

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema
A7 - A10 - A12

Ambito Bolzaneto e ambito Torbella

PROGETTO DEFINITIVO


DOCUMENTAZIONE GENERALE

Parte Generale

Relazione descrittiva di raffronto soluzione PD - Variante

VERIFICA a cura di:	RIESAME a cura di:	VALIDAZIONE INTERNA a cura di:
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Marco Trovato Ord. Ingg. Messina N. 3802	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Marco Trovato Ord. Ingg. Messina N. 3802	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma N. 1154 T.A. Execution

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
T0863	LLE1	PD	DG	GEN	00000	00000	R	GEN	0002	00	SCALA -

	ENGINEERING COORDINATOR:	REVISIONE		
	Ing. Mario Brugnoli Ord. Ingg. Roma N. A24308	n.	descrizione	data
	SUPPORTO SPECIALISTICO:	00	PRIMA EMISSIONE	GENNAIO 2024

CODIFICA ASPI	Codice Commessa	Fase	Origine	Disciplina	W B S	Tipo	Progressivo	Classe	Status	Rev.
	0G276-PD-TECN-GEN-00000-REL-000001							1	APD	00

VISTO DEL COMMITTENTE	VISTO DEL CONCEDENTE
 IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Claudio Nucci	 Ministero delle infrastrutture e dei trasporti

Sommario

1	PREMESSA	15
2	LA GRONDA DI GENOVA.....	16
2.1	IL PROGETTO DELLA GRONDA DI GENOVA – SCHEMA FUNZIONALE DI INTERVENTO	18
2.2	INQUADRAMENTO SINTETICO GRONDA EST	19
2.2.1	Adeguamento A7	19
2.2.1.1	A7 direzione Nord.....	20
2.2.1.2	Riqualifica Asse A7 esistente direzione Nord	20
2.2.1.3	Riqualifica Asse A7 esistente direzione Sud (ex carreggiata Nord).....	20
2.2.2	Adeguamento A12	20
2.2.2.1	A12 direzione Est.....	21
2.2.2.2	Riqualifica A12 direzione Ovest - Carreggiata Sinistra e Carreggiata Destra.....	21
2.2.3	Interconnessione di Bolzaneto (A7 - A12 - A10bis)	21
2.2.4	Interconnessione Torbella	22
2.2.5	Interconnessione Genova ovest (A7 - A10).....	23
2.2.6	Adeguamento Svincolo Genova Est.....	23
2.3	ITER AUTORIZZATIVO	24
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO DELL'AMBITO DI VARIANTE	26
4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN VARIANTE	30
4.1	AMBITO TORBELLA – CANTIERIZZAZIONE.....	34
4.1.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante	41
4.2	AMBITO BOLZANETO – MIGLIORIA PROGETTUALE E RELATIVA CANTIERIZZAZIONE.....	42
4.2.1	Demolizione e ricostruzione viadotti Secca nord e Secca sud	48
4.2.1.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	55
4.2.2	Riconfigurazione dell'intervento di riqualifica del tratto dell'A7 esistente nelle due direzioni di marcia, ricompreso tra i nuovi viadotti Secca e la rampa Morego di collegamento dell'A7 in direzione Nord con l'A7 in direzione Sud	59
4.2.2.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	60
4.2.3	Riconfigurazione dello svincolo di collegamento della A7, per il traffico proveniente da Milano, con la Gronda di Ponente in direzione Savona (rampa 2) e la nuova A12 in direzione Livorno (rampa 3).....	63
4.2.3.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	66
4.2.4	Deviazione di via Inferiore Porcile (viabilità interferita IN005) e adeguamento del cavalcavia autostradale (CV002) 69	
4.2.4.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	72
4.2.5	Deviazione di via Rio di Po (viabilità interferita IN006) e demolizione e ricostruzione del cavalcavia autostradale (CV001).....	73
4.2.5.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	75
4.2.6	Deviazione della strada privata (viabilità interferita IN007) che conduce da via Sardorella ai compendi immobiliari delle società Black Oils S.p.a. e Europam S.r.l.....	75
4.2.6.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	76

4.2.7	Deviazione Salita Bocchettina (viabilità interferita IN009) e demolizione e ricostruzione della nuova struttura del sottopasso veicolare (ST020)	77
4.2.7.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	79
4.2.8	Aree cantieri industriali CI10, CI11, CI12, CI33, CI34 e CI35 a servizio della cantierizzazione dell'intervento di adeguamento dello snodo di Bolzaneto della A7;	80
4.2.8.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	82
4.2.9	Cantiere di imbocco delle gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Vento (CI28) e relativa Viabilità di accesso (VS008) – Miglioramento dell'accessibilità al piazzale di imbocco dalla viabilità ordinaria.....	84
4.2.9.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	86
4.3	ELIMINAZIONE TRONCO DI SCAMBIO – MIGLIORIA PROGETTUALE E RELATIVA CANTIERIZZAZIONE	88
4.3.1	Potenziamento dell'interconnessione a "livello" tra la carreggiata Nord dell'autostrada A7 e la carreggiata Ovest dell'autostrada A12 mediante sostituzione del tronco di scambio a quattro corsie.	93
4.3.1.1	Vantaggi generati dalle modifiche di variante.....	97
4.4	DESCRIZIONE DEI NUOVI TRACCIATI STRADALI	102
4.4.1.1	A12 Dir. Ovest	102
4.4.1.2	A7 Dir. Nord (Asse 3).....	103
4.4.1.3	Adeguamento A7 Esistente	104
4.4.1.4	Rampa di Collegamento A7 Esistente/ A7 dir. Nord	104
4.4.1.5	Rampa Geminiano 1;	104
4.4.1.6	Rampa Geminiano 2;	105
4.4.1.7	A7 Dir. Sud (Asse 8/ Asse 9)	105
4.4.1.8	Rampa 2 / Rampa 3	107
4.5	WBS DEL PROGETTO DI VARIANTE	108
5	GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	111
5.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	111
5.1.1	Indagini bibliografiche e pregresse	111
5.1.2	Indagini di progetto.....	111
5.1.2.1	Indagini progetto preliminare 2003.....	111
5.1.2.2	Indagini progetto preliminare 2004.....	111
5.1.2.3	Indagini progetto preliminare 2006-2007.....	112
5.1.2.4	Indagini progetto definitivo 2010.....	112
5.1.2.5	Indagini integrative 2015-2016	113
5.1.2.6	Indagini progetto esecutivo 2017-2018.....	114
5.1.2.7	Indagini variante ambito Torbella – 2022	114
5.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	115
5.3	INQUADRAMENTO TETTONICO DELL'AREA GENOVESE	118
5.4	ASSETTO STRATIGRAFICO.....	118
5.5	ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....	120
5.6	COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA CON CARTOGRAFIE DI ENTI ED ISTITUZIONI.....	120
5.7	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	122
5.7.1	Definizione del reticolo idrografico	122
5.7.2	Individuazione delle captazioni presenti nell'area	125

5.8	VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE INTERFERENZE ATTESE TRA OPERE DI PROGETTO E LE ACQUE SOTTERRANEE	129
6	ELEMENTI DI SISMICA GENERALE.....	133
6.1	FAGLIE CAPACI	133
6.2	STRUTTURE SISMOGENETICHE	134
6.3	CLASSIFICAZIONE SISMICA TERRITORIALE (INGV).....	135
6.4	CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO.....	136
6.4.1	Categoria di sottosuolo	137
7	INQUADRAMENTO GEOTECNICO-GEOMECCANICO.....	138
8	IDROLOGIA E IDRAULICA.....	139
8.1	INTERFERENZE IDROGRAFICHE	139
8.1.1	Interferenza idrografica Torrente Secca.....	139
8.1.1.1	Verifica nella situazione attuale	140
8.1.1.2	Verifica nella situazione di progetto (nuovi viadotti Secca).....	140
8.1.1.3	Risultato delle analisi scalzamento delle pile dei nuovi viadotti Secca.....	140
8.1.1.4	Interventi di difesa delle fondazioni	141
8.1.2	Interferenza idrografica Rio Orpea.....	141
8.1.2.1	Verifica della situazione attuale	142
8.1.2.2	Verifica della situazione di progetto.....	142
8.1.2.3	Verifica al trascinarsi dei massi di rivestimento.....	143
8.1.3	Interferenza Viabilità VS008 – Bolzaneto	143
8.1.3.1	Verifica della situazione di progetto.....	144
8.1.3.2	Analisi idraulica deviazione provvisoria.....	144
8.1.4	Interferenza Viabilità VS008 – Bolzaneto - TC031.....	144
8.1.5	Analisi interferenza tombino esistente TC012.....	145
8.1.6	Interferenza imbocco gallerie Baccan-Bric du Ventu-Polcevera -TS040.....	145
8.1.7	Interferenza imbocco galleria Torbella ovest.....	147
8.1.7.1	Verifica della situazione di progetto.....	148
8.1.8	Interferenza imbocco galleria Forte Diamante sud	148
8.1.8.1	Verifica della situazione di progetto	149
8.1.9	Interferenza imbocco galleria Montesperone nord	150
8.1.9.1	Verifica della situazione di progetto.....	151
8.1.10	Interferenza viabilità VS18B – Rio Mattalo.....	151
8.1.10.1	Verifica nella situazione di progetto.....	151
8.1.11	Interferenza viabilità IN005 di Morego – Zona Bolzaneto	152
8.1.11.1	Verifica nella situazione di progetto.....	153
8.2	SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA.....	153
8.2.1	Rete di drenaggio delle acque meteoriche.....	153
8.2.1.1	Dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche.....	154
8.2.2	Presidi idraulici.....	155
8.2.3	Rete di drenaggio delle acque in galleria.....	156
8.2.4	Presidi gallerie.....	157

8.3	DRENAGGIO ACQUE DI PIAZZALE E DI VERSANTE	158
8.4	INDICAZIONI GENERALI SULLA GESTIONE DELLE ACQUE IN CANTIERE	158
8.4.1	Schema rete di raccolta e trattamento	159
8.4.2	Verifica compatibilità idraulica	159
9	OPERE IN SOTTERRANEO	160
9.1	SEZIONI TIPOLOGICHE DI SCAVO	161
9.1.1	Sezione Tipo A	161
9.1.1.1	Campo di applicazione	161
9.1.1.2	Interventi previsti	161
9.1.1.3	Fasi di esecuzione	161
9.1.2	Sezione Tipo Ac	162
9.1.2.1	Campo di applicazione	162
9.1.2.2	Interventi previsti	162
9.1.2.3	Fasi di esecuzione	162
9.1.3	Sezione Tipo B0	163
9.1.3.1	Campo di applicazione	163
9.1.3.2	Interventi previsti	163
9.1.3.3	Fasi di esecuzione	163
9.1.4	Sezione Tipo B0V	164
9.1.4.1	Campo di applicazione	164
9.1.4.2	Interventi previsti	164
9.1.4.3	Fasi di esecuzione	164
9.1.5	Sezione Tipo B2	165
9.1.5.1	Campo di applicazione	165
9.1.5.2	Interventi previsti	165
9.1.5.3	Fasi di esecuzione	165
9.1.6	Sezione Tipo B2V	166
9.1.6.1	Campo di applicazione	166
9.1.6.2	Interventi previsti	166
9.1.6.3	Fasi di esecuzione	166
9.1.7	Sezione Tipo C2	167
9.1.7.1	Campo di applicazione	167
9.1.7.2	Interventi previsti	167
9.1.7.3	Fasi di esecuzione	167
9.1.8	Sezione Tipo C2V	168
9.1.8.1	Campo di applicazione	168
9.1.8.2	Interventi previsti	168
9.1.8.3	Fasi di esecuzione	168
9.2	GALLERIA FORTE DIAMANTE	169
9.3	GALLERIA BRIC DU VENTO	170
9.4	GALLERIA POLCEVERA	171
9.5	GALLERIA BACCAN	172
9.6	GALLERIA SAN ROCCO	172
9.7	GALLERIE GEMINIANO 1 E 2	172

9.8	GALLERIA TORBELLA EST	173
9.9	CAMERONI 1A E 1B	174
9.10	CAMERONE 2.....	175
9.11	SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE E DRENAGGIO ACQUE DI AMMASSO	175
9.12	LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E DELLE RELATIVE VARIABILITA'	179
9.12.1	Criteri generali	180
10	OPERE D'ARTE MAGGIORI.....	182
10.1	NUOVO VIADOTTO SECCA SUD.....	182
10.1.1	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA ESISTENTE NELLO STATO ATTUALE	182
10.1.2	DESCRIZIONE GENERALE DELLA SOLUZIONE IN VARIANTE.....	182
10.1.2.1	Impalcato	183
10.1.2.2	Sottostrutture	185
10.1.3	Modalità realizzative	188
10.2	VI22N NUOVO VIADOTTO SECCA NORD E VI23N VIADOTTO DI COLLEGAMENTO A7 ESISTENTE - ASSE 3 A7 DIREZIONE NORD.....	188
10.2.1	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA ESISTENTE NELLO STATO ATTUALE	188
10.2.2	DESCRIZIONE GENERALE DELLA SOLUZIONE IN VARIANTE.....	189
10.2.2.1	Impalcato	190
10.2.2.2	Sottostrutture spalle.....	192
10.2.2.3	Sottostrutture pile.....	195
10.2.3	Modalità realizzative	200
11	OPERE D'ARTE MINORI	201
11.1	SOTTOPASSO SP007 VIA MERCATI GENERALI	201
11.2	SOTTOPASSI SP012 E SP013 METODO MILANO	203
11.3	SOTTOVIA ST020 SALITA BOCCHETTINA	207
11.4	SOTTOVIA TS010 AMPLIAMENTO ARCO IN PROSSIMITÀ DII VIA MERCATI GENERALI.....	209
11.5	SOTTOVIA TS020 ORPEA.....	216
11.6	CUNICOLO DI DRENAGGIO CU04U GALLERIA FORTE DIAMANTE	218
11.7	GALLERIA ARTIFICIALE TORBELLA	220
12	IMBOCCHI E SISTEMAZIONI FINALI	222
12.1	IMBOCCO GALLERIA FORTE DIAMANTE	222
12.1.1	Inquadramento dell'area di imbocco	222
12.1.2	Inquadramento geotecnico	224
12.1.3	Descrizione delle opere di sostegno degli scavi	224
12.1.4	Sezioni tipo	225

12.1.5	Approfondimenti necessari per la progettazione esecutiva	225
12.2	IMBOCCO GALLERIE POLCEVERA / SAN ROCCO	229
12.2.1	Inquadramento dell'area di imbocco	229
12.2.2	Inquadramento geotecnico	230
12.2.3	Descrizione del corpo di frana interferito dai nuovi imbocchi	230
12.2.3.1	Descrizione geologica del corpo di frana	230
12.2.3.2	Definizione della profondità della superficie di scorrimento	231
12.2.3.3	Calcolo della spinta della frana.....	233
12.2.4	Descrizione delle opere di sostegno degli scavi	235
12.2.5	Sezioni tipo	236
12.2.6	Approfondimenti necessari per la progettazione esecutiva	236
12.3	IMBOCCO GALLERIE POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO.....	240
12.3.1	Inquadramento dell'area di imbocco	240
12.3.2	Inquadramento geotecnico	241
12.3.3	Descrizione delle opere di sostegno degli scavi	241
12.3.4	Sezioni tipo	243
12.3.5	Paratia di alleggerimento.....	243
12.3.6	Paratia di imbocco.....	243
12.3.7	Approfondimenti necessari per la progettazione esecutiva	243
12.4	SISTEMAZIONI FINALI	248
13	GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO.....	248
13.1	CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI PREVISTE IN CORSO D'OPERA.....	253
13.2	DICHIARAZIONE AVVENUTO UTILIZZO.....	254
14	DISPOSIZIONI GENERALI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE IN DISCARICA O IN IMPIANTI DI RECUPERO	256
15	OPERE COMPLEMENTARI.....	258
15.1	PROGETTO PAESAGGISTICO E ARCHITETTONICO	258
15.2	PROGETTO DELLE OPERE A VERDE.....	258
15.2.1	Profilo pedologico	258
15.2.2	Opere a verde previste.....	259
15.3	CENSIMENTO VEGETAZIONALE.....	260
15.4	BARRIERE ANTIFONICHE.....	261
15.4.1	Censimento dei ricettori.....	262
15.4.1.1	Ricettori sensibili	263
15.4.2	Interventi sulla sorgente di rumore.....	263
15.4.3	Interventi sulla via di propagazione	263
15.4.4	Interventi diretti sui ricettori	264
15.4.5	Sintesi dei risultati – Area Bolzaneto.....	265
15.4.6	Sintesi dei risultati – Area di interconnessione Torbella.....	266

15.4.7	Precedente fase progettuale - confronto risultati.....	267
16	ADEMPIMENTI AMBIENTALI E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	269
16.1	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)	269
17	BONIFICA ORDIGNI BELLCI	270
18	PRINCIPALI ELEMENTI DELLA CANTIERIZZAZIONE.....	272
18.1	AREE DI CANTIERE	272
18.1.1	CI012 – Cantiere Industriale Viadotti Secca.....	273
18.1.2	CO11V – Campo Operativo CO11V.....	274
18.1.3	CO13E – Campo Operativo Viadotti Secca Est	274
18.1.4	CO13W – Campo Operativo Viadotti Secca Ovest	275
18.1.5	CI007 – Cantiere Industriale ambito Torbella	276
18.1.6	Cantieri di Imbocco	277
18.1.6.1	CO11A – Campo Operativo Imb. Gall. Forte Diamante Nord	277
18.1.6.2	CO11N – Campo Operativo Imb. Gall. S. Rocco/Polcevera Nord.....	278
18.1.6.3	CO12W – Campo Operativo Imb. Gall. Baccan/Bric du Vento/Polcevera.....	278
18.1.6.4	CO11S – Cantiere Imbocchi Gallerie ambito Torbella.....	279
18.2	VIABILITÀ DI SERVIZIO.....	280
18.2.1	Viabilità di servizio VS008.....	281
18.2.2	Viabilità di servizio VS025.....	282
18.2.2.1	VS025A.....	283
18.2.2.2	VS025B.....	284
18.2.2.3	VS025.....	285
18.2.3	Viabilità VS013	285
18.2.4	Viabilità di servizio VS18B.....	286
18.2.5	Viabilità di servizio VS18C.....	287
18.3	VIABILITÀ INTERFERITE.....	287
18.3.1	Viabilità interferita IN002 – Via Torbella	287
18.3.2	Viabilità interferita IN005 – Via Porcile Inferiore	289
18.3.3	Viabilità Interferita IN006 – Via Rio di Po	290
18.3.4	Viabilità Interferita IN009 – Salita Bocchettina.....	291
18.4	ACUSTICA DI CANTIERE.....	292
18.4.1	Valutazione di impatto acustico.....	294
18.4.1.1	Sintesi dei risultati della valutazione di impatto acustico	294
18.4.2	Cantieri mobili.....	295
19	FASI, TEMPI E COSTI DI ESECUZIONE LAVORI.....	297
19.1	FASIZZAZIONE DEI LAVORI E DEL TRAFFICO AUTOSTRADALE.....	297
19.2	TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI	297
19.3	IMPORTO LAVORI.....	297

20	CRITERI AMBIENTALI MINIMI	298
----	---------------------------------	-----

Indice delle Figure

FIGURA 2-1. COROGRAFIA NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA E DELLA GRONDA	17
FIGURA 2-2 - SCHEMA FUNZIONALE DELL'INTERVENTO GRONDA DI GENOVA	18
FIGURA 2-3. INQUADRAMENTO GRONDA EST	19
FIGURA 3-1. AREA INTERESSATA DALLA VARIANTE	26
FIGURA 3-2. DETTAGLIO DELL'AMBITO DI BOLZANETO INTERESSATO DALLA VARIANTE.....	27
FIGURA 3-3. AMBITO BOLZANETO: VISTA DALLA SPONDA DX DEL TORRENTE SECCA E DEI VIADOTTI SECCA ESISTENTI.....	27
FIGURA 3-4. PROGETTO DI VARIANTE SU ORTOFOTO DELL'AMBITO BOLZANETO	28
FIGURA 3-5. DETTAGLIO DELL'AMBITO TORBELLA INTERESSATO DALLA VARIANTE	29
FIGURA 3-6. PROGETTO DI VARIANTE SU ORTOFOTO DELL'AMBITO TORBELLA E CONNESSIONE CON A12 ESISTENTE	29
FIGURA 4-1. COROGRAFIA GENERALE DI RAFFRONTO PD-VARIANTE	31
FIGURA 4-2. FLUSSI DI TRAFFICO A7/A12/A10 NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	32
FIGURA 4-3. FLUSSI DI TRAFFICO A7/A12/A10 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	32
FIGURA 4-4. ASSI STRADALI DELL'AMBITO BOLZANETO NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	33
FIGURA 4-5. ASSI STRADALI DELL'AMBITO BOLZANETO NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	33
FIGURA 4-6. LAYOUT DI CANTIERE AMBITO TORBELLA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	35
FIGURA 4-7. LAYOUT DI CANTIERE AMBITO TORBELLA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	36
FIGURA 4-8. DETTAGLIO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE TORBELLA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO (SOPRA) E DI VARIANTE (SOTTO)	39
FIGURA 4-9. DETTAGLIO PLANIMETRICO DELLA VS18B	40
FIGURA 4-10. AMBITO BOLZANETO NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	43
FIGURA 4-11. AMBITO BOLZANETO - TORNA INDIETRO DI MOREGO E VIABILITÀ INTERFERITE NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	44
FIGURA 4-12. AMBITO BOLZANETO – VIADOTTI SECCA, MERCANTILE, ORPEA, BOLZANETO E IMBOCCHI GALLERIE FORTE DIAMANTE, SAN ROCCO E POLCEVERA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	44
FIGURA 4-13. AMBITO BOLZANETO – VIADOTTO BOLZANETO, VS008 E IMBOCCHI GALLERIE POLCEVERA, BACCAN E BRIC DU VENTU NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	45
FIGURA 4-14. AMBITO BOLZANETO NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	46
FIGURA 4-15. AMBITO BOLZANETO - TORNA INDIETRO DI MOREGO E VIABILITÀ INTERFERITE NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	47
FIGURA 4-16. AMBITO BOLZANETO – VIADOTTI SECCA E IMBOCCHI GALLERIE FORTE DIAMANTE, SAN ROCCO E POLCEVERA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	47
FIGURA 4-17. AMBITO BOLZANETO – VS008 E IMBOCCHI GALLERIE POLCEVERA, BACCAN E BRIC DU VENTU NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	48
FIGURA 4-18. VIADOTTI SECCA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO (A SX) E NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE (A DX)	49
FIGURA 4-19. VIADOTTO SECCA SUD: PLANIMETRIA E SEZIONI TRASVERSALI DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	50
FIGURA 4-20. VIADOTTO SECCA SUD: PIANTE E PROFILO DELLA SOLUZIONE DI VARIANTE.....	50
FIGURA 4-21. VIADOTTO SECCA SUD: SEZIONE TRASVERSALE DELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	51
FIGURA 4-22. VIADOTTO SECCA NORD: PLANIMETRIA, PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	52
FIGURA 4-23. VIADOTTO SECCA NORD: PLANIMETRIA, PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI DELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	53
FIGURA 4-24. INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DEFINITIVA DEL FONDO ALVEO DEL TORRENTE SECCA.....	54
FIGURA 4-25. INTERVENTO DI RIQUALIFICA DELLA A7 TRA I VIADOTTI SECCA E IL TORNA INDIETRO DI MOREGO NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	59
FIGURA 4-26. INTERVENTO DI RIQUALIFICA DELLA A7 TRA I VIADOTTI SECCA E IL TORNA INDIETRO DI MOREGO NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	60
FIGURA 4-27. RAMPA 2 E RAMPA 3 NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	64
FIGURA 4-28. SISTEMAZIONE FINALE IMBOCCHI GALLERIE POLCEVERA, SAN ROCCO E FORTE DIAMANTE NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	64
FIGURA 4-29. RAMPA 2 E RAMPA 3 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	65
FIGURA 4-30. SISTEMAZIONE FINALE IMBOCCHI GALLERIE POLCEVERA E SAN ROCCO NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	66
FIGURA 4-31. VIABILITÀ IN005 NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	70
FIGURA 4-32. INTERVENTI DI RIFACIMENTO CORDOLI PREVISTI NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	70
FIGURA 4-33. VIABILITÀ IN005 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	71
FIGURA 4-34. PIANTE E PROFILO DEL NUOVO TOMBINO IDRAULICO PREVISTO NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	72
FIGURA 4-35. PROFILO CV002 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE.....	72
FIGURA 4-36. VIABILITÀ IN006 NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	74
FIGURA 4-37. IN006 E CV001 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	74

FIGURA 4-38. PROFILO CV001 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE.....	75
FIGURA 4-39. IN007 NELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	76
FIGURA 4-40. DEVIAZIONE DI VIA SALITA BOCCHETTINA DURANTE LE FASI DI CANTIERE NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	77
FIGURA 4-41. DEVIAZIONE DI VIA SALITA BOCCHETTINA DURANTE LE FASI DI CANTIERE NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	78
FIGURA 4-42. CONFIGURAZIONE FINALE DI VIA SALITA BOCCHETTINA (IN009) NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	79
FIGURA 4-43. AREE DI CANTIERE IN AMBITO BOLZANETO NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	81
FIGURA 4-44. AREE DI CANTIERE IN AMBITO BOLZANETO NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	82
FIGURA 4-45. CI28 (CO12W) E VS008 NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	85
FIGURA 4-46. CI28 (CO12W) E VS008 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	86
FIGURA 4-47. INTERCONNESSIONE DI TORBELLA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	89
FIGURA 4-48. DETTAGLIO DELL'AREA ALL'APERTO DELL'INTERCONNESSIONE TORBELLA NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	90
FIGURA 4-49. INTERCONNESSIONE DI TORBELLA NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE.....	91
FIGURA 4-50. DETTAGLIO DELL'AREA ALL'APERTO DELL'INTERCONNESSIONE TORBELLA NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	92
FIGURA 4-51. BARRIERA ACUSTICA H 6M + SBR. 4 M	92
FIGURA 4-52. FLUSSI DI TRAFFICO DEL TRACCIATO NORD/OVEST NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	93
FIGURA 4-53. SEZIONE CAMERONE C1 NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	94
FIGURA 4-54. PLANIMETRIA CAMERONE 1 NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	94
FIGURA 4-55. PLANIMETRIA CAMERONE 2	95
FIGURA 4-56. FLUSSI DI TRAFFICO DEL TRACCIATO NORD/OVEST NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	96
FIGURA 4-57. CAMERONE 2 NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE.....	96
FIGURA 4-58. RAFFRONTO DELLA SISTEMAZIONE FINALE DELL'AMBITO TORBELLA DI PROGETTO (A SX) CON LA SOLUZIONE DI VARIANTE A (DX)	97
FIGURA 4-59. SEZIONE GALLERIA FORTE DIAMANTE IN CORRISPONDENZA DEL TRONCO DI SCAMBIO NELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	99
FIGURA 4-60. SEZIONE GALLERIA FORTE DIAMANTE NELLA SOLUZIONE DI VARIANTE	99
FIGURA 4-61. SOVRAPPOSIZIONE ASSE 7 DIR. NORD (ASSE 3) TRA SOLUZIONE DI PROGETTO (ROSSO) E SOLUZIONE DI VARIANTE (VERDE)...	103
FIGURA 4-62. ASSI STRADALI DELLA RAMPA GIMINIANO 1 (IN VERDE) E GIMINIANO 2 (IN GIALLO)	105
FIGURA 4-63. A7 DIR. SUD – CONFIGURAZIONE DI PROGETTO	106
FIGURA 4-64. A7 DIR. SUD (ASSE 8 / ASSE 9) – CONFIGURAZIONE DI VARIANTE	106
FIGURA 4-65 RAMPA 2 E RAMPA 3 (IN ALTO LA SOLUZIONE DI VARIANTE)	107
FIGURA 5-1 - SCHEMA TETTONICO DELL'AREA DI STUDIO.....	116
FIGURA 5-2 - SCHEMA PALEOGEOGRAFICO IPOTETICO DURANTE IL GIURASSICO MEDIO SUPERIORE DALL'ESTERNO AVAMPAESE) ALL'INTERNO (AUSTRO-SUDALPINO).....	116
FIGURA 5-3 – SCHEMA TETTONICO (FOGLIO 213-230 GENOVA)	118
FIGURA 5-4 – STRALCIO CARTA GEOLOGICA CARG – FOGLIO GENOVA – AMBITO TORBELLA-BOLZANETO	119
FIGURA 5-5- BACINO DEL TORRENTE POLCEVERA.....	123
FIGURA 5-6. ELEMENTI IDROGRAFICI NEL SETTORE EST POLCEVERA.....	124
FIGURA 5-7. ELEMENTI IDROGRAFICI NEL SETTORE TORBELLA.....	124
FIGURA 5-8 - SORGENTI E LORO DESTINAZIONE D'USO NEL SETTORE EST POLCEVERA.....	127
FIGURA 5-9 - SORGENTI E LORO DESTINAZIONE D'USO NEL SETTORE TORBELLA.....	129
FIGURA 5-10 – VALUTAZIONE DEL RISCHIO DEPAUPERAMENTO DELLE SORGENTI NEL SETTORE EST POLCEVERA.....	131
FIGURA 5-11 – VALUTAZIONE DEL RISCHIO DEPAUPERAMENTO DELLE SORGENTI NEL SETTORE TORBELLA.....	131
FIGURA 6-1 - DISTRIBUZIONE FAGLIE CAPACI "PROGETTO ITHACA".....	134
FIGURA 6-2 - MAPPA DELLE AREE SISMOGENETICHE DI INTERESSE (FONTE: DATABASE OF INDIVIDUAL SEISMOGENETIC SOURCES - DISS 3 - HTTP://DISS.RM.INGV.IT/DISS/).....	135
FIGURA 6-3 - CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LIGURIA DA DGR 216/201	136
FIGURA 8-1- BACINO IMBRIFERO DEL RIO ORPEA INTERFERENTE CON LE RAMPE POLCEVERA E SAN ROCCO.....	141
FIGURA 8-2 - BACINI IMBRIFERI DEI RII INTERFERENTI CON LA VIABILITÀ IN PROGETTO	146
FIGURA 8-3 - BACINO IMBRIFERO RIO BRUCIATE, INTERFERENTE CON L'IMBOCCO DELLA GALLERIA TORBELLA OVEST	148
FIGURA 8-4 - BACINO IMBRIFERO INCISIONE INTERFERENTE CON L'IMBOCCO DELLA GALLERIA FORTE DIAMANTE LATO SUD	149
FIGURA 8-5 - BACINO IMBRIFERO RIO VIVAGLIETTA, INTERFERENTE CON L'IMBOCCO DELLA GALLERIA MONTESPERONE LATO NORD.....	150
FIGURA 8-6 - BACINO IMBRIFERO DEL RIO MATTALO, INTERFERENTE CON LA VIABILITÀ DI SERVIZIO VS18B	151
FIGURA 8-7 - BACINO IMBRIFERO RIO INTERFERENTE CON LA VIABILITÀ IN005	152
FIGURA 8-8 – CICLO IDROLOGICO DALLA PRECIPITAZIONE AL DEFLUSSO NEL RICETTORE FINALE.....	154

