

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE GEOTECNICHE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA

OPERE DI SOSTEGNO DI LINEA E VIABILITÀ RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

R R 0 0 1 0 R 1 1 R H M U 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	Pini	Ottobre 2022	G.Meneschincheri	Ottobre 2022	T.Paoletti	Ottobre 2022	L. Berardi Gennaio 2023
B	Emissione Esecutiva	G.Meneschincheri 	Gennaio 2023	G.Meneschincheri 	Gennaio 2023	T.Paoletti 	Gennaio 2023	

File: RR0010R11RHMU000001B.doc

n. Elab.:

1	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'intervento	3
1.1.1	Oggetto dell'incarico	3
1.1.2	Descrizione del progetto	4
2	INTRODUZIONE	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	6
4	MATERIALI.....	6
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO	7
6	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	11
6.1	Rilevato tra muri ad U: MU01 (RI01) - MU02 (RI02) - MU06 (RI06)	11
6.2	Muro d'ala MU03.....	13
6.3	Muro di sostegno su pali MU04.....	13
6.4	Paratia di pali MU05	14
6.5	Trincea tra muri ad U MU07 (TR03) – MU08 (TR04).....	16

1 PREMESSA

L'aeroporto di Olbia Costa Smeralda, individuato come aeroporto di interesse nazionale (DPR 201/2015), non è attualmente connesso alla rete ferroviaria.

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza individua la realizzazione del collegamento ferroviario dell'aeroporto di Olbia tra gli investimenti di potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud finalizzati ad aumentare la competitività e la connettività del sistema logistico intermodale e migliorare l'accessibilità ferroviaria di diverse aree urbane del Mezzogiorno.

L'intervento consiste nella realizzazione di un nuovo tratto di linea per il collegamento tra l'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale e l'Aeroporto di Olbia Costa Smeralda. L'opera, oltre a intercettare i flussi prettamente stagionali da/per l'aeroporto, aiuterà ad intercettare gli spostamenti sistematici che gravitano nell'Area di Studio costituita dai Comuni di Olbia e Golfo Aranci.

L'aeroporto di Olbia Costa Smeralda, gestito dalla società GE.A.SAR. S.p.A., è posizionato a circa 4 km a sud dal centro di Olbia.

1.1 Descrizione dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di una linea a semplice binario di circa 3,4 km che colleghi la stazione di Olbia Terranova e l'aeroporto di Olbia Costa Smeralda.

Una volta attivato, questo collegamento garantirà una frequenza minima oraria (1 treno/h) per senso di marcia sulla relazione Olbia Terranova - Olbia Aeroporto.

Il perimetro della presente progettazione comprende i seguenti interventi:

Nuova stazione Aeroporto Costa Smeralda;

Bivio Micaleddu: bretella di collegamento tra la nuova linea per l'aeroporto e la linea esistente in direzione Ozieri – Chilivani.

Sono previsti alcuni interventi presso la stazione di Olbia Terranova funzionali alla realizzazione del nuovo collegamento con l'aeroporto di Olbia, questi interventi sono correlati alla presente progettazione, ma oggetto di altro appalto.

1.1.1 Oggetto dell'incarico

La presente progettazione interessa l'affidamento dell'incarico per la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica per Iter e dello Studio di Impatto Ambientale, per il collegamento dell'infrastruttura ferroviaria esistente con aeroporto Costa Smeralda, finalizzata all'identificazione della soluzione progettuale più efficace rispetto ai requisiti e agli standard adottati, e economicamente sostenibile.

1.1.2 Descrizione del progetto

Il progetto di fattibilità tecnico economica vede un tracciato che si sviluppa per circa 3,4 km in semplice binario. Il collegamento con la linea esistente avviene mediante un bivio in direzione Olbia Terranova, localizzato alla fine dell'attuale centro abitato di Olbia, e mediante un bivio in località Micaleddu, così da garantire anche il collegamento della nuova linea con la linea esistente in direzione Sassari-Chilivani. Il tracciato presenta inizialmente uno sviluppo in rilevato, per proseguire in galleria per circa 450m, la galleria termina dopo il passaggio sotto la SS729. Procedendo in direzione aeroporto è presente un viadotto di circa 900m che permette di arrivare sempre in viadotto in prossimità dell'aeroporto.

