6	65.74	0.	0.
105	-10.40	123.8	66.45	0.	0.
106	-10.50	125.0	67.19	0.	0.
107	-10.60	126.2	67.95	0.	0.
108	-10.70	127.5	68.71	0.	0.
109	-10.80	128.7	69.48	0.	0.
110	-10.90	129.9	70.24	0.	0.
111	-11.00	131.2	70.99	0.	0.
112	-11.10	132.4	71.74	0.	0.
113	-11.20	133.6	72.47	0.	0.
114	-11.30	134.8	73.20	0.	0.
115	-11.40	136.1	73.91	0.	0.
116	-11.50	137.3	74.62	0.	0.
117	-11.60	138.5	75.33	0.	0.
118	-11.70	139.8	76.02	0.	0.
119	-11.80	141.0	76.72	0.	0.
120	-11.90	142.2	77.41	0.	0.
121	-12.00	143.4	78.11	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 32
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

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 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	868.98	868.98
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	868.98	868.98
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	196.08	196.08
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	6813.6	6813.6
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	7.8409	7.8409
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	13.%	13.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	4.4318	4.4318

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 33
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione A1-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

FASE	2	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	868.98	868.98
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	868.98	868.98
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	196.08	196.08
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	6813.6	6813.6
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	7.8409	7.8409
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	13.%	13.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	4.4318	4.4318



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di
sostegno

FASE	3	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	707.96	707.96
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	707.96	707.96
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	30.530	196.08
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	4233.8	6813.6
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	5.9803	9.6243
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	17.%	10.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	23.189	3.6106

FASE	4	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	702.57	731.11
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	702.57	731.11
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	30.530	196.08
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	4233.8	6813.6
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	6.0261	9.3195
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	17.%	11.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	23.012	3.7286

FASE	5	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	538.94	568.78
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	538.94	568.78
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.20525	196.08
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	2571.5	6813.6
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.7713	11.979
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	21.%	8.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	2625.8	2.9008

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 34
5 FEBBRAIO 2020 12:06:36
History 2 - Paratia - Sezione Al-01-6 - 4.2 Ramo Casello-Ventimiglia

FASE	6	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	533.12	591.31
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	533.12	591.31
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.20525	196.08
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	2571.5	6813.6
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.8234	11.523
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	21.%	9.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	2597.4	3.0157

FASE	7	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	359.89	428.66
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	359.89	428.66
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.	217.40
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	1241.2	7025.4
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	3.4488	16.389
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	29.%	6.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	0.10000E+06	1.9718

FASE	8	GRUPPO -->	DHRi	UHRI
		SPINTA EFFICACE VERA	395.80	395.69
		SPINTA ACQUA	0.	0.
		SPINTA TOTALE VERA	395.80	395.69
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.	196.08
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	1241.2	6813.6
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	3.1360	17.220
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	32.%	6.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	0.10000E+06	2.0180