FIGURA 9-1. COROGRAFIA LATO BOLZANETO DELLE GALLERIE OGGETTO DI VARIANTE (IN BLU I TRATTI VARIATI RISPETTO AL PROGETTO APPROVATO)	160
FIGURA 9-2. COROGRAFIA LATO TORBELLA DELLE GALLERIE OGGETTO DI VARIANTE (IN BLU I TRATTI VARIATI RISPETTO AL PROGETTO APPROVATO)	161
FIGURA 9-3. STANDARD IMPERMEABILIZZAZIONE E DRENAGGIO	176
FIGURA 9-4. PARTICOLARE IMPERMEABILIZZAZIONE	177
FIGURA 9-5. SCHEMA DI DRENAGGIO IN GALLERIA	177
FIGURA 9-6 - COMPARTIMENTAZIONE GALLERIA: VISTA ASSONOMETRICA	179
FIGURA 9-7 - SCHEMA PER LE MISURE DI CONVERGENZA	181
FIGURA 10-1. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE SPALLA SPA	184
FIGURA 10-2. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE TRA SPA E PILA P1	184
FIGURA 10-3. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE PILA P1	185
FIGURA 10-4. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE PILA P2	185
FIGURA 10-5. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE TRA PILA P2 E SPALLA SPB	185
FIGURA 10-6. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE SPALLA SPB	185
FIGURA 10-7. PILA A TELAIO - SEZIONE TRASVERSALE PILA P1	186
FIGURA 10-8. PILA A MENSOLA - SEZIONE TRASVERSALE PILA P2	187
FIGURA 10-9. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE TIPO 1 (SEZIONE SU SPALLA SPA)	191
FIGURA 10-10. STRUTTURA IMPALCATO - SEZIONE TRASVERSALE TIPO 2 (SEZIONE SU PILA)	191
FIGURA 10-11. SOTTOSTRUTTURA SPALLA SPA	193
FIGURA 10-12. SOTTOSTRUTTURA SPALLA SPB	194
FIGURA 10-13. SOTTOSTRUTTURA SPALLA SPB RAMPA	195
FIGURA 10-14. PILA A TELAIO - SEZIONE TRASVERSALE PILA P1	197
FIGURA 10-15. PILA A MENSOLA - SEZIONE TRASVERSALE PILA P2	197
FIGURA 10-16. PILA A MENSOLA - SEZIONE TRASVERSALE PILA P3	198
FIGURA 10-17. PILA A MENSOLA - SEZIONE TRASVERSALE PILA P4	198
FIGURA 10-18. PILA A MENSOLA - SEZIONE TRASVERSALE PILA P5 – P5B	199
FIGURA 10-19. PILA A MENSOLA - SEZIONE TRASVERSALE PILA P6	199
FIGURA 11-1 PLANIMETRIA	201
FIGURA 11-2 PROSPETTO LONGITUDINALE DELL'IMPALCATO	202
FIGURA 11-3 SEZIONE TRASVERSALE DELL'IMPALCATO – LATO GENOVA	202
FIGURA 11-4 SEZIONE TRASVERSALE DELL'IMPALCATO – LATO MILANO	203
FIGURA 11-5 SP12 - PLANIMETRIA	204
FIGURA 11-6 SP12 - SEZIONE TRASVERSALE	204
FIGURA 11-7 SP12 - SEZIONE LONGITUDINALE	205
FIGURA 11-8 SP13 - PLANIMETRIA	205
FIGURA 11-9 SP13 - SEZIONE TRASVERSALE	206
FIGURA 11-10 SP13 - SEZIONE LONGITUDINALE	206
FIGURA 11-11 PLANIMETRIA	207
FIGURA 11-12 SEZIONE LONGITUDINALE LATO SAN ROCCO	208
FIGURA 11-13 SEZIONE TRASVERSALE SPALLA SPB	208
FIGURA 11-14 PLANIMETRIA	209
FIGURA 11-15 PROSPETTO LONGITUDINALE DELL'IMPALCATO	210
FIGURA 11-16 SEZIONE TRASVERSALE	210
FIGURA 11-17 SPALLA LATO MILANO - PIANTA	211
FIGURA 11-18 SPALLA LATO MILANO - SEZIONE TRASVERSALE ZONA IMPALCATO	211
FIGURA 11-19 SPALLA LATO MILANO - SEZIONE LONGITUDINALE	212
FIGURA 11-20 SPALLA LATO MILANO - SEZIONE TRASVERSALE ZONA PALI DI ANCORAGGIO	212
FIGURA 11-21 SPALLA LATO GENOVA - PIANTA	213
FIGURA 11-22 SPALLA LATO GENOVA - SEZIONE TRASVERSALE ZONA IMPALCATO	213
FIGURA 11-23 SPALLA LATO GENOVA - SEZIONE LONGITUDINALE	215
FIGURA 11-24 SPALLA LATO GENOVA - SEZIONE TRASVERSALE ZONA PALI DI ANCORAGGIO	215
FIGURA 11-25 – PLANIMETRIA GENERALE	216

FIGURA 11-26 – PROFILO LONGITUDINALE IN ASSE AL TOMBINO IDRAULICO	217
FIGURA 11-27 – PROFILO LONGITUDINALE IN ASSE ALLA VIABILITÀ DI SERVIZIO	217
FIGURA 11-28 – SEZIONE TRASVERSALE	218
FIGURA 11-29 – PLANIMETRIA DEL CUNICOLO DI DRENAGGIO	219
FIGURA 11-30 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CUNICOLO DI DRENAGGIO	219
FIGURA 11-31 – SELLA DI SPINTA MICRO-FRESA	219
FIGURA 11-32. PIANTE ELEVAZIONI GALLERIA ARTIFICIALE TORBELLA.....	220
FIGURA 11-33. SEZIONE TRASVERSALE GALLERIA ARTIFICIALE TORBELLA	221
FIGURA 12-1 IMBOCCO GALLERIA FORTE DIAMANTE: INQUADRAMENTO PLANIMETRICO	223
FIGURA 12-2 IMBOCCO FORTE DIAMANTE - MURO DX (C)	225
FIGURA 12-3 IMBOCCO FORTE DIAMANTE - PARATIA DI IMBOCCO: PLANIMETRIA	227
FIGURA 12-4 IMBOCCO FORTE DIAMANTE - PARATIA DI IMBOCCO: SEZIONE TIPOLOGICA.....	228
FIGURA 12-5 IMBOCCO GALLERIE POLCEVERA E SAN ROCCO - INQUADRAMENTO PLANIMETRICO	229
FIGURA 12-6 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO: PERIMETRAZIONE AREA DI FRANA QUIESCENTE.....	231
FIGURA 12-7 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - FRANA: SEZIONE X-X	232
FIGURA 12-8 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - FRANA: VERIFICA DI STABILITÀ PER SCORRIMENTO SUPERFICIALE	233
FIGURA 12-9 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - FRANA: VERIFICA DI STABILITÀ PER SCORRIMENTO BASALE	233
FIGURA 12-10 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - FRANA: SPINTA DOVUTA ALLA FRANA IN CONDIZIONI STATICHE	234
FIGURA 12-11 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - FRANA: ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE	234
FIGURA 12-12 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - FRANA: SPINTA DOVUTA ALLA FRANA IN CONDIZIONI SISMICHE	235
FIGURA 12-13 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - PARATIA DI IMBOCCO: PLANIMETRIA	237
FIGURA 12-14 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - PARATIA DI IMBOCCO: SEZIONE TIPOLOGICA 1	238
FIGURA 12-15 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - PARATIA DI IMBOCCO: SEZIONE TIPOLOGICA 2	239
FIGURA 12-16 IMBOCCO GALLERIE POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO: INQUADRAMENTO PLANIMETRICO.....	240
FIGURA 12-17 IMBOCCO POLCEVERA, BACCAN E BRIC DU VENTO: PARATIE DI IMBOCCO.....	244
FIGURA 12-18 IMBOCCO POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO: TRACCE SEZIONI TIPOLOGICHE 1, 2 E 3	245
FIGURA 12-19 IMBOCCO POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO: SEZIONE TIPOLOGICA 1	246
FIGURA 12-20 IMBOCCO POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO: SEZIONE TIPOLOGICA 2	247
FIGURA 12-21- PLANIMETRIA D'INQUADRAMENTO DELLA SISTEMAZIONE DEFINITIVA IMBOCCO FORTE DIAMANTE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
FIGURA 12-22 - PLANIMETRIA SISTEMAZIONE DEFINITIVA IMBOCCO SAN ROCCO – POLCEVERA.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
FIGURA 12-23 - PLANIMETRIA SISTEMAZIONE DEFINITIVA IMBOCCO BACCAN – BRIC DU VENTO – POLCEVERA ..	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
FIGURA 15-1: AMBITO DI STUDIO	262
FIGURA 18-1. CAMPI OPERATIVI E VIABILITÀ DI CANTIERE NELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO	272
FIGURA 18-2. CAMPI OPERATIVI E VIABILITÀ DI CANTIERE NELLA CONFIGURAZIONE DI VARIANTE	273
FIGURA 18-3. LAYOUT DEL CAMPO C1012 – APPRESTAMENTI DI CANTIERE.....	273
FIGURA 18-4. LAYOUT DEL CAMPO CO11V – APPRESTAMENTI DI CANTIERE	274
FIGURA 18-5. LAYOUT CO13E	275
FIGURA 18-6. LAYOUT DEL CAMPO CO13W – APPRESTAMENTI DI CANTIERE.....	275
FIGURA 18-7. LAYOUT DEL CAMPO C1007 – APPRESTAMENTI DI CANTIERE DI PRIMA FASE.....	276
FIGURA 18-8. LAYOUT DEL CAMPO C1007 – APPRESTAMENTI DI CANTIERE DI PRIMA FASE.....	276
FIGURA 18-9. LAYOUT CO11A - APPRESTAMENTI DI CANTIERE	277
FIGURA 18-10. LAYOUT CO11N - APPRESTAMENTI DI CANTIERE	278
FIGURA 18-11. LAYOUT CO12W - APPRESTAMENTI DI CANTIERE	279
FIGURA 18-12. LAYOUT CO11S – APPRESTAMENTI DI CANTIERE	280
FIGURA 18-13 ORTOFOTO E INQUADRAMENTO AREA INTERVENTO VS008	281
FIGURA 18-14 PONTE AUTOSTRADALE ESISTENTE A7 (GE-MI).....	282
FIGURA 18-15 ORTOFOTO E INQUADRAMENTO AREA INTERVENTO VS025	283
FIGURA 18-16 STRALCIO PLANIMETRICO VS025A E VS025B	284
FIGURA 18-17. PLANIMETRIA VS013	286
FIGURA 18-18. VS18B - FASE DI CANTIERE	286
FIGURA 18-19. VS18C FASE 1 E FASE 2	287

FIGURA 18-20. PLANIMETRIA VIABILITÀ IN002	288
FIGURA 18-21. SEZIONE TIPO VIABILITÀ IN002	288
FIGURA 18-22. PLANIMETRIA DELLA VIABILITÀ IN005	289
FIGURA 18-23. SEZIONE TIPO IN RILEVATO VIABILITÀ IN005	289
FIGURA 18-24 IN006 E SEZIONE TIPO CVO01 – SOLUZIONE DI PROGETTO	290
FIGURA 18-25 IN006 E SEZIONE TIPO CVO01 – SOLUZIONE DI VARIANTE	290
FIGURA 18-26 IN006 E SEZIONE TIPO IN RILEVATO – SOLUZIONE DI VARIANTE	291
FIGURA 18-27 IN009 SALITA BOCCHETTINA IN PRIMA FASE - VARIANTE AMBITO DI BOLZANETO	292
FIGURA 18-28 IN009 SALITA BOCCHETTINA - VARIANTE AMBITO DI BOLZANETO	292

Indice delle Tabelle

TABELLA 5-1. ELENCO SORGENTI AMBITO BOLZANETO.....	125
TABELLA 5-2. ELENCO SORGENTI AMBITO TORBELLA	126
TABELLA 5-3. CLASSIFICAZIONE D'USO DELLE SORGENTI.....	126
TABELLA 5-4 - DATI IDROMETRICI E PARAMETRI DI QUALITÀ DELLE SORGENTI DELL'AMBITO BOLZANETO MISURATI IN SITO.	127
TABELLA 5-5 - DATI IDROMETRICI E PARAMETRI DI QUALITÀ DELLE SORGENTI DELL'AMBITO TORBELLA, MISURATI IN SITO.	129
TABELLA 5-6 – AMBITO BOLZANETO E TORBELLA, SINTESI DEI DATI RELATIVI ALLE SORGENTI CON INDICE DI RISCHIO MAGGIORE	132
TABELLA 10-1. SCHEDA IDENTIFICATIVA IMPALCATO	184
TABELLA 10-2. SCHEDA IDENTIFICATIVA PILE	186
TABELLA 10-3. SCHEDA IDENTIFICATIVA IMPALCATO	190
TABELLA 10-4. SCHEDA IDENTIFICATIVA PILE	196
TABELLA 12-1 IMBOCCO FORTE DIAMANTE - PARATIA DI IMBOCCO - SEZIONE TIPOLOGICA: TIRANTI	227
TABELLA 12-2 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - PARATIA DI IMBOCCO - SEZIONE TIPOLOGICA 1: TIRANTI.....	238
TABELLA 12-3 IMBOCCO POLCEVERA / SAN ROCCO - PARATIA DI IMBOCCO - SEZIONE TIPOLOGICA 2: TIRANTI.....	238
TABELLA 12-4 IMBOCCO POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO – PARATIA DI ALLEGGERIMENTO - SEZIONE TIPOLOGICA: TIRANTI	245
TABELLA 12-5 IMBOCCO POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO - PARATIA DI IMBOCCO - SEZIONE TIPOLOGICA 1: TIRANTI	246
TABELLA 12-6 IMBOCCO POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO - PARATIA DI IMBOCCO - SEZIONE TIPOLOGICA 2: TIRANTI	246
TABELLA 12-7 IMBOCCO POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO - PARATIA DI IMBOCCO - SEZIONE TIPOLOGICA 3: TIRANTI	247
TABELLA 13-1. DISPOSIZIONI PER IL CAMPIONAMENTO DA ALL. 2 DEL D.M. 161/2012	253
TABELLA 15-1. AMBITO BOLZANETO: SINTESI DEGLI INTERVENTI IMBOCCO SAN ROCCO/POLCEVERA	259
TABELLA 15-2. AMBITO BOLZANETO: SINTESI DEGLI INTERVENTI IMBOCCO FORTE DIAMANTE LATO NORD	259
TABELLA 15-3. AMBITO BOLZANETO: SINTESI DEGLI INTERVENTI IMBOCCO BRIC DU VENTU/BACCAN.....	260
TABELLA 15-4. AMBITO TORBELLA: SINTESI DEGLI INTERVENTI	260
TABELLA 15-5. BARRIERE ANTIRUMORE	263
TABELLA 15-6: RICETTORI DA SOTTOPORRE A VERIFICA PER IL RISPETTO DEI LIVELLI INTERNI	265
TABELLA 15-7. RICETTORI RESIDENZIALI OLTRE I LIMITI	265
TABELLA 15-8. VERIFICHE INTERVENTI DIRETTI	266
TABELLA 15-9: STIMA DEL NUMERO DI ABITANTI IN EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SUPERIORI A 55 dB(A) NOTTURNI	266
TABELLA 15-10: RICETTORI RESIDENZIALI OLTRE I LIMITI	266
TABELLA 15-11: STIMA DEL NUMERO DI ABITANTI IN EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SUPERIORI A 55 dB(A) NOTTURNI	266
TABELLA 18-1 - DATI PLANO-ALTIMETRICI VS008	282
TABELLA 18-2 - DATI PLANO-ALTIMETRICI VS025A	284
TABELLA 18-3 - DATI PLANO-ALTIMETRICI VS025B	285
TABELLA 18-4 - DATI PLANO-ALTIMETRICI VS025	285
TABELLA 18-6 - DATI PLANO-ALTIMETRICI IN006.....	291

8 IDROLOGIA E IDRAULICA

Nel presente capitolo vengono trattate le tematiche di natura idraulica relative alla variante in oggetto. In particolare, saranno considerate le interferenze idrografiche, il sistema di drenaggio di piattaforma, la rete di drenaggio delle acque meteoriche, i presidi idraulici e la gestione delle acque di cantiere.

8.1 INTERFERENZE IDROGRAFICHE

Le interferenze idrografiche della gronda di Ponente ricadono negli ambiti di competenza dei seguenti Piani di Bacino redatti dalla Provincia di Genova:

- Piano di Bacino D.L. 180/98 – Ambito 12 e 13;
- Piano di Bacino del Torrente Varenna;
- Piano di Bacino del Torrente Polcevera;
- Piano di Bacino del Torrente Bisagno.

Le opere in progetto sul reticolo idrografico sono inoltre disciplinate dal Regolamento Regionale N.3 del 14 luglio 2011 e ss.mm.ii. redatto a cura della Regione Liguria.

Per tutto quello che riguarda il calcolo e la rappresentazione grafica di quanto nel seguito, si rimanda alla relazione specialistica di progetto avente codice IDR-1100.

8.1.1 Interferenza idrografica Torrente Secca

Nel Piano di Bacino del torrente Polcevera vengono definiti i seguenti valori di portata di piena del torrente Secca alla confluenza con il torrente Polcevera:

- TR = 50 anni: 620 m³/s;
- TR = 200 anni: 770 m³/s;
- TR = 500 anni: 900 m³/s;

Visto che i viadotti autostradali in esame attraversano il torrente Secca soltanto circa 1 km a monte della confluenza nel torrente Polcevera, cautelativamente si assume come portata di progetto quella sopra definita per tempo di ritorno 200 anni:

$$Q_{\text{progetto}} = 770 \text{ m}^3 / \text{s}$$

La geometria del torrente Secca è stata descritta sulla base del rilievo topografico eseguito appositamente per il presente progetto, nel novembre 2010.

Esso è composto da 11 sezioni trasversali lineari e da un piano quotato che comprende ampiamente l'area di progetto sia a monte che a valle; le sezioni trasversali descrivono geometricamente il corso d'acqua per un'estensione complessiva di circa 634 m, rappresentandolo nello stato attuale in termini di opere idrauliche e manufatti di attraversamento presenti. Il fondo del corso d'acqua nel tratto oggetto di indagine è fissato altimetricamente da 3 briglie, localizzate:

- tra le sezioni 1 e 2 all'inizio del rilievo a monte, di altezza pari a circa 0.65 m;
- tra le sezioni 7 e 8, immediatamente a valle del viadotto autostradale A7 oggetto di ampliamento, di altezza pari a circa 1.85 m;
- tra le sezioni 10 e 11 nel tratto terminale di valle del modello di altezza pari a 1.65 m.

Le opere trasversali di controllo del fondo alveo sopra descritte conferiscono all'alveo una pendenza del 1.18% nel tratto compreso tra le sezioni 2 e 7 (ove sono presenti i manufatti di attraversamento) e dello 0.3 % nel tratto di valle (tra le sezioni 8 e 10).

Nel tratto di corso d'acqua compreso tra le sezioni 2 e 7 sono presenti i due manufatti di attraversamento dell'autostrada A7:

- il primo viadotto (sezione 4) è costituito da 9 campate, con 3 pile circolari di diametro pari a 3.4 m che ricadono nell'alveo di piena del Secca;

- il secondo viadotto a valle del precedente (sezione 6) è costituito da 7 campate con le 6 pile che interferiscono con il deflusso di piena del corso d'acqua; le pile dell'attraversamento di monte sono allineate con quelle del viadotto di valle.

Il torrente Secca è canalizzato tra le opere di contenimento dei livelli esistenti, costituite da muri arginali in cls; tutti gli interventi di adeguamento idraulico per la piena con tempo di ritorno 200 anni, in riferimento al tratto in studio, sono già stati realizzati così come descritto nel Piano di Assetto Idrogeologico redatto a cura della Provincia di Genova. Lo stato di progetto è stato rappresentato modificando la geometria delle pile ricadenti in alveo, in particolare:

- per il viadotto Secca Nord è prevista un'unica pila circolare di diametro 3,5 m;
- per il viadotto Secca Sud è prevista un'unica pila di larghezza 1,8 m.

Entrambi i viadotti di progetto sono stati modellati nella stessa posizione dei viadotti esistenti da demolire, in considerazione del modesto spostamento degli assi stradali, al fine di un più facile confronto tra lo stato di fatto e lo stato di progetto. Pertanto, la modellazione delle nuove opere è stata fatta modificando la geometria delle pile rispetto ai viadotti esistenti, ovvero la geometria trasversale delle strutture che sarà caratterizzata da due campate con un'unica pila in alveo.

L'intradosso minimo degli impalcati è pari a 76.92 m s.l.m. per il viadotto di monte e 64.85 m s.l.m. per il viadotto di valle.

8.1.1.1 Verifica nella situazione attuale

La simulazione duecentennale eseguita mostra che la piena transita abbondantemente contenuta tra le opere di arginatura del corso d'acqua; si riscontrano franchi minimi dell'argine sinistro in corrispondenza delle sez. 4.1 (monte viadotto a 3 campate Secca Nord) pari a 0.70 m e sez. 6.2 (valle viadotto Secca Sud) pari a 0.68 m; nel restante tratto si riscontrano franchi di sicurezza compresi tra 0.8 e 2.5 m.

La piena defluisce lungo l'intero tratto simulato secondo un moto in corrente lenta, caratterizzato da velocità comprese tra 2.7 e 4.9 m/s; viene raggiunta l'altezza critica unicamente nella sez. 10 in corrispondenza della briglia localizzata più a valle.

Le 2 opere autostradali sono idraulicamente verificate in quanto il loro intradosso si trova a quota superiore di numerosi metri rispetto alle sommità arginali.

8.1.1.2 Verifica nella situazione di progetto (nuovi viadotti Secca)

La simulazione di progetto prevede che i viadotti Secca interferiscano in alveo con un'unica pila.

La riduzione del numero delle pile in alveo genera una riduzione dei livelli idrometrici, rispetto al profilo idrometrico di stato attuale, pari a 32 cm a monte del Secca Nord e pari a 28 cm a monte del Secca Sud (come mostrato dalla colonna "rigurgito indotto" della tabella dei risultati di seguito riportata).

La dinamica del deflusso di piena rimane praticamente equivalente a quella di stato attuale, verificandosi comunque un lieve abbassamento dei livelli quantificato in circa 20-30 cm: in ragione della riduzione dei livelli il franco in sinistra nella sezione 4.1 (monte viadotto Secca Nord) passa da 0.70 m (stato attuale) a 1.02 m e nella sezione 6.1 (monte viadotto Secca Sud) passa da 0.81 m a 1.09 m.

8.1.1.3 Risultato delle analisi scalzamento delle pile dei nuovi viadotti Secca

Per quanto riguarda il Viadotto Secca Nord, il calcolo dello scalzamento al piede è stato eseguito a partire dalla quota di fondo alveo pari a 55.96 m s.m.

Lo scalzamento al piede considerando la geometria della pila risulta pari a circa 5.50 m.

Per quanto riguarda invece il Viadotto Secca Sud, il calcolo dello scalzamento al piede è stato eseguito a partire da una quota di fondo alveo pari a 55.66 m s.m.

Lo scalzamento al piede considerando la geometria della pila risulta pari a circa 3.50 m.

8.1.1.4 Interventi di difesa delle fondazioni

Al fine di proteggere il fondo alveo dai fenomeni erosivi indotti in occasione di eventi di piena gravosi sulle fondazioni dei due viadotti A7 (Secca Nord e Secca Sud) localizzati tra le sezioni di rilievo 4 e 7 si è previsto il rivestimento del fondo in massi di cava sciolti. In particolare, l'intervento si estende a partire da 65.0 m a monte del primo viadotto e termina in corrispondenza della briglia esistente localizzata a valle del secondo viadotto secondo un'estensione di 140.0 m. spessore di 1.00 m e pendenza pari al 1.15%; la dimensione dei massi di cava non dovrà essere inferiore ad 1.0 m.

Al fine di contrastare il potenziale effetto di erosione al piede delle fondazioni che si attesta intorno a valori molto elevati, si prevede di eseguire un rivestimento nell'intorno delle fondazioni del viadotto con massi di scogliera sciolti di grande diametro. In particolare, le verifiche idrauliche sono state eseguite in relazione alla metodologia riportata in relazione idrologico idraulica.

Un diametro di progetto pari a $d = 1.00$ m consente quindi di ottenere un fattore di sicurezza sempre superiore a 2.1 rispetto alla condizione più sfavorevole (formulazione MPM). Tale valore di dimensione del rivestimento è comunque da ritenersi un diametro minimo, al fine di garantire la completa stabilità del fondo.

Volendo esprimere la dimensione dei massi in termini di peso, si può considerare come, in generale, il volume di elementi di forma abbastanza regolare sia compreso tra quello di un cubo di lato pari a d e quello di una sfera di diametro d . Il rapporto tra questi due volumi è pari a circa 0.52; si può assumere il volume del masso pari a 0.8 volte quello del cubo. Si ottiene pertanto:

$$V_{\min} = 0,80 (d_{\min})^3$$

Considerando il peso specifico del materiale lapideo come indicato in precedenza, si ottiene un **peso di circa 2000 kg**; pertanto, i massi da utilizzare per la realizzazione del rivestimento dovranno pertanto avere tale peso per garantire la stabilità della soluzione adottata.

8.1.2 Interferenza idrografica Rio Orpea

Il bacino imbrifero del rio Orpea interferente con le rampe Polcevera e San Rocco (vedi Figura 8-1), ha una superficie $S = 0.325$ km², appartenendo pertanto al reticolo di secondo livello.



Figura 8-1- Bacino imbrifero del rio Orpea interferente con le rampe Polcevera e San Rocco

Considerando un contributo specifico di $40 \text{ m}^3/\text{s km}^2$ si ottiene la portata di piena di riferimento con tempo di ritorno 200 anni:

$$Q_{\text{TR}200} = 13.0 \text{ m}^3/\text{s}.$$

La geometria attuale del rio Orpea è stata descritta sulla base del rilievo topografico eseguito nell'anno 2017.

Esso è composto da 12 sezioni trasversali di rilievo che descrivono geometricamente il corso d'acqua per un'estensione complessiva di 109.3 m.

Il tratto di monte, tra le sezioni 1 e 6 è caratterizzato da un'elevata pendenza di fondo alveo compresa tra valori variabili da 4.2 a 6.1 %. Dalla sezione 6 fino alla 8 la pendenza si attesta intorno al 2.0 %; successivamente è presente un salto di fondo di altezza 3.5 m che disconnette genera una disconnessione nel profilo idraulico del rio.

Il tratto d'asta compreso tra le sez. 2 e 8 presenta in destra opere di sponda (muri arginali) che in corrispondenza della sezione 7 si rivelano inadeguate a contenere la piena di riferimento; infatti, essi vengono sormontati dai livelli idrici inducendo allagamenti di tutta la porzione di piano campagna in destra, ove attualmente sono presenti baracche.

Per quanto riguarda invece lo stato di progetto, la sistemazione prevista è funzionale alla stabilizzazione dell'alveo inciso a cavallo dell'attraversamento delle rampe Polcevera e San Rocco in progetto; in particolare la sezione d'alveo viene sistemata a monte dell'attraversamento (sezioni 5, 6 secondo una sezione a geometria rettangolare di larghezza pari a 4.00 m e altezza di 2.5 m. La sezione è composta da muri di sponda in cls e rivestimento del fondo in massi sciolti.

L'attraversamento idraulico viene localizzato nel tratto che si estende dalla sezione 6.1 alla sezione 6.7 e viene realizzato in affiancamento alla VS025; più precisamente viene realizzato un manufatto scatolare utile anche al passaggio delle VS025, in cui continua il canale idraulico con larghezza 4.00m ed un'altezza della sponda pari a 3.50 m, mentre a lato della sponda viene realizzata la VS025.

La realizzazione del manufatto unico consente una miglior gestione ai fini manutentivi del canale.

A valle dell'attraversamento diminuisce progressivamente la dimensione della sezione della sistemazione, mantenendo in linea generale la stessa forma geometrica, al fine di riconnettersi con la sezione esistente in corrispondenza della sezione 8.

8.1.2.1 Verifica della situazione attuale

La portata di riferimento a tempo di ritorno 200 anni transita nel tratto di monte compreso tra le sezioni 1 e 6 completamente contenuta in alveo; tra le sezioni 6 e 7 si registra un elevato rischio di esondazione in destra (franco nullo) per effetto dell'inadeguatezza idraulica in quota dei muri arginali esistenti.

8.1.2.2 Verifica della situazione di progetto

La simulazione di progetto schematizza idrodinamicamente quanto previsto nella sistemazione, che prevede una lieve rettifica dell'asse in corrispondenza dell'attraversamento in progetto ed una stabilizzazione in termini morfologici della sezione incisa.

La simulazione di progetto ha mostrato che rispetto allo stato attuale non vi sono innalzamenti di livello significativi e tali da aggravare le condizioni di rischio idraulico. L'attraversamento idraulico è previsto mediante un canale di dimensioni $B \times H = 4.00 \times 3.50$ m, realizzato all'interno di uno scatolare che consente anche il passaggio sotto l'autostrada della VS025; tale attraversamento possiede un franco idraulico di sicurezza variabile da 2.77 m (monte) a 2.19 m (valle) che risulta congruente con quanto previsto dal Regolamento N.3. Anche la condizione rispetto al carico cinetico viene rispettata. L'attraversamento è quindi da considerarsi adeguato idraulicamente. Nella sistemazione idraulica eseguita per i tratti all'aperto non viene sostanzialmente incrementato il franco idraulico rispetto alla situazione attuale in quanto l'opera deve collegarsi, a valle e a monte, con l'attuale sistemazione del rio.

La sistemazione idraulica del canale consente di eliminare il rischio di esondazione in destra tra le sezioni 6 e 7.

Per l'opera è prevista un'ispezione periodica con frequenza semestrale e comunque dopo ogni evento di piena. L'accessibilità per la manutenzione del di intervento viene garantita attraverso la viabilità di servizio.

8.1.2.3 Verifica al trascinamento dei massi di rivestimento

Per i tratti iniziale e finale della sistemazione è previsto in rivestimento del fondo alveo in massi sciolti.

In particolare, le verifiche idrauliche sono state eseguite in relazione alla metodologia riportata nella relazione idrologica-idraulica di progetto.

I parametri idraulici necessari alla verifica di stabilità del materiale di rivestimento sono stati ricavati dalla simulazione per tempo di ritorno 200 anni nel tratto a valle del tombino:

- Pendenza motrice: i [m/m] = 0.021.
- Altezza d'acqua: Y [m] = 1.33.

Le caratteristiche dei materiali sono invece state assunte come segue:

- Peso spec. acqua: γ [kg/m³] = 1000.
- Peso spec. solido: γ_s [kg/m³] = 2500.
- Angolo di riposo dei massi in acqua: ϕ [°] = 50.0.
- Diametro di progetto: d [m] = 0.50.

Un diametro di progetto pari a $d = 0.50$ m consente quindi di ottenere un fattore di sicurezza sempre superiore a 1.75 rispetto alla condizione più sfavorevole (formulazione MPM). Tale valore di dimensione del rivestimento è comunque da ritenersi un diametro minimo, al fine di garantire la completa stabilità del fondo.

