



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

Relazione Opere minori
Muri gettati in opera e paratie definitive

| | | | |
|---|---|----------------|---|
| 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 |
|------|---------------|-------------------|---------|--------|---------|---------|--------------|-------|
| | | | | | | | Gennaio 2020 | - |
| | | | | | | | N. PROGR. | |
| B | Febbraio 2020 | REVISIONE INTERNA | SINA | DT/OC | DT | DT | | |
| A | Gennaio 2020 | PRIMA EMISSIONE | SINA | DT/OC | DT | DT | | |

| | | | | | | |
|-----------------|----------|-----|--------|-----------|-------|-----------------|
| CODIFICA | PROGETTO | LIV | TRONCO | DOCUMENTO | REV | WBS |
| | P280 | D | A10 | OMN RB | 001 B | A10IBT0001 |
| | | | | | | CUP |
| | | | | | | I44E14000810005 |

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO | VISTO DELLA COMMITTENTE |
| | |

SINA S.p.A.

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

**OPERE DI SOSTEGNO
RELAZIONE TECNICA PARATIE DEFINITIVE E MURI IN C.A.**

| Rev. | Data | Descrizione | Redatto | Controllato | Approvato |
|-------------|---------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------|
| B | Febbraio 2020 | Revisione interna | SINA | DT/OC | DT |
| A | Gen.20 | Prima Emissione | SINA | DT/OC | DT |
| | | | Documento: P280_D_OMN_RB_001_B.doc | | |



INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INTRODUZIONE | 4 |
| 2. | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 2.1 | NORMATIVA | 7 |
| 2.2 | ELABORATI DI RIFERIMENTO | 8 |
| 2.3 | BIBLIOGRAFIA | 8 |
| 2.4 | PROGRAMMI DI CALCOLO | 9 |
| 3. | MATERIALI..... | 10 |
| 3.1 | CONGLOMERATO CEMENTIZIO..... | 10 |
| 3.2 | ACCIAIO | 11 |
| 4. | CRITERI GENERALI DI PROGETTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO | 13 |
| 4.1 | OPERE DI SOSTEGNO RIGIDE – MURI CON FONDAZIONI SUPERFICIALI..... | 14 |
| 4.2 | OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI..... | 16 |
| 4.2.1 | BERLINESI DI MICROPALI..... | 17 |
| 4.2.2 | PARATIE DI PALI..... | 19 |
| 5. | RAMO CASELLO – VENTIMIGLIA | 22 |
| 5.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO | 22 |
| 5.2 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 24 |
| 5.2.1 | BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO..... | 24 |
| 5.2.2 | MURI PREFABBRICATI..... | 25 |
| 6. | RAMO VENTIMIGLIA – CASELLO | 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 |
| 7. | RAMO CASELLO – VADO LIGURE | 32 |
| 7.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO | 32 |
| 7.2 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 34 |
| 7.2.1 | MURI GETTATI IN OPERA | 34 |
| 7.2.2 | MURI PREFABBRICATI..... | 35 |
| 8. | RAMO VADO LIGURE – CASELLO | 37 |

| | | |
|---------|---|----|
| 8.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO | 37 |
| 8.2 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 39 |
| 8.2.1 | MURI PREFABBRICATI | 39 |
| 8.2.2 | CORDOLO CON FONDAZIONE SU MICROPALI | 41 |
| 8.2.3 | MURO GETTATO IN OPERA SU PALI | 42 |
| 9. | RAMO GENOVA – CASELLO | 43 |
| 9.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO | 43 |
| 9.2 | TRATTA SVINCOLO – PONTE BOSSARINO 1 | 45 |
| 9.2.1 | DESCRIZIONE DELLE OPERE..... | 46 |
| 9.2.1.1 | BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO..... | 46 |
| 9.3 | DA PONTE BOSSARINO 1 – SOTTOVIA | 48 |
| 9.3.1 | DESCRIZIONE DELLE OPERE..... | 49 |
| 9.3.1.1 | PARATIE DI PALI..... | 49 |
| 9.4 | TRATTA SOTTOVIA – CASELLO | 51 |
| 9.4.1 | DESCRIZIONE DELLE OPERE..... | 52 |
| 9.4.1.1 | BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO..... | 52 |
| 9.4.2 | MURI GETTATI IN OPERA | 54 |
| 10. | RAMO AURELIA BIS – CASELLO..... | 56 |
| 10.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO | 56 |
| 10.2 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 58 |
| 10.2.1 | MURI PREFABBRICATI..... | 58 |
| 11. | RAMO CASELLO | 60 |
| 11.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO | 60 |
| 11.2 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 62 |
| 11.2.1 | BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO..... | 62 |
| 12. | CONCLUSIONI..... | 64 |

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

Oggetto della presente relazione è la descrizione della soluzione progettuale adottata e delle opere necessarie per la realizzazione della suddetta infrastruttura, di cui nel seguito si descrivono le caratteristiche tipologiche delle diverse parti d'opera.

Nella figura di seguito si riporta la soluzione progettuale proposta.

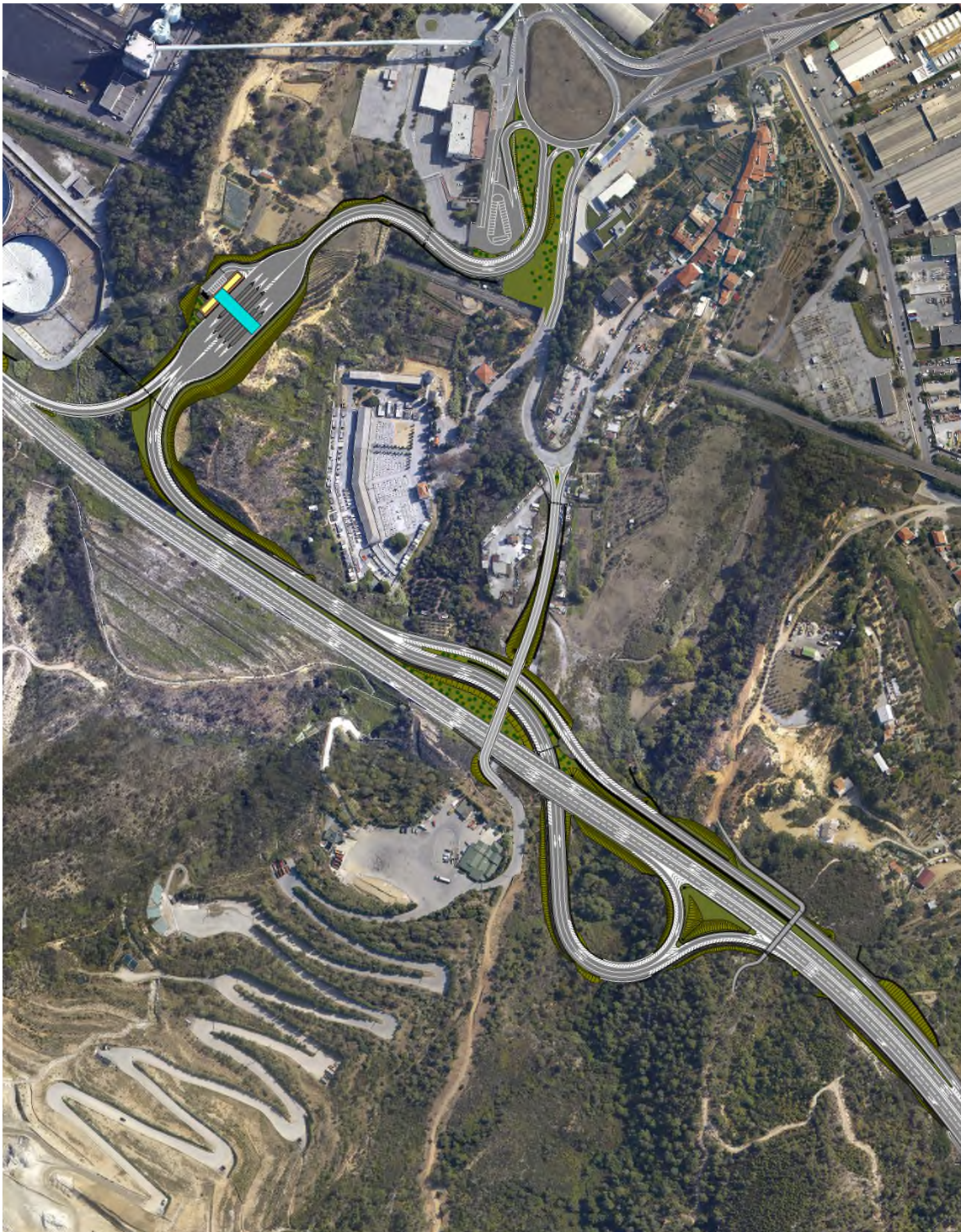


Figura 1.2 – Planimetria dell'intervento in oggetto

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.

Le opere oggetto della presente relazione sono muri di controripa costituiti da berlinesi multi-tirantate di tipo definitivo rivestite da un muro di placcaggio in c.a. a valle, i muri gettati in opera e prefabbricati, le opere di presidio strutturali e di consolidamento.

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 ELABORATI DI RIFERIMENTO

- P280_D_OMN_RB_002 – Opere d'arte minori – Relazione opere minori – muri prefabbricati
- P280_D_OMN_RC_001 – Ramo Casello – Ventimiglia (MU01) – Relazione di calcolo opere di sostegno.
- P280_D_OMN_RC_002 – Ramo Genova – Casello (MU02) – Relazione di calcolo opere di sostegno.
- P280_D_OMN_RC_003 – Ramo Ventimiglia – Casello (MU03) – Relazione di calcolo opere di sostegno.
- P280_D_OMN_RC_005 – Ramo Vado Ligure – Casello (MU04) – Relazione di calcolo opere di sostegno.
- P280_D_OMN_RC_005 – Ramo Casello – Vado Ligure (MU05) – Relazione di calcolo opere di sostegno.
- P280_D_OMN_RC_005 – Ramo Casello (MU06) – Relazione di calcolo opere di sostegno.
-

2.3 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.

2.4 PROGRAMMI DI CALCOLO

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

3. MATERIALI

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

3.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Calcestruzzo per FONDAZIONI E PARATIE DI PALI

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

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

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

Calcestruzzo per STRUTTURE IN ELEVAZIONE

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

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

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

| | |
|------------------------------|-----------|
| 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_Q | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

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

Tabella 4-1 – Coefficienti parziali per le azioni

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

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

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

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 OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI

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:

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

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:

$$N_{R,ad} = \frac{f_{p(1)k} \cdot A_{tr} \cdot n_{tr}}{\gamma_S}$$

Dove:

$f_{p(1)k}$ è la resistenza elastica dell'acciaio armonico alla deformazione dell'1%;

A_{tr} è l'area del singolo trefolo;

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

γ_S è il coefficiente parziale dell'acciaio.



La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:

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

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

5. 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.

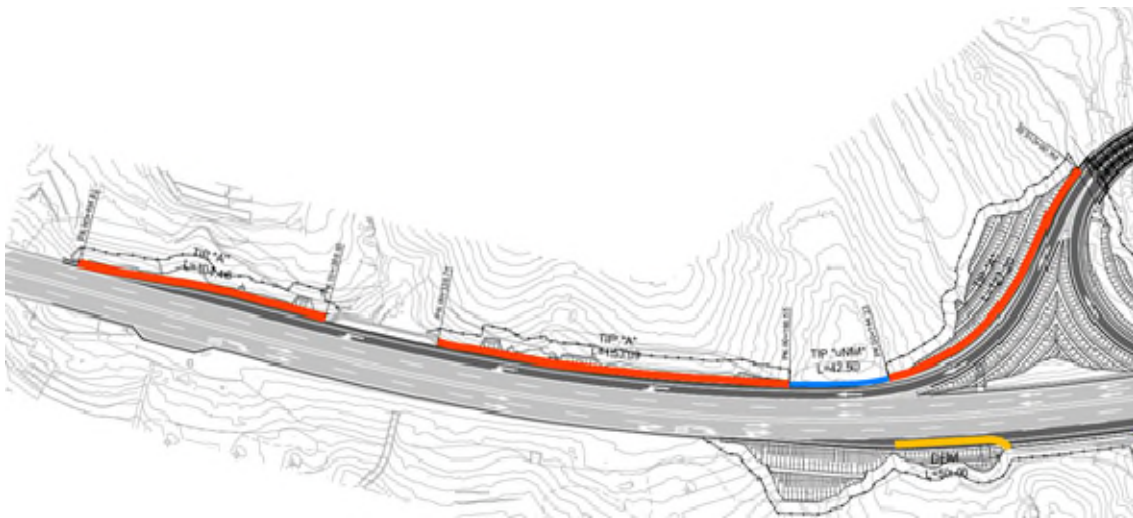
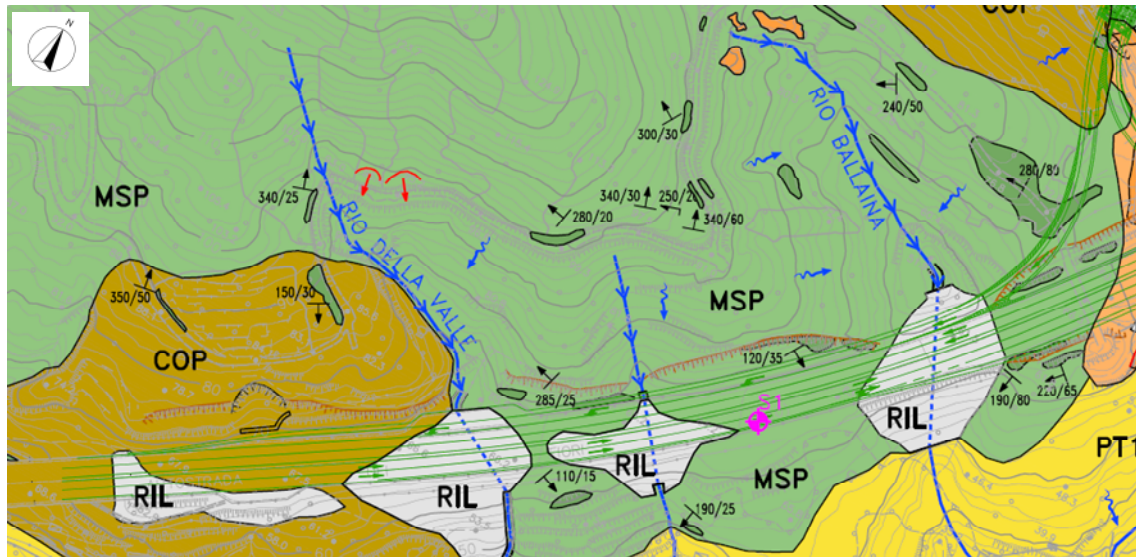


Figura 5.1 – Planimetria ramo Casello – Ventimiglia

5.1 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

DISC Discarica di Bossarino: materiali misti di abbancamento

RITOMBAMENTO

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

RIPORTI

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

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

C Terreni di riporto di livellamento locale del piazzale

RILEVATI

RIL Rilevati autostradali e stradali

DEPOSITI ALLUVIONALI

AR Depositi alluvionali recenti (Quaternario recente)

AT Depositi alluvionali ferrazzati (Quaternario medio-recente)

DEPOSITI PLEISTOCENICI

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

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

COPERTURA

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

METASEDIMENTI PERMIANI

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

ELEMENTI LINEARI E PUNTUALI

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

300/45 Giacitura stratificazione e/o scistosità principale

140/80 Giacitura sub-verticale

410/0 Immersione asse di piega

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

P Pozzo ad uso irriguo

Figura 5.2 – Stralcio di carta geologica

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

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

| Descrizione geologica (codice) | Descrizione geotecnica | γ (kN/m ³) | ϕ' (°) | c' (kPa) | E'_{25} (MPa) |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|----------------|---------------|--------------------|
| 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 5-1 – Parametri geomeccanici caratteristici

5.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

5.2.1 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.