La stazione prevista in aeroporto presenterà due binari di servizio in viadotto, la soluzione sopraelevata permette di ridurre l'impronta a terra della stazione, riducendo l'impatto sulle aree aeroportuali. I marciapiedi di banchina presentano un'estensione di circa 200m e saranno coperti da pensiline.



Figura 1 - PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO

2 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi di progetto è prevista la realizzazione delle seguenti opere di sostegno, descritte nel seguito del documento:

- MU01: Muro ad U su RI01
- MU02: Muro ad U su RI02
- MU03: Muro di risvolto spalle viadotto VI01 e VI02 su RI03
- MU04: Muro di sostegno su pali su RI05
- MU05: Paratia di pali $\Phi 800$ su TR05
- MU06: Muro a U su RI06
- MU07: Muro ad U su TR03
- MU08: Muro ad U su TR04

Nella tabella di seguito si riportano le opere presenti lungo la tratta in esame, la progressiva chilometrica, le dimensioni e gli spessori strutturali:

WBS	pk	L (sviluppo longitudinale)	B (larghezza)	H _{netta}	H _{tot}	Sp (spessore muro)	H _F (soletta di fondazione)	Diametro pali	Lunghezza pali
	[Km]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	(mm)	(m)
MU01	Da 0+525.3 a 0+536.6	11.30	8.40	8.55	9.55	1.2	1.0	-	-
MU02	Da 0+504.7 a 0+518.5	13.80	8.96	9.00	10.00	1.2	1.0	-	-
MU03	0+590.95	8.40	5.00	9.46	10.66	1.0	1.2	-	-
MU04	Da 0+595.5 a 0+674.1	76.90	5.00	5.45	6.65	1.2	1.2	800	10
MU05	Da 1+915.3 a 1+935.4	20.10	-	-	-	-	-	800	15
MU06	Da 2+068.9 a 2+090.4	21.5	9.20	8.60	9.80	1.2	1.2	-	-
MU07	Da 1+050 a 1+169	119.00	8.70	6.35	7.55	1.2	1.2	-	-
MU08	Da 1+615 a 1+745	130.00	9.20	8.60	9.80	1.2	1.2	-	-

Tabella 1: Progressive opere

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.42 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.8.
- [2] Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- [3] RFI DTC SI CS MA IFS 001 del 2020 - “MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI”;
- [4] RFI DTC SI CS SP IFS 004 del 2020- Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 5 – “Opere in terra e scavi” – RFI.
- [5] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [6] UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- [7] UNI EN 206:2021 + UNI 11104:2016: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità + Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

3.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

- [8] RR0010R11GEGE0006001A-Relazione Geotecnica delle opere allo scoperto
- [9] RR00100R11L6GE0006001-2A-Plano-Profilo Geotecnico Linea

4 MATERIALI

Per le caratteristiche dei materiali da adottare per le opere di sostegno si rimanda al “*Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte II – Sezioni 6 e 12*” [RFI DTC SI PS SP IFS 001-002].

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

In funzione di quanto riportato nella relazione geologica generale e nella relazione geotecnica di progetto, il nuovo tracciato ferroviario sarà realizzato su una successione stratigrafica uniforme lungo lo sviluppo dello stesso, costituita da terreni incoerenti, con comportamento puramente attritivo. Nella fattispecie la sequenza stratigrafica è costituita da:

- **Depositi Alluvionali** (deposito di spessore variabile tra 3e 10m): sabbie e subordinate sabbie limoso – argillose grigie, rimaneggiate dall'attività dei corsi d'acqua o talvolta semplicemente dall'attività colluviale. Si tratta di terreni non più direttamente collegabili al substrato roccioso in quanto soggetti ad un trasporto, anche se da un punto di vista strettamente petrografico e mineralogico non presentano sostanziali differenze con il resto della pila stratigrafica. Lo spessore di questo intervallo varia da pochi decimetri a qualche metro. Questi terreni sono talvolta coperti da spessori minimi di materiale rimaneggiato dall'attività agricola o rimodellato dall'attività antropica (riporti). La frazione più superficiale, sovente di spessore centimetrico, è un orizzonte organico vegetale. Le prove SPT eseguite in alluvioni hanno restituito valori di $N_{spt} > 40$. Le prove MASW restituiscono valori pari a circa 400 m/s per l'intervallo in questione.
- **Cappellaccio di alterazione**: si tratta di un intervallo sempre presente eccetto che in corrispondenza dell'affioramento del substrato sano. E' l'intervallo più difficile da caratterizzare, in quanto nelle cassette catalogatrici si presenta come sabbia da grossolana a media ma tutte le prove SPT effettuate hanno regolarmente dato rifiuto alla penetrazione della punta. Si tratta dunque di roccia in posto, alterata, arenizzata e disgregata in maniera variabile, ma presumibilmente in modo progressivamente più intenso man mano che ci si avvicina alla superficie topografica, fino alla quasi totale disgregazione della stessa ed alla perdita delle caratteristiche proprie del litotipo. L'aspetto di terreno sciolto descritto in cassetta catalogatrice e nei campioni prelevati è dunque da ascrivere molto probabilmente all'attività di perforazione della sonda. Questa interpretazione è confermata anche dalle indagini MASW (in particolare MASW 1 e MASW 3), in cui si nota una crescita progressiva della velocità delle onde S, da valori anche piuttosto bassi fino a velocità caratteristiche di roccia sana (dai 400 agli 800/1000 m/s).
- **Substrato roccioso**: Il substrato è costituito da Monzograniti inequigranulari ed equigranulari da grigio chiari a bruno rossastri da integri a molto fratturati. Sono presenti rari filoni leucogranitici di spessore metrico. Si tratta di una roccia dalle buone caratteristiche geotecniche, mediamente in buono stato di conservazione; non risultano fasce di deformazione degne di nota da bibliografia; pochissimi affioramenti nell'area di interesse, per lo più sulle creste dei modesti rilievi presenti. Si incontra in sondaggio e nelle indagini geofisiche a profondità variabili, da affiorante in corrispondenza della galleria naturale a -20m circa da p.c. in corrispondenza della stazione dell'aeroporto. Le indagini MASW e la Down Hole hanno restituito valori di $V_s > 1000$ m/s per i tratti di substrato indagati.

I valori dei parametri meccanici di progetto, associati alle unità geotecniche di cui sopra, sono definiti, nella Relazione geotecnica generale, come sintetizzato nella tabella che segue:

Tabella 1: sintesi dei parametri geotecnici ottenuti tramite le elaborazioni delle prove.

Unità Geotecniche		Terreni Granulari					
		γ	c'	φ'	E'	Ip	k
Unità	Descrizione	kN/m ³	kPa	°	MPa	%	m/s
R	Sabbie e subordinate sabbie limoso – argillose grigie	18 ÷ 19	0	30 ÷ 35	15 ÷ 30	NP	10 ⁻⁷
UG1	Sabbia da grossolana a media - roccia in posto, alterata, arenizzata e disgregata in maniera variabile, ma presumibilmente in modo progressivamente più intenso man mano che ci si avvicina alla superficie topografica, fino alla quasi totale disgregazione della stessa ed alla perdita delle caratteristiche proprie del litotipo	20 ÷ 22	0	40 ÷ 45	z = 0-8m 40 ÷ 60 z = 8-14m 60 ÷ 80 z > 14m 80 ÷ 120	NP	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻⁷

Unità Geotecniche		Roccia intatta			Ammasso							
		σ_i	E_i	Poisson	γ	m_i	GSI	$\sigma_m (D=0.5)$	$E_m (D=0.5)$	$\sigma_m (D=1)$	$E_m (D=1)$	k
Unità	Descrizione	MPa	GPa	-	kN/m ³	-	-	MPa	MPa	MPa	MPa	m/s
UG2	Monzograniti inequigranulari ed equigranulari da grigio chiari a bruno rossastri da integri a molto fratturati	80 ÷ 120	15 ÷ 40	0.17 ÷ 0.25	25.5 ÷ 26	32±3	65 ÷ 75	25 ÷ 33	5200 ÷ 7700	16 ÷ 24.5	2400 ÷ 4000	10 ⁻⁷ ÷ 10 ⁻⁸

La stratigrafia dei terreni di fondazione delle opere sarà costituita come di seguito:

MU01:

- Riporto da p.c fino a 2.9m
- UG1 da 2.9m fino a 8.7
- UG2 da 8.7 in poi
- Falda a 1.4 da p.c.

MU02:

- Riporto da p.c fino a 2.9m
- UG1 da 2.9m fino a 8.7m
- UG2 da 8.7 in poi

- Falda a 1.4 da p.c.

MU03:

- Riporto da p.c fino a 3.5m
- UG1 da 3.5m fino a 8.6m
- UG2 da 8.6 in poi
- Falda a 1.9 da p.c.

MU04:

- Riporto da p.c fino a 3.5m
- UG1 da 3.5m fino a 8.6m
- UG2 da 8.6 in poi
- Falda a 1.9 da p.c.

MU05:

- Riporto da p.c fino a 9m
- UG1 da 9m fino a 13.7m
- UG2 da 13.7m in poi
- Falda a 5.3m da p.c.

MU06:

- Riporto da p.c fino a 9m
- UG1 da 9m fino a 13.7m
- UG2 da 13.7m in poi
- Falda a 5.3m da p.c.

MU07:

- Riporto da p.c fino a 3.3m
- UG1 da 3.3m fino a 9.6 m
- UG2 da 9.6m in poi
- Falda a 6.5m da p.c.

MU08:

- UG1 da p.c fino a 3.4m
- UG2 da 3.4m in poi
- Falda a 3.4m da p.c.

6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

6.1 Rilevato tra muri ad U: MU01 (RI01) - MU02 (RI02) - MU06 (RI06)

L'opera MU01, ubicata alla pk. 0+540 circa, consiste in un muro ad U in c.a. gettato in opera, in continuità con la spalla lato Ovest del viadotto VI01. Il muro è necessario a limitare l'ingombro del rilevato ferroviario per interferenza con l'argine del Fiume Paole Longa.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 6$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 8.55$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 1$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 1.2$ m.

Lo sviluppo totale del muro è di $L_{tot} = 11.20$ m, la larghezza totale è pari a $B = 8.4$ m.

La distanza tra il piano del ferro e l'estradosso della soletta di fondazione è pari a circa 9.21 m in corrispondenza dell'asse dei binari, di cui 0.80 m costituiti da ballast e armamento mentre l'altezza rimanente è riempita mediante rinterro.

L'opera MU02, ubicata alla pk. 0+540 circa, consiste in un muro ad U in c.a. gettato in opera, in continuità con la spalla lato Ovest del viadotto VI02. Il muro è necessario a limitare l'ingombro del rilevato ferroviario per interferenza con l'argine del Fiume Paole Longa.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 6.56$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 9$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 1$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 1.2$ m.

Lo sviluppo totale del muro è di $L_{tot} = 13.8$ m, la larghezza totale è pari a $B = 8.96$ m.

La distanza tra il piano del ferro e l'estradosso della soletta di fondazione è pari a circa 9.60 m in corrispondenza dell'asse dei binari, di cui 0.80 m costituiti da ballast e armamento mentre l'altezza rimanente è riempita mediante rinterro.

L'opera MU06 consiste in un muro ad U in c.a. gettato in opera tra le pk. 2+065 e 2+085, tra il sottovia SL04 ed il viadotto VI03 al fine contenere l'ingombro del rilevato ferroviario per evitare l'interferenza con la sistemazione idraulica adiacente.

La sezione trasversale ha una larghezza interna di $L_{int} = 6.8$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 8.6$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 1.2$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 1.2$ m.