Volendo esprimere la dimensione dei massi in termini di peso, si può considerare come, in generale, il volume di elementi di forma abbastanza regolare sia compreso tra quello di un cubo di lato pari a d e quello di una sfera di diametro d . Il rapporto tra questi due volumi è pari a circa 0.52; si può assumere il volume del masso pari a 0.8 volte quello del cubo. Si ottiene pertanto:

$$V_{\min} = 0,80 (d_{\min})^3$$

Considerando il peso specifico del materiale lapideo come indicato in precedenza, si ottiene un **peso di circa 250 kg**; pertanto, i massi da utilizzare per la realizzazione del rivestimento dovranno pertanto avere tale peso per garantire la stabilità della soluzione adottata.

8.1.3 Interferenza Viabilità VS008 – Bolzaneto

Il bacino imbrifero del rio interferente con la viabilità di servizio VS008 ha una superficie $S = 0.056$ km², appartenendo pertanto al reticolo minuto.

Considerando un contributo specifico di 40 m³/s km² si ottiene la portata di piena di riferimento con tempo di ritorno 200 anni:

$$Q_{TR200} = 2.3 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Assumendo un valore medio di calcolo del tempo di corrivazione pari a **0.25** ore, applicando la formula razionale si ottiene un valore al colmo per la piena cinquantennale pari $Q_{TR50} = 2.0$ m³/s.

La simulazione idraulica dello stato di progetto schematizza gli interventi di sistemazione previsti sul rio che sono costituiti da:

- un manufatto di imbocco al tombino scatolare con annessa briglia selettiva a monte; il manufatto di imbocco è a cielo aperto ed è costituito da una sezione rettangolare di larghezza pari a 2.0 m di altezza variabile che compie 2 salti di fondo (il primo di altezza pari a 1.00 m e il secondo di 1.7 m);
- un tratto di tombino scatolare di dimensioni $B \times H = 2.0 \times 2.0$ m di estensione pari a 13.35 m e pendenza pari all'1 %;

- un tratto di canale aperto di sezione rettangolare di dimensioni BxH=2.0x2.0 m di lunghezza pari a 18.0 m e pendenza dell'1.0%; il canale nel suo percorso compie 6 salti di fondo, di altezza compresa tra 0.8 e 2.0 m;
- un tratto di canale aperto di sezione rettangolare di dimensioni BxH=2.0x2.0 m di lunghezza pari a 14.6 m e pendenza dell'1.0%;
- un tratto di tombino scatolare di dimensioni BxH=2.0x2.0 m, di lunghezza pari a 9.50 m e pendenza di fondo pari all'1%;
- la sistemazione termina con un tratto di canale aperto di sezione rettangolare di dimensioni BxH=2.0x2.0 m di lunghezza pari a 7.4 m e pendenza dell'1.0%; il canale nel suo percorso compie 2 salti di fondo, il primo di altezza 1.0 m e il secondo di altezza 0.5 m.

Il modello idraulico è composto da 45 sezioni trasversali (costituite dalle sezioni tipo di sistemazione indicate sul profilo longitudinale di progetto), che descrivono geometricamente gli interventi previsti sul corso d'acqua per un'estensione di circa 84 m.

8.1.3.1 Verifica della situazione di progetto

Dalla simulazione eseguita si può evincere che l'intero tratto in progetto ha un franco di sicurezza mai inferiore a 1.43 m.

La sezione di tombinatura prevista rispetta le prescrizioni del Regolamento Regionale che prevede una dimensione areale non inferiore a 3.0 m².

Le opere in progetto sono adeguate idraulicamente in quanto il franco di sicurezza è sempre superiore a 0.5 m per i 2 tratti di tombino scatolare ed a 0.3 m per il tratto canalizzato a cielo aperto.

Per l'opera è prevista un'ispezione periodica con frequenza semestrale e comunque dopo ogni evento di piena.

Il trasporto solido, ed in particolare la parte di materiale più grossolano, viene intercettato dalla briglia selettiva prevista in corrispondenza dell'opera di imbocco che dunque limita il trasporto a valle nel tratto tombato.

L'accessibilità per la manutenzione del tratto di monte a cielo aperto viene garantita attraverso la viabilità di servizio.

L'eventuale materiale che può depositarsi nel tratto tombato sarà prevalentemente di granulometria medio-fine e dunque potrà essere rimosso tramite autospurgo; per eseguire tale attività gli operatori specializzati accederanno ai vari salti dotandosi di scale di opportuna altezza.

8.1.3.2 Analisi idraulica deviazione provvisoria

La realizzazione della VS008 richiede l'intubamento del rio interferente tramite tratti di tubazione in PEAD.

Il tombino previsto nelle fasi provvisoriale è un PEAD di diametro 1200 mm (DN1000 interno). Nelle verifiche si è presa in considerazione una pendenza minima di posa della struttura di attraversamento pari al 5%.

La portata di 2.0 m³/s viene smaltita generando nella sezione del tombino un riempimento del 40%, con un tirante idrico pari a 0.40 m e una velocità di 6.50 m/s.

Essendo il riempimento dell'opera inferiore all'85% l'opera è da considerarsi adeguata.

8.1.4 Interferenza Viabilità VS008 – Bolzaneto - TC031

Il bacino imbrifero dell'impiuvio minore, non appartenente al reticolo regionale, interferente con la viabilità di servizio VS008 ha una superficie S = 0.009 km².

Considerando un contributo specifico di 40 m³/s km² si ottiene la portata di piena di progetto:

$$Q_{\text{progetto}} = 0.35 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Per garantire la continuità idraulica del piccolo scolo è stato prevista una tubazione di attraversamento della VS008 costituita da un DN800 in cav avente pendenza 3% e lunghezza 21m.

Si riportano nel seguito i parametri di calcolo e i risultati della verifica idraulica condotta.

· dimensioni	D=0.8 m
· pendenza min.	0.03 m/m
· materiale	CAV
· scabrezza	45 m ^{1/3} s ⁻¹
· portata progetto	0.35 m ³ /s
· altezza moto uniforme	0.27 m
· franco sicurezza	0.53 m
riempimento	34 %

8.1.5 Analisi interferenza tombino esistente TC012

Il bacino imbrifero del rio interferente con la viabilità in progetto ha una superficie pari a 0.013 km².

Considerando un contributo specifico di 40 m³/s km² si ottiene una portata di piena di progetto di:

$$Q_{\text{progetto}} = 0.53 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Il bacino in considerazione è sotteso a un tombino in cls esistente di diametro pari a 800 mm e pendenza pari all'1%

Si riportano nel seguito i parametri di calcolo e i risultati della verifica idraulica condotta sul tombino TC012:

· dimensioni	D=0.80 m
· pendenza min.	0.01 m/m
· materiale	cls
· scabrezza	45 m ^{1/3} s ⁻¹
· portata progetto	0.53 m ³ /s
· altezza critica	0.44 m
· altezza moto uniforme	0.50 m
· franco sicurezza	0.30 m
· riempimento	62 %

8.1.6 Interferenza imbocco gallerie Baccan-Bric du Ventu-Polcevera -TS040

L'imbocco delle gallerie Baccan, Bric du Ventu e Polcevera interferisce con alcuni bacini idrografici minori non appartenenti al reticolo regionale. L'impluvio situato più a nord non viene interessato dai lavori. In termini di estensione, i tre impluvi rientrano nella gerarchizzazione dei reticoli minuti.

I 3 bacini individuati recapitano le acque nelle canalizzazioni in progetto in c.a. (scabrezza 45 m^{1/3}/s) denominate profilo A, B e C.

Il profilo A, nel tratto di monte, convoglia le acque del bacino A mediante un canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 3.0%, a valle della vasca di dissipazione la canalizzazione, che mantiene la stessa sezione e pendenza del tratto di monte, riceve le acque anche del bacino B, infine nel tratto di valle in sinistra idraulica la sistemazione idraulica riceve l'apporto del bacino C e tramite un canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 3.0% e un successivo tombino scatolare 1.5x2.0m di lunghezza circa 19 m recapita nell'opera esistente. Nel tratto immediatamente a monte della confluenza con il profilo C, il profilo A attraversa il piazzale d'imbocco mediante un tombino di scatolare 1.5x2.00 m di lunghezza 11m.

Il profilo B convoglia le acque del bacino B mediante un canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 3.0% sino alla vasca di dissipazione in cui avviene la confluenza con il profilo A. La vasca di dissipazione, caratterizzata da un fondo ribassato rispetto alle canalizzazioni, ha lo scopo di rallentare i deflussi provenienti dai due bacini afferenti e di intercettare il trasporto solido.

Il profilo C è costituito da un primo manufatto d'imbocco e un successivo manufatto scatolare 1.5x2.0m di lunghezza 17m e pendenza 1% che attraversa il piazzale d'imbocco, a valle del tombino in progetto è previsto un canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 1.0% sino alla confluenza con il profilo A.

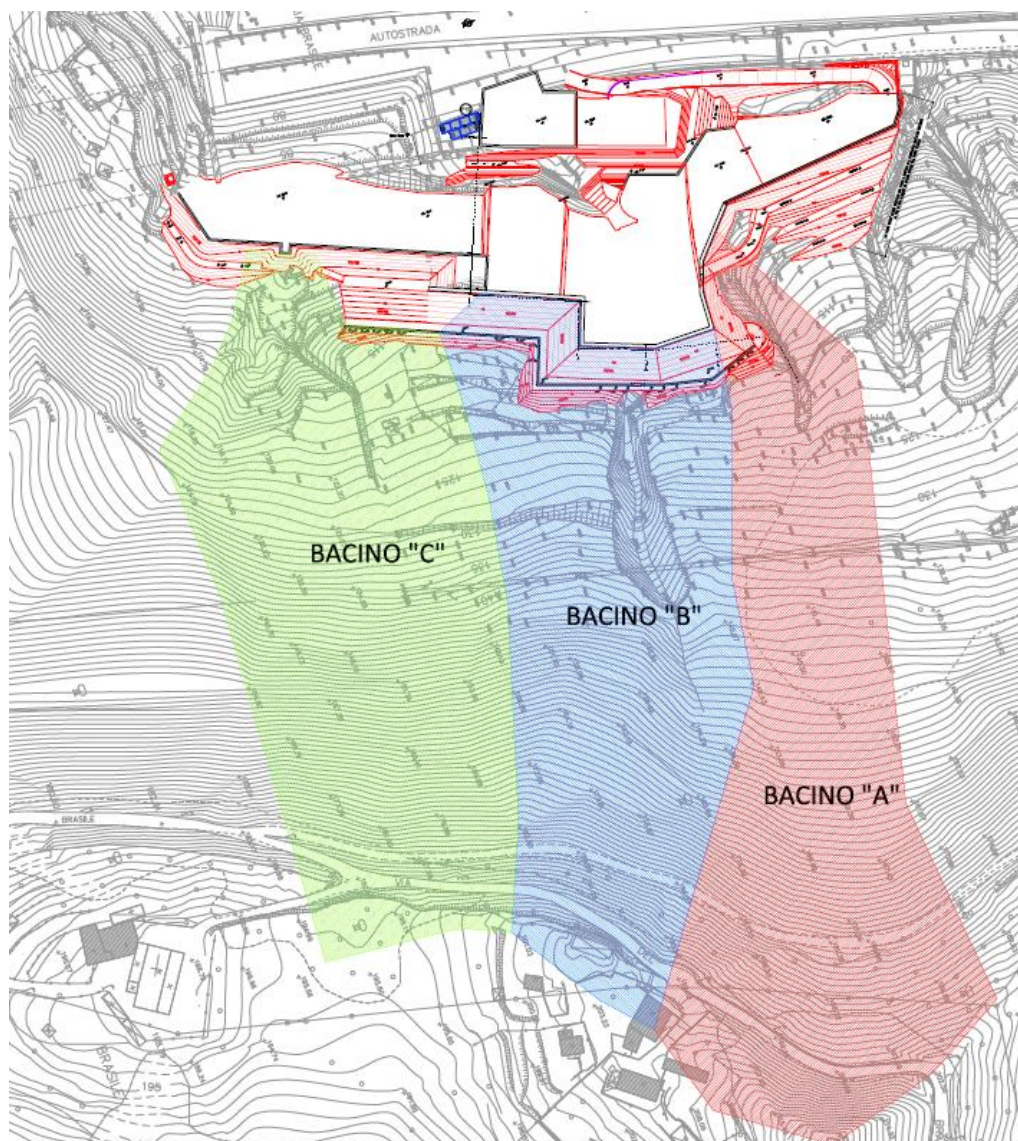


Figura 8-2 - Bacini imbriferi dei rii interferenti con la viabilità in progetto

Di seguito si riportano le verifiche idrauliche delle opere in progetto eseguite per ciascuno dei tre bacini, le verifiche sono state eseguite in moto uniforme in quanto si tratta di impluvi minori, non appartenenti al reticolo regionale e caratterizzati da portate modeste.

Bacino A

- Nel tratto di monte la piena di valore al colmo pari a 0.48 m³/s del bacino A transita nel canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 3.0% generando un tirante pari a 0.15 m con una velocità di 1.95 m/s e il riempimento dell'opera è del 15%. Il franco idraulico di sicurezza è pari a 0.85 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per le canalizzazioni aperte (0.3 m).
- A valle della confluenza con il profilo B, la portata al colmo pari a 0.94mc/s, somma dei bacini A e B, transita nel canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 3.0% generando un tirante pari a 0.24 m con una velocità di 2.50 m/s e il riempimento dell'opera è del 24%. Il franco idraulico di sicurezza è pari

- a 0.76 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per le canalizzazioni aperte (0.3 m).
- Nel tratto di attraversamento del piazzale di cantiere, la portata al colmo pari a 0.94 mc/s transita in un tombino scatolare avente dimensioni 1.5x2.0m, lunghezza 11m, pendenza 3% generando un tirante pari a 0.24 m con una velocità di 2.50 m/s e il riempimento dell'opera è del 12%. Il franco idraulico di sicurezza è pari a 1.76 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per i tombini scatoari (0.5 m).
- A valle della confluenza con il profilo C, la portata al colmo pari a 1.72mc/s, somma dei bacini A, B, C e del bacino residuo relativo all'imbocco delle gallerie, transita nel canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 3.0% generando un tirante pari a 0.37 m con una velocità di 3.07 m/s e il riempimento dell'opera è del 37%. Il franco idraulico di sicurezza è pari a 0.63 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per le canalizzazioni aperte (0.3 m).
- Prima di recapitare nell'opera esistente la portata al colmo pari a 1.72mc/s transita in un tombino scatolare avente dimensioni 1.5x2.0m, lunghezza 19m, pendenza 3% generando un tirante pari a 0.37 m con una velocità di 3.07 m/s e il riempimento dell'opera è del 19%. Il franco idraulico di sicurezza è pari a 1.63 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per i tombini scatoari (0.5 m).

Bacino B

- Nel tratto di monte la piena di valore al colmo pari a 0.46 m³/s del bacino B transita nel canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 3.0% generando un tirante pari a 0.15 m con una velocità di 1.95 m/s e il riempimento dell'opera è del 15%. Il franco idraulico di sicurezza è pari a 0.85 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per le canalizzazioni aperte (0.3 m).

Bacino C

- Nel tratto di monte la piena di valore al colmo pari a 0.51 m³/s del bacino C transita in un tombino scatolare avente dimensioni 1.5x2.0m, lunghezza 17m, pendenza 1% generando un tirante pari a 0.22 m con una velocità di 1.41 m/s e il riempimento dell'opera è dell'11%. Il franco idraulico di sicurezza è pari a 1.78 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per i tombini scatoari (0.5 m).
- Nel tratto successivo al tombino, la portata al colmo pari a 0.51 mc/s transita nel canale in c.a. di dimensioni BxH=1.5x1.0 m e pendenza 1.0% generando un tirante pari a 0.23 m con una velocità di 1.41 m/s e il riempimento dell'opera è del 23%. Il franco idraulico di sicurezza è pari a 0.77 m che rispetta quanto prescritto dal Regolamento Regionale N.3 per le canalizzazioni aperte (0.3 m).

L'accessibilità alla vasca di dissipazione in progetto per consentire i necessari interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, posta alla confluenza dei bacini A e B, dovrà avvenire mediante l'impiego di un dumper cingolato in grado di risalire il versante della sistemazione finale dell'imbocco.

8.1.7 Interferenza imbocco galleria Torbella ovest

Il bacino imbrifero del rio Bruciate, affluente in destra del torrente Torbella, interferente con l'imbocco della galleria Torbella Ovest, (vedi Figura 8-3) ha una superficie $S = 0.089 \text{ km}^2$. Esso appartiene al reticolo idrografico minuto.

Considerando un contributo specifico di $40 \text{ m}^3/\text{s km}^2$ si ottiene la portata di piena di progetto:

$$Q_{\text{progetto}} = 3.6 \text{ m}^3/\text{s}.$$

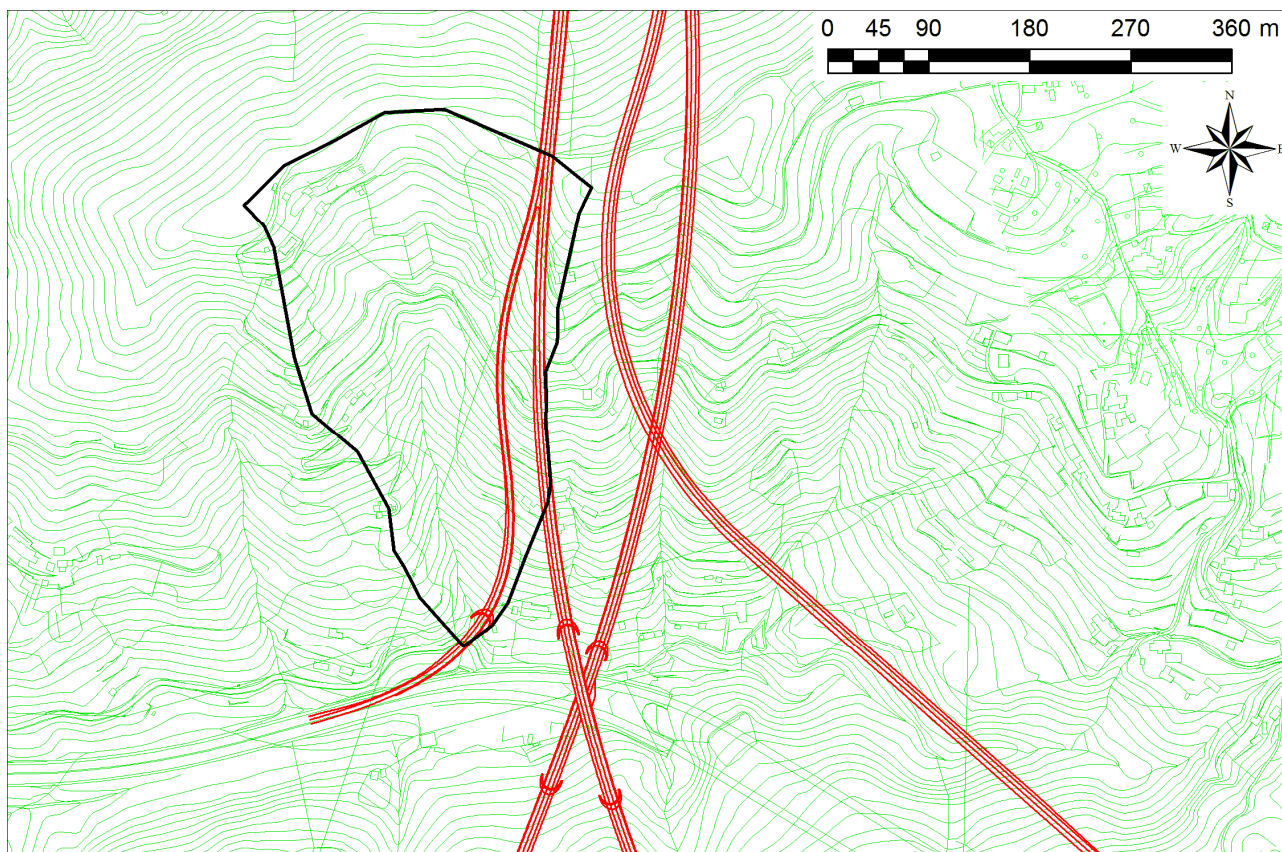


Figura 8-3 - Bacino imbrifero rio bruciate, interferente con l'imbocco della galleria Torbella Ovest

8.1.7.1 Verifica della situazione di progetto

La sezione di attraversamento prevista nel progetto (scatolare BxH=1.5Xvar2.0-4.5 m) è conforme a quanto previsto dal Regolamento Regionale N.3, che per il reticolo minuto impone una sezione minima di area non inferiore a 3 m².

Dalla simulazione eseguita si può evincere che l'intero tratto in progetto ha un franco di sicurezza sempre superiore a 1.25 m; tale sistemazione è da considerarsi adeguata idraulicamente in quanto rispetta il franco minimo di 0.3 m per le sezioni aperte e di 0.5 m per gli attraversamenti costituiti da tombinatura.

Il punto di recapito dell'inalveazione di progetto non viene modificato rispetto allo stato attuale e nello specifico risulta un tombino in c.a. esistente di dimensioni 2.00x2.00 con pendenza media pari al 14%, ampiamente in grado di convogliare la portata di progetto dell'inalveazione in oggetto.

La verifica è stata estesa al tratto di sistemazione caratterizzato da rivestimento in gabbioni sulle sponde e da materassi metallici sul fondo, applicando la metodologia descritta nella relazione specialistica a cui si rimanda. Le verifiche condotte hanno dato esito positivo.

8.1.8 Interferenza imbocco galleria Forte Diamante sud

La viabilità interferita IN002 e l'imbocco della galleria Forte Diamante Sud (IB11S) interferiscono con una piccola incisione non appartenente al Reticolo Regionale. Il bacino imbrifero dell'incisione, affluente in destra del torrente Torbella (vedi Figura 8-4), ha una superficie di 0.0095 km².

Considerando un contributo specifico di 40 m³/s km² si ottiene la seguente portata di piena di progetto con tempo di ritorno 200 anni:

$$\text{Incisione: } Q_{\text{progetto}} = \mathbf{0.38 \text{ m}^3/\text{s}}.$$

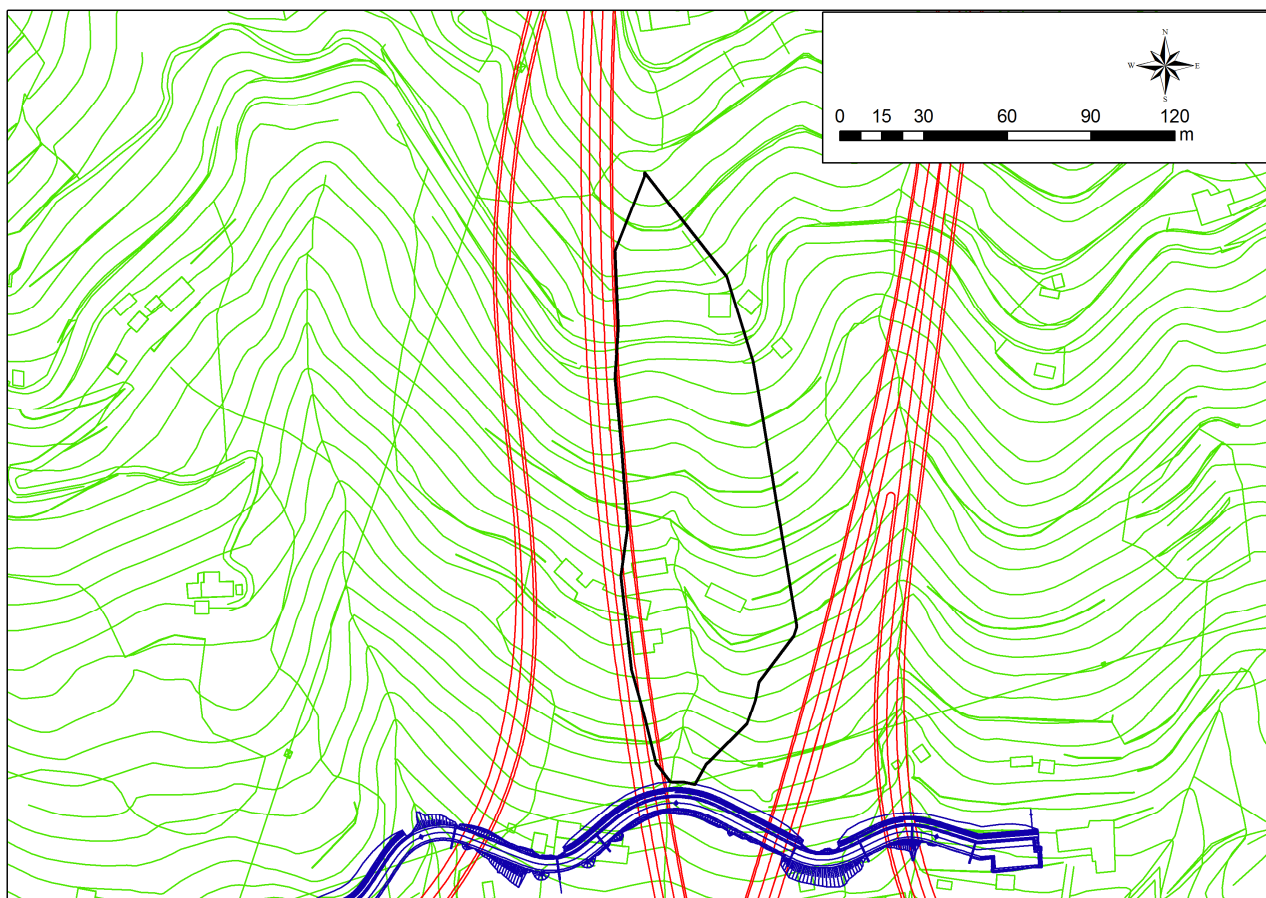


Figura 8-4 - Bacino imbrifero incisione interferente con l'imbocco della Galleria Forte Diamante lato Sud

8.1.8.1 Verifica della situazione di progetto

Per il tratto di tombino circolare, in attraversamento dell'IN002, si ottiene che la portata di progetto transita con i seguenti parametri idraulici:

· dimensioni	DN=1000 m
· pendenza minima	0.01 m/m
· materiale	cls
· scabrezza	45 m ^{1/3} s ⁻¹
· portata progetto	0.38 m ³ /s
· altezza moto uniforme	0.36 m
· altezza critica	0.35 m
· riempimento	36%
· franco	0.64 m

Per il tratto di canale rettangolare (di altezza minima 1.0 m) a valle dell'IN002 si ottiene che la portata di progetto transita con i seguenti parametri idraulici:

· dimensioni	BxH=1.5x1.0 m
· pendenza minima	0.01 m/m
· materiale	cls
· scabrezza	45 m ^{1/3} s ⁻¹
· portata progetto	0.38 m ³ /s
· altezza moto uniforme	0.20 m
· altezza critica	0.12 m

- riempimento 20%
- franco 0.80 m

Il tombino risulta adeguato in quanto possiede un franco idraulico superiore a 0.5 m, così come il canale rettangolare che possiede un franco idraulico di 0.8 m.

8.1.9 Interferenza imbocco galleria Montesperone nord

Il bacino imbrifero del rio Vivaglietta, affluente in sinistra del torrente Torbella, interferente con l'imbocco della galleria Montesperone lato Nord, (vedi Figura 8-5) ha una superficie $S = 0.034 \text{ km}^2$. Esso appartiene al reticolo idrografico minuto.

Considerando un contributo specifico di $40 \text{ m}^3/\text{s km}^2$ si ottiene la portata di piena di progetto:

$$Q_{\text{progetto}} = 1.40 \text{ m}^3/\text{s}.$$



Figura 8-5 - Bacino imbrifero rio Vivaglietta, interferente con l'imbocco della galleria Montesperone lato Nord

8.1.9.1 Verifica della situazione di progetto

Le sezioni di attraversamento con manufatto scatolare previste in progetto sono conformi a quanto indicato dal Regolamento Regionale N.3, che per il reticolo minuto impone una sezione minima di area non inferiore a 3 m².

Dalla simulazione eseguita si può evincere che l'intero tratto in progetto ha un franco di sicurezza minimo di 1.46 m (riscontrabile nella sez.19); tale sistemazione è da considerarsi quindi adeguata idraulicamente in quanto rispetta il franco minimo di 0.3 m per le sezioni aperte e di 0.5 m per gli attraversamenti costituiti da tombinatura, che sono stati ridotti al minimo in coerenza a quanto richiesto dalla Provincia di Genova.

8.1.10 Interferenza viabilità VS18B – Rio Mattalo

Il bacino imbrifero del rio Mattalo, interferente con la viabilità di servizio VS18B, (vedi Figura 8-6) ha una superficie S = 0.0591 km². Esso appartiene al reticolo idrografico minuto.

Considerando un contributo specifico di 40 m³/s km² si ottiene la seguente portata di piena di riferimento con tempo di ritorno 200 anni:

$$Q_{TR200} = 2.36 \text{ m}^3/\text{s}.$$

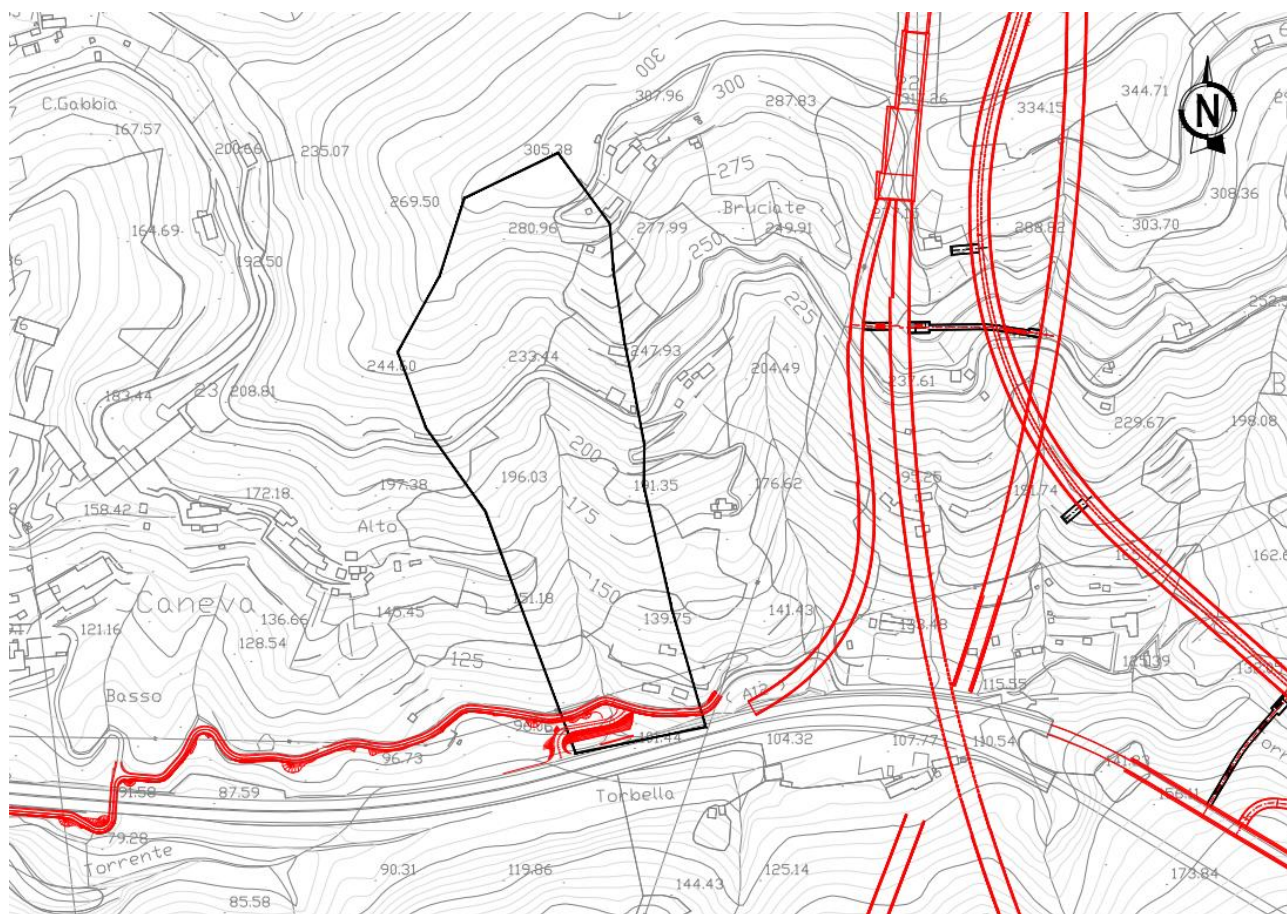


Figura 8-6 - Bacino imbrifero del rio Mattalo, interferente con la viabilità di servizio VS18B

8.1.10.1 Verifica nella situazione di progetto

Le sezioni di progetto con manufatto scatolare sono conformi a quanto previsto dal Regolamento Regionale n.1/2016, che per il reticolo minuto impone una sezione minima di area non inferiore a 3 m².