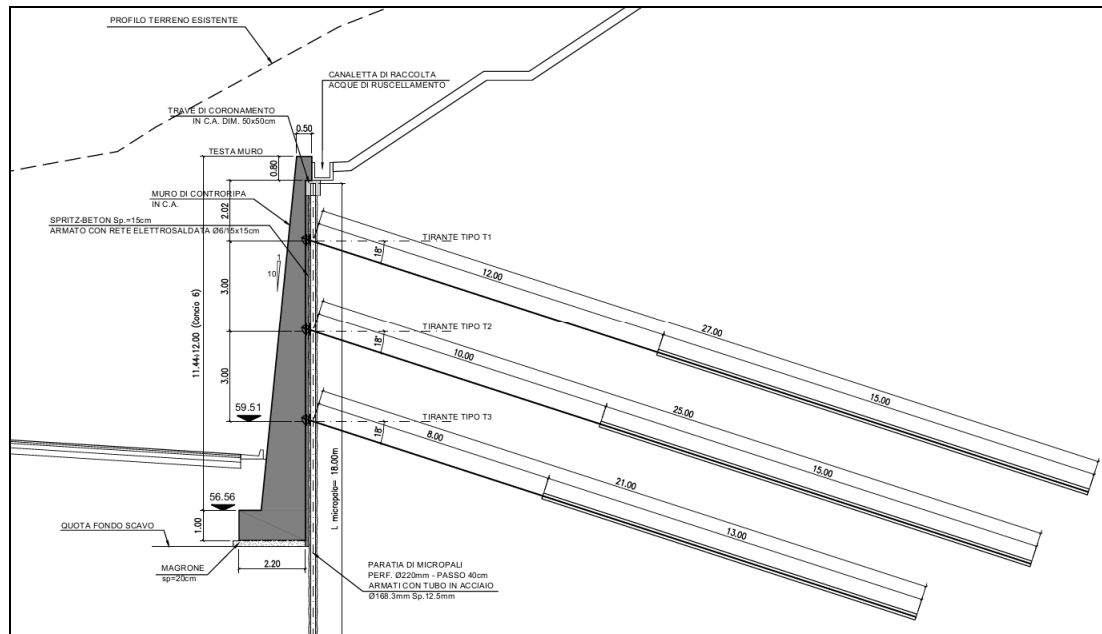


Figura 5.3 – Sezione tipologica berlinese multi-tirantata rivestita da un muro di placcaggio

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

5.2.2 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.

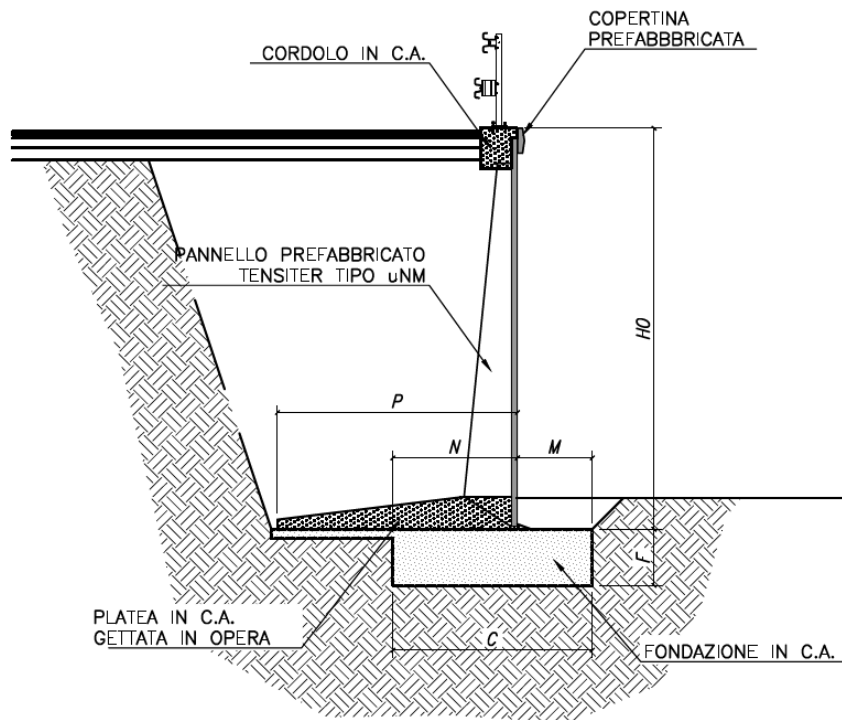


Figura 5.4 –Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo “uNM”

6. RAMO VENTIMIGLIA – CASELLO

Trattasi della rampa di uscita dall'Autostrada dei Fiori A10 direzione Casello, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+255.23 fino alla PK 01+099.02.

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 "uTM" e "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.

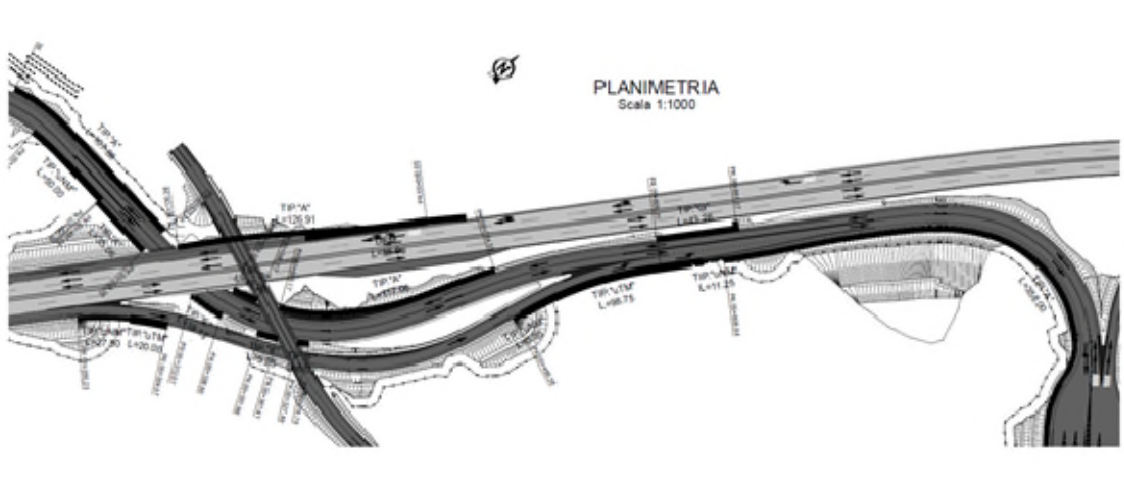


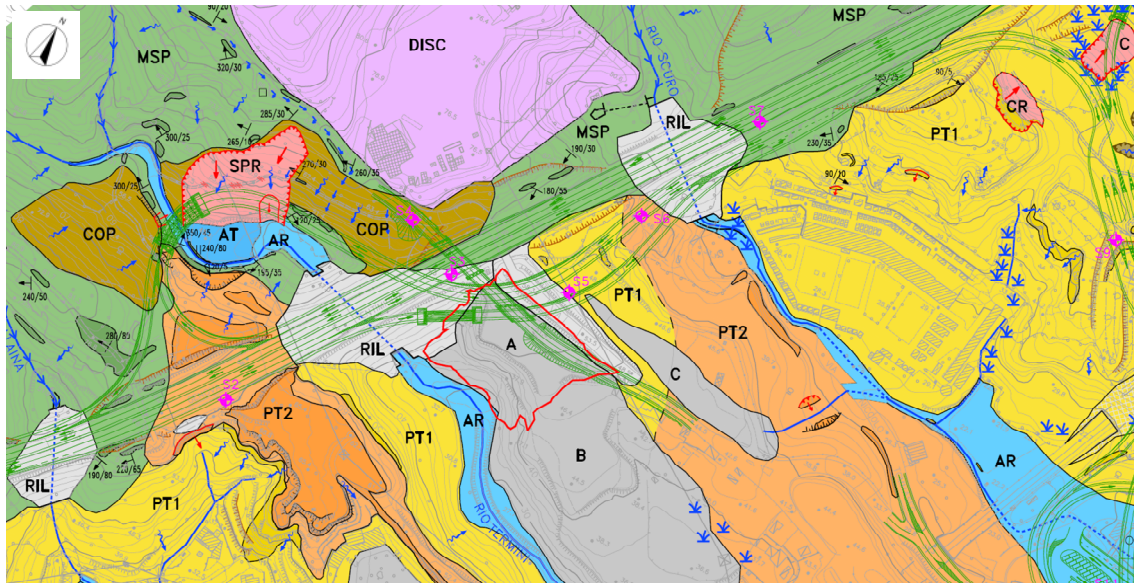
Figura 6.1 – Planimetria ramo Casello – Ventimiglia

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Il tratto di svincolo, che collega la carreggiata dell'Autostrada in direzione Genova e la collega al casello in progetto, attraversa: per lo più la zona in cui subaffiorano i metasedimenti permiani, in particolare nel lato Ventimiglia; la parte lato Genova, invece percorre per lo più i depositi pleistocenici e in alcuni tratti il rilevato autostradale passando anche in terreni di riporto di rifiuti, che verrà sottoposto alle opportune bonifiche, eseguite secondo Normativa.

Dal punto di vista geomorfologico, partendo da ovest verso est questo tratto di svincolo attraversa: la vallecchia del Rio Ballaina; depositi di origine antropica, come il rilevato autostradale esistente (intercettato in due punti), il rilevato dell'attuale strada Bossarino e una zona in cui è stato accumulato del materiale proveniente da riporti di scavo delle opere nelle vicinanze e da rifiuti di natura sconosciuta allo stato attuale; la

vallecola del Rio Scuro e infine il tratto in trincea artificiale scavato durante la costruzione dell'autostrada.



ELEMENTI GEOLOGICI

DISCARICA

DISC Discarica di Bossarino: materiali misti di abbancamento

RITOMBAMENTO

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

RIPORTI

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

B Terreni ripartati 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 fra 5m e 15m

C Terreni di riporto di livellamento locale del piazzale

RILEVATI

RIL Rilevati autostrali e stradali

DEPOSITI ALLUVIONALI

AR Depositi alluvionali recenti (Quaternario recente)

AT Depositi alluvionali terrazzati (Quaternario medio-recente)

DEPOSITI PLEISTOCENICI

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

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

COPERTURA

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

METASEDIMENTI PERMIANI

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

ELEMENTI LINEARI E PUNTUALI

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

30/45 Giacitura stratificazione e/o scistosità principale

240/00 Giacitura sub-verticale

40/0 Immersione asse di piega

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

P Pozzo ad uso irriguo

Figura 6.2 – Stralcio di carta geologica

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

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

| Descrizione geologica (codice) | Descrizione geotecnica | γ (kN/m ³) | ϕ' (°) | c' (kPa) | E'_{25} (MPa) |
|--|---|----------------------------------|----------------|---------------|--------------------|
| Rilevati (RIL) | Ghiaia sabbioso limosa, addensata | 19-20 | 34-36 | 0-2 | 50-80 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT1) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, alterati poco consistenti | 17-18 | 21-22 | 5-10 | 15-20 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT2) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, mediamente consistenti | 18.5-19.5 | 23-25 | 10-15 | 30-60 |
| 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 è prevista una berlinese multi-tirantata identificata dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+606.64 / PK 01+099.02;

Tale opera è costituita 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 2.8 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 2 ordine.

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

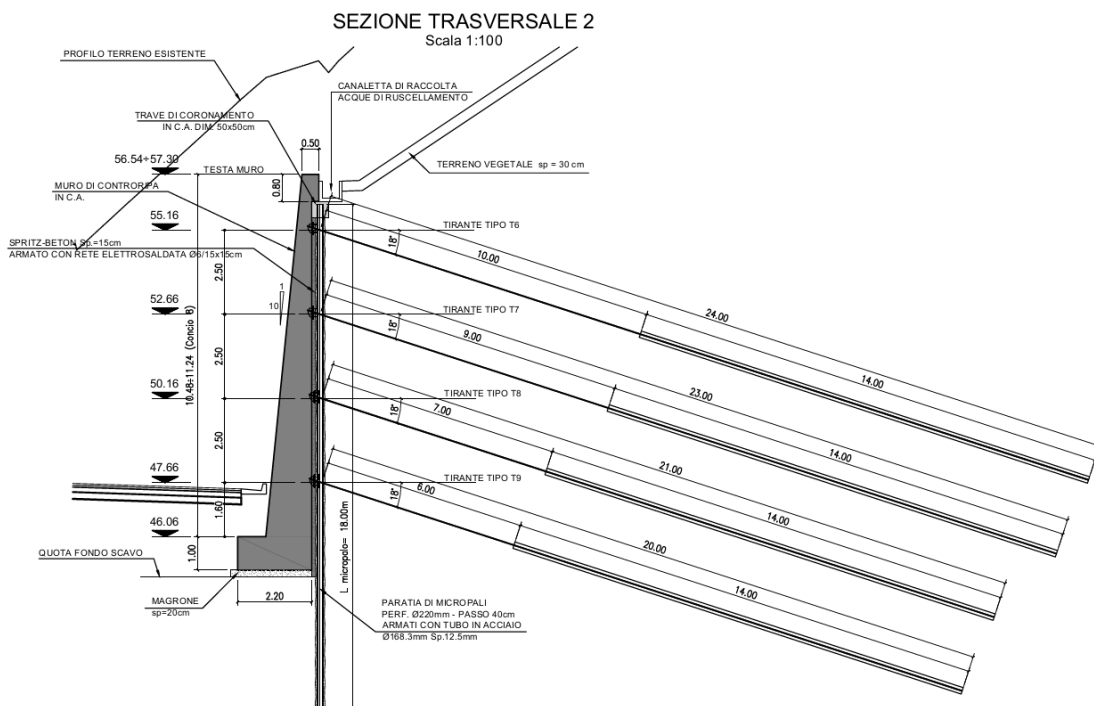


Figura 6.3 – Sezione tipologica berlinese multi-tirantata rivestita da un muro di placcaggio

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

6.2.2 MURI PREFABBRICATI

Nel ramo in oggetto sono previsti due muri prefabbricati di tipo “uNM” e “uTM” identificati dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+255.23 / PK 00+304.57;
- PK 00+489.36 / PK 00+606.64;

Tali opere sono costituite da elementi prefabbricati “Tensiter” che presentano altezza variabile: $H = 4.60 / 8.97$ m e spessore fondazione variabile: $H = 1.50 / 0.85$ 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.