Lo sviluppo totale del muro è di $L_{tot} = 21.55$ m, la larghezza totale è pari a $B = 9.2$ m.

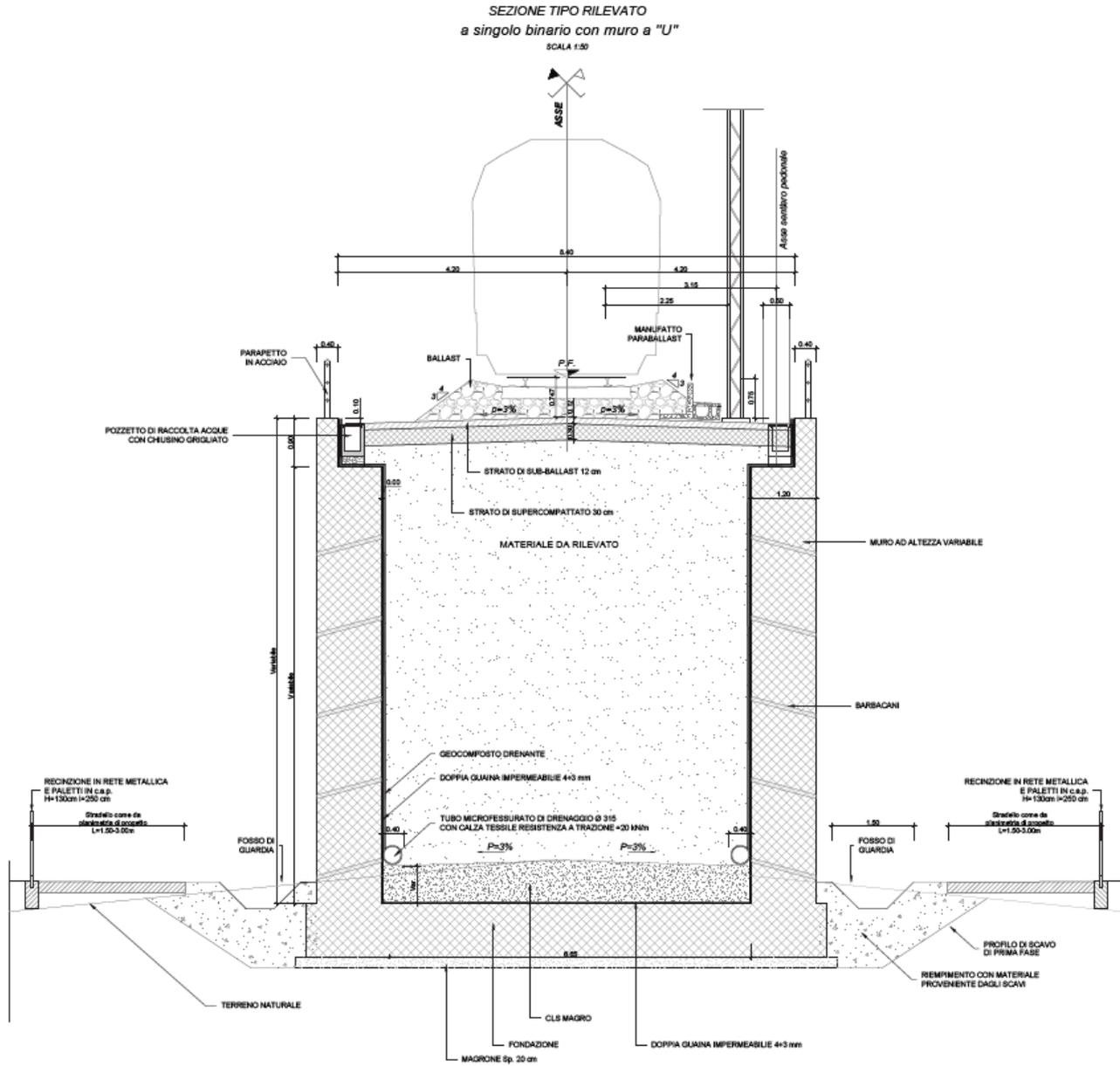


Figura 2 - Sezione tipologica Rilevato tra Muri ad U

6.2 Muro d'ala MU03

L'opera MU03 consiste in un muro di sostegno in c.a. gettato in opera, di chiusura sulle spalle lato Est dei viadotti VI01 e VI02.