Dalla simulazione eseguita emerge che l'intero tratto in prolungamento ed anche quello esistente presentano un franco di sicurezza mai inferiore a 115 cm; tale sistemazione è da considerarsi adeguata idraulicamente in quanto rispetta il franco minimo di 0.5 m per gli attraversamenti costituiti da tombinatura.

Considerando la geometria del canale, in corrispondenza dei salti si vengono a generare delle velocità elevate (superiori a 8-10 m/s) in cui viene dissipata l'energia. Onde evitare l'innescarsi di puntuali fenomeni erosivi i manufatti vengono realizzati con calcestruzzi di ottima qualità.

Nel caso si riscontrassero, in fase di successiva manutenzione dell'opera, punti particolarmente critici e soggetti ad una forte azione erosiva del calcestruzzo indotta dalla corrente, si potrà valutare la necessità di mettere in atto opportune soluzioni mitigative come, ad esempio, il rivestimento locale delle superfici in calcestruzzo con lastre di pietra o di acciaio di adeguato spessore.

Nel tratto di monte dell'intervento, in corrispondenza dell'opera di imbocco, è stata prevista una briglia selettiva che consente di ridurre al minimo il materiale grossolano trasportato nel tratto tombato e quindi di limitare il rischio di parziale occlusione di quest'ultimo. Anche considerando l'ipotesi molto cautelativa in cui si dovesse ostruire l'intera sezione della briglia selettiva, che comunque è soggetta a controlli periodici, il deflusso dell'intera portata duecentennale ($Q_{200}=2.36 \text{ m}^3/\text{s}$) sarebbe garantito a stramazzo sopra la soglia generata dalla briglia selettiva e senza generare esondazione del canale.

8.1.11 Interferenza viabilità IN005 di Morego – Zona Bolzaneto

La viabilità interferita Morego (IN005) interferisce con un rio non appartenente al Reticolo Regionale. Il bacino imbrifero dell'incisione (vedi Figura 8-7), affluente in sinistra del rio Morego, ha una superficie $S = 0.0172 \text{ km}^2$. Per quanto non appartenente al Reticolo Regionale, l'opera idraulica è stata dimensionata nel rispetto di quanto previsto dal Regolamento Regionale N.3 per il reticolo minuto.

Considerando un contributo specifico di $40 \text{ m}^3/\text{s km}^2$ si ottiene la portata di piena di progetto:

$$Q_{\text{progetto}} = 0.688 \text{ m}^3/\text{s}.$$

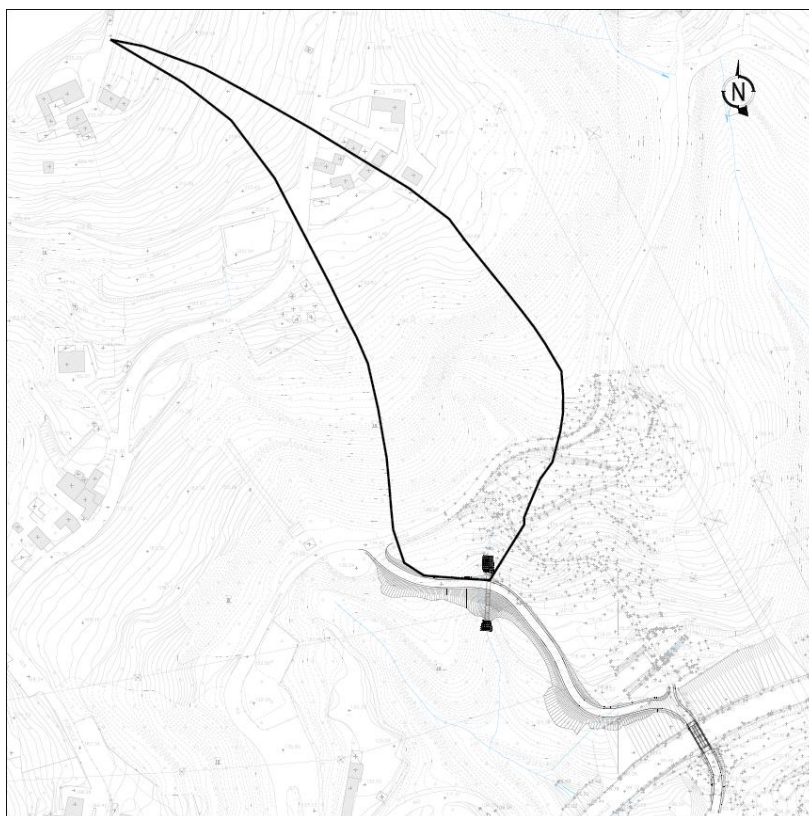


Figura 8-7 - Bacino imbrifero rio interferente con la viabilità IN005

8.1.11.1 Verifica nella situazione di progetto

Il tombino idraulico previsto per l'attraversamento del rio minore è costituito da un manufatto scatolare di dimensioni BxH=1.50x2.00 m e caratterizzato da una pendenza minima pari al 3.0%.

Si riportano nel seguito i parametri di calcolo e i risultati della verifica idraulica condotta sul tombino:

· dimensioni	BxH=1.50x2.00 m
· pendenza min.	0.03 m/m
· materiale	cls
· scabrezza	45 m ^{1/3} s ⁻¹
· portata progetto	0.688 m ³ /s
· altezza moto uniforme	0.20 m
· velocità	2.28 m/s
· franco sicurezza	1.80 m

Il Regolamento N.3 richiede per il reticolo idrografico minuto un franco di sicurezza per i manufatti di attraversamento pari a 0.5 m; l'opera in progetto rispetta questa prescrizione e risulta pertanto adeguata idraulicamente.

Si è inoltre eseguita la verifica della sistemazione del tratto a valle dell'attraversamento e anch'essa risulta ampiamente rispettata.

8.2 SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un nuovo collegamento autostradale di interconnessione che si sviluppa principalmente in galleria, mentre in corrispondenza dei tratti all'aperto si sviluppa in viadotto.

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque afferenti in piattaforma (venute in galleria, acque meteoriche, sversamenti accidentali) sono stati definiti due sistemi di drenaggio distinti, il primo relativo ai tratti all'aperto, il secondo relativo ai tratti in galleria.

Entrambi i sistemi, per evitare la possibilità di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti nella rete idrografica naturale, sono di tipo chiuso e dunque consentono il convogliamento delle acque in punti di controllo, "presidi idraulici", in cui avviene lo scarico nella rete idrografica naturale previo trattamento.

La tipologia di trattamento è diversificata per i tratti all'aperto e per i tratti in galleria, come descritto e dimensionato nei capitoli che seguono.

Accanto a questi sistemi chiusi si è previsto un terzo sistema di tipo aperto, indipendente dai primi due, adibito alla raccolta ed al convogliamento delle acque di versante o delle acque di drenaggio dei rivestimenti delle gallerie, che non sono soggette ad agenti inquinanti, verso i recapiti naturali senza alcun trattamento.

I presidi idraulici dei tratti all'aperto garantiscono, oltre al trattamento qualitativo, un controllo quantitativo. Questi presidi sono infatti dimensionati per laminare i deflussi meteorici che si formano in piattaforma autostradale e dunque scaricare una portata controllata come previsto dal PUC di Genova.

8.2.1 Rete di drenaggio delle acque meteoriche

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad essa afferenti ed il loro trasferimento fino al recapito, quest'ultimo costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili dal punto di vista quali-quantitativo. Prima del trasferimento al recapito naturale è previsto il convogliamento delle acque in punti di controllo, ossia presidi idraulici, per effettuare un trattamento quali-quantitativo.

Il ciclo completo, dalla precipitazione che ricade sulla piattaforma al deflusso negli elementi di raccolta, al trasferimento al ricettore finale è schematizzato nella seguente figura.

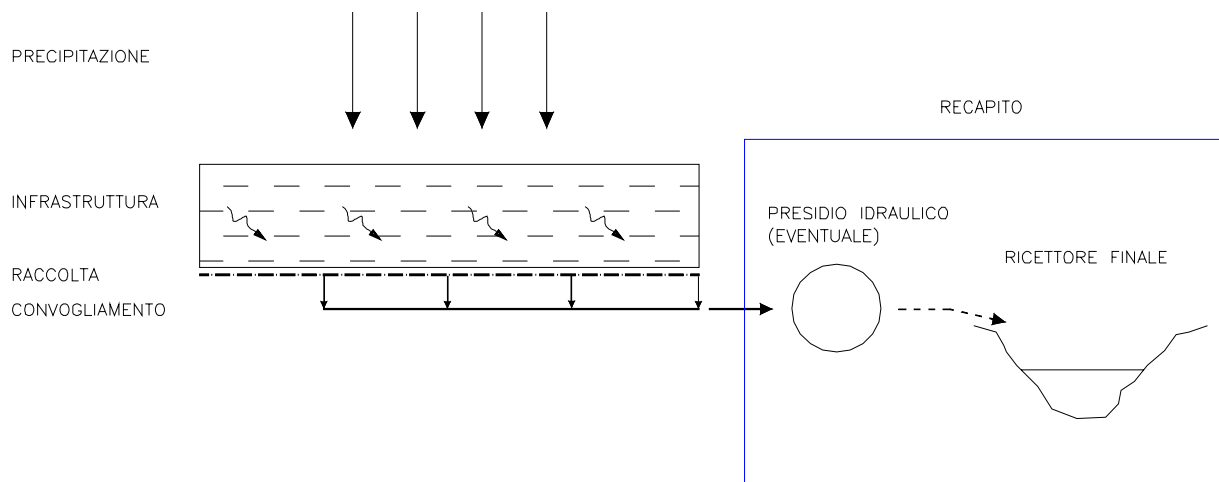


Figura 8-8 – Ciclo idrologico dalla precipitazione al deflusso nel ricettore finale.

Il sistema di drenaggio utilizzato è un sistema di tipo chiuso ossia un sistema in cui il recapito delle acque di piattaforma consiste in un presidio idraulico adibito al trattamento e al rilascio delle stesse, compatibilmente con i vincoli normativi vigenti e prevede:

- la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale in modo separato rispetto alle acque esterne che vengono indirizzate direttamente al recapito;
- il convogliamento delle acque di piattaforma tramite collettori o tramite fossi di guardia al piede opportunamente impermeabilizzati in modo che l'acqua non s'infiltri nel terreno (fossi rivestiti in CLS) verso il presidio idraulico;
- un presidio idraulico con funzioni di trattamento qualitativo e quantitativo prima dello scarico nel ricettore finale.

8.2.1.1 Dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche

Il sistema di drenaggio di piattaforma (elementi di raccolta) è stato dimensionato per eventi con *tempo di ritorno venticinquennale* (TR=25 anni), mentre gli elementi di convogliamento e trattamento sono stati dimensionati per eventi con *tempo di ritorno cinquantennale* (TR=50 anni).

La rete è stata dimensionata per una durata dell'evento di pioggia inferiore all'ora e pertanto i valori dei parametri della curva sono:

- $a = 100.59$ e $n = 0.603$ per $Tr=25$ anni;
- $a = 114.39$ e $n = 0.607$ per $Tr=50$ anni.

La forzante idraulica agente in ciascuna sezione di calcolo è stata determinata applicando il metodo razionale.

Si è imposto un tempo di corrivazione minimo di 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo risultati non realistici.

La riduzione dell'afflusso (ϕ) alla rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Nel caso in esame è stato adottato un coefficiente di deflusso ϕ pari a 1 per la superficie pavimentata e pari a 0,6 per i versanti.

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

La raccolta dell'acqua di piattaforma può essere effettuata con elementi continui, longitudinali alla carreggiata, o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali).

Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è fatto facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale").

I risultati del dimensionamento degli elementi di raccolta e degli elementi di convogliamento sono riportati nell'apposita relazione dell'idraulica di piattaforma di progetto.

8.2.2 Presidi idraulici

I presidi idraulici per i tratti all'aperto costituiscono l'elemento di controllo qualitativo e quantitativo che si colloca tra la piattaforma autostradale e il recapito finale del sistema di drenaggio.

Sono costituiti da una vasca in calcestruzzo che svolge funzione di laminazione e sedimentazione seguita in serie da un disoleatore a portata costante.

La vasca si compone di 1 o più elementi modulati collegati tra loro mediante forometrie DN400 poste in prossimità del fondo. Il tubo in arrivo dalla piattaforma si immette dall'alto in uno dei moduli e da questo la portata si propaga negli altri moduli affiancati, permettendo l'instaurarsi di condizioni di calma che favoriscono la sedimentazione del particolato. Dal lato opposto all'immissione, sul fondo della vasca, è presente uno scarico di fondo con regolatore di portata che consente di controllare la portata in uscita dalla vasca, garantendo quindi la laminazione dello scarico; tale scarico convoglia le acque ad un'unità disoleatrice.

Il volume della vasca è dimensionato per garantire gli obiettivi di invarianza idraulica previsti dal *Piano Urbanistico Comunale (PUC) - Norme Generali* e descritto dettagliatamente nel *Manuale per la verifica della permeabilità dei suoli e il dimensionamento dei sistemi di laminazione delle acque meteoriche*.

Anche in caso volumi di pioggia superiori a quello di progetto, tutta la portata in arrivo transita all'interno del presidio e subisce sempre un trattamento qualitativo; nella vasca, infatti, è presente uno sfioratore fisso di emergenza (troppo pieno) dotato di griglia e di lama disoleatrice, in grado di fermare comunque i solidi galleggianti e di trattenere gli oli flottanti.

Il sistema possiede una condotta di by-pass necessaria tanto per le operazioni di manutenzione e pulizia quanto per le manovre di emergenza. L'ingresso in vasca è controllato mediante due paratoie motorizzate che possono convogliare i liquidi in vasca o nel by pass. L'ingresso al disoleatore è dotato anch'esso di una valvola motorizzata che permette di chiudere l'accesso al disoleatore medesimo. Completano la strumentazione del presidio il controllo da remoto di tali paratoie e valvola unitamente a due misuratori di livello installati in vasca (uno ad ultrasuoni ed uno a galleggiante) che permettono di gestire il funzionamento generale. La gestione complessiva del presidio è ottimizzata mediante il monitoraggio delle condizioni meteo, attuato con stazioni poste ad ogni imbocco di galleria, ed attraverso le telecamere di sorveglianza del traffico veicolare.

A seguire i presidi previsti in progetto:

Presidio	Ubicazione presidio	Tratti afferenti al presidio
P09	tra pile P3 e P4 del Viadotto Secca Nord	Viadotto Secca Nord + Viadotto Secca Sud + Asse 8 (A7 dir. Sud) + Asse 9 (fino a sottovia via Bocchettina) + Rampe Polcevera e San Rocco
P10	Piazzale IN009/imbocco galleria forte diamante lato nord	Adeguam. Autostrada A7 (imbocco forte Diamante)
P24	A nord del viadotto Secca Sud	Asse 8 - A7 direzione Sud (fino sez. 7 pk 0+120)
P25	A nord del viadotto Secca Nord	Adeguam. Su A7 Esist. (GE-MI)
P26	Rampa 5 Bolzaneto	Asse 9 (da sottovia via Bocchettina) + Rampa 6 (Collegamento A7 Esistente) + Rampa 5 Bolzaneto

Per il dimensionamento degli stessi si rimanda alla relazione dedicata avente codifica IDR-1101.

8.2.3 Rete di drenaggio delle acque in galleria

Il drenaggio delle gallerie deve garantire:

- lo smaltimento delle acque di infiltrazione dal rivestimento (stillicidio);
- lo smaltimento delle acque meteoriche trascinate all'interno della stessa (ad esempio dal moto degli autoveicoli);
- la raccolta dei liquidi che possono essere sversati accidentalmente da un generico automezzo sulla carreggiata.

Le tubazioni sono dimensionate secondo il criterio di garantire un'agevole manutenzione e pulizia, considerando peraltro l'accidentalità degli eventi causa di sversamenti e i modesti valori delle acque di drenaggio del rivestimento.

Per quanto riguarda gli schemi di drenaggio previsti per le opere in variante, le sezioni funzionali delle gallerie in progetto possono essere raggruppate in due tipologie:

- Gallerie scavate in tradizionale;
- Gallerie scavate in tradizionale ma con il cunicolo di fuga.

Per le gallerie in scavo tradizionale con cunicolo di fuga le sezioni sono suddivise in tre cunicoli: due laterali di impianti e uno centrale che costituisce il vero e proprio cunicolo di fuga. Lo schema di drenaggio è il seguente:

- drenaggio piattaforma stradale: tubazioni DN400 in PP HM in tripla parete con giunti a doppia guarnizione al fine di garantire la massima tenuta idraulica delle reti;
- drenaggio rivestimento (stillicidio): tubazioni DN400 in PVC;
- drenaggio arco rovescio: nei cunicoli impianti è prevista una savanella di drenaggio, ricavata con un mezzo tubo DN160, che in corrispondenza degli imbocchi viene connessa al sistema di drenaggio di piattaforma. Al centro del cunicolo di fuga, invece, è prevista una canaletta grigliata che in corrispondenza degli imbocchi viene connessa al sistema di drenaggio di stillicidio.

Per le gallerie in scavo tradizionale lo schema di drenaggio è il seguente:

- drenaggio piattaforma stradale: tubazioni DN400 in PP;
- drenaggio rivestimento (stillicidio): tubazioni DN400 in PVC;
- drenaggio arco rovescio: tubazione DN400 - DN600 in cls a giunti aperti.

I collettori di drenaggio della piattaforma stradale e del rivestimento delle gallerie sono dotati di pozzetti d'ispezione posti ad interasse di 100m.

È importate osservare che le acque dei drenaggi del rivestimento e le acque di piattaforma rimangono comunque separate. Per quanto riguarda le prime, all'uscita delle gallerie è previsto un pozzetto per il campionamento e il riutilizzo della risorsa per consentire un eventuale prelievo della stessa o in caso contrario il recapito al recettore finale. Le acque di drenaggio di piattaforma e arco rovescio vengono convogliate verso il sistema chiuso costituito da un primo pozzetto con sonda ad ultrasuoni per il monitoraggio quantitativo delle acque attraverso il quale le acque vengono convogliate verso la vasca di accumulo (presidio galleria) se presenti acque provenienti dal sistema antincendio o liquidi provenienti da sversamenti accidentali, oppure verso un disoleatore GN15 e poi al recettore finale. Per ulteriori dettagli si rimanda allo specifico paragrafo della relazione dedicata.

A causa dei raccordi altimetrici delle livellette stradali in alcune gallerie in progetto sono presenti dei punti di minimo in cui potenzialmente, sebbene in galleria gli apporti idrici siano trascurabili, si potrebbero verificare fenomeni di allagamento.

In questi casi il sistema di drenaggio avviene sempre a gravità, per ridurre al minimo la possibilità che eventuali acque meteoriche possano entrare in galleria gli interassi degli elementi idraulici marginali posti agli imbocchi sono stati opportunamente ridotti; inoltre per aumentare ulteriormente il grado di sicurezza del sistema, in corrispondenza di ciascun punto di minimo, sul ciglio stradale sono stati previsti dei misuratori di livello che in caso di battenti idrici superiori a 5cm inviano un segnale di allarme alla centrale operativa.

Per il dimensionamento della rete di drenaggio in galleria si rimanda alla relazione dedicata.

8.2.4 Presidi gallerie

Come già accennato in precedenza, le acque di drenaggio di piattaforma e arco rovescio, vengono convogliate verso presidi posti all'imbocco delle gallerie di lunghezza maggiore di 500 m. Tali presidi sono progettati per stoccare sversamenti accidentali e acque provenienti da spegnimento incendi nonché per trattare eventuali acque di dilavamento provenienti dall'ambiente galleria mediante impianto prefabbricato di sedimentazione e disoleazione.

L'avvio dei liquidi allo stoccaggio piuttosto che al trattamento è governato da un PLC che gestisce le informazioni provenienti da quattro dispositivi di monitoraggio:

1. telecamere di sorveglianza sulla tratta;
2. cavo termo sensibile in galleria;
3. stazioni meteo poste ad ogni imbocco di galleria;
4. sonda misuratrice ad ultrasuoni in grado di monitorare variazioni di livello e di portata nel tempo (monitoraggio quantitativo) ubicata in un pozzetto immediatamente a monte del presidio.

L'analisi delle informazioni provenienti dai quattro dispositivi di monitoraggio consente di controllare e, attraverso un software comandare, l'apertura o la chiusura di due valvole motorizzate poste rispettivamente all'ingresso della vasca di stoccaggio e a monte del sedimentatore disoleatore prefabbricato.

La seguente tabella riporta il nome, l'ubicazione, le gallerie afferenti ad ogni presidio e il lotto di appartenenza:

Presidio	Ubicazione presidio	Tratti afferenti al presidio	LOTTO
P19	Vicino imbocco Galleria Bric du Ventu	Galleria Polcevera, Baccan, Bric du Ventu	2
P20	Vicino imbocco Galleria Forte Diamante Nord	Parte Galleria Polcevera, Parte Galleria San Rocco, Galleria Forte Diamante (sulla quale vanno anche parte Baccan e Bric du Ventu)	2

Per maggiori dettagli si rimanda ai rispettivi elaborati specifici.

8.3 DRENAGGIO ACQUE DI PIAZZALE E DI VERSANTE

Per ciascun imbocco delle gallerie è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale.

L'intervento previsto è quello di regimazione idraulica dei versanti a seguito del loro rimodellamento volto ad una definitiva stabilizzazione. Normalmente l'intervento previsto è quello di terrazzamento su tutto il fronte della galleria realizzato con un adeguato numero di scarpate interrotte da berme.

Pertanto, la sistemazione idraulica ha previsto in generale una doppia serie di canali di drenaggio: la prima trasversale lungo le suddette berme realizzata con fossi in terra inerbiti o mezzi tubi in C.A.V.; la seconda perimetrale costituita da mezzi tubi in lamiera ondulata, in cui confluiscono gli elementi di drenaggio delle berme ed inoltre raccolgono le acque del versante esterno alla sistemazione.

Il drenaggio dei piazzali d'imbocco avviene tramite la posa di canalette rettangolari in C.A.V (CR) e canalette rettangolari grigliate (CRG), le prime vengono di norma adottate in presenza di aree inerbite o in testa a opere di sostegno mentre le seconde lungo i cigli perimetrali delle aree pavimentate carrabili.

Per le dimensioni dei manufatti utilizzati si rimanda ai relativi elaborati grafici.

Tubazioni di dimensioni 500,630,800 mm sono state previste in corrispondenza dei punti d'interferenza con la viabilità esistente o di progetto in modo da garantire la continuità idraulica del sistema di drenaggio.

8.4 INDICAZIONI GENERALI SULLA GESTIONE DELLE ACQUE IN CANTIERE

La gestione delle acque in fase di cantiere riguarda:

- l'intercettazione, il trattamento e lo scarico delle acque meteoriche di dilavamento del piazzale pavimentato;
- l'approvvigionamento idrico degli addetti ai lavori presenti nel cantiere mediante la progettazione di una rete di acque potabili;
- lo scarico delle acque reflue civili al reticolo idrografico progettando la rete reflua e il trattamento di depurazione prima della restituzione al corpo idrico ricettore.
- Il tempo di ritorno scelto per il dimensionamento delle opere idrauliche dei cantieri è pari a 10 anni.
- Prima della restituzione al recapito naturale delle acque meteoriche di tutti i cantieri, viene sempre effettuato il trattamento della frazione più inquinata. In particolare, per le aree di cantiere adiacenti agli scavi di imbocco delle gallerie, si prevede il trattamento di una frazione di acque meteoriche superiore alla prima pioggia (i primi 5 mm) poiché si ritiene a maggior cautela che il dilavamento delle superfici possa eventualmente non esaurirsi con essa per la presenza del terreno movimentato durante le lavorazioni di scavo degli imbocchi; pertanto, per evitare fenomeni di torbidità nei ricettori è stato scelto di accumulare e trattare i primi 20 mm (200 mc/ettaro) di precipitazione uniformemente distribuiti sulla superficie di cantiere.
- Il valore scelto è il risultato di un'analisi statistica delle piogge giornaliere su una serie rappresentativa di 15 anni relative all'area in esame (si riportano informazioni più dettagliate in un successivo paragrafo), che ha determinato in 20 mm l'altezza di pioggia massima che caratterizza l'80% dei giorni piovosi in un anno; pertanto, è stato ritenuto accettabile stoccare un volume corrispondente di 200 mc/ettaro.
- Le acque accumulate vengono inviate ad un impianto di trattamento nell'arco di un tempo massimo di 24 ore e sono caratterizzate soprattutto da solidi sospesi, dovuti al dilavamento dei piazzali di scavo, ma anche olii ed idrocarburi in tracce, non quantificabili, dovuti alla presenza dei mezzi di cantiere.

8.4.1 Schema rete di raccolta e trattamento

I piazzali di cantiere vengono drenati mediante caditoie e canalette grigliate ubicate in corrispondenza delle linee di impluvio e collettate verso una vasca interrata per accumulo delle acque da trattare; a monte del sistema di accumulo è previsto un pozzetto separatore, in c.a. prefabbricato, che consente di scaricare direttamente al recapito finale le portate eccedenti il volume sopra definito.

Più precisamente, all'inizio dell'evento meteorico le acque di dilavamento che si immettono nel pozzetto separatore defluiscono nella vasca di accumulo, inizialmente vuota, attraverso la tubazione di comunicazione e se viene raggiunto il livello di massimo riempimento della vasca, una apposita valvola a galleggiate chiude l'ingresso in vasca. Le eventuali acque eccedenti (superiori all'altezza di pioggia di 20 mm) vengono direttamente convogliate nella tubazione di scarico e portate a recapito.

Le acque invasate vengono successivamente inviate all'impianto di trattamento mediante pompa di svuotamento, dotata di misuratore di livello, in grado di sollevare una portata di 6 l/s pari alla capacità dell'impianto di trattamento. Lo svuotamento delle vasche avviene sempre entro 24 ore.

Il livello di attacco della pompa di svuotamento è pari a +0,50 m dal fondo della vasca, mentre quello di stacco corrisponde al fondo vasca stesso.

Tutti i dettagli e il dimensionamento dei manufatti si rimanda alla relazione specialistica di progetto sull'idraulica di cantiere.

8.4.2 Verifica compatibilità idraulica

Trattandosi di aree di cantiere temporanee, in conformità con quanto previsto per tutti i cantieri di tutti i lotti della Gronda di Genova, si ritiene trascurabile un incremento di portata nel corpo idrico ricettore inferiore al 5%. Tale verifica viene condotta considerando, per i corpi idrici appartenenti al reticolo naturale, eventi meteorici con tempo di ritorno duecentennale.

Nel caso in cui l'incremento di portata fosse superiore si ritiene necessario prevedere la laminazione delle acque meteoriche prima del recapito.

9 OPERE IN SOTTERRANEO

Per definire le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi lungo le gallerie, sono stati definiti intervalli di riferimento dell'indice GSI, da inserire nel modello di Hoek e Brown insieme ai valori dei parametri della roccia intatta individuati.

Tali valutazioni sono state eseguite a partire da numerose indagini in sito eseguite nella fase di progettazione esecutiva del 2018, sono inoltre in corso indagini integrative specificamente studiate per la variante in oggetto. Una volta definiti i valori di riferimento di GSI, a partire dai valori di resistenza e deformabilità della roccia intatta ottenuti in laboratorio, sono stati definiti i parametri geomeccanici da utilizzare nei calcoli.

La variante in oggetto comprende le seguenti gallerie naturali:

- Forte Diamante tratto Nord (da imbocco nord fino al camerone 1B) e tratto Sud (da camerone 1B fino all'imbocco sud);
- San Rocco;
- Polcevera;
- Baccan;
- Bric du Vento tratto Nord (da imbocco nord fino al camerone 3) e tratto Sud (da camerone 3 fino all'imbocco sud).
- Torbella Est
- Giminiano 1
- Giminiano 2

Tutte le gallerie saranno scavate in tradizionale con mezzi meccanici.