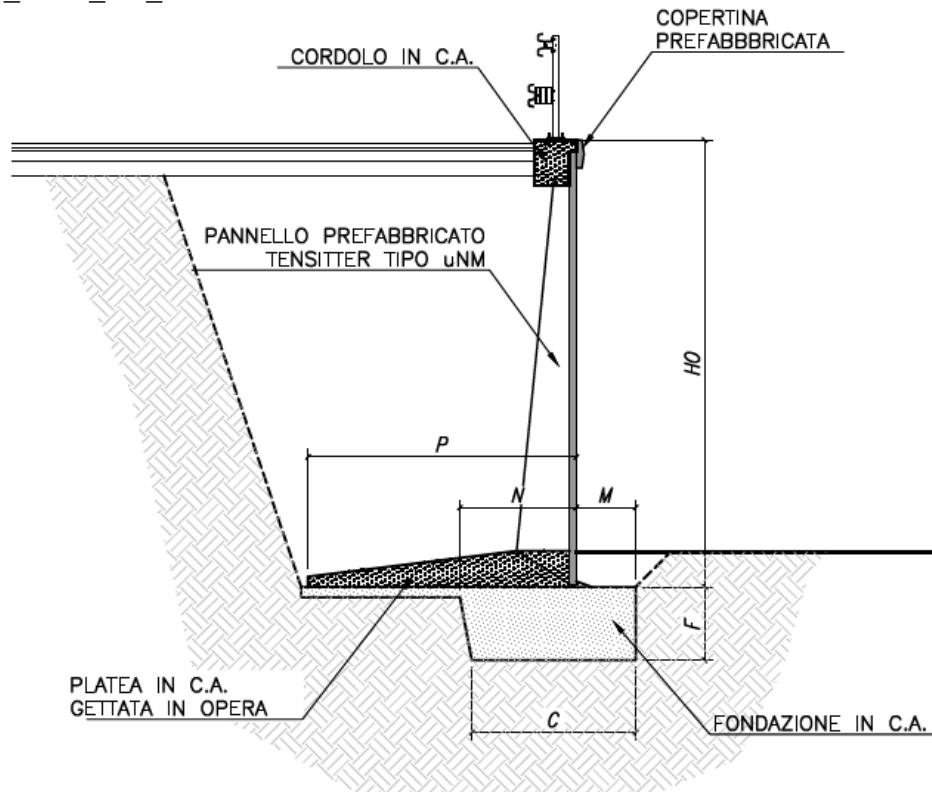


Figura 6.4 –Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo "uNM"

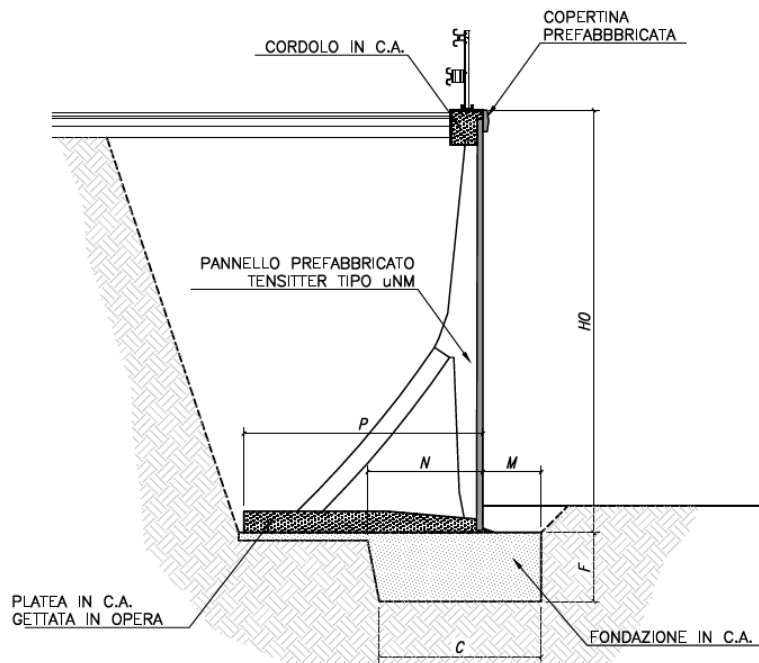


Figura 6.5 –Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo "uNM"

7. RAMO CASELLO – VADO LIGURE

Trattasi della rampa di uscita dal Casello direzione Vado Ligure, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+032.55 fino alla PK 00+098.52.

Le opere previste in questo ramo sono principalmente di due categorie: là dove le condizioni geologiche e morfologiche locali richiedono la realizzazione di profili sono previsti muri di sostegno gettati in opera; là dove invece è localmente possibile si è previsto il ricorso a muri di tipo prefabbricato di tipo “uTM” e “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.

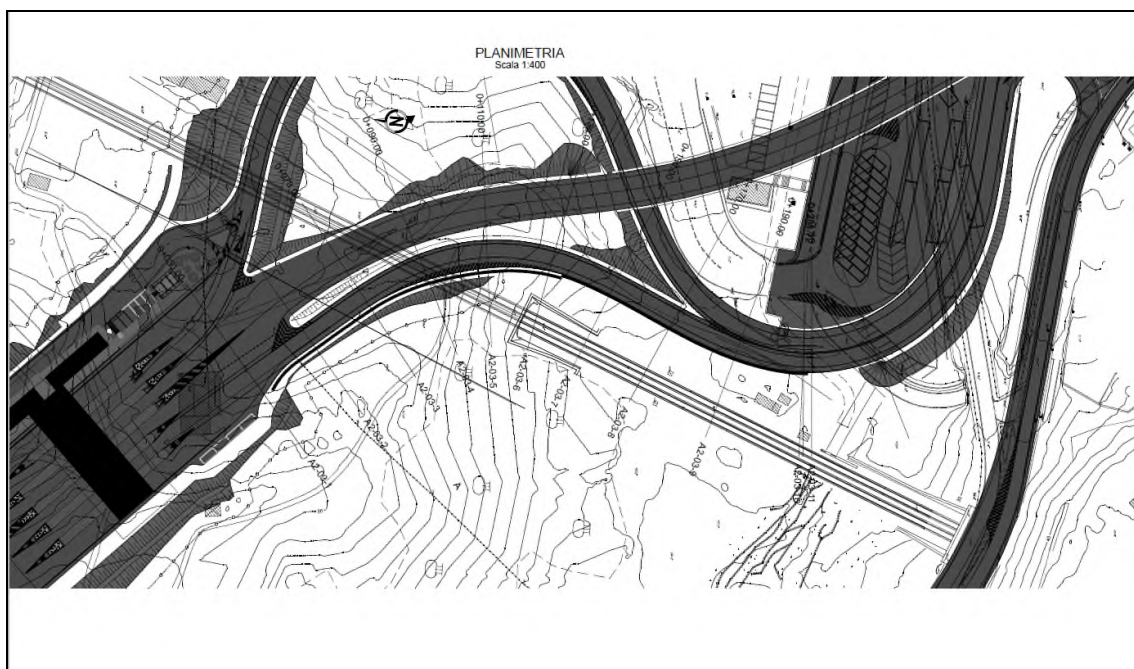
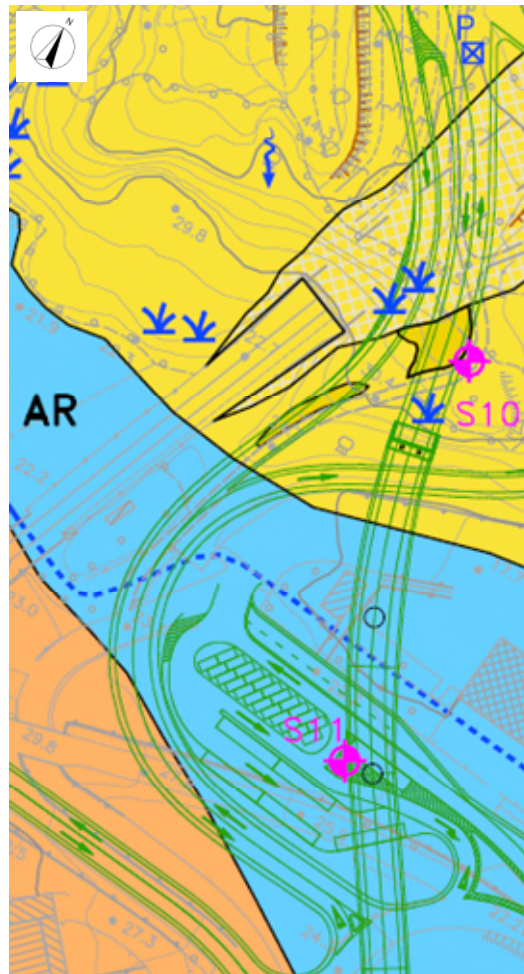


Figura 7.1 – Planimetria ramo Casello – Vado Ligure

7.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Il tratto di svincolo, che collega Vado Ligure al casello in progetto percorre per lo più i depositi pleistocenici e una parte di terreni alluvionali di formazione quaternaria.

Dal punto di vista geomorfologico, quest'area è collocata in un'area antropizzata, in cui vi troviamo anche il tratto tombinato del Rio Scuro.



ELEMENTI GEOLOGICI

DISCARICA

DISC Discarica di Bossarino: materiali misti di abbancamento

RITOMBAMENTO

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

RIPORTI

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

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

C Terreni di riporto di livellamento locale del piazzale

RILEVATI

RIL Rilevati autostradali e stradali

DEPOSITI ALLUVIONALI

AR Depositi alluvionali recenti (Quaternario recente)

AT Depositi alluvionali terrazzati (Quaternario medio-recente)

DEPOSITI PLEISTOCENICI

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

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

COPERTURA

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

METASEDIMENTI PERMIANI

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

ELEMENTI LINEARI E PUNTUALI

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

SW/e Giacitura stratificazione e/o scistosità principale

SW/VE Giacitura sub-verticale

SW/S Immersione asse di piega

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

P Pozzo ad uso irriguo

Figura 7.2 – Stralcio di carta geologica

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle

caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dall'opera oggetto di studio.

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

| Descrizione geologica (codice) | Descrizione geotecnica | γ (kN/m ³) | ϕ' (°) | c' (kPa) | E'_{25} (MPa) |
|--|---|-------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| Rilevati (RIL) | Ghiaia sabbioso limosa, addensata | 19-20 | 34-36 | 0-2 | 50-80 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT1) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, alterati poco consistenti | 17-18 | 21-22 | 5-10 | 15-20 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT2) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, mediamente consistenti | 18.5-19.5 | 23-25 | 10-15 | 30-60 |

Tabella 7-1 – Parametri geomeccanici caratteristici

7.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

7.2.1 MURI GETTATI IN OPERA

Nel ramo in oggetto è prevista un muro gettato in opera identificato dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+032.55 / PK 00+134.20;

Tale opera è costituita da un muro a mensola armato che presenta un'altezza variabile: $H = 5.10 / 2.70$ m; ed uno spessore della fondazione costante e pari a: $H = 0.70$ m.

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



Figura 7.3 – Sezione tipologica muro gettato in opera

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

7.2.2 MURI PREFABBRICATI

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

- PK 00+098.52 / PK 00+134.20;

Tale opera è costituita da elementi prefabbricati “Tensiter” che presentano altezza variabile: $H = 8.70 / 1.30$ m e spessore fondazione variabile: $H = 1.50 / 0.40$ m.

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

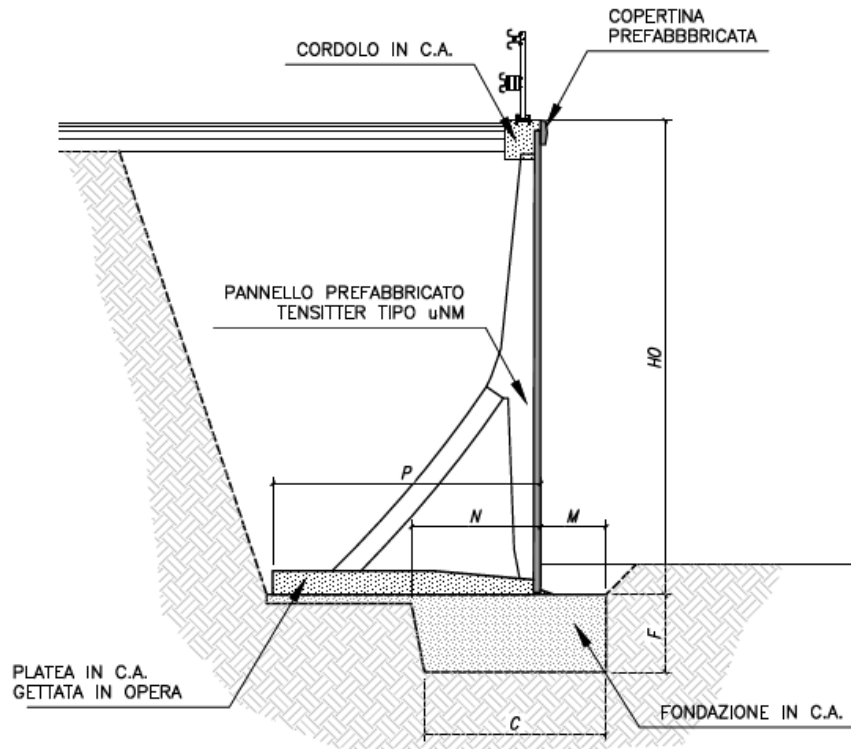


Figura 7.4 – Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo “uTM”

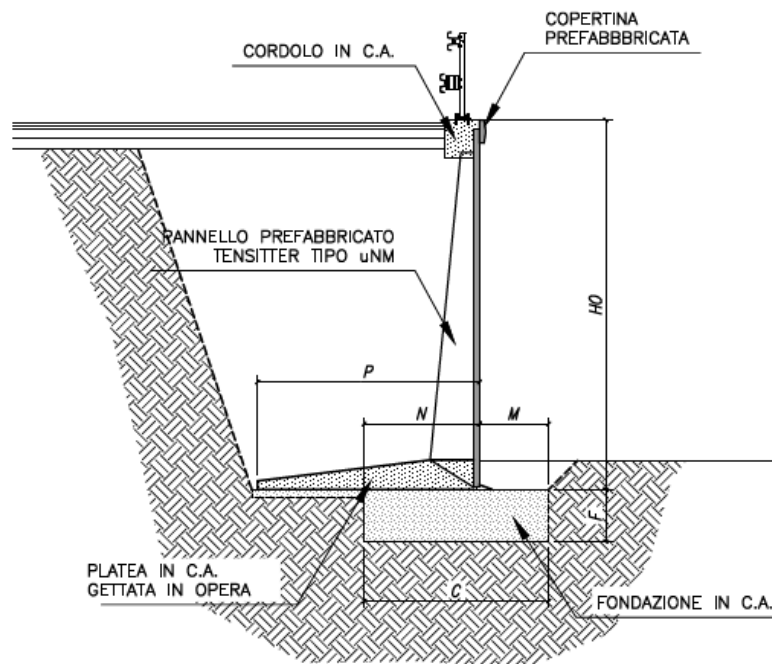


Figura 7.5 – Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo “uNM”

8. RAMO VADO LIGURE – CASELLO

Trattasi della rampa di uscita da Vado Ligure direzione Casello, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+036.59 fino alla PK 00+289.46.

Le opere previste in questo ramo sono principalmente di due categorie: là dove le condizioni geologiche e morfologiche locali richiedono la realizzazione di profili sono previsti muri di sostegno gettati in opera; là dove invece è localmente possibile si è previsto il ricorso a muri di tipo prefabbricato di tipo “uTM” e “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.