Il muro presenta una forma in pianta a L; la larghezza della platea di fondazione è $B = 5\text{m}$ e lo sviluppo totale è pari a $L = 11.5\text{ m}$.

Il paramento del muro ha un'altezza netta di $H_{\text{netta}} = 8.5\text{ m}$ ed ha spessore pari a $S_p = 1\text{m}$, lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 1\text{m}$.

6.3 Muro di sostegno su pali MU04

Il muro di sostegno su pali MU04 è realizzato per limitare gli ingombri del rilevato ferroviario RI05 tra la pk 0+595.5 e 0+674.1 circa per evitare le interferenze con gli edifici esistenti in Via Massa Carrara (NV02), e si innesta (lato Ovest) sul sottovia SL03.

L'opera si sviluppa lungo $L = 76.9\text{ m}$ ed è formata da tre conci di diversa inclinazione in pianta, di lunghezze rispettivamente pari a $L_1 = 18.7\text{m}$, $L_2 = 29.4\text{ m}$ e $L_3 = 28.8\text{m}$.

La zattera di fondazione del muro ha spessore $S_p = 1.2\text{m}$ e larghezza $B = 5\text{m}$.

Il paramento ha spessore pari a $S_p = 1.2\text{ m}$ ed altezza pari a $H_{\text{netta}} = 5.45\text{m}$.

Il muro è previsto fondato su pali aventi le seguenti caratteristiche:

- Diametro $\Phi 800$
- Lunghezza $L = 10\text{ m}$
- Interasse pari a $i = 3.0\text{m}$

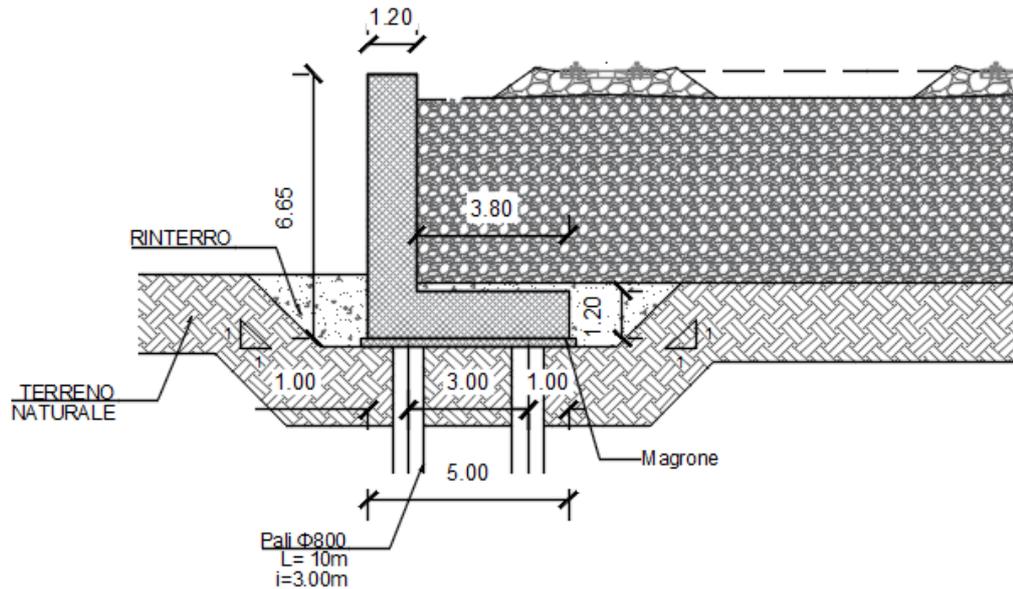


Figura 3 - Sezione trasversale MU04

6.4 Paratia di pali MU05

La paratia di pali MU05 si sviluppa lungo $L = 20.20$ m, tra le pk 1+915.3 e 1+935.4.