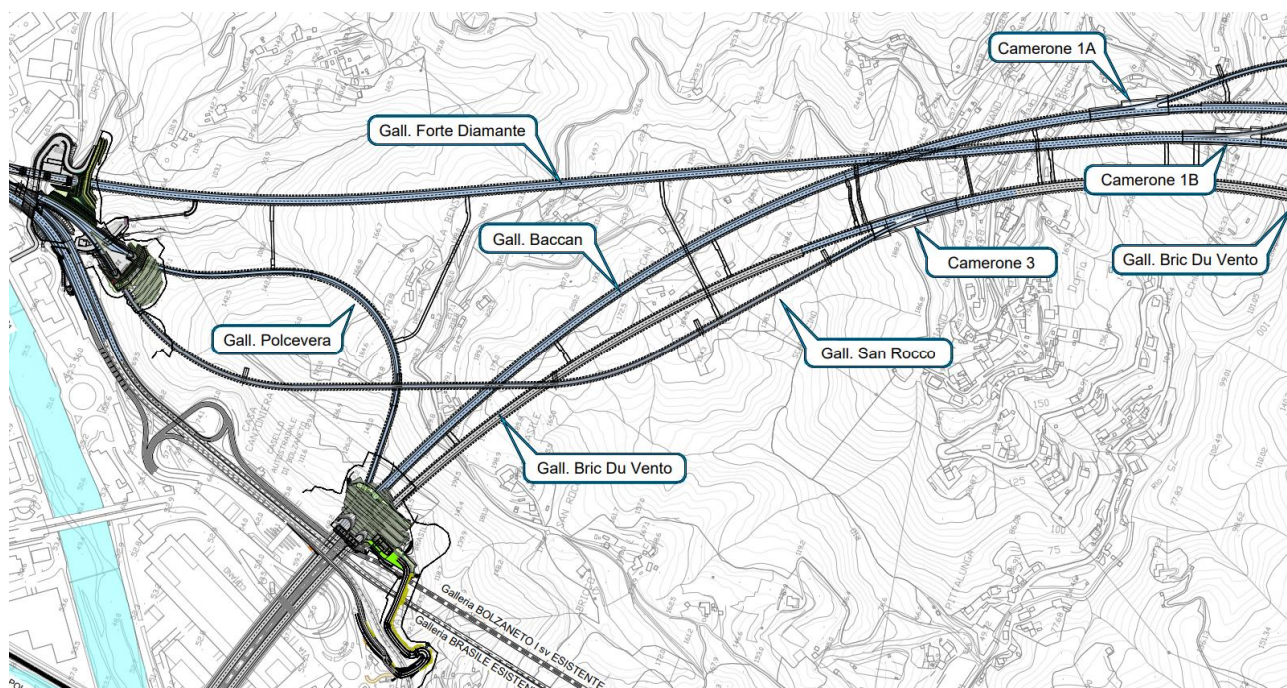


Figura 9-1. Corografia lato Bolzaneto delle gallerie oggetto di variante (in blu i tratti variati rispetto al progetto approvato)

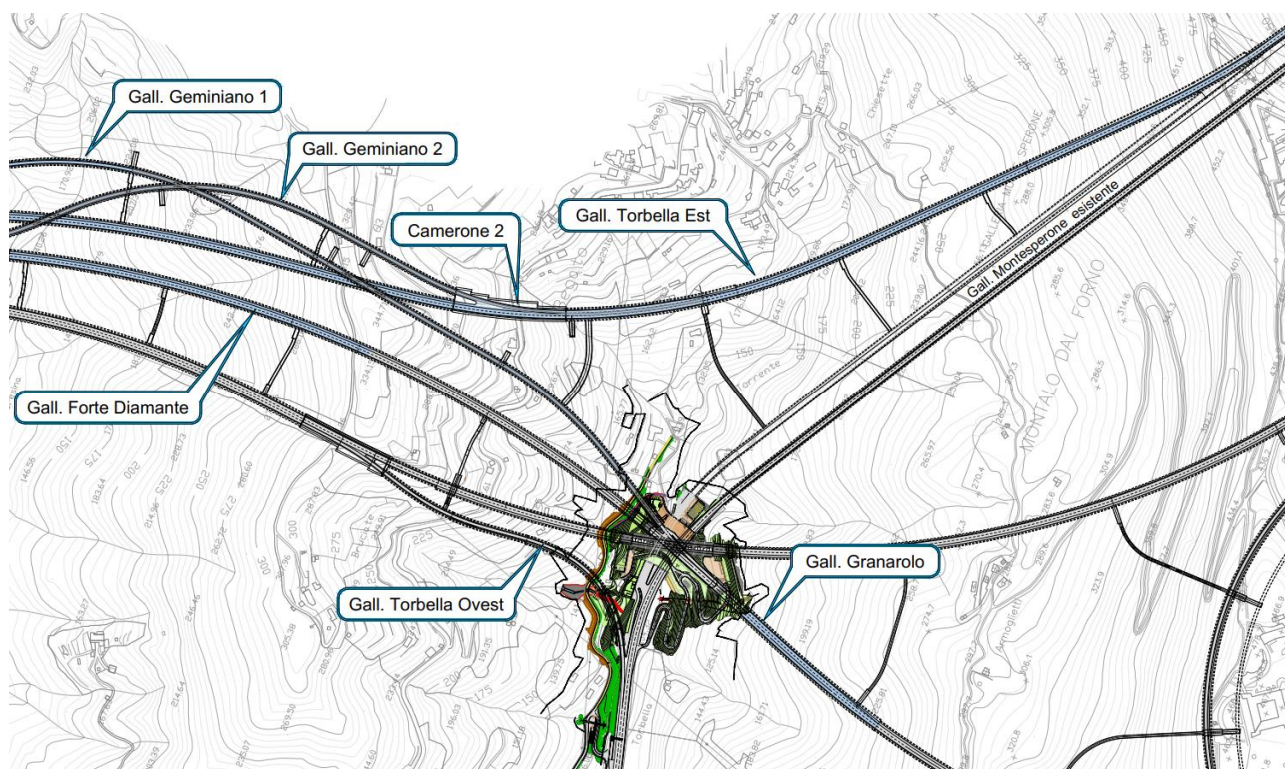


Figura 9-2. Corografia lato Torbella delle gallerie oggetto di variante (in blu i tratti variati rispetto al progetto approvato)

9.1 SEZIONI TIPOLOGICHE DI SCAVO

9.1.1 Sezione Tipo A

9.1.1.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo A è prevista in zone di ammasso molto competente in cui il fronte è stabile e la convergenza prevista è trascurabile. Lo scavo può presentare problemi di distacco di blocchi in calotta, senza gli interventi di presidio adeguati.

9.1.1.2 Interventi previsti

La sezione tipo A è costituita da:

- intervento di bullonatura della calotta;
- prinvestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in pvc;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo non armato.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.1.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontri presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 3.0 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);

- Fase 3: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;
- Fase 4: Esecuzione di bulloni radiali;
- Fase 5: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;
- Fase 6: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 7: Messa in opera di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione dello spessore di 5cm, posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 8: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.1.2 Sezione Tipo Ac

9.1.2.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo Ac è prevista in zone di ammasso molto competente in cui il fronte è stabile e la convergenza prevista è trascurabile. Lo scavo può presentare problemi di distacco di blocchi in calotta, senza gli interventi di presidio adeguati. La sezione Ac si differenzia dalla sezione A per la tipologia degli interventi di presidio, nella sezione in esame sono costituiti infatti da centine metalliche.

9.1.2.2 Interventi previsti

La sezione tipo A è costituita da:

- priverivestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato e centine costituite da due profilati IPN, controventati tra loro;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo non armato.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.2.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontri presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 3.0 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);
- Fase 3: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;
- Fase 4: Messa in opera di una centina metallica costituita da profili IPN accoppiati, collegata alla precedente mediante apposite catene e di un ulteriore strato di betoncino proiettato fibrorinforzato. A fine campo, realizzazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo, di spessore definito secondo la tabella "Condizioni di sosta prolungata" riportata negli elaborati grafici di progetto in relazione alla categoria di stabilità del fronte individuata per la sezione in oggetto;

- Fase 5: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;
- Fase 6: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 7: Messa in opera di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione dello spessore di 5cm, posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 8: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.1.3 Sezione Tipo B0

9.1.3.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo B0 è adatta all'attraversamento di zone in cui il fronte è stabile, sebbene l'ammasso presenti un discreto grado di fratturazione e le convergenze previste sono molto ridotte. Lo scavo può presentare problemi di distacco blocchi o volumi di materiale non trascurabili di materiale se lasciato senza presidi.

9.1.3.2 Interventi previsti

La sezione tipo B0 è costituita da:

- priverivestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato e centine costituite da due profilati IPN, controventati tra loro;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo non armato.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.3.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontri presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 1.2 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);
- Fase 3: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;
- Fase 4: Messa in opera di una centina metallica costituita da profili IPN accoppiati, collegata alla precedente mediante apposite catene e di un ulteriore strato di betoncino proiettato fibrorinforzato. A fine campo, realizzazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo, di spessore definito secondo la tabella "Condizioni di sosta prolungata" riportata negli elaborati grafici di progetto in relazione alla categoria di stabilità del fronte individuata per la sezione in oggetto;
- Fase 5: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;

- Fase 6: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 7: Messa in opera di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione dello spessore di 5cm, posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 8: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.1.4 Sezione Tipo B0V

9.1.4.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo B0V è adatta all'attraversamento di zone in cui l'ammasso è discreto, il fronte è stabile anche se con tendenza a distacchi di materiale importanti in prossimità dello stesso per cui sono richiesti presidi in avanzamento, oltre a quelli previsti per la sezione B0, per garantire la sicurezza delle operazioni. Le convergenze del cavo si mantengono ridotte.

9.1.4.2 Interventi previsti

La sezione tipo B0V è costituita da:

- intervento di presostegno della cavità realizzato per mezzo di tubi metallici cementati;
- prerinvestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato e centine costituite da due profilati IPN, controventati tra loro;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo armato in calotta e arco rovescio.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.4.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontrino presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Esecuzione del presostegno al contorno mediante tubi in acciaio diametro cementati con miscele cementizie;
- Fase 3: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 1.0 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);
- Fase 4: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;
- Fase 5: Messa in opera di una centina metallica costituita da profili IPN accoppiati, collegata alla precedente mediante apposite catene e di un ulteriore strato di betoncino proiettato fibrorinforzato. A fine campo, realizzazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo, di spessore definito secondo la tabella "Condizioni di sosta prolungata" riportata negli elaborati grafici di progetto in relazione alla categoria di stabilità del fronte individuata per la sezione in oggetto;
- Fase 6: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;

- Fase 7: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 8: Messa in opera di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione dello spessore di 5cm, posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 9: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.1.5 Sezione Tipo B2

9.1.5.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo B2 è adatta all'attraversamento di zone in cui il fronte è stabile a breve termine e la convergenza prevista non è eccessiva, ma lo scavo può presentare problemi se lasciato senza presidi, sia al fronte che lontano dal fronte in particolare a causa della fissilità del materiale attraversato ossia la tendenza a degradarsi a seguito del rilascio tensionale dovuto allo scavo.

9.1.5.2 Interventi previsti

La sezione tipo B2 è costituita da:

- intervento di preconsolidamento del fronte realizzato per mezzo di tubi in VTR $\varnothing 60/40$;
- prerivestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato e centine costituite da due profilati IPN controventati tra loro;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo armato in calotta e in arco rovescio.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.5.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontri presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Intervento di preconsolidamento del fronte di scavo mediante tubi in vetroresina cementati;
- Fase 3: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 1.0 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);
- Fase 4: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;
- Fase 5: Messa in opera di una centina metallica costituita da profili IPN accoppiati, collegata alla precedente mediante apposite catene e di un ulteriore strato di betoncino proiettato fibrorinforzato. A fine campo, realizzazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo, di spessore definito secondo la tabella "Condizioni di sosta prolungata" riportata negli elaborati grafici di progetto in relazione alla categoria di stabilità del fronte individuata per la sezione in oggetto;
- Fase 6: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;

- Fase 7: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 8: Messa in opera di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione dello spessore di 5cm, posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 9: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.1.6 Sezione Tipo B2V

9.1.6.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo B2V viene adottata nei casi analoghi a quanto descritto per la sezione B2 (vedi paragrafo precedente) in cui però si aggiunge il rischio di distacco di materiale in calotta dovuto ad una stratificazione sfavorevole dell'ammasso o ad una zona di materiale scadente.

9.1.6.2 Interventi previsti

La sezione tipo B2V è costituita da:

- intervento di preconsolidamento del fronte realizzato per mezzo di tubi in VTR $\varnothing 60/40$;
- intervento di presostegno della cavità realizzato per mezzo di tubi metallici cementati;
- priverivestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato e centine costituite da due profilati IPN controventati tra loro;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo armato in calotta e arco rovescio.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.6.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontri presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Intervento di preconsolidamento del fronte di scavo mediante tubi in vetroresina cementati;
- Fase 3: Esecuzione del presostegno al contorno mediante tubi in acciaio diametro cementati con miscele cementizie;
- Fase 4: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 1.0 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);
- Fase 5: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;
- Fase 6: Messa in opera di una centina metallica costituita da profili IPN accoppiati, collegata alla precedente mediante apposite catene e di un ulteriore strato di betoncino proiettato fibrorinforzato. A fine campo, realizzazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo, di spessore definito secondo la tabella "Condizioni di sosta prolungata" riportata negli elaborati grafici di progetto in relazione alla categoria di stabilità del fronte individuata per la sezione in oggetto;

- Fase 7: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;
- Fase 8: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 9: Messa in opera di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione dello spessore di 5cm, posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 10: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.1.7 Sezione Tipo C2

9.1.7.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo C2 si prevede principalmente nelle tratte in cui il cavo presenta un comportamento instabile, ovvero i fenomeni deformativi dovuti allo scavo non sono accettabili. Le caratteristiche dell'ammasso non consentono un avanzamento dello scavo senza interventi di consolidamento del fronte e del contorno della galleria. Questa condizione si prevede per la totalità delle zone prossime agli imbocchi nella galleria ed in misura minore nel tratto centrale a maggiore copertura.

9.1.7.2 Interventi previsti

La sezione tipo C2 è costituita da:

- intervento di preconsolidamento del fronte realizzato per mezzo di tubi in VTR Ø60/40;
- intervento di presostegno della cavità realizzato per mezzo di tubi metallici cementati;
- intervento di preconsolidamento della cavità realizzato per mezzo di VTR cementati con miscele espansive;
- prerinvestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato e centine costituite da due profilati IPN controventati tra loro;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo armato in calotta e arco rovescio.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.7.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontri presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Intervento di preconsolidamento del fronte di scavo mediante tubi in vetroresina cementati;
- Fase 3: Esecuzione del consolidamento al contorno mediante elementi in VTR cementati con miscele espansive;
- Fase 4: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 1.0 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);
- Fase 5: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;

- Fase 6: Messa in opera di una centina metallica costituita da profili IPN accoppiati, collegata alla precedente mediante apposite catene e di un ulteriore strato di betoncino proiettato fibrorinforzato. A fine campo, realizzazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo, di spessore definito secondo la tabella "Condizioni di sosta prolungata" riportata negli elaborati grafici di progetto in relazione alla categoria di stabilità del fronte individuata per la sezione in oggetto;
- Fase 7: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;
- Fase 8: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 9: Messa in opera di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione dello spessore di 5cm, posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 10: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.1.8 Sezione Tipo C2V

9.1.8.1 Campo di applicazione

La sezione di scavo C2V si prevede nel tratto iniziale a partire dall'imbocco nord, per attraversare in condizioni di sicurezza la porzione di ammasso roccioso coinvolta dalla paleofrana nonché dal materiale cataclasato e di qualità scadente atteso in tale contesto. L'applicazione di tale sezione consentirà anche lo scavo con coperture minime (circa 4.0m).

9.1.8.2 Interventi previsti

La sezione tipo C2V è costituita da:

- intervento di preconsolidamento del fronte realizzato per mezzo di tubi in VTR Ø60/40;
- intervento di preconsolidamento della cavità realizzato per mezzo di VTR cementati con miscela espansive;
- intervento di presostegno della volta realizzato per mezzo di tubi metallici cementati;
- priverestimento composto da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato e centine costituite da due profilati IPN controventati tra loro;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in calcestruzzo armato in calotta e arco rovescio.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli relativi alla sezione descritta.

9.1.8.3 Fasi di esecuzione

- Fase 1: Esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali qualora si riscontri presenza di acqua) della lunghezza di 30m con sovrapposizione di 10m, microfessurati per 20m da fondo foro e ciechi per 10m verso boccaforo;
- Fase 2: Intervento di preconsolidamento del fronte di scavo mediante tubi in vetroresina cementati;
- Fase 3: Esecuzione del consolidamento al contorno mediante elementi in VTR cementati con miscela espansive;
- Fase 4: Esecuzione del presostegno al contorno mediante tubi in acciaio diametro cementati con miscele cementizie;

- Fase 5: Esecuzione dello scavo, a piena sezione per sfondi di 1.0 m, con sagomatura del fronte a forma concava e posa di uno strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato dello spessore di 5 cm; dopo ogni sfondo, applicazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo con definizione dello spessore a carico dell'impresa esecutrice dei lavori (NIR n°41-43);
- Fase 6: Applicazione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno del cavo dello spessore minimo di 5cm (definizione e applicazione di spessori superiori sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori, secondo le NIR N°41-43), prima della messa in opera della centina;
- Fase 7: Messa in opera di una centina metallica costituita da profili IPN accoppiati, collegata alla precedente mediante apposite catene e di un ulteriore strato di betoncino proiettato fibrorinforzato. A fine campo, realizzazione di uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul fronte di scavo, di spessore definito secondo la tabella "Condizioni di sosta prolungata" riportata negli elaborati grafici di progetto in relazione alla categoria di stabilità del fronte individuata per la sezione in oggetto;
- Fase 8: Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione a tergo della muretta, costituito da uno strato protettivo di geotessuto e dal telo di impermeabilizzazione in PVC;
- Fase 9: Getto delle murette e dell'arco rovescio; scavo di ribasso e getto delle murette e dell'arco rovescio ad una distanza massima non superiore a quanto indicato negli elaborati grafici, da verificare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo del cavo;
- Fase 10: Posa dell'impermeabilizzazione costituita da manto in PVC e sottostante tessuto non tessuto, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo;
- Fase 11: Getto del rivestimento definitivo di piedritto e calotta ad una distanza massima dal fronte secondo quanto riportato negli elaborati grafici (tale distanza potrà essere ulteriormente ridotta in funzione del comportamento deformativo del fronte e del cavo).

9.2 GALLERIA FORTE DIAMANTE

Lungo il tratto settentrionale della galleria Forte Diamante, che si sviluppa all'interno dell'Ambito Bolzaneto, si dispone dei seguenti sondaggi:

- RE13, MB30 e MB28 del 2010, procedendo da Nord verso Sud;
- SA1 del 2004 a circa 800m dall'imbocco lato Milano, in posizione intermedia fra RE13 e MB30;
- SGI37 (indagini d'archivio) a breve distanza dal sondaggio MB30.

In fase di progetto di variante per tale tratta in sotterraneo è stata prevista un'estensione del suo sviluppo fino ad una lunghezza di circa 1.700m.

La galleria imbocca a Nord entro la formazione del Ronco per i primi 100m per poi passare, mediante contatto per faglia, all'interno delle argilliti di Montanesi, nella quale rimane per circa 650m prima di entrare nella formazione di Ronco, con un passaggio definito da una faglia inclinata, che quindi interesserà lo scavo prevedibilmente per alcune decine di metri.

In seguito, si prevede che lo scavo proceda entro la formazione di Ronco, ma attraversando una serie di altre faglie presunte in corrispondenza delle quali si possono avere situazioni di litotipo misto MTE-ROC al fronte, seppure con larga prevalenza del Ronco.

A tratti si prevede di incontrare zone brecciate, segnatamente nell'intorno dei sondaggi MB30 e SGI37.

Si osserva che:

- nel tratto iniziale in cui la galleria corre nella formazione del Ronco la valutazione di GSI ha tenuto conto delle ridotte coperture, riducendo cautelativamente i valori di riferimento in considerazione della bassa copertura;
- nel tratto successivo in cui la galleria corre nelle argilliti di Montanesi la valutazione di GSI è basata sul medesimo abaco per tenere conto sia delle basse coperture (anche <20m per un tratto non trascurabile) sia delle peculiarità di questa formazione;
- nel tratto rappresentato dai sondaggi MB30 e SGI37 si è tenuto conto dello stato di fratturazione dell'ammasso e della presunta presenza di faglie, abbattendo i valori di GSI stimati per via "analitica"

(il rilievo geostrutturale del sondaggio SGI37 è parziale, e non si dispone di foto delle carote, per cui la valutazione appare affetta da forte incertezza);

- nel tratto immediatamente precedente il camerone si hanno incertezze sulla posizione del passaggio fra ROC e MTE sotto la galleria, segnato da un lineamento tettonico: in questo caso la scelta di GSI è solo leggermente prudentiale rispetto alle valutazioni "analitiche".

La galleria Forte Diamante Sud si estende per una lunghezza di circa 1100m in prosecuzione del camerone 1 sino a raggiungere l'ambito Torbella dove è presente l'imbocco lato sud. Per la caratterizzazione di tale galleria, si dispone dei seguenti sondaggi:

- IE5, IE6 del 2015, nelle vicinanze dell'imbocco lato Genova;
- MB23 e MB20 del 2010, procedendo da Nord verso Sud.

I sondaggi IE5 e MB23 sono localizzati a distanza dall'asse del tunnel in direzione Est ma confermano l'assetto stratigrafico osservato lungo i sondaggi più prossimi alla galleria.

La Forte Diamante Sud si sviluppa interamente entro la formazione di Ronco; in prossimità dell'imbocco è riscontrata la presenza di faglie subverticali e a partire dell'imbocco lato Sud si evidenzia la presenza di una coltre di depositi di versante lungo un tratto di circa 100m che interferisce solo limitatamente con il cavo

La galleria Forte Diamante (tratto nord e tratto sud) è caratterizzata dalle sezioni funzionali G2T, G4Tfd e G1T le cui caratteristiche sono rappresentate nell'elaborato con codifica TUN-0002.

9.3 GALLERIA BRIC DU VENTO

La galleria Bric du Ventu si estende per una lunghezza complessiva di circa 2.500 metri e si sviluppa dall'imbocco nord, posizionato a ridosso dello svincolo di Bolzaneto, sino all'ambito Torbella dove si colloca l'imbocco lato sud.

I sondaggi di riferimento per la galleria Bric du Vento, tratto Nord, sono gli stessi considerati per la Forte Diamante tratto Nord, con l'aggiunta dell'MB33 della campagna 2010 (per il quale non si dispone tuttavia di un rilievo geostrutturale sulle carote) e dei sondaggi T6 e T7, eseguiti nell'ambito della campagna propedeutica alla progettazione esecutiva.

Per tale motivo, le considerazioni sulle condizioni dell'ammasso e le valutazioni del GSI riprendono in buona parte quelle svolte a proposito della galleria Forte Diamante Nord, con l'aggiunta delle informazioni tratte dai sondaggi in più a disposizione, di cui sopra, e dalle indicazioni disponibili dalla geologia.

La galleria imbocca, lato Savona, nelle argilliti di Montanesi, nelle quali permane per la maggior parte della propria estensione. Fra circa 150m e 250m dall'imbocco, tuttavia, si ha un tratto, isolato, entro la formazione di Ronco; la stessa formazione si ritrova in seguito da circa 850m dall'imbocco fino a fine galleria, considerando il solo tratto Nord. Le formazioni di Ronco e di Montanesi sono separate da lineamenti tettonici; faglie si ritrovano anche nell'ammasso delle argilliti di Montanesi, poco prima del definitivo passaggio al Ronco, indicativamente fra 750m e 800m dall'imbocco lato Savona.

Per la galleria Bric du Vento è possibile distinguere il tratto compreso tra l'imbocco Sud ed il Camerone 4 ed il tratto tra il Camerone4 ed il Camerone 3.

Per il primo tratto i sondaggi di riferimento sono:

- MB23, MB20, MB24 del 2010, procedendo da Sud verso Nord: i sondaggi MB20, MB23 sono gli stessi già visti trattando la galleria Forte Diamante Sud, e sono fuori asse rispettivamente di 106m in direzione Est, 35m in direzione Ovest, 441m in direzione Nord Est;
- IE5 del 2015, nelle vicinanze dell'imbocco lato Sud.

Essendo in buona parte basate sulle stesse indagini. le considerazioni sulle condizioni dell'ammasso e le valutazioni del GSI riprendono in buona parte quelle svolte a proposito della galleria Forte Diamante Sud, con l'aggiunta delle informazioni tratte dai sondaggi in più a disposizione, di cui sopra, e dalle indicazioni disponibili dalla geologia.

Anche in questo caso, pertanto, si prevede di scavare la galleria per intero nella formazione di Ronco, con un'estesa zona di brecce nel tratto iniziale, vale a dire indicativamente nei primi 250-300m dall'imbocco lato Sud.

A circa 325m dall'imbocco sud si incontra il camerone 4 di innesto con la galleria Torbella Ovest.

Nel tratto compreso tra il camerone4 ed il camerone3, invece, si hanno i sondaggi MB26 del 2010, e ST4 del 2018; il sondaggio MB26 è fuori asse di 191m in direzione Nord Est.

La galleria prosegue, per tutta l'estensione compresa nell'Ambito Torbella nel Ronco, come nel tratto a Sud del camerone 4, incontrando una faglia subverticale attorno alla progressiva km 1+600 e una faglia minore attorno alla progressiva km 1+235.

Di seguito si riportano le stime di GSI condotte in corrispondenza dei sondaggi MB24 e IE5, in modo analogo a quanto esposto in precedenza, e secondo gli stessi criteri; per quanto riguarda i restanti sondaggi MB20 e MB23, si fa riferimento alle tabelle riportate nelle pagine precedenti.

Si precisa che la galleria Bric du Ventu non è stata modificata dalla presente variante se non per la parte immediatamente a monte e a valle del Camerone 3 in cui avviene l'immissione della galleria San Rocco. La galleria (tratto nord e tratto sud) è caratterizzata dalle sezioni funzionali G4Tfd e G1T, oltre alle sezioni funzionali del Camerone 3 indicate nei prossimi paragrafi, le cui caratteristiche sono rappresentate nell'elaborato con codifica TUN-0002.

9.4 GALLERIA POLCEVERA

La galleria Polcevera, di lunghezza circa 760m, si colloca interamente nell'area di Bolzaneto; il tracciato si sviluppa all'interno della formazione delle Argilliti di Montanesi con tratte significative a basse coperture in corrispondenza degli imbocchi e coperture progressivamente crescenti, fino a circa 90m nella tratta centrale, in cui si prevede l'attraversamento di una zona all'interno della Formazione di Ronco circoscritta da un sistema di faglie.

Per tale galleria si dispone dei sondaggi IE7 ÷ IE9 e EF1 ubicati in vicinanza degli imbocchi e dei sondaggi T5 e T6 del 2018.

Per le argilliti di Montanesi la stima di GSI è stata così condotta:

- zona "1": per materiali fratturati, laminati;
- zona "2": per materiali brecciati o appartenenti a zone di taglio.

Da una valutazione comparata del GSI coi vari metodi e criteri adottati, si può evincere quanto segue:

- i valori stimati per via analitica sono compresi nell'intervallo $GSI = 23 \div 37$, coi valori più alti ottenuti partendo dal parametro Q' di Barton; gli altri due criteri "analitici" prendono le mosse in buona parte da indici simili (RQD e coefficiente A4 di Bieniawski) e ciò spiega perché restituiscano stime di GSI simili;
- questi valori risultano consistenti con le stime che si possono effettuare mediante l'abaco di Hoek e Marinos osservando le condizioni dell'ammasso in base alle carote.

In base a quanto sopra e alle considerazioni già svolte per le altre gallerie già analizzate, si sono quindi assegnati i seguenti intervalli di variabilità di GSI:

- zona di imbocco: caratterizzazione non basata sul GSI;
- tratto centrale: $GSI = 20-30$.

La galleria Polcevera è caratterizzata dalle sezioni funzionali G7T, G8Ta e G9Ta le cui caratteristiche sono rappresentate nell'elaborato con codifica TUN-0002.

La sezione stradale di riferimento per l'intera lunghezza della galleria è del tipo ad una corsia (piattaforma da 6.0 m). Nel tratto in curva la necessità di un allargamento per la visibilità si determina un incremento della dimensione utile della sagoma che quindi aumenta ad una dimensione pari alla sagoma con piattaforma da 8.0 m.

9.5 GALLERIA BACCAN

La galleria Baccan (tratto nord e tratto sud) ha una lunghezza di circa 2.270 m. Anche questa galleria vede l'imbocco nord collocarsi a ridosso dello svincolo di Bolzaneto, in affiancamento a quello della galleria Bric du vento, per poi svilupparsi in direzione levante fino ad intercettare la galleria Torbella est alla quale è collegata tramite il Camerone 2. Inoltre, la galleria Baccan è caratterizzata dall'immissione della galleria Gimignano 1 attraverso il Camerone 1A.

La geologia del tratto a nord è, di base, la stessa della galleria Bric du Vento, e le indagini di riferimento sono le medesime. Anche in questo caso, si prevede che lo scavo della galleria interessi la formazione delle argilliti di Montanesi per il tratto più a Nord (circa 550m dall'imbocco lato Savona), tranne per un tratto nella formazione di Ronco di circa 100m, dopo circa 120m di percorrenza da Savona.

Dopo circa 550m dall'imbocco il cavo entra nella formazione di Ronco, attraversando diverse faglie che separano le due formazioni ROC e MTE, ciò che potrebbe portare localmente a condizioni di scavo in litotipo misto, sebbene il limite stratigrafico fra le due formazioni, sempre segnato da lineamenti tettonici, sia incerto.

A tratti, e specie dove si hanno più faglie ravvicinate (indicativamente fra 700m e 850m dall'imbocco lato Savona) l'ammasso è atteso brecciato a livello galleria.

La Baccan lato Sud si estende per circa di circa 825m, tra il Camerone 2, lato Sud, ed il Camerone 1A, lato Nord. Tale galleria sottopassa la Rampa SV in corrispondenza della progressiva km 1+340 circa, e sovrappassa la Rampa MI nei pressi della progressiva km 1+920 circa.

La galleria verrà scavata interamente nella formazione del Ronco con valori di GSI da discreti a buoni, intorno a 45-55, leggermente in calo nella tratta a nord sino a 40-45.

La galleria (tratto nord e tratto sud) è caratterizzata dalle sezioni funzionali G2T, G4Tfd e G1T, oltre alle sezioni funzionali dei camerone 3 indicate nei prossimi paragrafi, le cui caratteristiche sono rappresentate nell'elaborato con codifica TUN-0002.

9.6 GALLERIA SAN ROCCO

La galleria San Rocco, di lunghezza pari a circa 1.280m, si colloca interamente nell'area di Bolzaneto ed ha imbocco e dall'imbocco lato nord, posto a ridosso di quello della galleria Polcevera, da cui il tracciato si sviluppa sottopassando le gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Ventu per poi immettersi in quest'ultima attraverso il Camerone 3. La galleria si sviluppa nella prima parte all'interno della formazione delle Argilliti di Montanesi per poi attraversare nella parte finale fino all'intersezione con la galleria Bric du Vento la formazione di Ronco.

Nella tratta iniziale, per circa 200 metri, si affronterà lo scavo in condizioni di bassa copertura mentre successivamente sempre interessando l'ammasso delle Argilliti di Montanesi la copertura incrementerà fino a circa 80m.

Le considerazioni per la galleria S. Rocco riprendono quindi in buona parte altre già svolte per le gallerie Bric du Vento e Baccan, per quanto riguarda la metà più a Sud del tracciato, e per la Polcevera per quanto riguarda il restante tratto, fino all'imbocco lato Milano. Come per le gallerie suddette, la parte più settentrionale della galleria è prevista nelle argilliti di Montanesi, con l'eccezione di un'intercalazione della formazione di Ronco, per un'estensione di circa 100m, fra 500m e 600m circa dall'imbocco.

Dopo circa 1.0 km dall'imbocco, una faglia segna il passaggio definitivo alla formazione di Ronco, nell'ambito della quale si prevede di incontrare una faglia, subverticale, attorno alla progressiva km 1+200.