Dal lato opposto della carreggiata è prevista la realizzazione di una barriera antirumore che sarà fissata su di un cordolo in c.a. con fondazione su micropali.

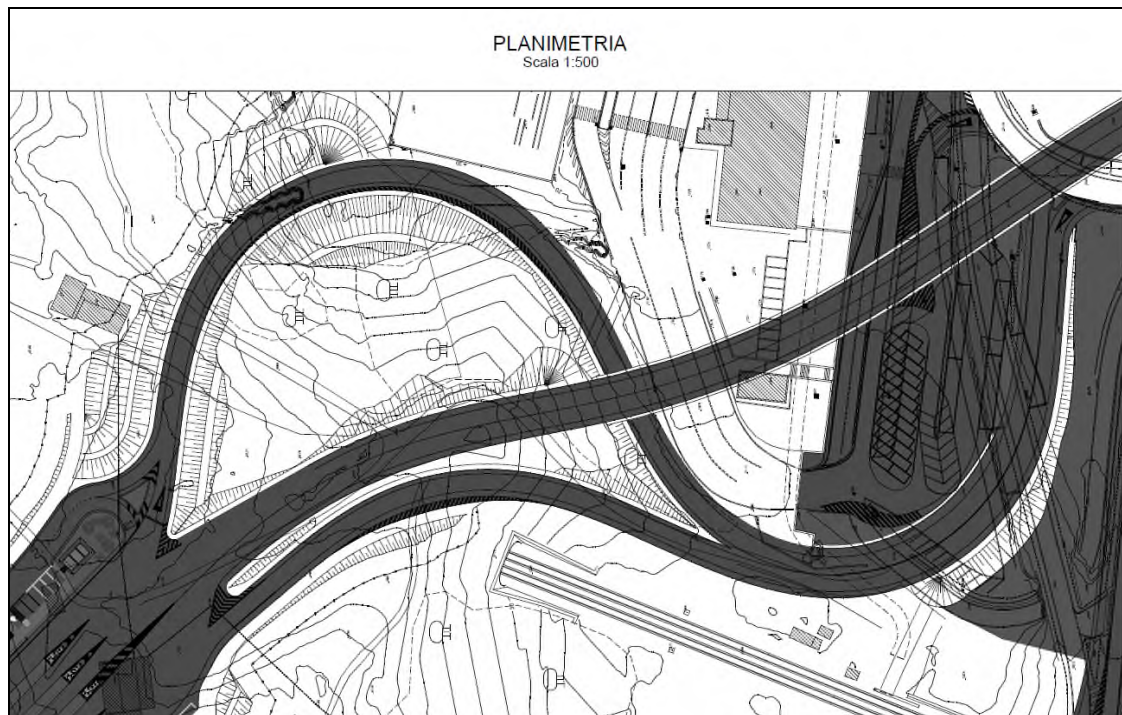
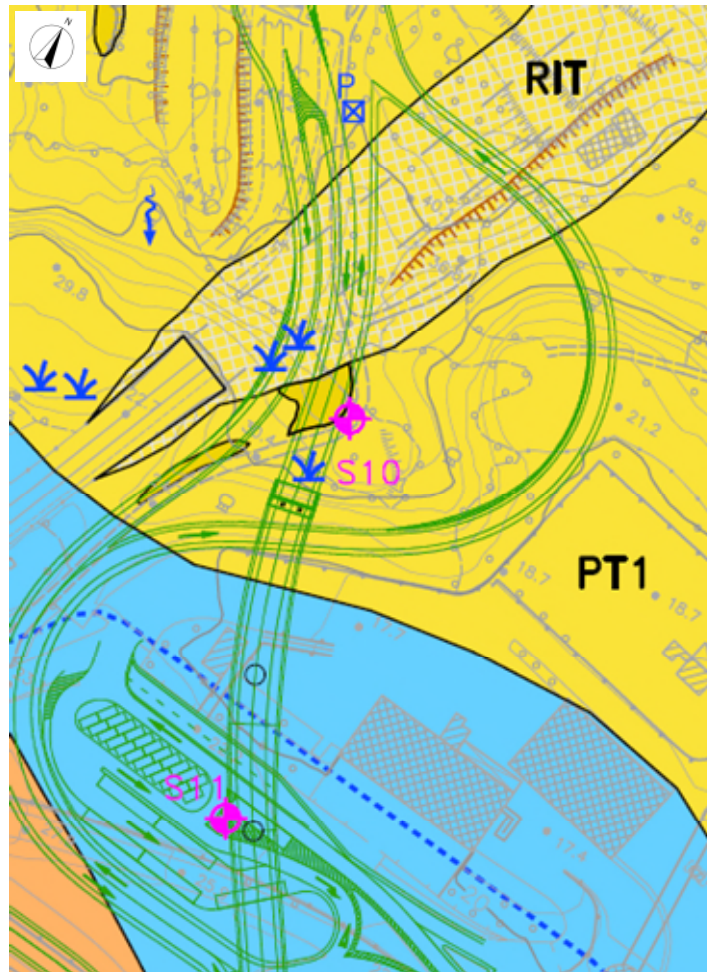


Figura 8.1 – Planimetria ramo Vado Ligure – Casello

8.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Il tratto di svincolo, che collega il casello in progetto a Vado Ligure percorre per lo più i depositi pleistocenici e una parte di terreni alluvionali di formazione quaternaria.

Dal punto di vista geomorfologico, quest'area è collocata in un'area antropizzata, in cui vi troviamo anche il tratto tombinato del Rio Scuro.



ELEMENTI GEOLOGICI

DISCARICA

DISC Discarica di Bossarino: materiali misti di abbancamento

RITOMBAMENTO

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

RIPORTI

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

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

C Terreni di riporto di livellamento locale del piazzale

RILEVATI

RIL Rilevati autostradali e stradali

DEPOSITI ALLUVIONALI

AR Depositi alluvionali recenti (Quaternario recente)

AT Depositi alluvionali terrazzati (Quaternario medio-recente)

DEPOSITI PLEISTOCENICI

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

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

COPERTURA

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

METASEDIMENTI PERMIANI

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

ELEMENTI LINEARI E PUNTUALI

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

300/0.1 Giacitura stratificazione e/o scistosità principale

240/00 Giacitura sub-verticale

020/0 Immersione asse di piega

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

P Pozzo ad uso irriguo

Figura 8.2 – Stralcio di carta geologica

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

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

| Descrizione geologica (codice) | Descrizione geotecnica | γ (kN/m³) | ϕ' (°) | c' (kPa) | E'_{25} (MPa) |
|--|---|---|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Depositi pleistocenici di delta (LPT1) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, alterati poco consistenti | 17-18 | 21-22 | 5-10 | 15-20 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT2) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, mediamente consistenti | 18.5-19.5 | 23-25 | 10-15 | 30-60 |

Tabella 8-1 – Parametri geomeccanici caratteristici

8.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

8.2.1 MURI PREFABBRICATI

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

- PK 00+00+036.59 / PK 00+289.46;

Tale opera è costituita da elementi prefabbricati “Tensiter” che presentano altezza variabile: H = 13.00 / 4.50 m e spessore fondazione variabile: H = 2.15 / 0.75 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.

Le geometrie dei muri prefabbricati sono mostrate nelle figure a seguire:

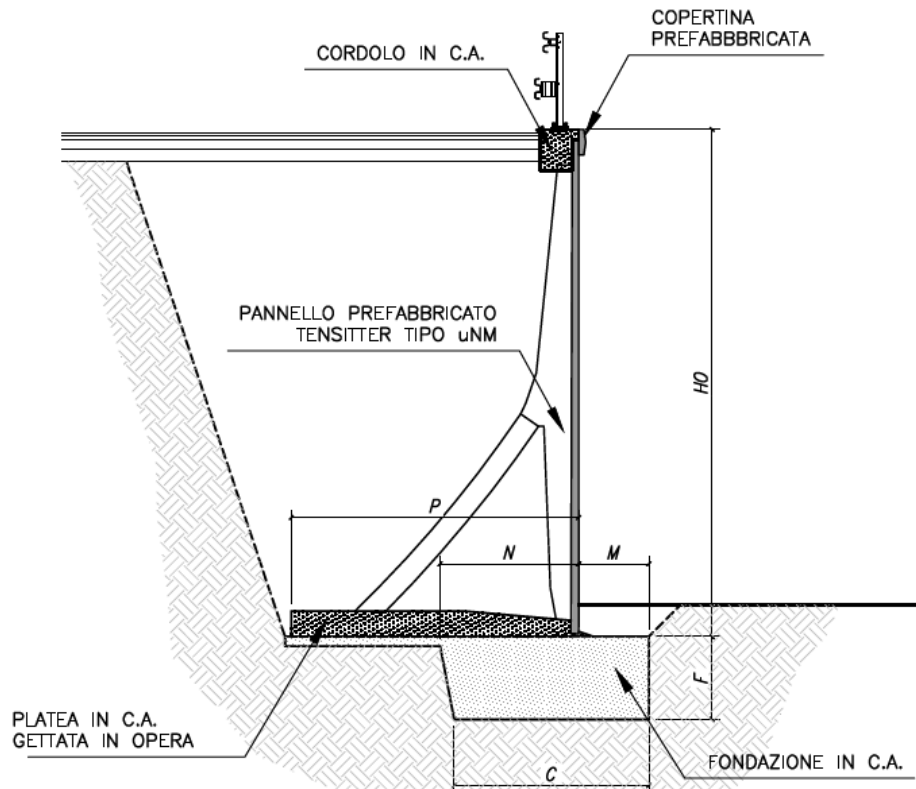


Figura 8.3 –Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo "uTM"

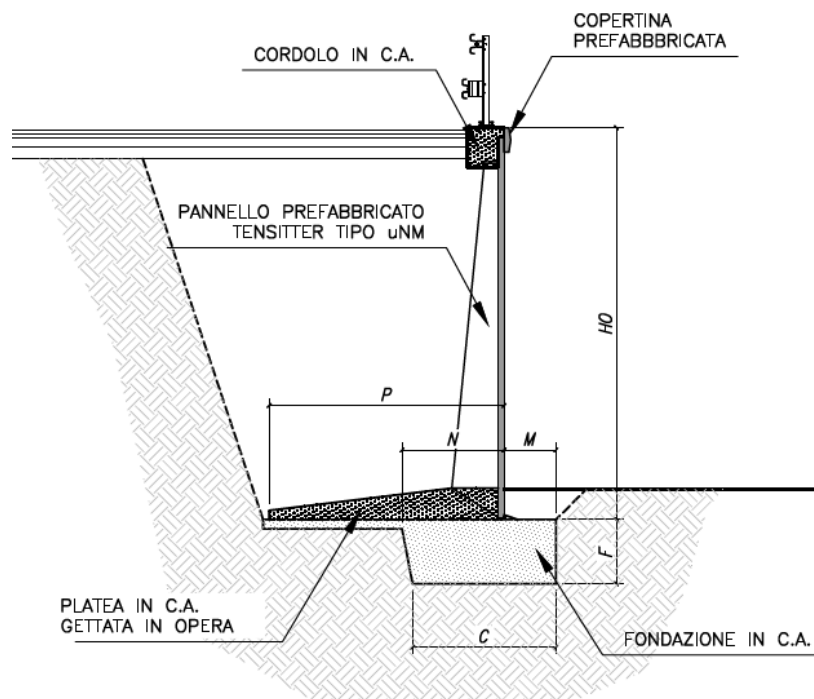


Figura 8.4 –Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo "uNM"

8.2.2 CORDOLO CON FONDAZIONE SU MICROPALI

Nel ramo in oggetto è prevista un cordolo in c.a. con fondazione su micropali identificato dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+098.52 / PK 01+188.88;

Tale opera è costituita da micropali, che presentano le seguenti caratteristiche:

- Diametro di perforazione dei micropali: $\Phi = 220 \text{ mm}$;
- Armatura tubolare $\Phi_N = 168.3 \text{ mm} / s = 12.5 \text{ mm} / \text{Acciaio S355}$;
- Lunghezze micropalo da 12.0 m / n. 2 micropali a interasse = 0.80 m;

Di seguito si riporta un profilo tipologico dell'opera suddetta.

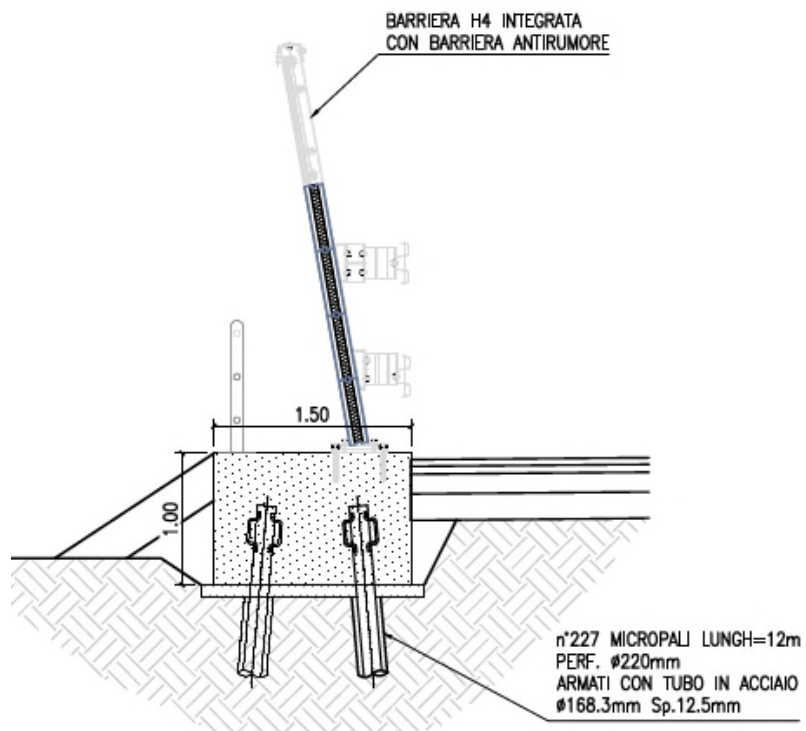


Figura 8.5 – Sezione tipologico cordolo su micropali

8.2.3 MURO GETTATO IN OPERA SU PALI

Nel ramo in oggetto è previsto un muro sottoscarpa gettato in opera localizzato in prossimità della spalla B del ponte “Aurelia Bis”

Il muro è caratterizzato da:

- Ciabatta di fondazione di altezza pari a 1.5 m e larghezza di 8.4 m;
- Paramento di altezze variabili tra 10.96 m e 11.38 m escluso lo spessore della ciabatta di fondazione;
- Pali trivellati diametro 1000 mm, interasse 3.0 m e lunghi 40 m.