La paratia è formata da pali in c.a. $\Phi 800$, di lunghezza pari a 10.0m, disposti ad interasse pari a 1.0m.

I pali sono collegati in testa da un cordolo $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$. L'opera di sostegno si rende necessaria al fine di limitare gli ingombri degli scavi della trincea ferroviaria TR05, per evitare interferenze con gli edifici circostanti.

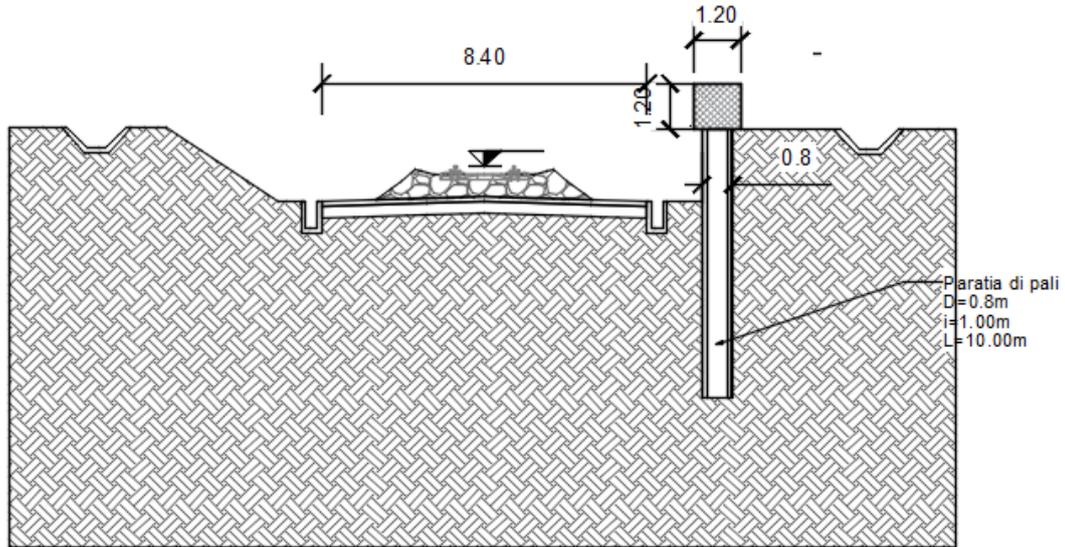


Figura 4 - Sezione trasversale MU05

6.5 Trincea tra muri ad U MU07 (TR03) – MU08 (TR04)

L'opera MU07 consiste in un muro ad U in c.a. gettato in opera di approccio alla galleria artificiale GA01, realizzato tra le pk. 1+050 e pk. 1+169.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 5.9$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 6.35$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 1.2$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 1.2$ m.

Lo sviluppo totale del muro è di $L_{tot} = 119$ m, la larghezza totale è pari a $B = 8.7$ m.

L'opera MU08 consiste in un muro ad U in c.a. gettato in opera di approccio alla galleria artificiale GA02, realizzato tra le pk. 1+615 e pk. 1+745.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 5.9$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 6.35$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 1.2$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 1.2$ m.

Lo sviluppo totale del muro è di $L_{tot} = 130$ m, la larghezza totale è pari a $B = 8.7$ m.