La galleria San Rocco è caratterizzata dalle sezioni funzionali G7T e G7Tc le cui caratteristiche sono rappresentate nell'elaborato con codifica TUN-0002. La sezione stradale di riferimento per l'intera lunghezza della galleria è del tipo ad una corsia (piattaforma da 6.0 m).

9.7 GALLERIE GEMINIANO 1 E 2

Le due gallerie fungono da rampe di raccordo, rispettivamente in direzione Savona e direzione Milano.

Per quanto riguarda la galleria Geminiano 1, di lunghezza pari a circa 1270 m, il tracciato intercetta la formazione di Ronco pressoché lungo l'intero sviluppo. A macroscala la galleria è divisa principalmente in tre ambiti differenti in termini di coperture e grado di fratturazione:

- Per i primi 70 m a partire dal portale Sud è possibile l'intercettazione con depositi terrigeni granulari in condizioni di coperture inferiori ai 2 diametri equivalenti. L'andamento dei depositi sciolti è stato ipotizzato con l'ausilio di rilievi in superficie e con l'esecuzione dei due sondaggi denominati I35 ed IE6. L'ammasso roccioso sottostante è costituito da areniti siltoso-marnose con livello di fratturazione elevato (GSI 30-35)
- La tratta centrale del tracciato si caratterizza per la presenza di areniti siltose con livello di fratturazione medio-elevato e valori di GSI intorno a 35-45. Le coperture in questa tratta raggiungono i 180 m. In questa tratta il tracciato sovrappassa la galleria Baccan con coperture sulla stessa di ca. 6m. Locali peggioramenti sono attesi per la presenza di faglie secondarie.
- La terza parte del tracciato presenta coperture comprese tra 66 m e 190m, insiste completamente nella formazione del Ronco (areniti, areniti, siltose) con livello di fratturazione medio e valori di GSI intorno a 42-48. In questa tratta viene sovrappassata la galleria Geminiano II con coperture di ca. 8 m. Locali peggioramenti sono attesi per la presenza di faglie secondarie.

Per quanto riguarda la galleria Geminiano 2, di lunghezza pari a circa 715 m, il tracciato intercetta la formazione di Ronco sull'intero sviluppo. A macroscala la galleria è divisa principalmente in due ambiti differenti in termini di coperture e grado di fratturazione:

- Per i primi 440 m, da pk 0+157 a pk 0+595 ca. il tracciato affronta coperture comprese tra 220 m e 110 m nella formazione di Ronco (areniti, areniti siltose) caratterizzate da un livello di fratturazione medio-elevato e valori di GSI pari 45-50. Locali peggioramenti sono attesi per la presenza di faglie secondarie, ed in corrispondenza del sottopassaggio della galleria Geminiano I.
- Da pk 0+595 a fine galleria il tracciato presenta coperture medie tra 70 e 110 m, con un minimo in corrispondenza di una faglia pari a 50m. L'ammasso presenta un livello di fratturazione medio-elevato, con valori di GSI nell'intorno di 42-48. In questa tratta il tracciato sottopassa la galleria Baccan in corrispondenza di una faglia principale.

Le gallerie Geminiano 1 e 2 sono caratterizzate dalle sezioni funzionali G7T e G7Tc le cui caratteristiche sono rappresentate nell'elaborato con codifica TUN-0002. La sezione stradale di riferimento per l'intera lunghezza della galleria è del tipo ad una corsia (piattaforma da 6.0 m).

9.8 GALLERIA TORBELLA EST

La galleria Torbella est si sviluppa dall'alesaggio della galleria Montesperone esistente fino all'immissione nella galleria Baccan attraverso il Camerone 2, per una lunghezza complessiva di circa 945 metri (escluso il suddetto camerone e il tratto di alesaggio di lunghezza 225 metri).

La caratterizzazione attualmente presente fa riferimento al tracciato precedente che si collocava più a sud di ca. 70 m. È possibile prendere come riferimento i seguenti sondaggi:

- MB20 del 2010;
- SA7-1 del 2006;
- S2, S3, S4 del 2016, suborizzontali, eseguiti dalla galleria Monte Sperone esistente in direzione della Torbella Est in progetto;
- ST2 e ST3 del 2018.

A partire dalla galleria Monte Sperone esistente, si prevede che lo scavo interessi per un tratto di circa 400m la formazione dei calcari del Monte Antola per poi passare entro la formazione di Montoggio. Tale formazione è sovrastata, lungo un tratto di circa 200m, da una coltre detritica associata a frana quiescente.

A circa 700m dall'inizio della galleria naturale dal lato Sud si evidenzia una condizione dell'ammasso fortemente disturbato tettonicamente data la presenza di porzioni di ammasso brecciate e di un sovrascorrimento con scaglia tettonica che delimita il passaggio in corrispondenza del fronte di scavo dalla formazione di Montoggio a quella di Ronco. Inoltre, a circa 950m dalla connessione con la galleria Montesperone si evidenzia la presenza di un'ulteriore faglia subverticale.

La galleria è caratterizzata dalle sezioni funzionali G2T, G2Tev, G4Tfd, G4Tc e G1T, le cui caratteristiche sono rappresentate nell'elaborato con codifica TUN-0002. La sezione stradale è generalmente caratterizzata da due corsie più emergenza, per una larghezza di 11,20 metri, salvo i tratti di raccordo con la galleria Montesperone esistente privo di corsia di emergenza.

9.9 CAMERONI 1A E 1B

Il Camerone 1A consentirà la connessione della galleria Baccan Nord con la galleria Baccan Sud nel punto di immissione della galleria Geminiano 1.

A partire dalla galleria Baccan Nord, da cui partirà lo scavo, il camerone prevede n°3 allargamenti successivi a cannocchiale, per una lunghezza totale pari a circa 122.0 m in asse camerone. In particolare:

- Sezione tipo CTSZ1: compresa tra le pk 0+121.81 e 0+071.8 per una lunghezza totale pari a 50.0 m in asse camerone.
La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 21 m; questa sarà scavata a piena sezione.
- Sezione tipo CTSZ2: compresa tra le pk 0+071.8 e 0+017.94 per una lunghezza totale pari a 54.0 m in asse camerone.
La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 26.8 m; questa prevederà lo scavo iniziale dei cunicoli di piedritto, cui seguiranno quelli di calotta e di ribasso.
- Sezione tipo CTSZ3: compresa tra le pk 0+017.94 e 0+000 per una lunghezza totale pari a 18.0 m in asse camerone.
La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 30.6 m; questa prevederà lo scavo iniziale dei cunicoli di piedritto, cui seguiranno quelli di calotta e di ribasso.

Il ricoprimento in calotta galleria risulta essere costante e pari a 70 metri circa per le diverse sezioni con cui sarà scavato il Camerone 1A. Lo scavo, per tutto il suo sviluppo, avverrà all'interno della Formazione del Ronco.

Il Camerone 1B consentirà la connessione della galleria Forte Diamante Nord con la galleria Forte Diamante Sud nel punto di immissione della galleria Geminiano 2.

A partire dalla galleria Forte Diamante Nord, da cui partirà lo scavo, il camerone prevede n°3 allargamenti successivi a cannocchiale, per una lunghezza totale pari a circa 122.0 m in asse camerone. In particolare:

- Sezione tipo CTSZ1: compresa tra le pk 0+121.81 e 0+071.8 per una lunghezza totale pari a 50.0 m in asse camerone.
La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 21 m; questa sarà scavata a piena sezione.
- Sezione tipo CTSZ2: compresa tra le pk 0+071.8 e 0+017.94 per una lunghezza totale pari a 54.0 m in asse camerone.
La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 26.8 m; questa prevederà lo scavo iniziale dei cunicoli di piedritto, cui seguiranno quelli di calotta e di ribasso.
- Sezione tipo CTSZ3: compresa tra le pk 0+017.94 e 0+000 per una lunghezza totale pari a 18.0 m in asse camerone.
La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 30.6 m; questa prevederà lo scavo iniziale dei cunicoli di piedritto, cui seguiranno quelli di calotta e di ribasso.

Il ricoprimento in calotta galleria risulta essere variabile per le diverse sezioni con cui sarà scavato il Camerone 1B. In particolare, nei diversi tratti si ha:

- Sezione CTSZ1: Copertura massima 110 m;
- Sezione CTSZ2: Copertura massima 110 m;
- Sezione CTSZ3: Copertura massima 95 m.

Lo scavo del camerone, per tutto il suo sviluppo, avverrà all'interno della Formazione del Ronco.

9.10 CAMERONE 2

Il Camerone 2 consentirà la connessione della galleria Torbella Est con la galleria Baccan Sud e la realizzazione della rampa stradale costituita dalla galleria Geminiano 2.

A partire dalla galleria Torbella Est, da cui partirà lo scavo, il camerone prevede n°4 allargamenti successivi a cannocchiale, per una lunghezza totale pari a circa 157.5 m in asse camerone.

In particolare:

- Sezione tipo CTSZ1: compresa tra le pk 0+000 e 0+040 per una lunghezza totale pari a 40.0 m in asse camerone.
 La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 21 m; questa sarà scavata a piena sezione.
- Sezione tipo CTSZ2: compresa tra le pk 0+040 e 0+110 per una lunghezza totale pari a 70.0 m in asse camerone.
 La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 26.8 m; questa prevederà lo scavo iniziale dei cunicoli di piedritto, cui seguiranno quelli di calotta e di ribasso.
- Sezione tipo CTSZ3: compresa tra le pk 0+110 e 0+135 per una lunghezza totale pari a 25.0 m in asse camerone.
 La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 30.6 m; questa prevederà lo scavo iniziale dei cunicoli di piedritto, cui seguiranno quelli di calotta e di ribasso.
- Sezione tipo CTSZ4: compresa tra le pk 0+135 e 0+157 per una lunghezza totale pari a 22.0 m in asse camerone.
 La larghezza massima di scavo in corrispondenza di questa sezione risulta essere pari a circa 35.20 m; questa prevederà lo scavo iniziale dei cunicoli di piedritto, cui seguiranno quelli di calotta e di ribasso.

Il ricoprimento in calotta galleria risulta essere variabile per le diverse sezioni con cui sarà scavato il Camerone 2. In particolare, nei diversi tratti si ha:

- Sezione CTSZ1: Copertura massima 115 m;
- Sezione CTSZ2: Copertura massima 165 m;
- Sezione CTSZ3: Copertura massima 177 m;
- Sezione CTSZ4: Copertura massima 183 m.

Lo scavo del camerone, per tutto il suo sviluppo, avverrà all'interno della Formazione del Ronco.

9.11 SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE E DRENAGGIO ACQUE DI AMMASSO

Il sistema di impermeabilizzazione e drenaggio per le gallerie lungo la tratta in esame è stato studiato sulla base delle seguenti necessità:

- necessità di limitare i carichi idraulici sul rivestimento definitivo, che vanno ad aggiungersi ai carichi geostatici;
- necessità di drenare eventuali zone di accumulo e ristagno che si possono formare quando non risulta perfettamente eseguito l'intasamento di calcestruzzo di rivestimento fra il cassero e lo strato di impermeabilizzazione precedentemente posato al contorno dello scavo.

Per tale motivo, il sistema drenante previsto è costituito da uno strato di tessuto non tessuto e da un foglio impermeabilizzante posizionato all'estradosso del rivestimento definitivo. Il dreno si estende sulla calotta e i piedritti e scarica in una tubazione di raccolta longitudinale al piede dei piedritti; l'arco rovescio è gettato

direttamente contro la roccia. Tale elemento risulta necessario per limitare le locali ed eventuali sovrappressioni neutre al contorno e, in ragione della permeabilità d'ammasso, il suo effetto risulta esclusivamente locale.

Il sistema di impermeabilizzazione e drenaggio si compone di:

- un telo d'impermeabilizzazione disposto fra il rivestimento di 1° fase di calcestruzzo proiettato e il rivestimento definitivo di calcestruzzo (rappresentato in rosso in Figura 9-3). Tale telo è dotato di uno strato di compensazione di tessuto non tessuto e di una membrana in PVC, di almeno 2mm di spessore (escluso lo strato di segnalazione), parzialmente sovrapposti e saldati tra loro termicamente (cfr. dettaglio in Figura 9-4). Tale membrana si estende dalla corona ai piedritti fino a 50cm al di sotto della ripresa di getto della muretta.
- un tubo di drenaggio microfessurato di diametro $\Phi 160$, parzialmente contornato dallo strato impermeabile, disposto in corrispondenza della ripresa di getto delle murette e che corre longitudinalmente alla galleria, a raccogliere le acque provenienti dalla calotta;
- un tubo collettore $\Phi 400$ al piede delle murette dove, convergono le acque provenienti dai raccordi a T realizzati ogni 25m sul tubo di drenaggio (Figura 9-5).

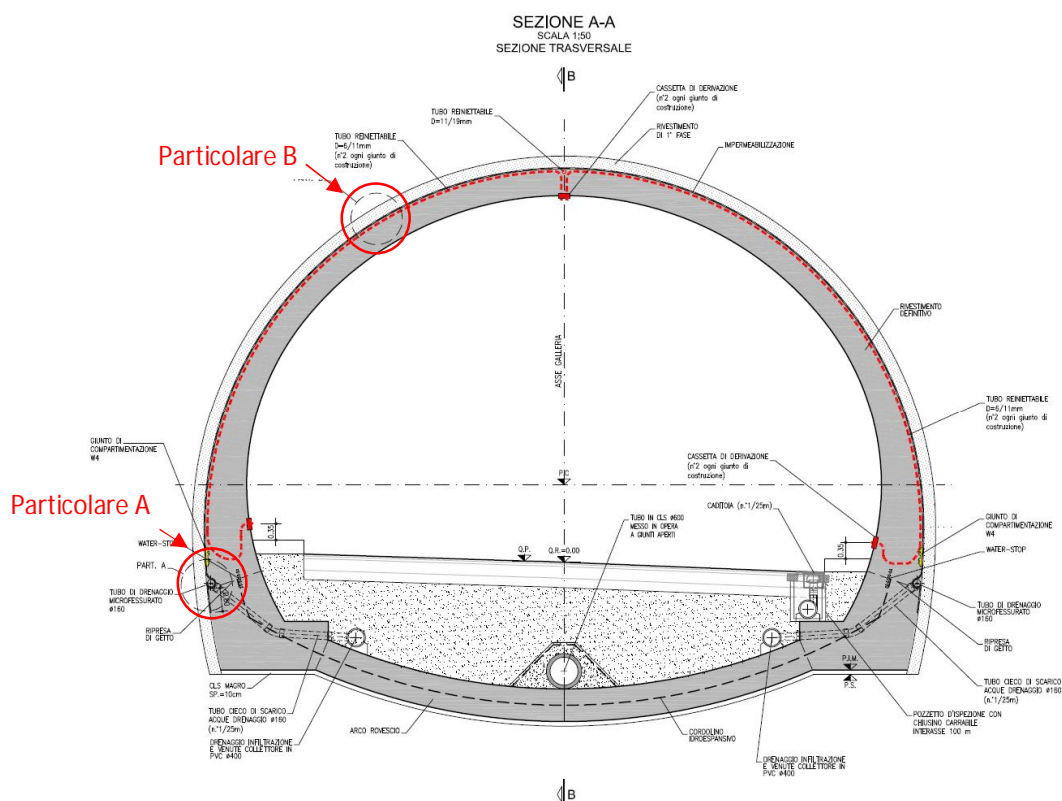


Figura 9-3. Standard impermeabilizzazione e drenaggio

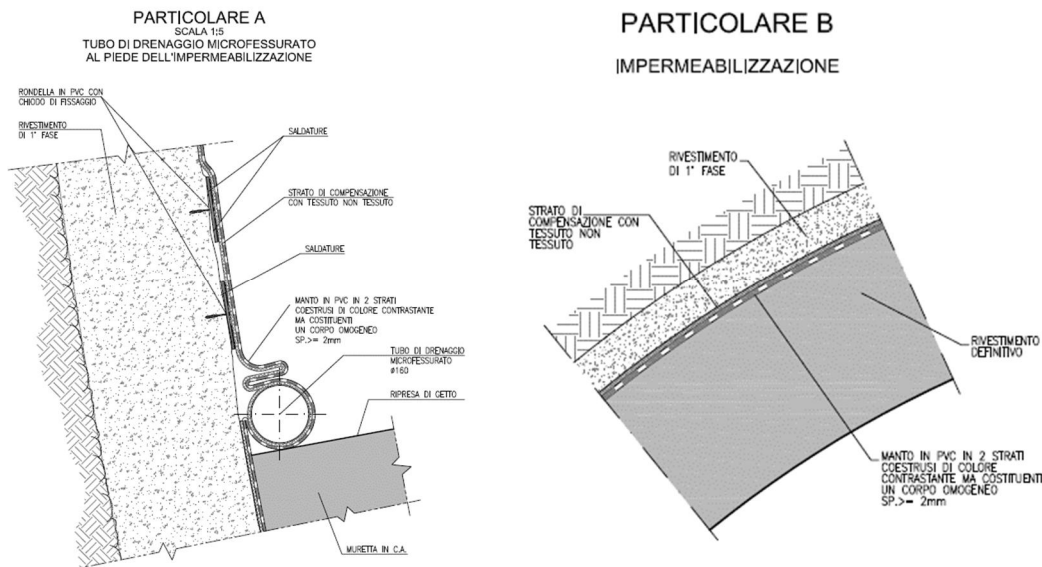


Figura 9-4. Particolare impermeabilizzazione

SCHEMA RETE DI DRENAGGIO
 SCALA 1:50
 PIANTA

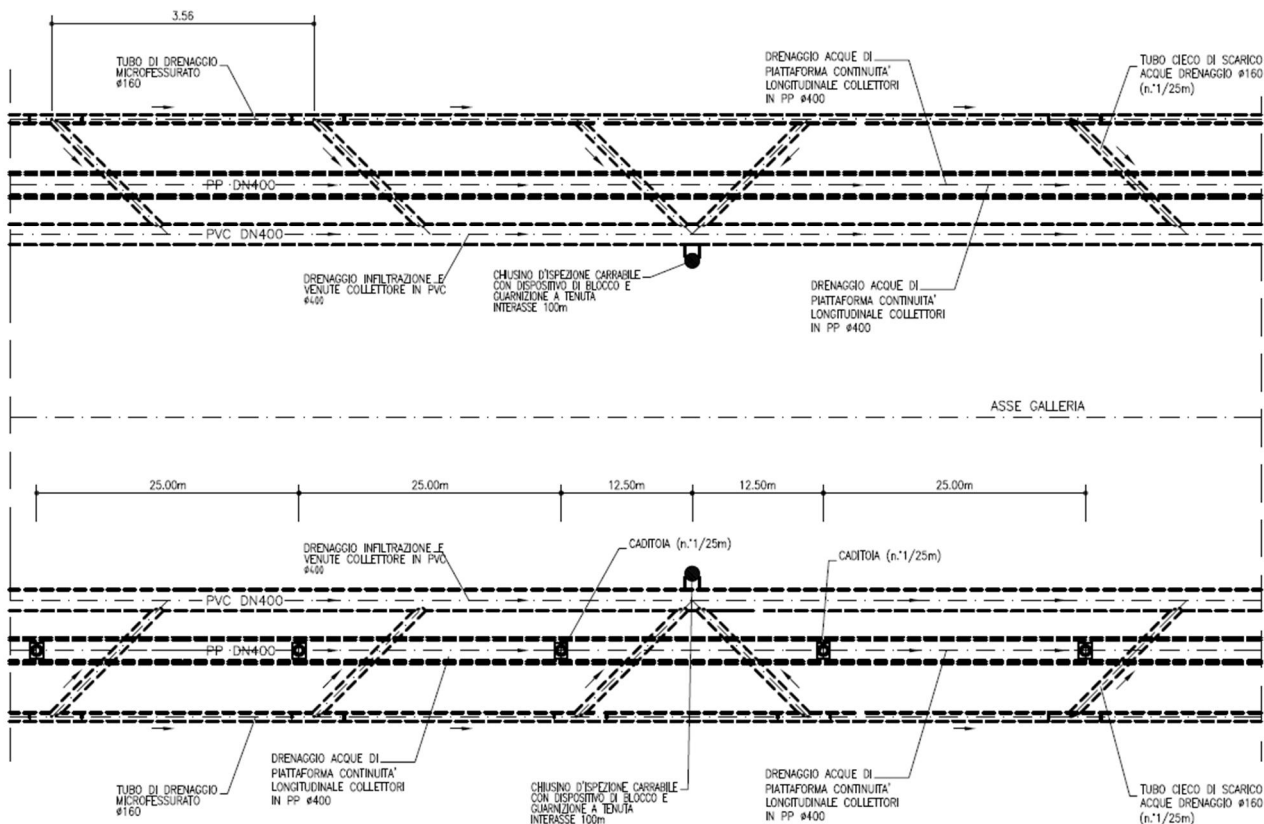


Figura 9-5. Schema di drenaggio in galleria

La posa dello strato di compensazione in TNT è in grado di formare un sottile strato a elevata permeabilità che funge da via di scorrimento preferenziale per le acque che arrivano a contatto con il manto impermeabilizzante. Ciò facilita notevolmente il convogliamento dell'acqua verso il tubo di drenaggio microfessurato.

Tale strato sarà steso procedendo trasversalmente rispetto all'asse della cavità, con fogli di TNT parzialmente sovrapposti (almeno 20cm), fissati al rivestimento di prima fase mediante rondelle in PVC a rottura controllata nel numero minimo di 4 rondelle al metro quadrato, fissate con chiodi a sparo. Le rondelle hanno il duplice scopo di sostenere il tessuto non tessuto e di fungere da punto di fissaggio del telo impermeabile di PVC. Quest'ultimo viene quindi saldato ad aria calda alle rondelle, partendo dalla chiave della calotta e proseguendo sui due lati così da essere mantenuto nella posizione corretta fino al getto del rivestimento definitivo. Ogni singolo telo viene poi saldato a quelli adiacenti mediante sovrapposizione dei lembi e successiva sigillatura per termofusione, in modo da realizzare un giunto formato da un doppio cordone di saldature; il vano risultante tra i due cordoni dev'essere testato a pressione per verificare la perfetta tenuta del giunto.

Prima del loro impiego, tanto il manto di compensazione quanto quello d'impermeabilizzazione dovranno superare dei controlli di qualità per verificare che le loro caratteristiche (spessore, resistenza a compressione, a trazione e agli stress termici, decomposizione, ecc.) corrispondano esattamente a quelle previste dal progetto e dal Capitolato Speciale di Appalto.

Dopo la posa in opera sono inoltre previsti ulteriori controlli, essenzialmente visivi, per verificare che siano state osservate tutte le prescrizioni e le precauzioni indispensabili per ottenere il buon funzionamento, anche a lungo termine, dell'intervento. La membrana impermeabile dovrà infatti essere composta da due strati coestrusi di colore contrastante, ma costituenti un corpo omogeneo. Lo strato a vista dovrà essere di colore contrastante con quello dello strato sottostante al fine di consentire una più agevole individuazione di eventuali strappi o danni arrecati alla membrana.

Il sistema di impermeabilizzazione sarà inoltre dotato di appositi giunti di compartimentazione posizionati lungo le riprese di getto e saldati al PVC. Tali giunti saranno provvisti di tubi reiniettabili per resine acquareattive al fine di risolvere eventuali difetti di impermeabilizzazione che potrebbero manifestarsi nonostante tutte le cautele adottate in fase di preparazione ed esecuzione del getto.

In chiave calotta saranno invece presenti dei tubi microfessurati per il sistema di iniezione di riempimento, qualora si riscontrino dei vuoti localizzati nel getto.

Gli elementi di compartimentazione (Figura 9-6) sono costituiti da waterstop di larghezza maggiore di 300 mm del tipo a nastro in PVC saldati al telo per termofusione, i cui elementi di ancoraggio vengono annegati nel getto di rivestimento definitivo della galleria. Questo accorgimento permette di rendere isolate singole zone della galleria le une dalle altre, creando una maglia, trasversale e longitudinale, di cordoni impermeabili, che delimitino possibili venute d'acqua. La predisposizione di pipette, realizzate nello stesso materiale del telo di impermeabilizzazione e termosaldate ad esso, consentirà di iniettare particolari resine in grado di ripristinare l'impermeabilità dell'opera.

Questo sistema garantisce il controllo in fase post-operam di eventuali venute d'acqua, consentendo un intervento puntuale di manutenzione ed evitando invasive demolizioni altrimenti necessarie al ripristino della struttura.

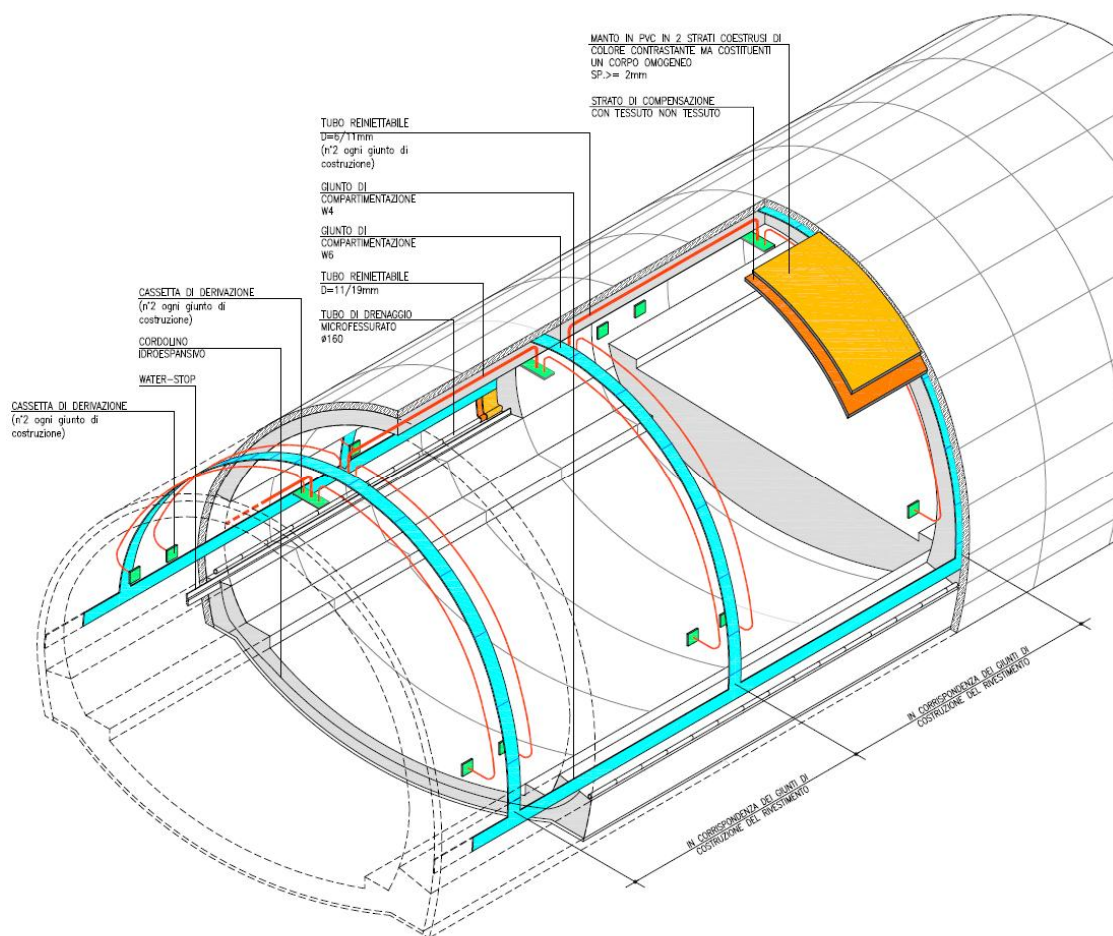


Figura 9-6 - Compartmentazione galleria: Vista assometrica

9.12 LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E DELLE RELATIVE VARIABILITA'

L'emissione di uno specifico documento di gestione dello scavo in corso d'opera nasce nell'ambito della progettazione secondo il Metodo Osservazionale (EC7-NTC08) che, mediante il controllo delle risultanze di monitoraggio e il confronto con i valori attesi, consentirà la definizione della sezione di scavo adeguata al contesto incontrato confermando o meno le previsioni progettuali e i limiti ammissibili anticipati. In particolare, esse hanno la finalità di:

- confermare la sezione tipo più adeguata, tra quelle già previste in una determinata tratta e riportate sull'elaborato "Profilo Geomeccanico e progettuale di previsione";
- variare gli interventi di consolidamento e preconsolidamento che, senza modificare strutturalmente le caratteristiche finali dell'opera, devono adeguarsi alle reali condizioni geomeccaniche riscontrate durante l'avanzamento dello scavo, e in particolare al comportamento estrusivo del fronte e deformativo del cavo (che sono dipendenti sia dalla natura dell'ammasso in termini geologici, geomeccanici e idrogeologici, sia dagli stati tensionali preesistenti e da quelli conseguenti alle operazioni di scavo);
- individuare una diversa sezione tipo, tra quelle previste nella tratta di galleria in oggetto o comunque previste nel Progetto Esecutivo nella stessa formazione, qualora le condizioni realmente riscontrate risultino difformi da quelle ipotizzate per la tratta in esame

Il piano di monitoraggio consentirà, da un lato, di verificare puntualmente il contesto geologico e geotecnico atteso e, dall'altro, di confrontare i valori deformativi riscontrati in fase di costruzione con i valori attesi individuati in sede di progetto, così da consentire l'eventuale adeguamento della sezione di avanzamento adottata e l'intensità degli interventi messi in opera.

9.12.1 Criteri generali

Il quadro geologico-geotecnico e la previsione del comportamento deformativo del fronte e del cavo permetteranno, nel corso degli avanzamenti, di disporre di criteri progettuali per l'applicazione delle sezioni tipo e delle relative variabilità degli interventi previsti.

La raccolta sistematica delle condizioni geologiche-geotecniche in fase di avanzamento (mediante la redazione dei rilievi del fronte di scavo) e l'analisi del comportamento deformativo del cavo (mediante le misure di convergenza e le letture di subsidenza al piano campagna), permetteranno il confronto delle evidenze in corso d'opera con le previsioni progettuali, la calibrazione degli interventi da adottare e la successione delle fasi esecutive.

La previsione del comportamento deformativo del fronte e del cavo è descritta nelle relazioni di calcolo della galleria dalla quale sono stati estratti i principali valori di estrusione e convergenze attese per ciascuna delle tre diverse sezioni tipo; sulla base di tali valori, nel corso degli avanzamenti sarà possibile l'applicazione delle linee guida con riferimento alle seguenti cinque condizioni:

1. se i valori di estrusione e di convergenza misurati risultano coerenti con quanto ipotizzato dalle previsioni progettuali, si procede con la sezione tipo indicata per la tratta in esame, con riferimento alla condizione "media" degli interventi di progetto;
2. se i valori di estrusione e di convergenza misurati risultano minori di quelli attesi, si procede nell'ambito delle variabilità previste dal progetto per la sezione tipo indicata nella tratta in esame, con variazione verso la condizione "minima" degli interventi progettuali previsti, fino al raggiungimento dei valori tensio-deformativi di riferimento;
3. se i valori di estrusione e di convergenza misurati risultano maggiori di quelli attesi, si procede nell'ambito delle variabilità previste dal progetto per la sezione tipo indicata nella tratta in esame, con variazione verso la condizione "massima" degli interventi progettuali previsti, fino al raggiungimento dei valori tensio-deformativi di riferimento;
4. se l'appesantimento degli interventi non risulta sufficiente a normalizzare i valori di convergenza ed estrusione, rispetto ai limiti previsti per la sezione tipo indicata nella tratta in esame, si procederà all'applicazione di una differente sezione tipo scelta tra quelle più conservative progettualmente previste per lo scavo della galleria in oggetto;
5. se anche a seguito della modifica della sezione tipo si raggiungono i limiti superiori previsti per le deformazioni (soglia di allarme) sarà necessaria una nuova valutazione delle condizioni geomeccaniche e di avanzamento.