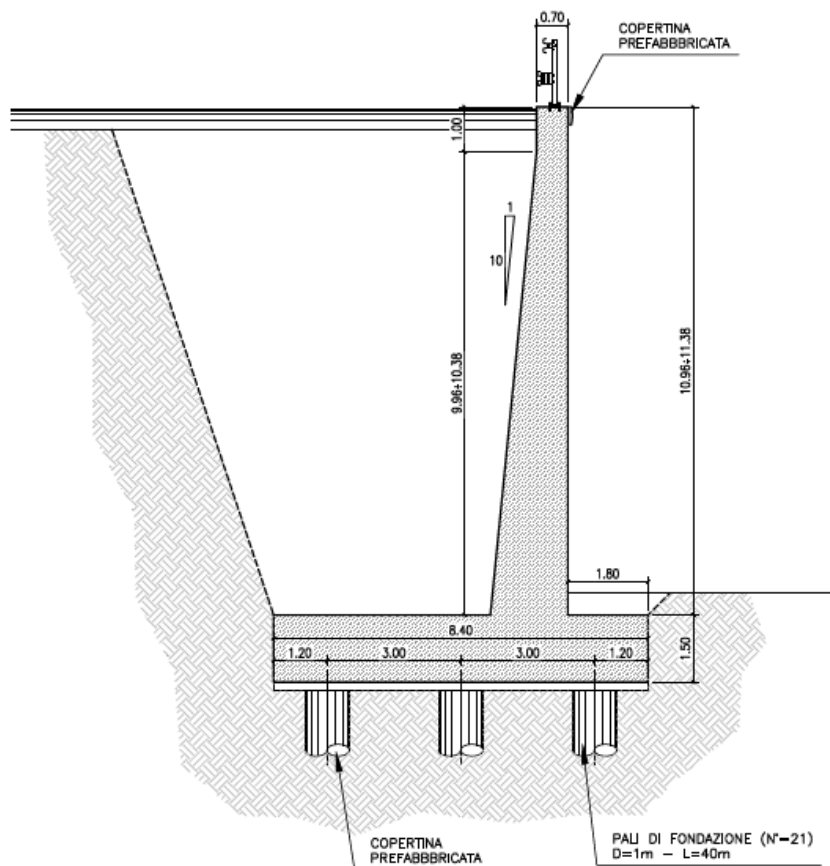


Figura 8.6 – Sezione tipologico muro in c.a. sottoscarpa su pali

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

9. RAMO GENOVA – CASELLO

Trattasi della rampa di uscita dall'Autostrada dei Fiori A10 a partire da Genova in direzione Casello, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+000.00 fino alla PK 00+851.37.

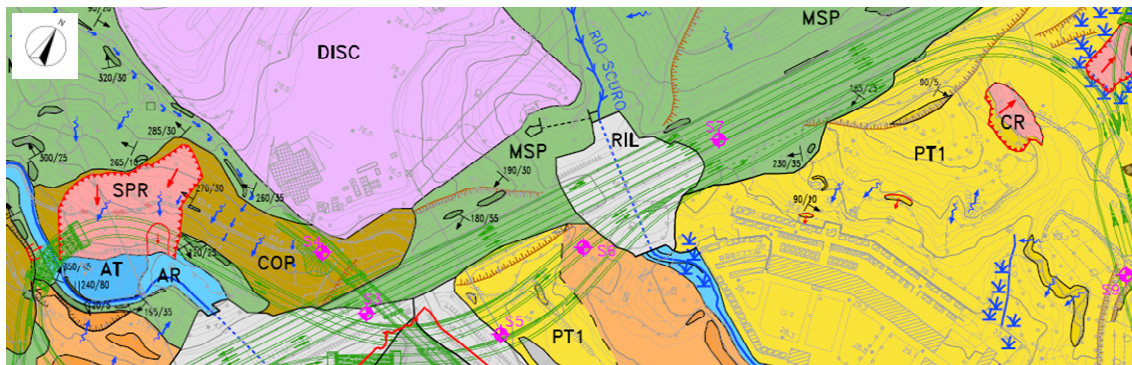
Data la complessità del ramo e l'eterogeneità delle opere previste, ai fini progettuali si è suddiviso il ramo in più tratti, caratterizzato ciascuno dalla realizzazione di opere differenti in funzione della necessità geologiche e morfologiche dell'area. Nel dettaglio i tratti sopra definiti:

- Tratto *Svincolo – Ponte Bossarino 1* – PK 00+000.00 / PK 00+130.36;
- Tratto *Ponte Bossarino 1 – Sottovia* – PK 00+394.51 / PK 00+525.36;
- Tratto *Sottovia – Casello* – PK 00+525.36 / PK 00+851.37.

9.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Il tratto di svincolo, che collega il casello con la carreggiata in direzione Genova, attraversa: per lo più la zona in cui subaffiorano i metasedimenti permiani, in particolare nel lato Ventimiglia, in alcuni tratti le coperture detritiche sopra di essi; la parte lato Genova, invece percorre per lo più i depositi pleistocenici e in alcuni tratti il rilevato autostradale.

Dal punto di vista geomorfologico, partendo da ovest verso est questo tratto di svincolo attraversa: una frana, attribuibile ad uno scivolamento planare-rotazionale, e avvenuta durante il mese di novembre 2019 in seguito alle intense precipitazioni; depositi di origine antropica, come il rilevato autostradale esistente (intercettato in due punti), il rilevato dell'attuale strada Bossarino e una zona in cui è stato accumulato del materiale proveniente da riporti di scavo delle opere nelle vicinanze e da rifiuti di natura sconosciuta allo stato attuale; la vallecchia del Rio Scuro e infine il tratto in trincea artificiale scavato durante la costruzione dell'autostrada.



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'izia (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 fra 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 terrazzati (Quaternario medio-recente) |  | Sondaggio geognostico a carotaggio continuo realizzato per il Progetto Definitivo (2019) |
| | |  | Pozzo ad uso irriguo |

Figura 9.1 – Stralcio di carta geologica

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

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

| Descrizione geologica (codice) | Descrizione geotecnica | γ (kN/m ³) | ϕ' (°) | c' (kPa) | E'_{25} (MPa) |
|--|---|----------------------------------|----------------|---------------|--------------------|
| Rilevati (RIL) | Ghiaia sabbioso limosa, addensata | 19-20 | 34-36 | 0-2 | 50-80 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT1) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, alterati poco consistenti | 17-18 | 21-22 | 5-10 | 15-20 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT2) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, mediamente consistenti | 18.5-19.5 | 23-25 | 10-15 | 30-60 |
| 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 9-1 – Parametri geomeccanici caratteristici

9.2 TRATTA SVINCOLO – PONTE BOSSARINO 1

La porzione analizzata, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+000.00 fino alla PK 00+130.36 richiede la realizzazione di uno sbancamento considerevole pertanto sono previsti muri di controripa costituiti da berlinesi tirantate di tipo definitivo con un rivestimento in c.a. a valle.

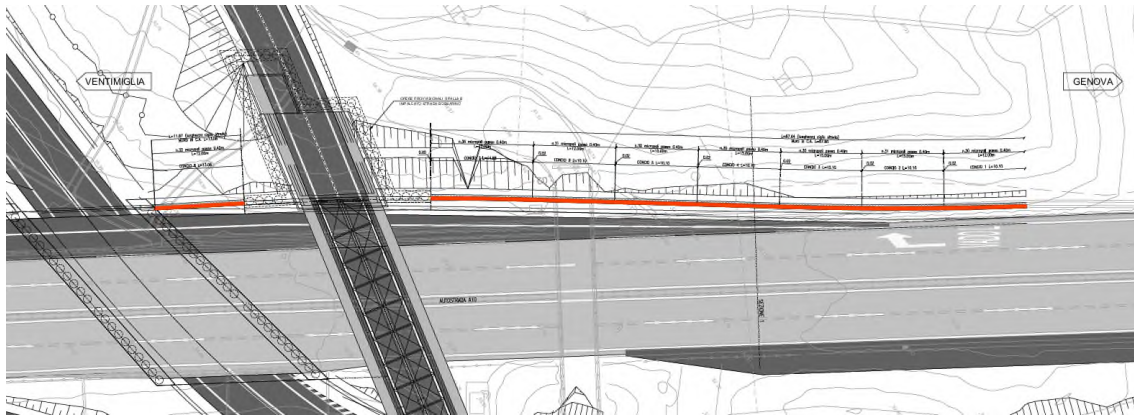


Figura 9.2 – Planimetria ramo Genova – Casello_da svincolo a ponte Bossarino 1

9.2.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

9.2.1.1 BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO

Nel ramo in oggetto è prevista una berlinese multi-tirantata identificata dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+000.00 / PK 00+130.36;

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

- Diametro di perforazione dei micropali: $\Phi = 220 \text{ mm}$;
- Armatura tubolare $\Phi_N = 168.3 \text{ mm} / s = 12.5 \text{ mm} / \text{Acciaio S355}$;
- Lunghezze micropalo da 9.0 m a 15.0 m / interasse = 0.40 m;
- Tiranti permanenti di tipo passivo Gewi Threadbar $\Phi_N = 32 \text{ mm} / \text{interasse da } 2.0 \text{ m} / \text{inclinazione} = 18^\circ / \text{Acciaio B500B}$;
- Travi di ripartizione N.2 HEA140 Acciaio S275.

L'altezza massima del muro di controripa è di 8.50 m e la soluzione adottata prevede la realizzazione di paratie tirantate da un massimo di 3 ordini di tiranti fino ad un minimo di 1 ordine.

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

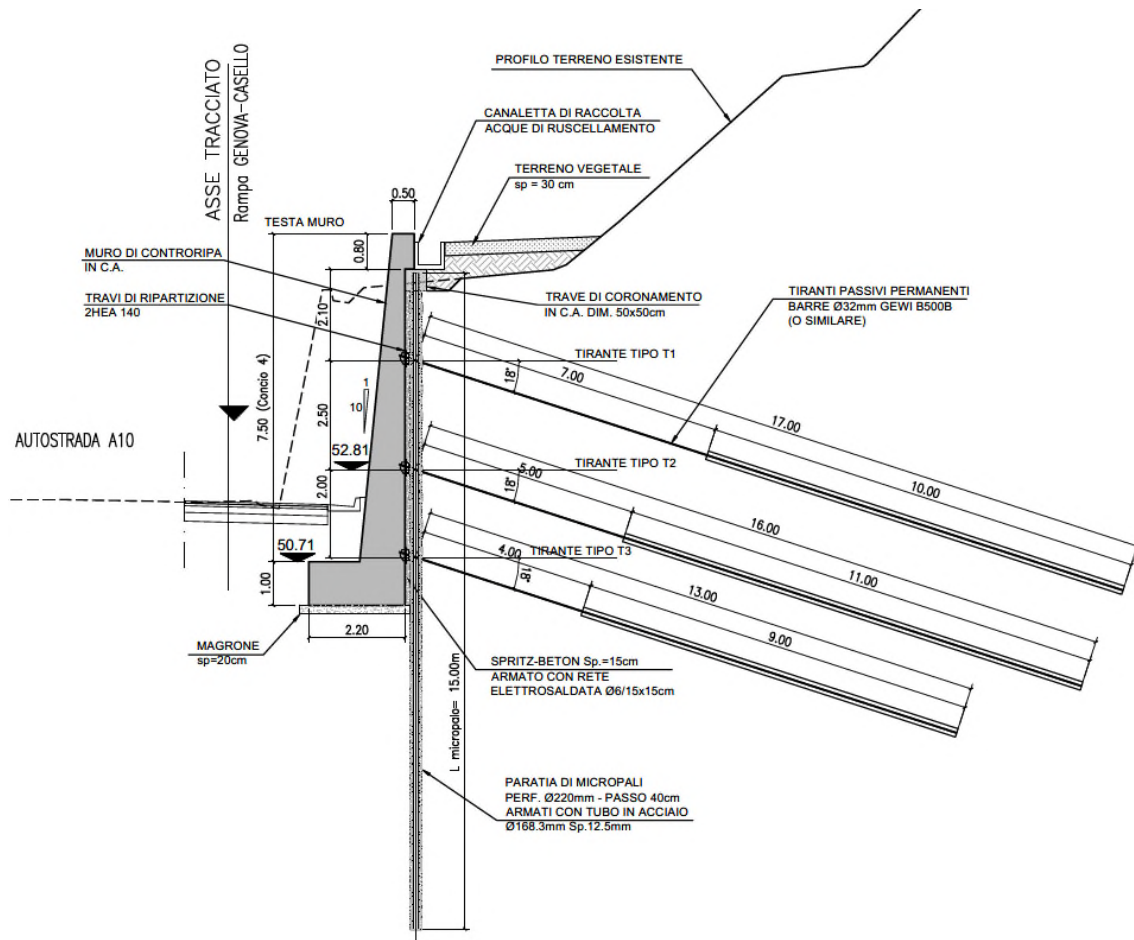


Figura 9.3 – Sezione tipologica berlinese multi-tirantata rivestita da un muro di placcaggio

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

9.3DA PONTE BOSSARINO 1 – SOTTOVIA

Nella porzione analizzata, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+394.51 fino alla PK 00+525.36, le opere a sostegno degli scavi a monte della piattaforma stradale sono costituite da paratie di pali definitive che presentano più sistemi di vincolo costituiti da tiranti attivi in trefoli.

La scelta di realizzare paratie di pali nasce dalle problematiche geologiche e geomorfologiche dell'area in esame, in cui è presente una frana che coinvolge direttamente una parte delle opere di sostegno in oggetto. Nella seguente figura si evidenziano il tratto in esame e la posizione della frana (in rosso).

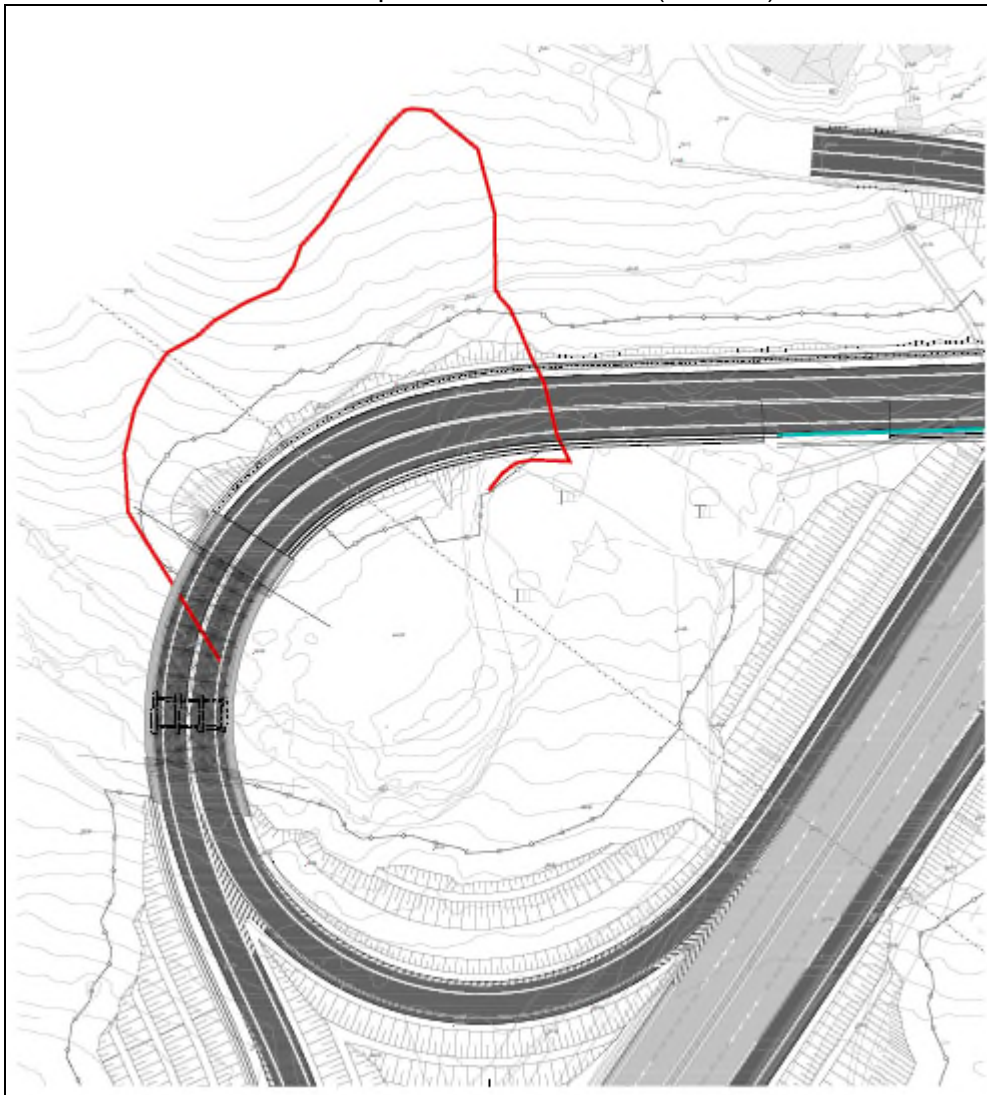


Figura 9.4 – Planimetria ramo Genova – Casello_da Ponte Bossarino1 a Sottovia

9.3.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

9.3.1.1 PARATIE DI PALI

La necessità di passare ad opere meno deformabili rispetto alle berlinesi di micropali deriva dalla presenza di una frana che coinvolge la maggior parte delle opere di sostegno presenti in questo tratto.