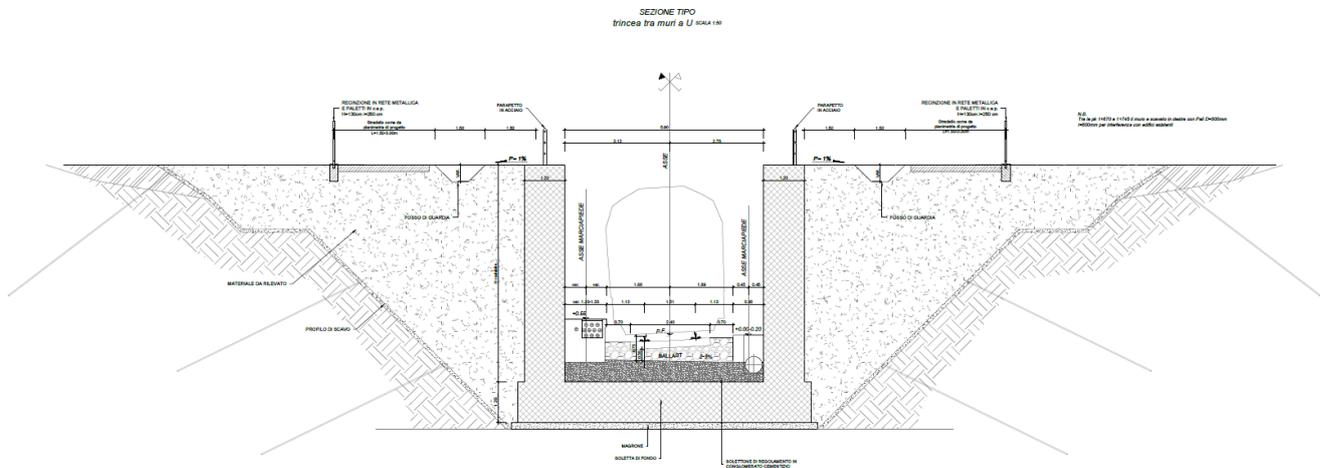


Figura 5 - Sezione tipo muri ad U in trincea

Entrambe i muri sono realizzati mediante trincee provvisorie ad eccezione del MU08 dalle pk 1+670-1+745 che è realizzato mediante paratia di pali di medio diametro ($D=500$ mm $i=0.7$ m $L=8.00$ m) per non interferire con gli edifici adiacenti. Le trincee sono realizzate mediante scarpate con pendenza 3H:2V all'interno dei depositi alluvionali, pendenza 1H:1V per gli scavi che interessano gli strati intermedi (cappellaccio alterato) e pendenza 1H:5V per gli scavi che interessano il substrato litoide, consolidati mediante chiodature e spritz beton.

Si prevede la realizzazione di banche di larghezza pari ad 1m ogni 6m di dislivello.

I tipologici di scavo le progressive di applicazione sono di seguito riportate:

- MU07 da pk 1+050 a pk 1+1169 – L=119m Tipo B
- MU08 da pk 1+615 a pk 1+670 – L=55m Tipo A
- MU08 da pk 1+670 a pk 1+745 – L=75m Tipo B

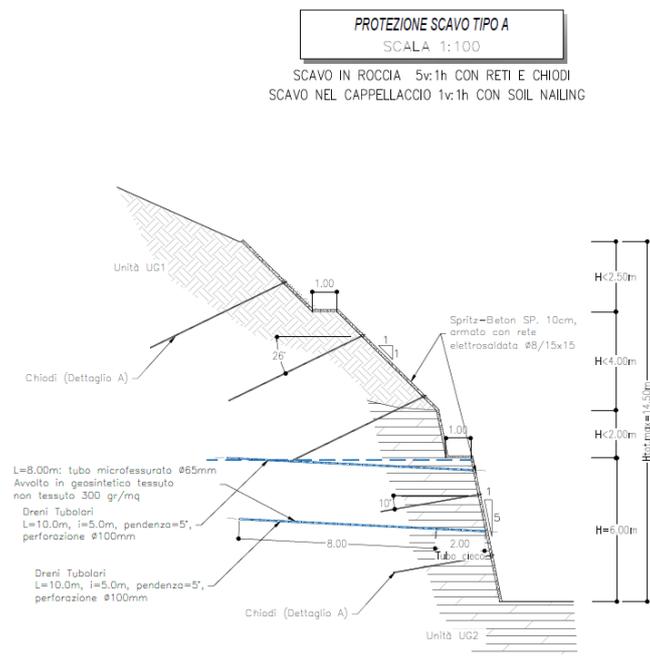


Figura 1: Tipologico scavo Tipo A