L'approccio proposto permette dunque di definire la strategia di variazione delle caratteristiche delle sezioni di avanzamento, in funzione di quanto osservato durante le lavorazioni.

La variazione all'interno della medesima sezione tipo, degli interventi di consolidamento e confinamento, dovrà considerare la tendenza di comportamento della cavità.

Generalmente l'analisi sarà condotta per due campi di avanzamento al fine di confermare la validità delle osservazioni effettuate conducendo a variazioni nel terzo campo. L'approccio progettuale identifica questo processo come articolato nelle seguenti fasi:

- campo 1: fase di raccolta dati;
- campo 2: fase di controllo e verifica di quanto rilevato nel campo precedente;
- campo 3: fase di intervento.

Accanto all'analisi del comportamento deformativo, un ruolo fondamentale è rappresentato dalla raccolta dei dati geomeccanici al fronte, tramite l'esecuzione sistematica di rilievi geologico – strutturali del fronte di scavo.

L'analisi congiunta di tali dati guiderà la scelta in merito alla messa in opera degli interventi sostegno, presostegno e/o preconsolidamento.

L'approccio proposto permette dunque di definire la strategia di variazione degli interventi in fase di scavo relativi alle sezioni di avanzamento in funzione di quanto osservato durante le lavorazioni.

La convergenza all'interno della cavità sarà valutata come media di tre misurazioni. Tali misurazioni si riferiscono a 3 delle 5 corde che collegano le 5 mire posizionate lungo il profilo di scavo, e in particolare quelle posizionate alle reni e sul piano dei centri, secondo lo schema mostrato nella seguente Figura 9-7.

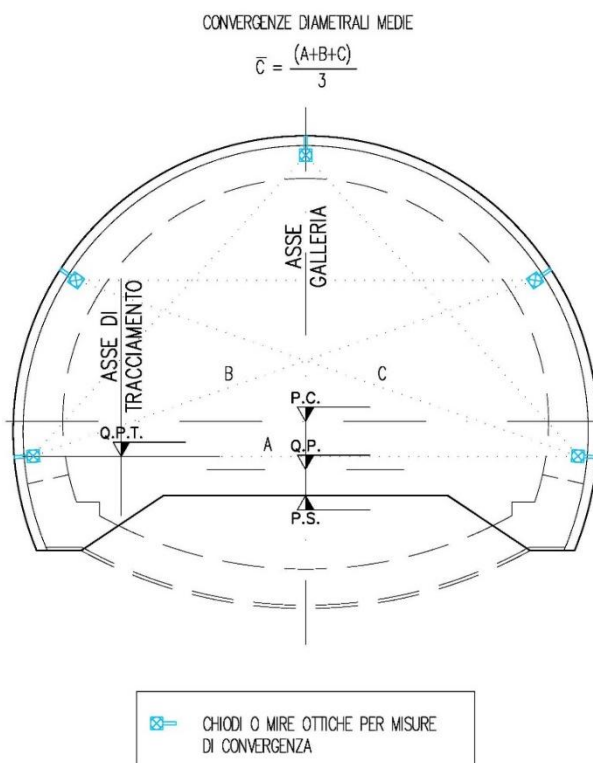


Figura 9-7 - Schema per le misure di convergenza.

Questa scelta si basa su esperienze effettuate in contesti analoghi e sull'intento di rendere coerenti i risultati ottenuti dai metodi di calcolo utilizzati con i dati ottenuti dalle misurazioni.

Le misurazioni dell'estrusione saranno effettuate mediante l'utilizzo di estrusimetro incrementale.

Per le tratta di galleria con presenza di edifici in superficie, è inoltre fondamentale il monitoraggio topografico, clinometrico ed estenso-inclinometrico mediante la rete di capisaldi, clinometri ed estenso-inclinometri installati in superficie e sulle preesistenze per la misura dei cedimenti e delle deformazioni.

10 OPERE D'ARTE MAGGIORI

Vengono di seguito descritte le opere d'arte maggiori previste all'interno della Variante in oggetto.

10.1 NUOVO VIADOTTO SECCA SUD

L'intervento di rimodernamento del tratto autostradale prevede la realizzazione ex novo della nuova opera Viadotto Secca Sud che sarà costituita da un totale di 3 campate in sezione mista acciaio-calcestruzzo.

Le sottostrutture pile sono a setto. Le sottostrutture spalle sono del tipo tradizionale o del tipo "passanti".

10.1.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA ESISTENTE NELLO STATO ATTUALE

Il viadotto Secca si sviluppa per una lunghezza complessiva di 371.50m lungo un tracciato in curva-clotoide-rettilineo. È suddiviso in nove campate in semplice appoggio da 41.50m (campate di riva da 40.50m), realizzate da un grigliato di quattro travi, poste ad interasse di 2.80m, e sei traversi, distanziati di 7.90m circa. Le travi, di altezza pari a 2.40m, presentano una sezione a doppio T e sono realizzate in c.a.p. con un quantitativo di precompressione pari a 7 cavi da 44 ϕ 6 per le travi centrali e 6 cavi da 44 ϕ 6 + 1 cavo da 20 ϕ 6 per le travi di bordo. I traversi, anch'essi precompressi, presentano una sezione rettangolare di altezza pari a 2.20m e spessore pari a 0.20m per i traversi di campata e 0.30m per quelli di testata. La soletta, di spessore pari a 0.20m, presenta attualmente una larghezza complessiva di 11.0m con due cordoli da 0.50m.

I sostegni sono costituiti da pile a sezione circolare cava avente diametro interno da 1.60m ed esterno da 3.0m. In sommità è presente un pulvino di sezione rastremata avente un'altezza complessiva di circa 2.20m, uno spessore medio di 2.10m e una larghezza di circa 11.0m. Le spalle, caratterizzate da forti altezze (circa 20.0m) sono anch'esse in c.a. con un paramento di spessore pari a 2.40m circa.

Le fondazioni dei sostegni sono di diversa tipologia: le fondazioni delle due spalle sono di tipo diretto, così come quelle delle pile, ad eccezione dei sostegni n. 1 e 2, che risultano su pozzo, e dei sostegni n.5 e 6, posizionati in alveo, che risultano poggianti su 9 pali ϕ 1200 mm.

Lo schema statico di semplice appoggio prevede per ogni campata la disposizione di due apparecchiature di tipo fisso in corrispondenza delle travi centrali e di due appoggi unidirezionali trasversali sullo stesso sostegno; sul lato opposto, in corrispondenza ai fissi sono stati disposti due appoggi unidirezionali longitudinali e in corrispondenza delle travi di bordo due apparecchiature multidirezionali.

Il viadotto in esame, realizzato negli anni '63-'64, ha subito alcuni interventi di adeguamento e rinforzo negli anni '84-'86. Tale ammodernamento ha interessato in particolare la soletta di impalcato, le elevazioni delle pile e le apparecchiature di appoggio. Più nel dettaglio: gli sbalzi della soletta sono stati rinforzati prevedendo un'integrazione della armatura al lembo superiore, originariamente costituita da ϕ 10/10, mediante ulteriori ϕ 18/10; le elevazioni delle pile sono state rinforzate mediante un'incamiciatura in c.a. dello spessore di 20 cm circa; gli appoggi, originariamente costituiti da cuscinetti in neoprene e lamiera in acciaio, sono stati sostituiti da apparecchiature in acciaio tipo Cernoflon.

Ai fini dell'elaborazione del Progetto Esecutivo il viadotto è stato sottoposto a una campagna di indagini conoscitive che hanno riguardato il rilievo geometrico, la caratterizzazione dei materiali e il rilievo delle armature degli elementi principali costituenti la struttura esistente. A tale campagna di indagini, sintetizzata in schede e relazioni allegate al Progetto Definitivo, si è fatto riferimento ai fini della verifica delle ripercussioni degli interventi di ampliamento sulle strutture esistenti e della valutazione della sicurezza nei confronti delle azioni scaturenti dalla normativa vigente della struttura esistente.

10.1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELLA SOLUZIONE IN VARIANTE

Il viadotto Secca si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 173m lungo un tracciato in curva-clotoide.

È suddiviso in numero di campate pari a 3 a travata continua in misto acciaio-calcestruzzo. A partire dalla spalla lato *Milano*, le tre campate presentano una lunghezza, misurata in asse progetto, rispettivamente pari

a circa 32.9–69.9–63 metri, gli impalcati sono costituiti da sei travi in acciaio solidarizzata con connettori alla soletta, poste ad interasse di 3.1m circa e aventi altezza variabile con un massimo pari a 3.60m e minimo pari a 1.80m.

Le travi presentano sezione a doppio T, con ala superiore e ala inferiore di larghezza e spessore costante a tratti; anche l'anima della trave presenta altezza variabile a tratti.

I traversi, solidali alla soletta, sono anch'essi in acciaio da carpenteria metallica e sezione a doppio T, sono in numero e sezione variabile e posti ad interesse medio di circa 4.7 m ovvero 5.1m. I traversi in campata presentano altezza costante pari a 90 cm. I traversi di appoggio sono a parete piena con altezza pari all'altezza delle travi.

La soletta di spessore pari a 0.27 m, presenta una larghezza totale variabile tra i 20-21 metri.

Il sistema di appoggi previsto per l'opera in esame è composto da isolatori elastomerici ad alto smorzamento; il numero adottato è pari ad un appoggio per trave ovvero in numero variabile in funzione dell'allineamento sottostante.

Le sottostrutture sono costituite da pile a setti con sezione variabile tra testa e piede del sostegno stesso. In particolare, per la pila 1 in testa si ha larghezza pari a 27.2m mentre al piede si ha larghezza pari a 18.8m e spessore pari a 1.8m; l'altezza totale media (compresa l'altezza della trave di fondazione) infine è pari a circa 5.9m. Per la pila 2 in testa si ha larghezza pari a 24.1m mentre al piede si ha larghezza pari a 16.4m e spessore pari a 1.8m; l'altezza infine è pari a 8.1m.

Le sottostrutture spalle sono del tipo "spalle passanti" ovvero caratterizzata da una elevazione composta dal solo paraghiaia e muri di risvolto connessi alla trave di fondazione che raccorda l'elevazione con i sottostanti pali configurati a modi "paratia".

Le fondazioni delle pile e delle spalle sono tutte di tipo profondo con pali di grande diametro; in particolare si hanno le seguenti soluzioni:

Spalla SpA P pali f =1200 di lunghezza pari a 10m;

Pila P1 P 5 pali f =1500 di lunghezza pari a 35m;

Pila P2 P 10 pali f =1500 di lunghezza pari a 35m;

Spalla SpB P pali f =1200 di lunghezza pari a 15m.

10.1.2.1 Impalcato

Di seguito i principali dati utilizzati per il calcolo.

SOVRASTRUTTURA	
MATERIALE	Acciaio/calcestruzzo
TIPOLOGIA	Travi e traversi con soletta collaborante
SCHEMA STATICO	Trave continua su più appoggi
LUCE	Variabile
TRAVI PRINCIPALI	
TIPO	Travi a doppio "T"
INTERASSE TRAVI	3.10 m
ALTEZZA	Variabile 1.8 ÷ 3.60 m
SPESSORE ALA SUPERIORE	Variabile 8 ÷ 6 cm
SPESSORE ALA INFERIORE	Variabile 8 ÷ 6 cm
SPESSORE ANIMA	2.0 cm

TRAVERSI CAMPATA	
TIPO	Sezione a doppio "T" con soletta di collegamento
INTERASSE	4.70 m
ALTEZZA	90 cm
SPESSORE ALA SUPERIORE	3 cm
SPESSORE ALA INFERIORE	3 cm
SPESSORE ANIMA	1.4 cm
TRAVERSI APPOGGIO	
TIPO	Sezione a doppio "T" con soletta di collegamento
INTERASSE	Variabile
ALTEZZA	240 cm
SPESSORE ALA SUPERIORE	3 cm
SPESSORE ALA INFERIORE	3 cm
SPESSORE ANIMA	2.0 cm
SOLETTA	
TIPO	c.a.o
SPESSORE TOTALE	27 cm
LARGHEZZA	Variabile 20 m - 21 m
SBALZO MAX	3.1m

Tabella 10-1. Scheda identificativa impalcato

Le seguenti figure riportano le sezioni trasversali tipologiche dei vari impalcati.

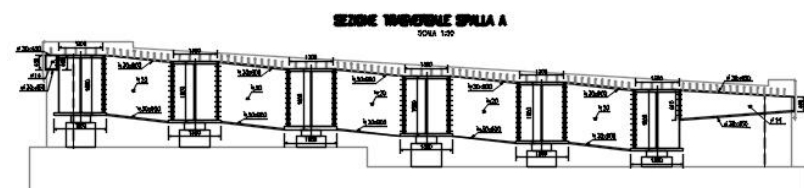


Figura 10-1. Struttura impalcato - Sezione trasversale spalla SpA

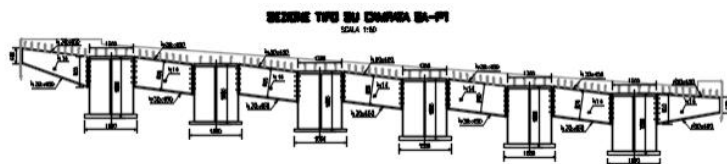


Figura 10-2. Struttura impalcato - Sezione trasversale tra SpA e pila P1

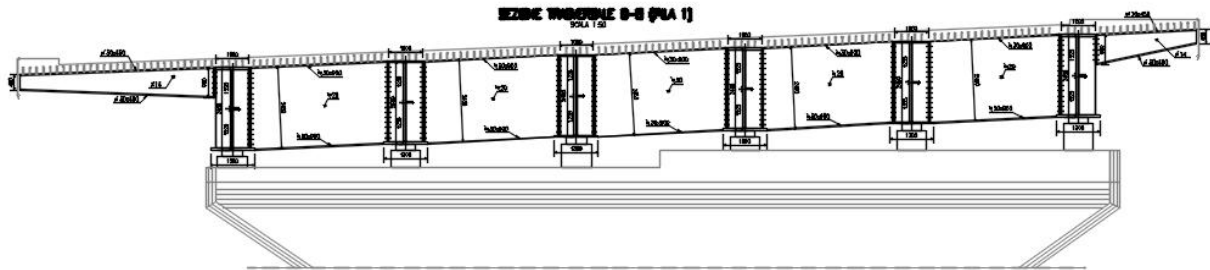


Figura 10-3. Struttura impalcato - Sezione trasversale pila P1

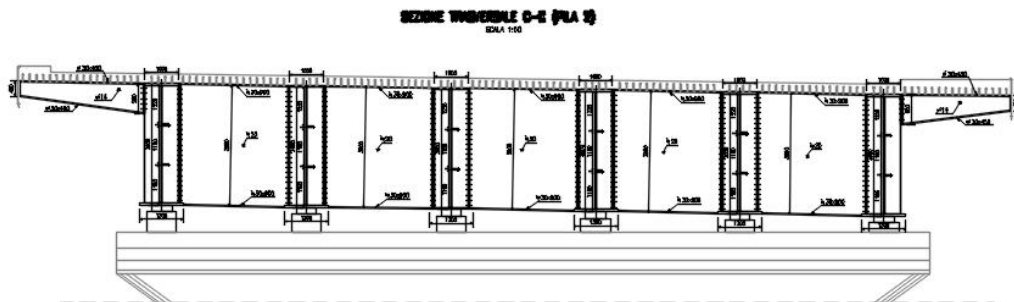


Figura 10-4. Struttura impalcato - Sezione trasversale pila P2

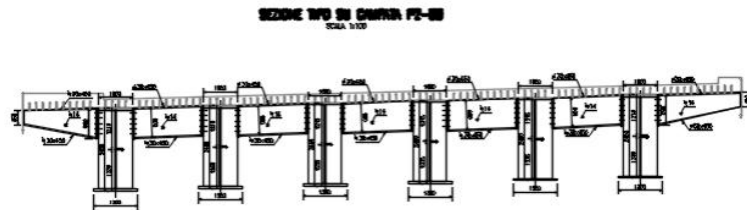


Figura 10-5. Struttura impalcato - Sezione trasversale tra pila P2 e spalla SpB

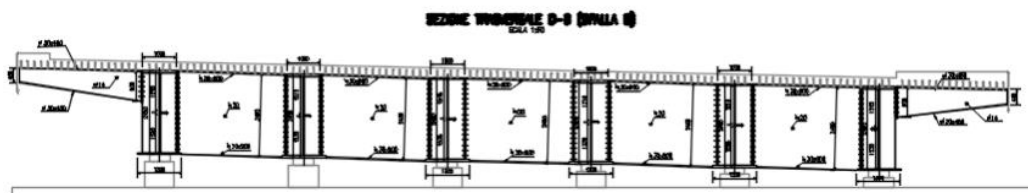


Figura 10-6. Struttura impalcato - Sezione trasversale spalla SpB

10.1.2.2 Sottostrutture

Di seguito le principali caratteristiche considerate nei calcoli.

PILE	
MATERIALE	c.a.
TIPOLOGIA	Pile a setto
Caratteristiche delle elevazioni	
PILA 1	
ALTEZZA	4.80m

SPESSORE	1.5 m
PILA 2	
ALTEZZA	9.2 m
SPESSORE	1.5 m

Tabella 10-2. Scheda identificativa pile

Le seguenti figure riportano le sezioni tipologiche delle pile.

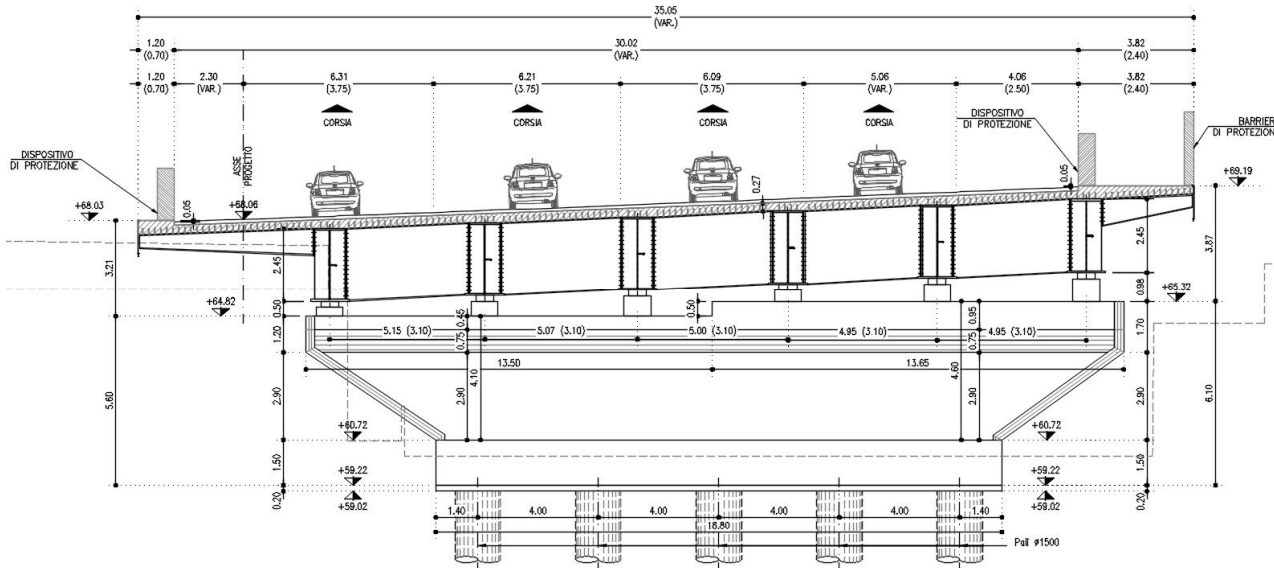


Figura 10-7. Pila a telaio - Sezione trasversale Pila P1

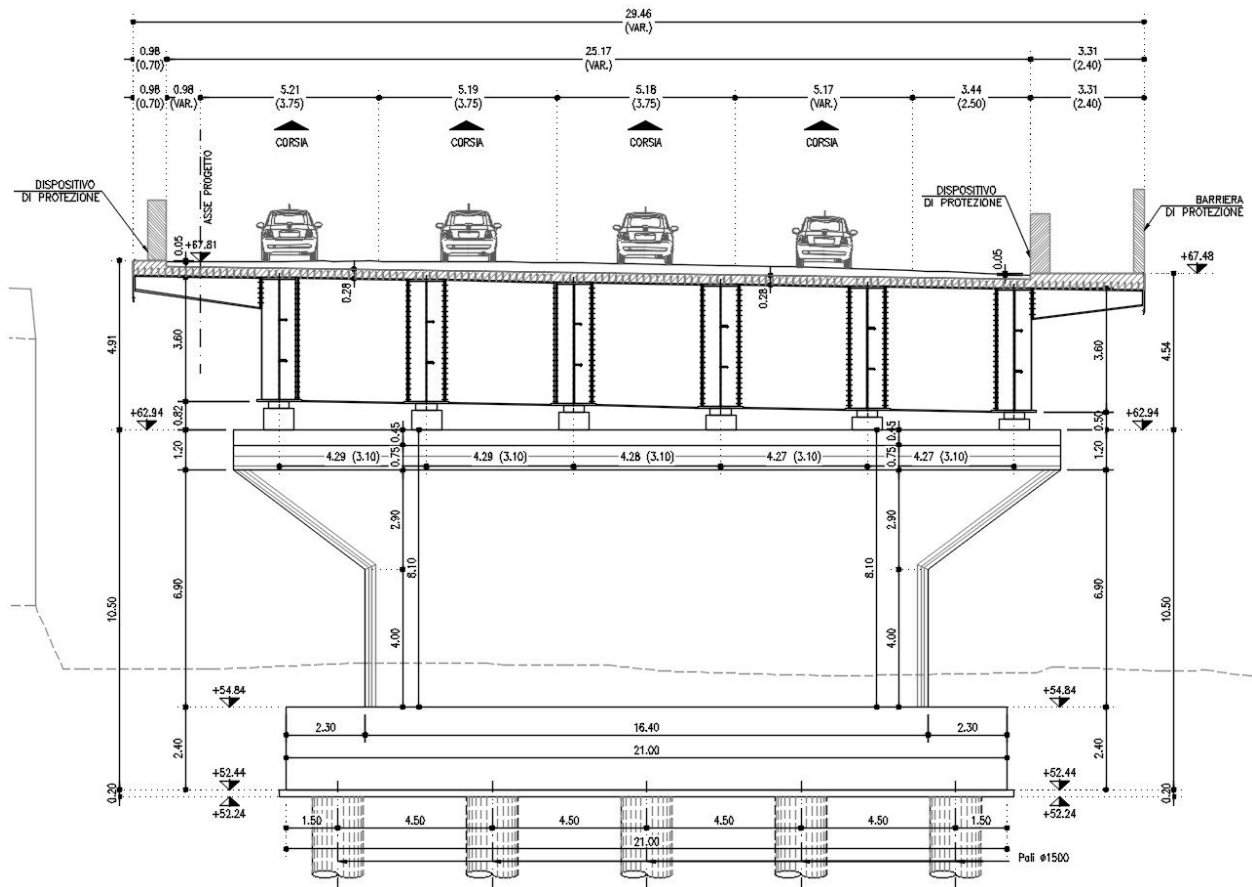


Figura 10-8. Pila a mensola - Sezione trasversale Pila P2

10.1.3 Modalità realizzative

La successione delle fasi lavorative può essere sintetizzata come segue:

1. Realizzazione fondazioni ed elevazioni dei sostegni nuovi;
2. Assemblaggio e posa dell'impalcato di nuova realizzazione in accordo alle fasi di traffico;
3. Posizionamento delle predalles e getto della nuova soletta di impalcato;
4. Realizzazione arredo piattaforma stradale;
5. Spostamento del traffico sulla nuova porzione di struttura;
6. Demolizione dell'adiacente struttura esistente;
7. Completamento della nuova struttura (ripetizione dei precedenti p.ti b-c);
8. Realizzazione della configurazione finale della piattaforma stradale.

Le fasi sopra esposte sono da intendersi come delle macro-fasi che potranno subire i necessari aggiustamenti in seguito alle necessità correlate al mantenimento parziale del traffico di piattaforma. Le analisi riportate di seguito si riferiscono alla configurazione geometrica finale dell'opera; gli approfondimenti necessari saranno sviluppati nella successiva fase di progettazione.

10.2 VI22N NUOVO VIADOTTO SECCA NORD E VI23N VIADOTTO DI COLLEGAMENTO A7 ESISTENTE - ASSE 3 A7 DIREZIONE NORD

L'intervento di rimodernamento del tratto autostradale prevede la demolizione del viadotto esistente e la realizzazione della nuova opera d'arte Viadotto Secca Nord costituita da un totale di undici campate di lunghezza variabile con impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo.

Di seguito la descrizione generale dell'opera in esame.

10.2.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA ESISTENTE NELLO STATO ATTUALE

Il viadotto Secca si sviluppa per una lunghezza complessiva di 131.75m lungo un tracciato in rettilineo che attraversa il torrente Secca. È suddiviso in sette campate in semplice appoggio da 21.12m con campate di riva da 13.07m, ed è caratterizzato da obliquità in pianta.

Da quanto desunto dalle tavole di contabilità, ciascun impalcato è costituito da un grigliato di 7 travi, poste ad interasse di 1.425m, e cinque traversi, distanziati di 5.25m circa. Le travi, di altezza pari a 1.85m, presentano una sezione rettangolare di larghezza pari a 0.45m. I traversi di campata presentano una sezione rettangolare di altezza pari a 1.8 m e spessore pari a 0.40m; dei traversi di testata non si conoscono le dimensioni. La soletta, di spessore pari a 0.25m, presenta attualmente una larghezza complessiva di 11.0m circa con due cordoli da 0.85m.

I sostegni sono costituiti da pile a lama avente spessore di 2.0m, lunghezza di 14.90m e altezza variabile da 10.35m a 11.35m. La forma in pianta risulta a diamante con rostri di protezione posti allo spicco delle elevazioni, dal momento che tutte le pile risultano posizionate nell'alveo del torrente. Le spalle, caratterizzate da altezze complessive pari rispettivamente a 8.20 e 10.35m, sono realizzate a gravità, con paramenti di notevole spessore. Le fondazioni dei sostegni sono tutte su pali ø600 tipo Franki, ad eccezione della pila n.6 e della spalla lato Milano, entrambe su fondazione diretta.

Lo schema statico di semplice appoggio prevede per ogni campata la disposizione di appoggi di tipo fisso da un lato e scorrevole dall'altro.

Si evidenzia che dalla documentazione disponibile è emerso che il viadotto in esame, realizzato negli anni '30, ha subito diversi danni in occasione dei bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale. In particolare, l'impalcato è stato completamente distrutto e ricostruito dopo la Guerra adottando una struttura differente rispetto a quanto previsto nel progetto originario. Sopralluoghi eseguiti in sito hanno infatti confermato che l'opera attualmente in esercizio non corrisponde, almeno per quanto riguarda la sovrastruttura, all'opera descritta negli elaborati di contabilità.

10.2.2 DESCRIZIONE GENERALE DELLA SOLUZIONE IN VARIANTE

Il viadotto Secca si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 410m porzione lato Nord e lunghezza di circa 380m porzione lato Sud, lungo un tracciato in curva-clotoide-rettilineo.

È suddiviso in numero di campate variabile tra porzione Nord (7) e porzione Sud (6) a travata continua in misto acciaio-calcestruzzo. A partire dalla spalla lato Milano, le prime tre campate presentano luce rispettivamente pari a circa (70–104–70) metri, gli impalcati sono costituiti da quattro travi in acciaio solidarizzata con connettori alla soletta, poste ad interasse di 3.8m circa e aventi altezza variabile con un massimo pari a 4.75m e minimo pari a 2.80m.

Le travi presentano sezione a doppio T, con ala superiore e ala inferiore di larghezza e spessore costante a tratti; anche l'anima della trave presenta altezza e spessore variabile a tratti.

I traversi, solidali alla soletta, sono anch'essi in acciaio con sezione a doppio T di altezza variabile da un massimo di 0.9m ad un minimo di 0.6m; il numero è variabile in funzione della luce della campata con un interasse medio tipologico di 5m.

La soletta di spessore costante e pari a 0.27 m presenta, per le prime tre campate a partire dalla spalla lato Milano, una larghezza complessiva di 18.0 m circa; dalla quarta campata in poi il viadotto si divide in due porzioni affiancate. La porzione lato Nord costituita da quattro campate di luce pari a circa (48–48–38–32) metri, con impalcati costituiti da due travi in acciaio da carpenteria metallica poste ad interasse tipologico di circa 6.0m, avente sezione variabile con altezza massima pari a 3.6m e altezza minima pari a 2.4m. La porzione lato Sud invece presenta una sezione variabile con altezza massima pari a 3.6m e altezza minima pari a 1.8m in corrispondenza dell'ultima campata di luce pari a circa 36m.

Il sistema di appoggi previsto per l'opera in esame è composto da isolatori elastomerici ad alto smorzamento; il numero adottato è pari ad un appoggio per trave ovvero in numero variabile in funzione dell'allineamento sottostante.

Le sottostrutture pile sono costituite da pile a fusto unico in c.a.o. con sezione circolare piena o da pile a telaio aventi diametro variabile da un minimo di 2.5m ad un massimo di 3.5m. Le pile singole hanno diametro pari a 3.5m: le pile afferenti alla porzione di impalcato unico presentano in sommità un pulvino sempre in c.a.o. di altezza e larghezza variabile rispettivamente da 1.5m a 3.3m e da 3.2m a 3.8m (in corrispondenza della pila si ha una sezione pulvino $B \times H = 3.8 \times 3.3m$). Le pile afferenti alla porzione di impalcato doppio presentano invece in sommità un pulvino, sempre in c.a.o., con sezione rastremata di altezza complessiva pari a 2.7m circa e larghezza pari a 3.8m circa. La larghezza trasversale dei pulvini è pari a 14m circa per gli impalcati a quattro travi e 8.4m circa per gli impalcati a due travi.

Per le pile a telaio, si sono scelti invece pulvini in carpenteria metallica con sezione trasversale costituita da due travi a doppio T accoppiate; per il pulvino della pila P1 si adottano travi di altezza pari a 3.5m mentre per il pulvino della pila P5B si adottano travi di altezza variabile con un massimo pari a 2.3m (in corrispondenza delle pile) ed un minimo pari a 2.0m (in corrispondenza della mezzeria). La dimensione trasversale del pulvino di pila P1 è pari a circa 31.1m mentre il pulvino di pila P5B presenta una dimensione trasversale pari a circa 15.8 m.