La lunghezza libera dei tiranti è stata definita in funzione della posizione del contatto tra il corpo frana e il terreno stabile.

Le paratie sono rivestite con una veletta che ha funzione puramente estetica; tale opera sarà realizzata in modo da garantire la manutenzione dei tiranti.

La paratia è realizzata con pali di medio diametro, tiranti attivi e travi di ripartizione con le seguenti caratteristiche geometriche:

- Diametro dei pali: $\Phi = 800$ mm;
- Lunghezze dei pali da 10.0 m a 19.0 m / interasse = 0.90 m;
- Tiranti attivi a 6 trefoli 6" con interasse longitudinale di 2.7 m e interasse verticale di 2.0 m; perforazione 160 mm, inclinazione rispetto all'orizzontale di 20°;
- Travi di ripartizione N.2 HEB180 Acciaio S275.

A valle della paratia di pali, al fine di contenere il rilevato stradale su cui poggerà il futuro impalcato, è necessaria l'esecuzione di un muro gettato in opera e fondato su pali. La scelta di fondazioni profonde è necessaria al fine di garantire la stabilità del muro e raggiungere strati più competenti (scisti) posti in profondità. Il muro presenta pali lunghi 20 m, di diametro 800 mm, disposti a maglia quadrata con interasse 2.4 m.

Il paramento del muro ha una larghezza minima in testa pari a 0.7 m, mentre all'incastro con la fondazione raggiunge una larghezza pari a 1.67 m.

La ciabatta di fondazione presenta uno spessore di 1.5 m ed è lunga 8.8 m.

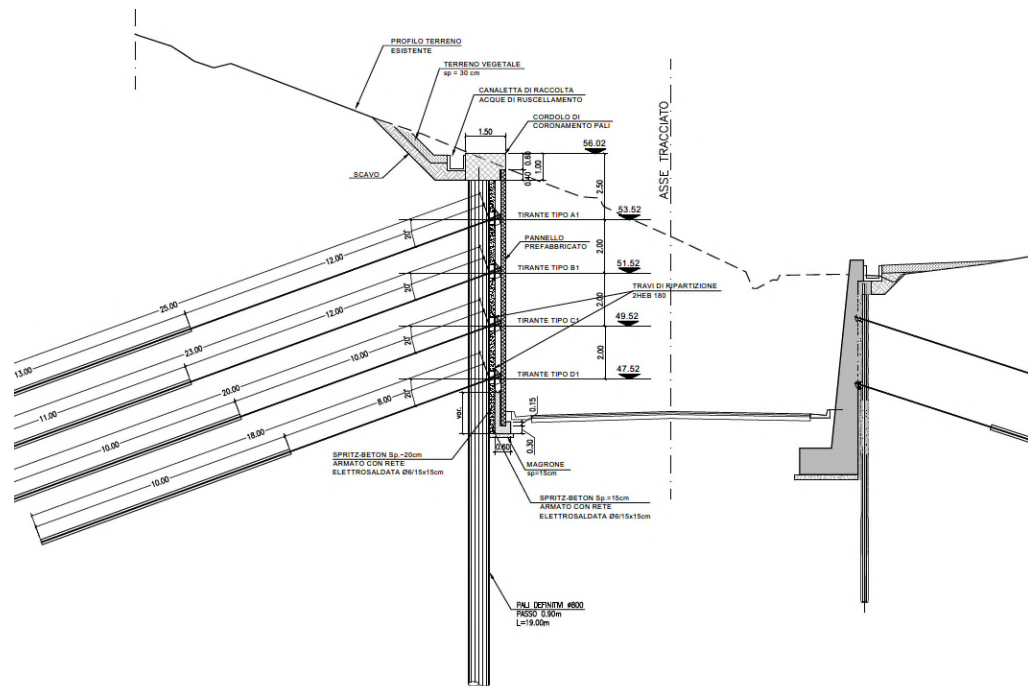


Figura 9.5 – Sezione tipologica ramo Genova – Casello_da Ponte Bossarino1 a Sottovia – Paratia di pali a monte

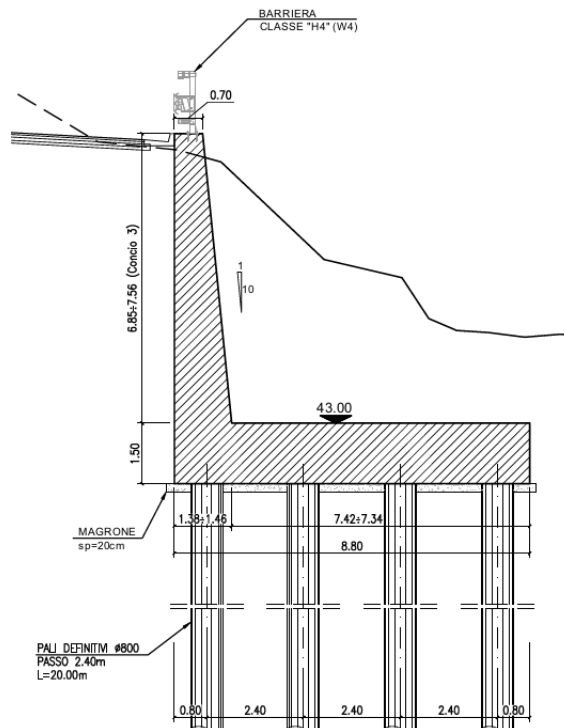


Figura 9.6 – Sezione tipologica ramo Genova – Casello_da Ponte Bossarino1 a Sottovia – Muro in c.a. a valle

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

9.4 TRATTA SOTTOVIA – CASELLO

La porzione analizzata, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+525.36 fino alla PK 00+851.37.

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, si è previsto il ricorso a muri gettati in opera.

Dalla fine del sottovia alla pila del *Ponte Strada Bossarino* è prevista una paratia di pali trivellati definitiva rivestita da un muro di placcaggio gettato in opera che si estende dalla PK 00+574.92 fino alla PK 00+589.77. Alle spalle della pila *Ponte Strada Bossarino* è invece prevista una paratia di pali trivellati provvisoria per garantire le fasi di realizzazione della pila in sicurezza. Sul ciglio opposta alla pila è prevista la realizzazione di un muro gettato in opera che si estende dalla PK 00+351.86 fino alla PK 00+378.78.

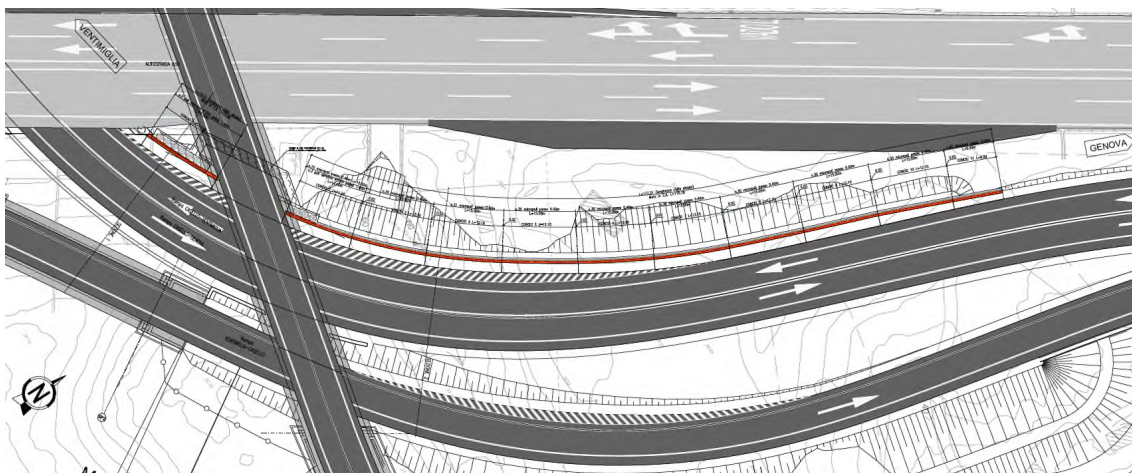


Figura 9.7 – Planimetria ramo Genova – Casello da sottovia a Casello

9.4.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

9.4.1.1 BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO

Nel ramo in oggetto è prevista una paratia di pali multi-tirantata definitiva che va dal sottovia fino alla pila del ponte Strada Bossarino 1. La posizione è identificata dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+574.92 / PK 00+589.77;

Tale opera è costituita da pali trivellati, tiranti passivi e travi di ripartizione che presentano le seguenti caratteristiche:

- Diametro dei pali: $\Phi = 1200$ mm;
- Armatura pali $\Phi = 22$ mm / Acciaio B450C;
- Lunghezze palo $L = 14.0$ m / interasse = 1.40 m;
- Tiranti permanenti di tipo passivo Gewi Threadbar $\Phi_N = 32$ mm / interasse da 2.8 m / inclinazione = 18° / Acciaio B500B;
- Travi di ripartizione N.2 HEA140 Acciaio S275.

L'altezza massima del muro di rivestimento è di 10.3 m e la soluzione adottata prevede l'installazione di tiranti passivi da 2 ordini di tiranti.

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

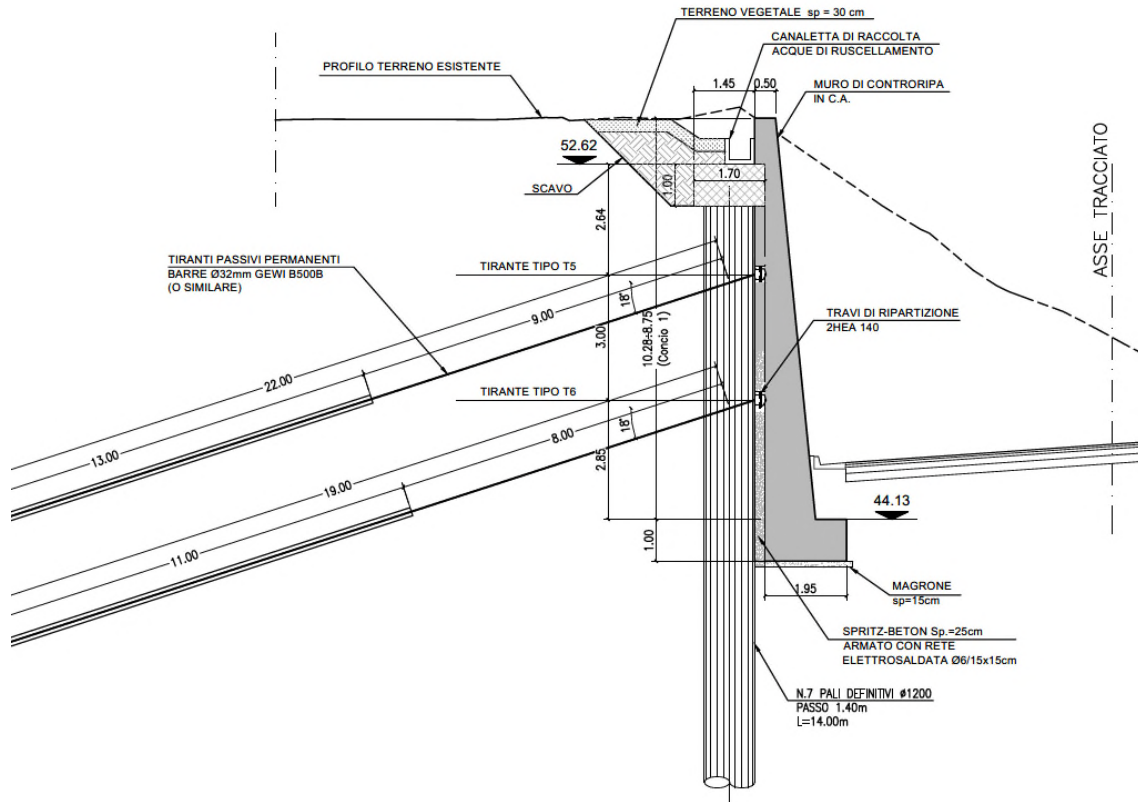


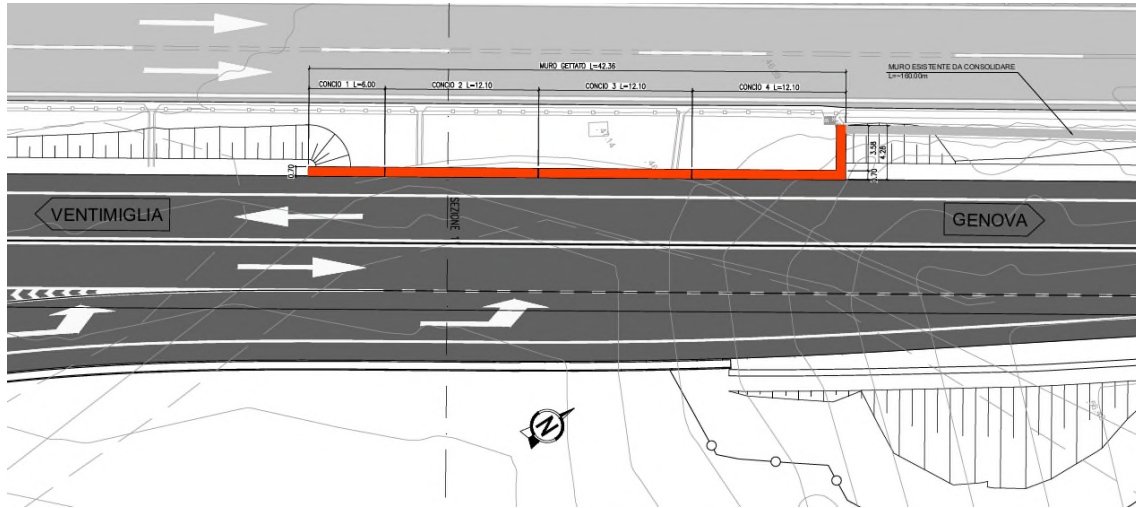
Figura 9.8 – Sezione tipologica paratia di pali multi-tirantata rivestita da un muro di placcaggio

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

9.4.2 MURI GETTATI IN OPERA

Nel ramo in oggetto sono previsti muri gettati in opera identificati dalle seguenti progressive riferite all'asse stradale:

- PK 00+809.01 / PK 00+851.37 (*lato sinistro della carreggiata*);



Tali opere sono costituite da un muro a mensola armato che presenta un'altezza variabile: $H = 4.8 / 5.66$ m; ed uno spessore della fondazione variabile: $H = 0.70$ m.

La geometria del muro prefabbricato è mostrata nella figura a seguire:

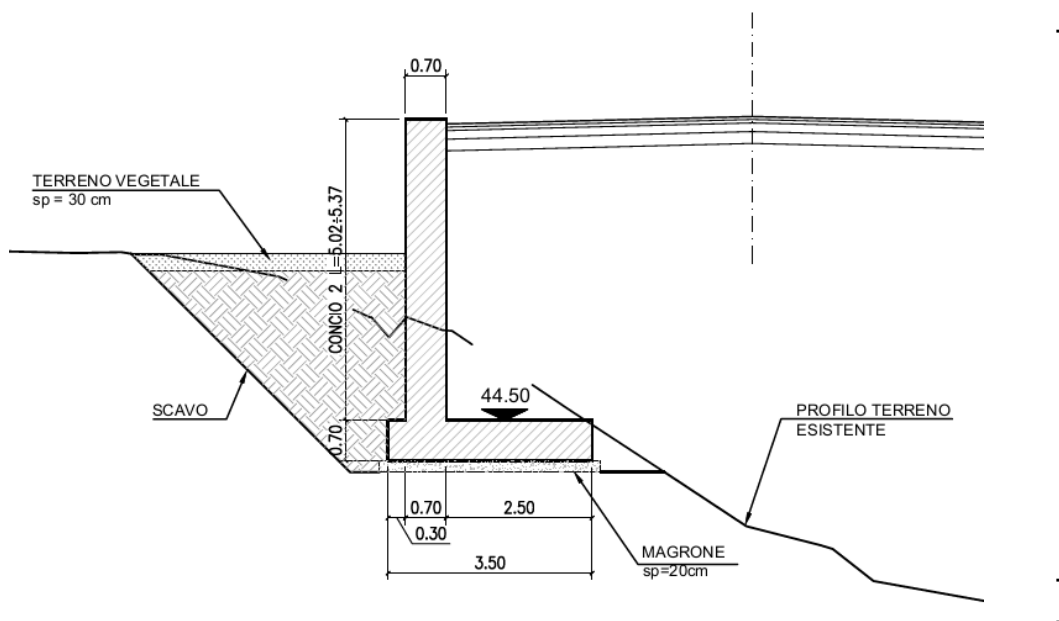
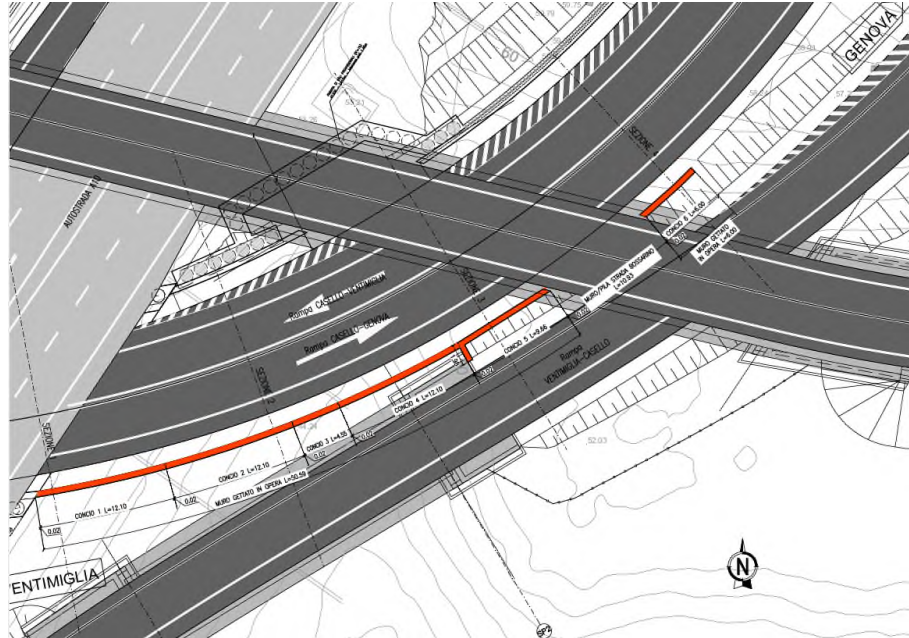


Figura 9.9 – Sezione tipologica muro gettato in opera

- PK 00+312.87 / PK 00+361.41 (*lato destro della carreggiata*);
- PK 00+327.49 / PK 00+378.78 (*lato destro della carreggiata*).



Tali opere sono costituite da un muro a mensola armato che presenta un'altezza variabile: $H = 9.50 / 3.50$ m; ed uno spessore della fondazione variabile: $H = 1.50 / 1.00$ m.

La geometria del muro prefabbricato è mostrata nella figura a seguire:

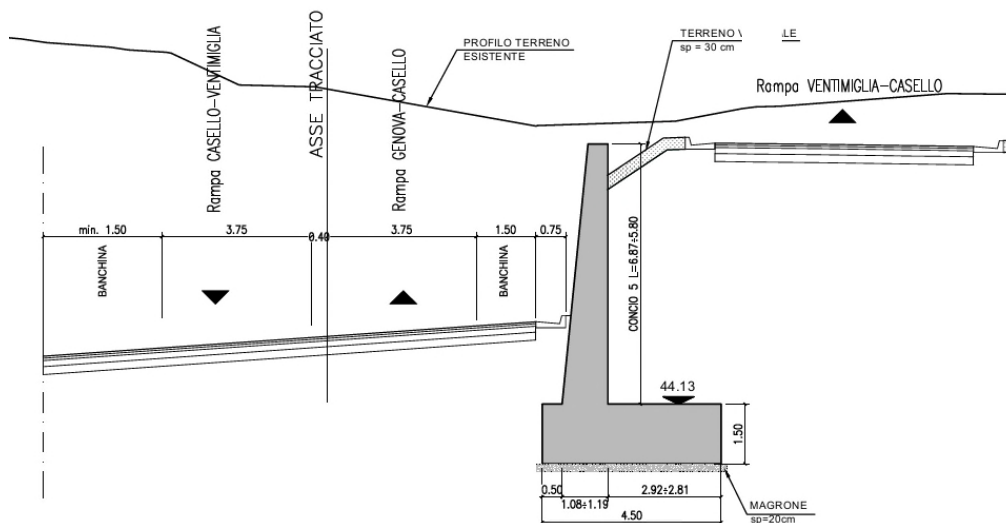


Figura 9.10 – Sezione tipologica muro gettato in opera

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

10. RAMO AURELIA BIS – CASELLO

Trattasi della rampa di uscita da Aurelia Bis in direzione Casello, identificata dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+400.13 fino alla PK 00+466.18.

Le opere previste in questo ramo sono principalmente muri di tipo prefabbricato di tipo “uTM” e “uNM”.

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.

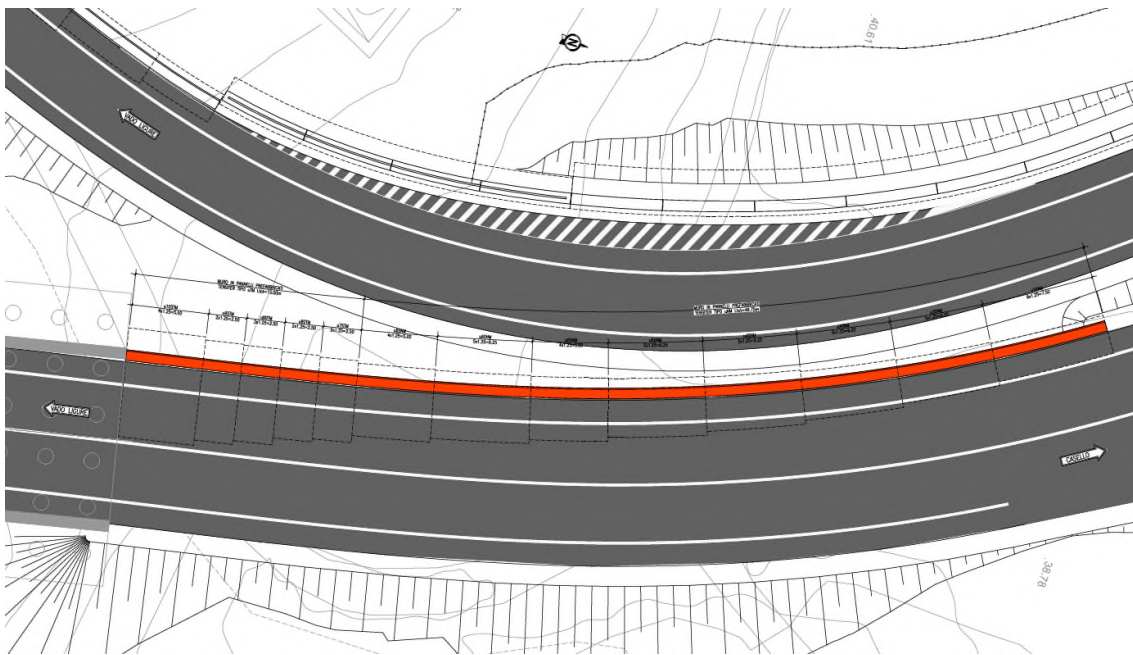
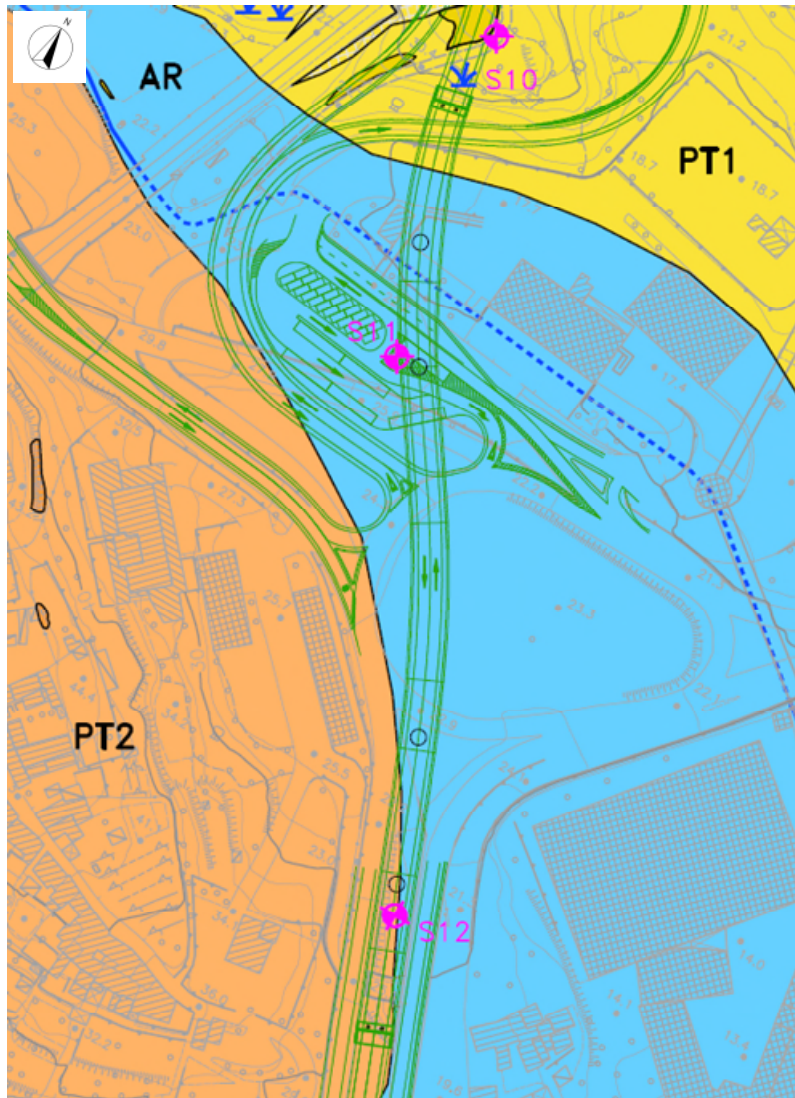


Figura 10.1 – Planimetria ramo Aurelia Bis – Casello

10.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Il tratto di svincolo, che collega il casello in progetto e l'Aurelia bis percorre per lo più i depositi pleistocenici e una parte di terreni alluvionali di formazione quaternaria.

Dal punto di vista geomorfologico, quest'area è collocata in un'area antropizzata, in cui vi troviamo anche il tratto tombinato del Rio Scuro. In questa area, la soggiacenza media è pari a circa 5 m dal piano campagna che corrisponde ad una quota assoluta di circa 15 m s.l.m..



ELEMENTI GEOLOGICI

DISCARICA

DISC Discarica di Bossarino; materiali misti di abbancamento

RITOMBAMENTO

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

RIPORTI

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

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

C Terreni di riporto di livellamento locale del piazzale

RILEVATI

RIL Rilievi autostrali e stradali

DEPOSITI ALLUVIONALI

AR Depositi alluvionali recenti (Quaternario recente)

AT Depositi alluvionali terrazzati (Quaternario medio-recente)

DEPOSITI PLEISTOCENICI

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

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

COPERTURA

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

METASEDIMENTI PERMIANI

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

ELEMENTI LINEARI E PUNTUALI

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

350/45 Giacitura stratificazione e/o scistosità principale

140/80 Giacitura sub-verticale

420/5 Immersione asse di piega

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

P Pozzo ad uso irriguo

Figura 10.2 – Stralcio di carta geologica

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

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

| Descrizione geologica (codice) | Descrizione geotecnica | γ (kN/m ³) | ϕ' (°) | c' (kPa) | E'_{25} (MPa) |
|--|---|-------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| Riporti grossolani (RIP1) | Ghiaia sabbioso limosa, mediamente addensata | 18-19 | 30-32 | - | 40-60 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT1) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, alterati poco consistenti | 17-18 | 21-22 | 5-10 | 15-20 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT2) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, mediamente consistenti | 18.5-19.5 | 23-25 | 10-15 | 30-60 |

Tabella 10-1 – Parametri geomeccanici caratteristici

10.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

10.2.1 MURI PREFABBRICATI

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

Tale opera è costituita da elementi prefabbricati “Tensiter” che presentano altezza variabile: H = 10.50 / 2.40 m e spessore fondazione variabile: H = 1.80 / 0.50 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.

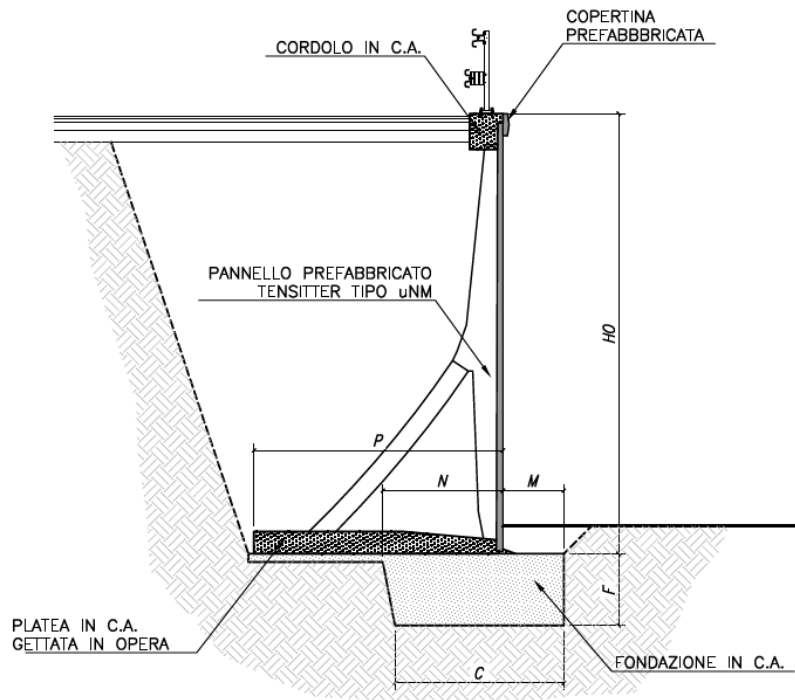


Figura 10.3 – Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo "uTM"

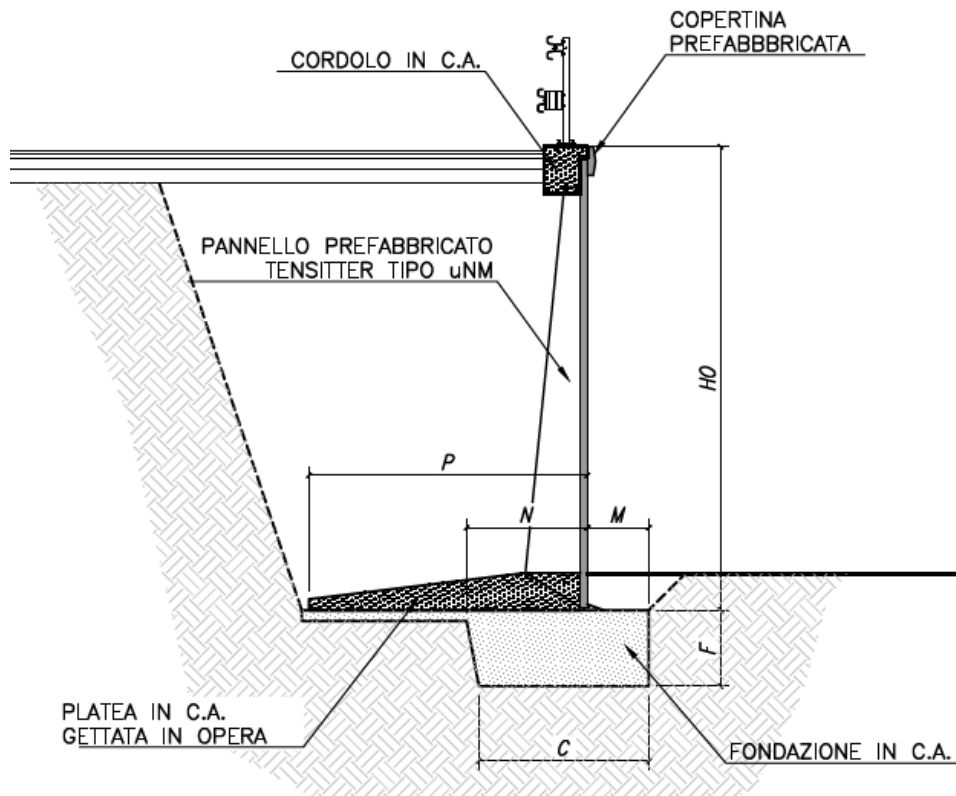


Figura 10.4 – Sezione tipologica muro prefabbricato di tipo "uNM"

11. RAMO CASELLO

Trattasi del piazzale Casello da cui si dirama lo svincolo autostradale. Le opere presenti in questo ramo sono identificate dalle progressive riferite all'asse stradale PK 00+000.00 fino alla PK 00+0.032.55 dal lato Ovest mentre dalle progressive PK 00+074.13 alla PK 00+362.10 dal lato Est.

A causa delle condizioni geologiche e morfologiche locali che richiedono 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.

Nel presente capitolo vengono proposti i risultati delle analisi di calcolo effettuati secondo i criteri di dimensionamento esposti nel capitolo § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

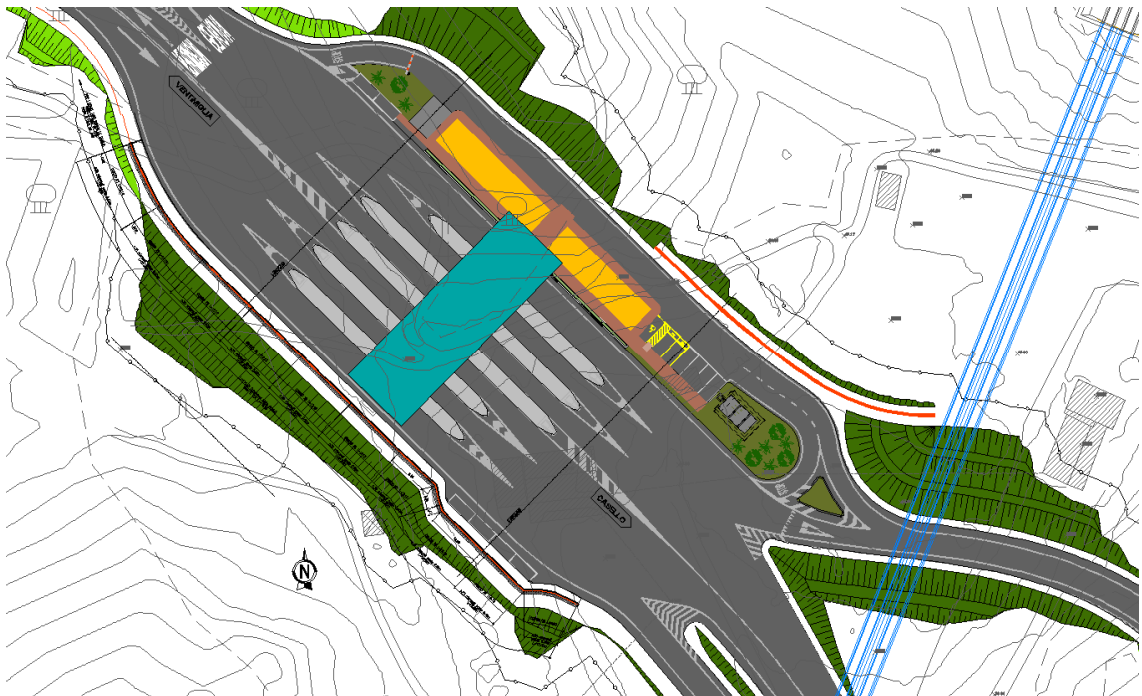
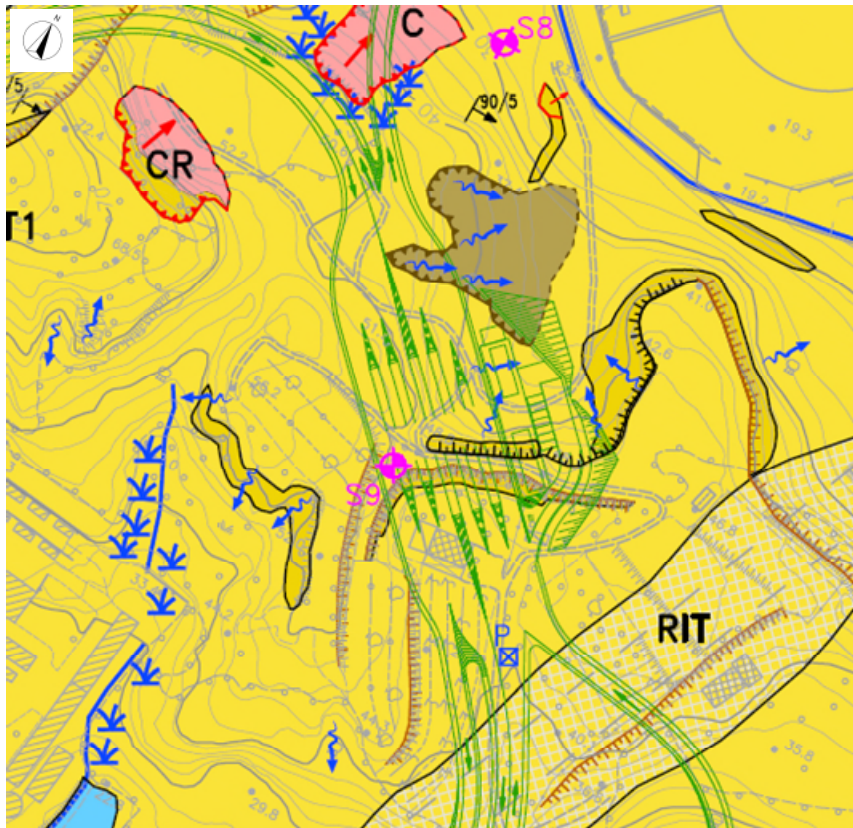


Figura 11.1 – Planimetria ramo Casello

11.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

L'area del casello è caratterizzata dal punto di vista geologico da depositi di età pleistocenica. Dal punto di vista geomorfologico quest'area è intercalata in una zona di scarpata sia di origine naturale che antropica. In questa area, la soggiacenza media è pari a circa 10.5 m dal piano campagna che corrisponde ad una quota assoluta di circa 38 m s.l.m..



ELEMENTI GEOLOGICI



















| | | | |
|---|---|---|---|
| DISCARICA | | DEPOSITI PLEISTOCENICI | |
|  | Discarica di Bossarina; materiali misti di abbancamento |  | Depositi antichi di origine continentale (Pleistocene Medio) affioranti (a) e/o sub-affioranti (b) |
| RITOMBAMENTO | |  | Depositi antichi di origine deltizia (Pleistocene Medio e Basso) affioranti (a) e/o sub-affioranti (b) |
|  | Terrani rimaneggiati di ritombamento della struttura della galleria ferroviaria "Tano"; spessore max di circa 20m (lavori eseguiti nel 1968-1970) | COPERTURA | |
| RIPORTI | |  | Copertura detritica discontinua di spessore mediamente compreso fra 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 | |
|  | Terrani 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 fra 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) |
|  | Terrani 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) |  | Immersement axe di piega |
|  | Depositi alluvionali terrazzati (Quaternario medio-recente) |  | Sondaggio geognostico a carotaggio continuo realizzato per il Progetto Definitivo (2019) |
| | |  | Pozzo ad uso irriguo |

Figura 11.2 – Stralcio di carta geologica

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

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

| Descrizione geologica (codice) | Descrizione geotecnica | γ (kN/m ³) | ϕ' (°) | c' (kPa) | E'_{25} (MPa) |
|--|---|-------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| Depositi pleistocenici di delta (LPT1) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, alterati poco consistenti | 17-18 | 21-22 | 5-10 | 15-20 |
| Depositi pleistocenici di delta (LPT2) | Limi, limi sabbiosi, limi argillosi con intercalazioni secondarie di livelli ghiaiosi sabbiosi, mediamente consistenti | 18.5-19.5 | 23-25 | 10-15 | 30-60 |

Tabella 11-1 – Parametri geomeccanici caratteristici

11.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

11.2.1 BERLINESI MULTI-TIRANTATE RIVESTITE DA MURI DI PLACCAGGIO

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

- PK 00+000.00 / PK 00+0.032.55 lato Ovest;
- PK 00+074.13 / PK 00+362.10 lato Est;

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 21.0 m / interasse = 0.40 m;
- Tiranti permanenti di tipo passivo Gewi Threadbar $\Phi_N = 32$ mm / interasse da 2.0 m a 3.20 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.

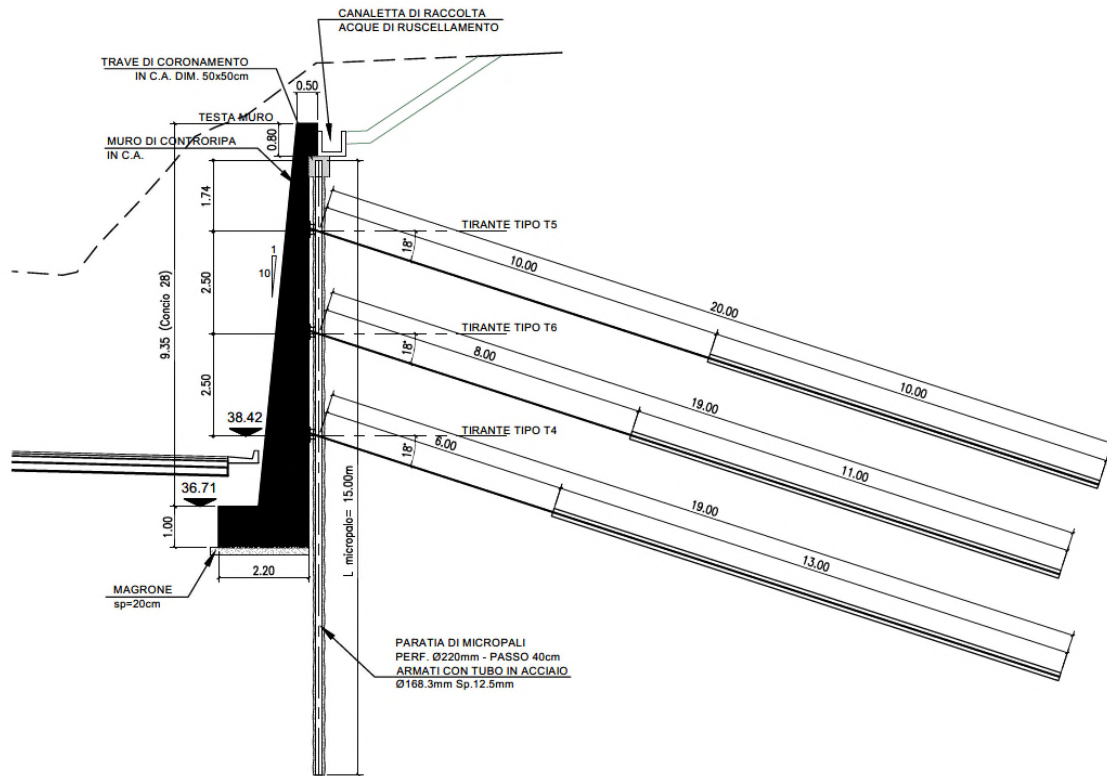


Figura 11.3 –Sezione tipologica berlinese multi-tirantata rivestita da un muro di placcaggio

Le verifiche strutturali sono riportate nell'elaborato specifico di progetto.

12. 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 sono descritte le opere di sostegno previste per ogni dello svincolo, che sono: berlinesi in micropali tirantate rivestite, paratie di pali tirantate rivestite, muri gettati in opera e prefabbricati.