Le sottostrutture spalle, in numero pari a tre, sono caratterizzate da due differenti tipologia. La spalla SpA e la spalla SpB sono del tipo "spalle passanti" ovvero caratterizzata da una elevazione composta dal solo paraghiaia e muri di risvolto connessi alla trave di fondazione che raccorda l'elevazione con i sottostanti pali configurati a modi "paratia". La spalla SpB della Rampa è invece caratterizzata da una classica geometria "scatolare" con elevazione composta da muro di testata, paraghiaia e muro di risvolto connesso ad una piastra di fondazione poggiante su un gruppo di pali con distribuzione a maglia.

Le fondazioni delle pile e delle spalle sono tutte di tipo profondo con pali di grande diametro; in particolare si hanno le seguenti soluzioni:

- Spalla SpA \triangleright pali $f = 1200$ di lunghezza pari a 25m;
- Pila P1-Fusto lato Nord \triangleright 12 pali $f = 1500$ di lunghezza pari a 25m;
- Pila P1-Fusto lato Sud \triangleright 9 pali $f = 1500$ di lunghezza pari a 22m;
- Pila P2 \triangleright 18 pali $f = 1500$ di lunghezza pari a 27m;

Pila P3 ▢ 9 pali f =1500 di lunghezza pari a 33m;
 Pila P4 ▢ 9 pali f =1200 di lunghezza pari a 33.5m;
 Pila P4b ▢ 9 pali f =1200 di lunghezza pari a 33.5m;
 Pila P5 ▢ 9 pali f =1200 di lunghezza pari a 20m;
 Pila P5b ▢ 8 pali f =1500 di lunghezza pari a 20.0m;
 Pila P6 ▢ 9 pali f =1200 di lunghezza pari a 20m;

Spalla SpB-Forte Diamante ▢ 10pali f =1200 di lunghezza pari a 7m;
 Spalla SpB-Rampa ▢ 9 pali f =1500 di lunghezza pari a 22m.

10.2.2.1 Impalcato

Di seguito i principali dati utilizzati per il calcolo.

SOVRASTRUTTURA	
MATERIALE	Acciaio/cls
TIPOLOGIA	Travi e traversi con soletta collaborante
SCHEMA STATICO	Trave continua su più appoggi
LUCE	Variabile
TRAVI PRINCIPALI	
TIPO	Travi a doppio "T"
INTERASSE TRAVI	Variabile 3.75 ÷ 6.00 m
ALTEZZA	Variabile 2.4 ÷ 4.75 m
TRAVERSI APPOGGIO E CAMPATA	
TIPO	Sezione a doppio "T" con soletta di collegamento
INTERASSE	6.0 m
ALTEZZA	Variabile 60 ÷ 90 cm
SOLETTA	
TIPO	c.a.o
SPESSORE TOTALE	27 cm
LARGHEZZA	Variabile 18 m - 14.3 m - 11.1 m - 10.0m
SBALZO MAX	Variabile

Tabella 10-3. Scheda identificativa impalcato

Le seguenti figure riportano le sezioni trasversali tipologiche dei vari impalcato.

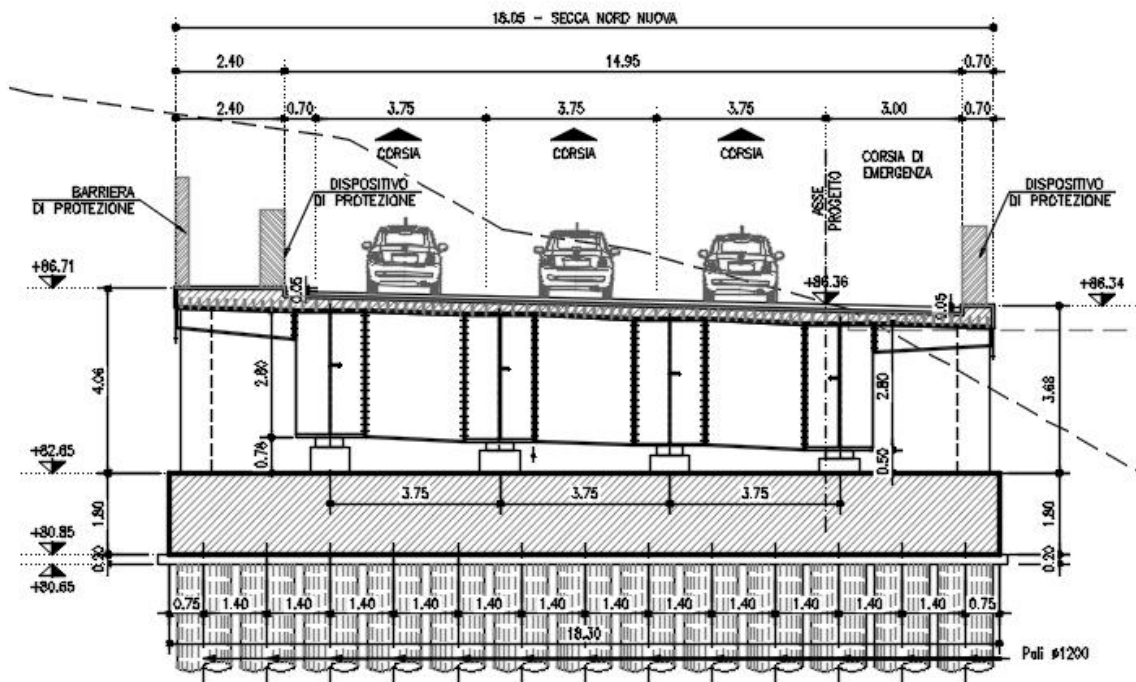


Figura 10-9. Struttura impalcato - Sezione trasversale tipo 1 (sezione su spalla SpA)

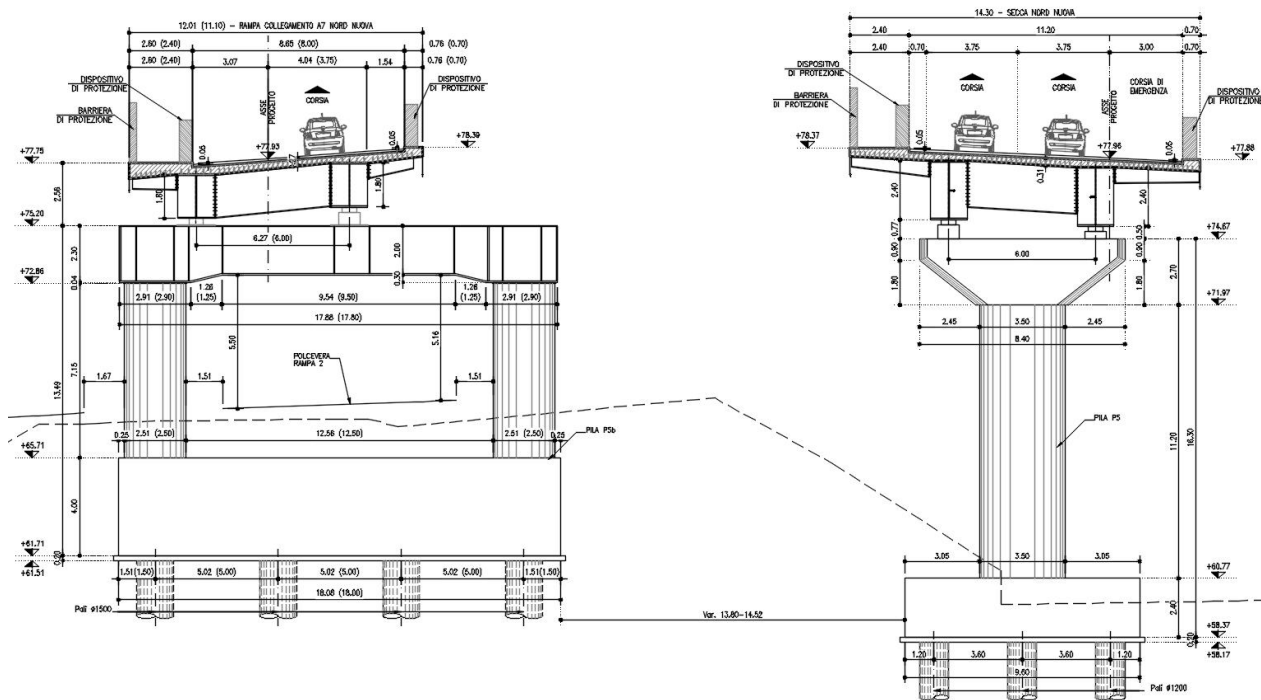
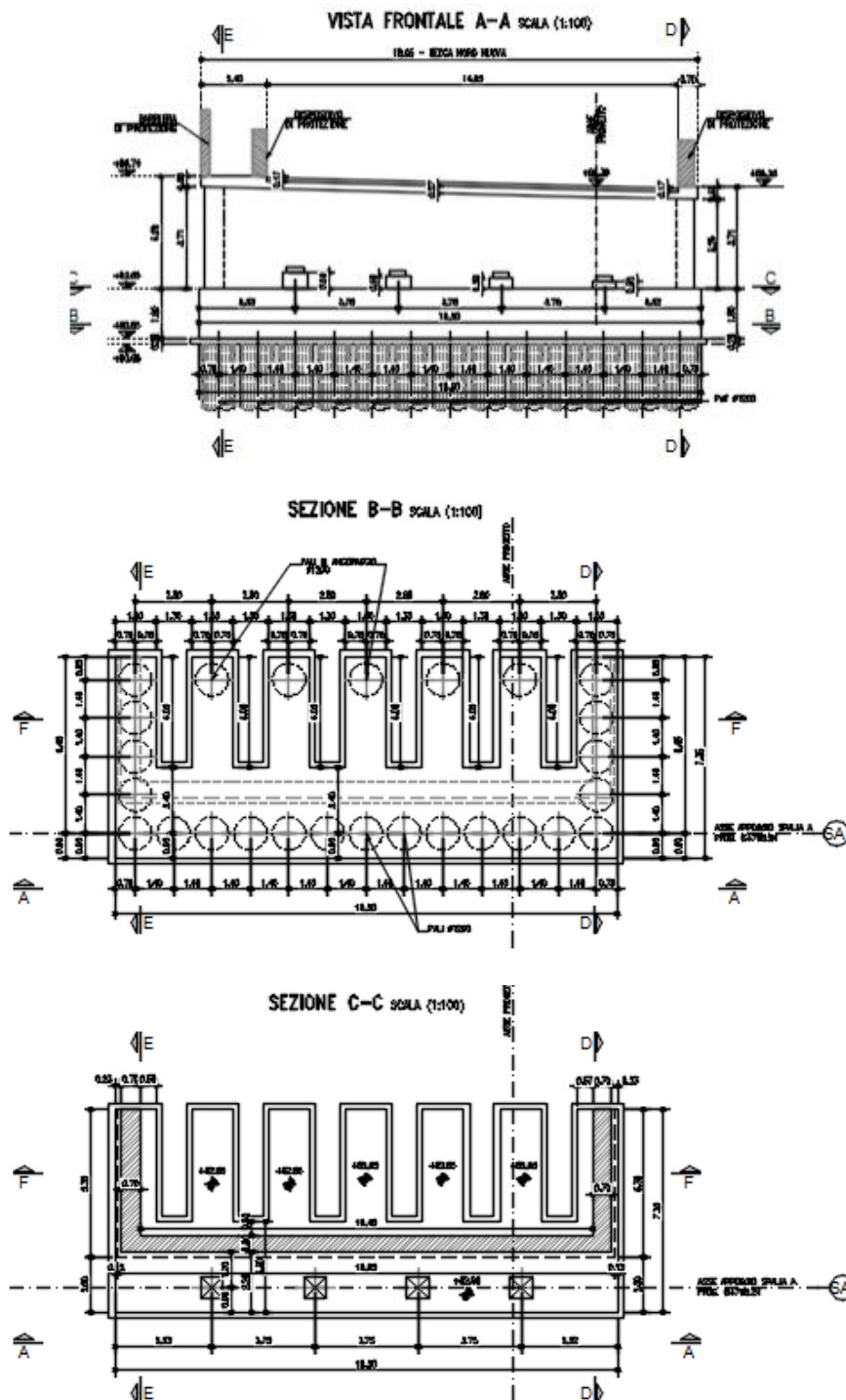


Figura 10-10. Struttura impalcato - Sezione trasversale tipo 2 (sezione su pila)

10.2.2.2 Sottostrutture spalle

Le spalle sono di tre tipologie: la prima, usata per la spalla SpA, tipo passante con fondazione su paratia di pali lato valle e su pali di ancoraggio lato monte ed elevazione con paraghiaia e muri di risvolto, la seconda usata per la SpB in zona imbocco Forte Diamante, con fondazione su 10 pali, muro paraghiaia e muri di risvolto e la terza per la spalla SpB Rampa di tipo classico con fondazione su 9 pali, muro di testata, muro paraghiaia e muri di risvolto. Di seguito alcune immagini; per le informazioni di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici.



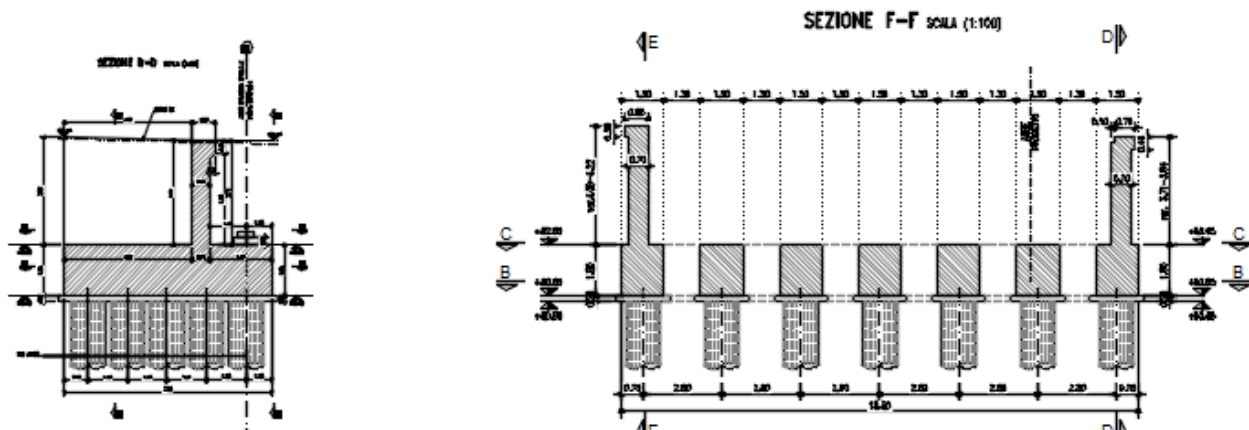
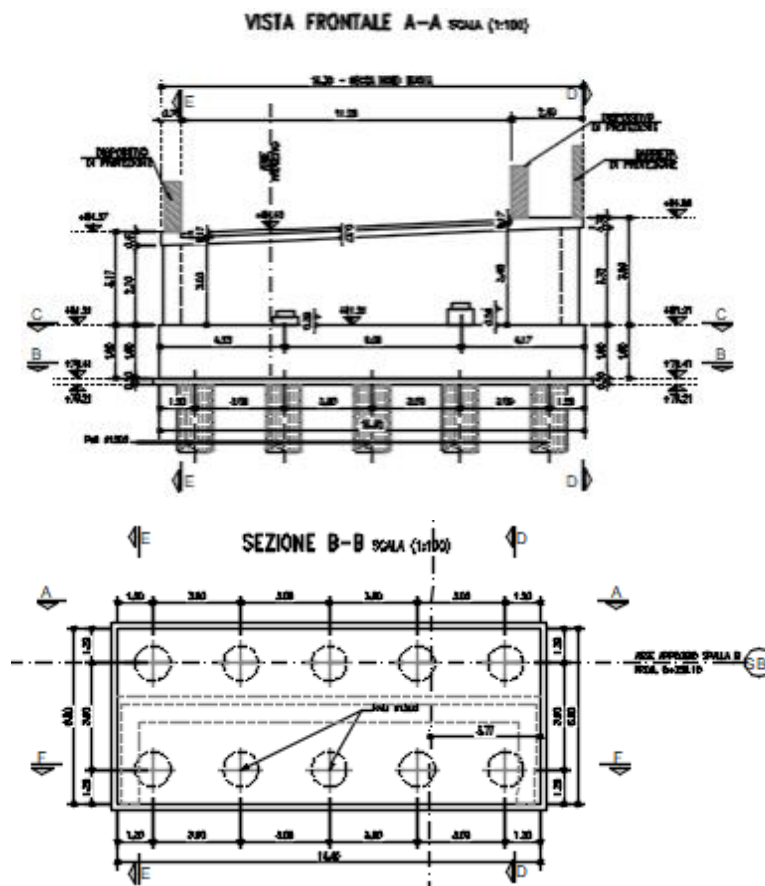


Figura 10-11. Sottostruttura spalla SpA



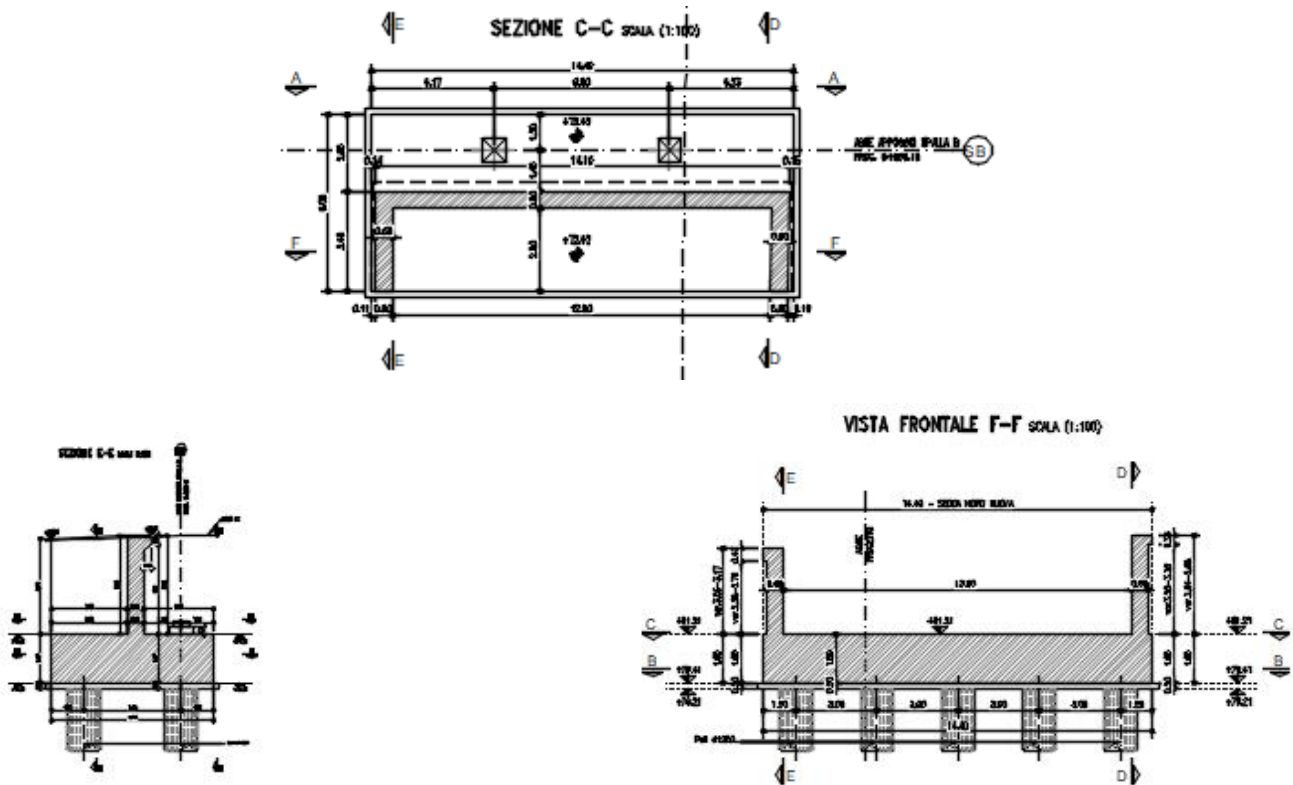
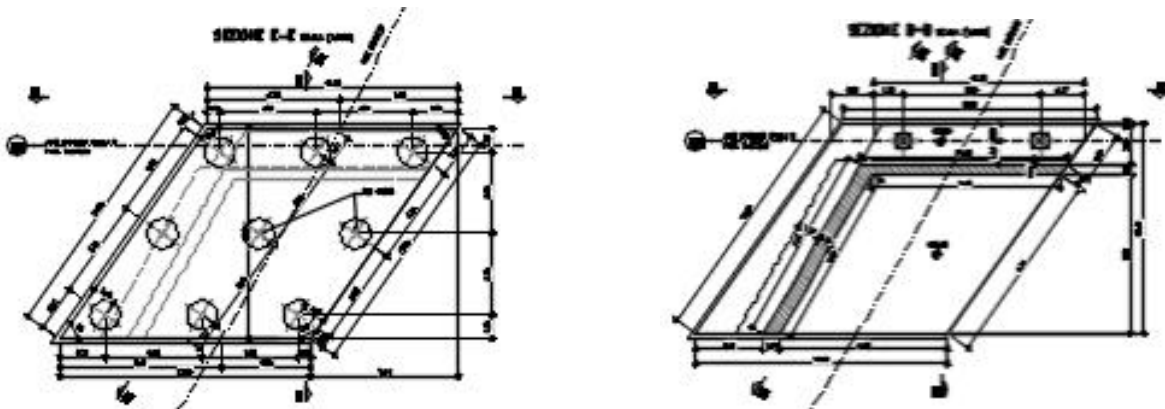


Figura 10-12. Sottostruttura spalla SpB



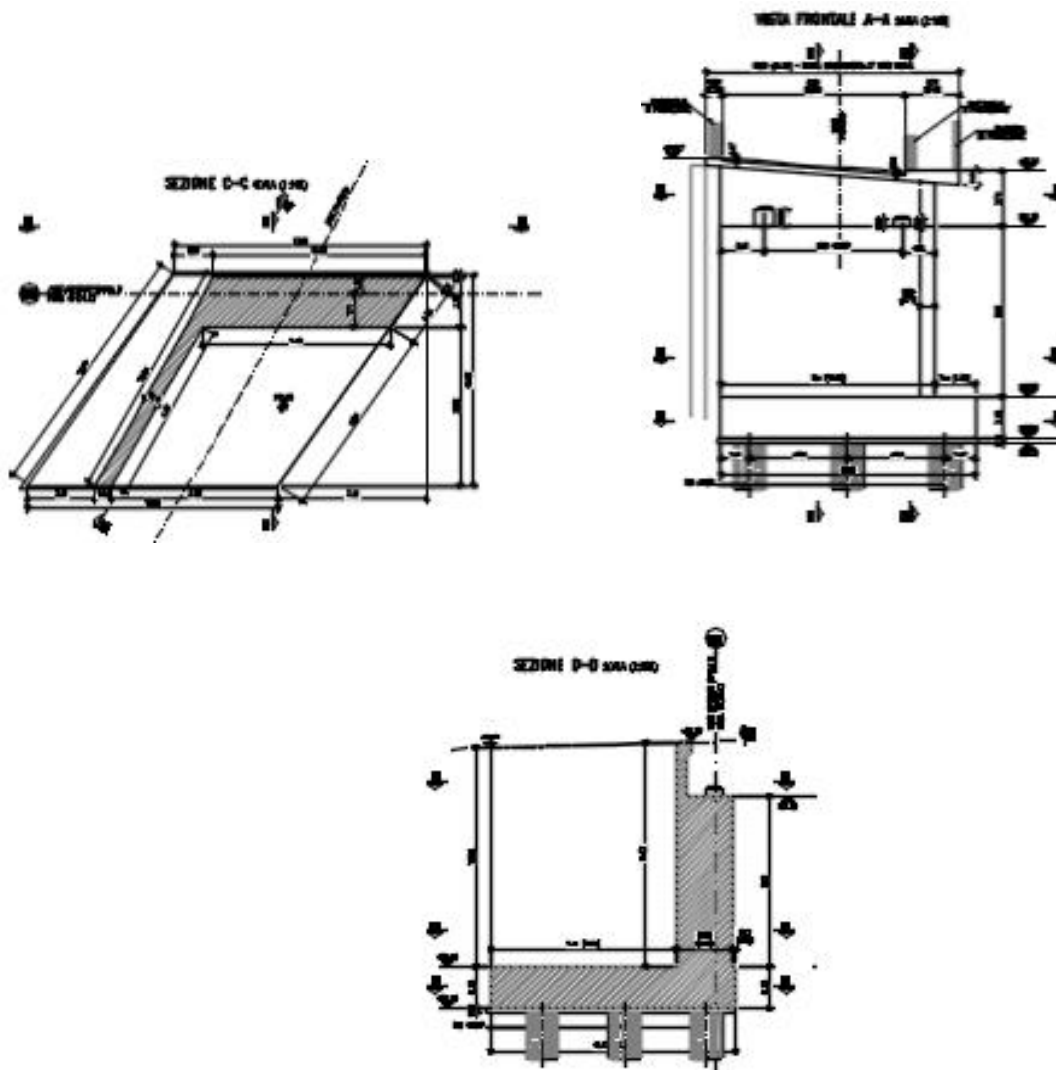


Figura 10-13. Sottostruttura spalla SpB Rampa

10.2.2.3 Sottostrutture pile

Di seguito le principali caratteristiche considerate nei calcoli.

PILE	
PILA 1	
TIPOLOGIA	Pila a telaio – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino a travi in carpenteria metallica
ALTEZZA	Var. 7.0 ÷ 11.5 m
DIAMETRO	3.5 m
PILA 2	
TIPOLOGIA	Pila a mensola – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino in c.a.o. sezione rettangolare
ALTEZZA	18.8 m

DIAMETRO	3.5 m
PILA 3	
TIPOLOGIA	Pile a mensola – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino in c.a.o. sezione rettangolare
ALTEZZA	11.2 m
DIAMETRO	3.5 m
PILA 4	
TIPOLOGIA	Pile a mensola – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino in c.a.o. sezione rettangolare
ALTEZZA	9.2 m
DIAMETRO	3.5 m
PILA 4B	
TIPOLOGIA	Pile a mensola – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino in c.a.o. sezione rettangolare
ALTEZZA	7.0 m
DIAMETRO	3.5 m
PILA 5	
TIPOLOGIA	Pile a mensola – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino in c.a.o. sezione rettangolare
ALTEZZA	11.2 m
DIAMETRO	3.5 m
PILA 5B	
TIPOLOGIA	Pila a telaio – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino a travi in carpenteria metallica
ALTEZZA	7.2 m (entrambi i ritti)
DIAMETRO	2.5 m (entrambi i ritti)
PILA 6	
TIPOLOGIA	Pile a mensola – Fusto in c.a.o. con sezione circolare piena e pulvino in c.a.o. sezione rettangolare
ALTEZZA	3.5 m
DIAMETRO	3.5 m

Tabella 10-4. Scheda identificativa pile

Di seguito alcune immagini relative alle pile.

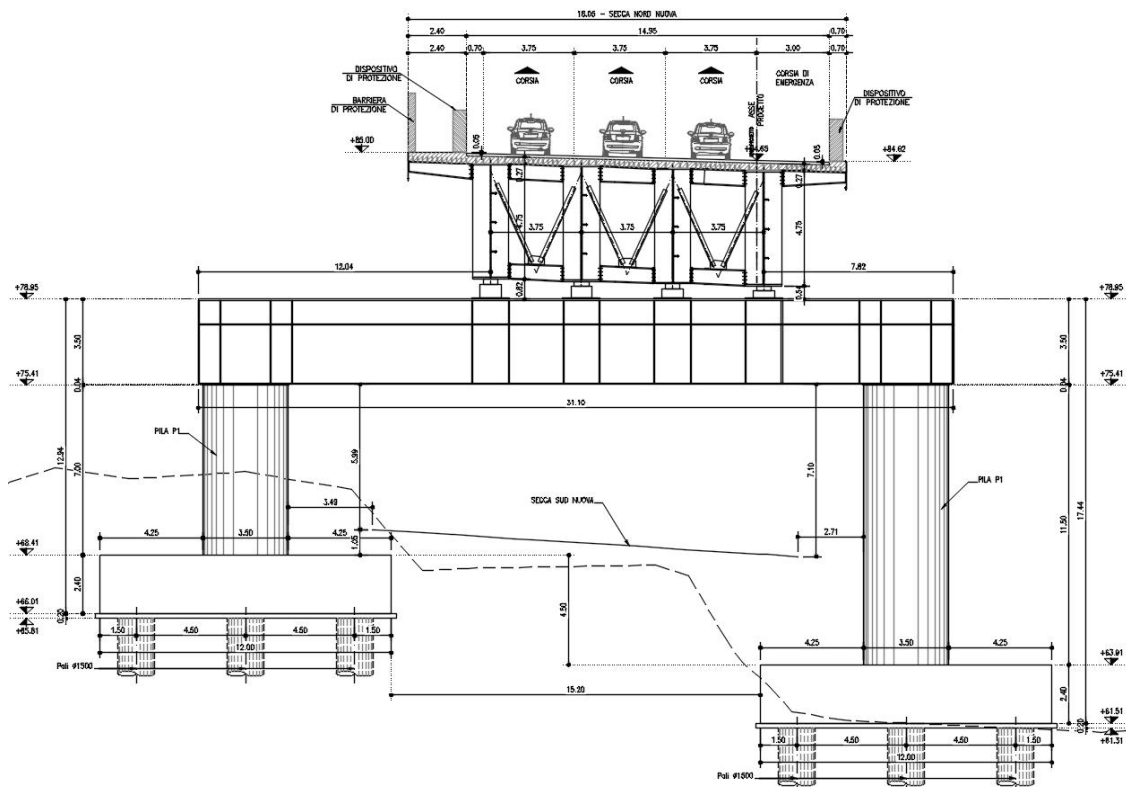


Figura 10-14. Pila a telaio - Sezione trasversale Pila P1

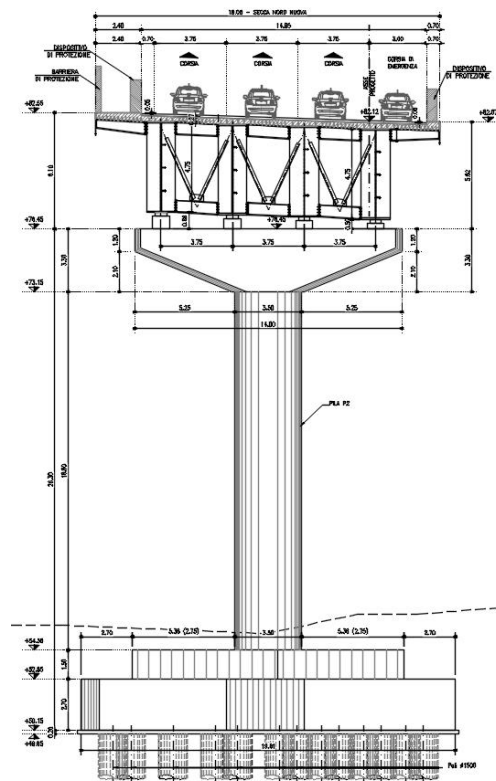


Figura 10-15. Pila a mensola - Sezione trasversale Pila P2

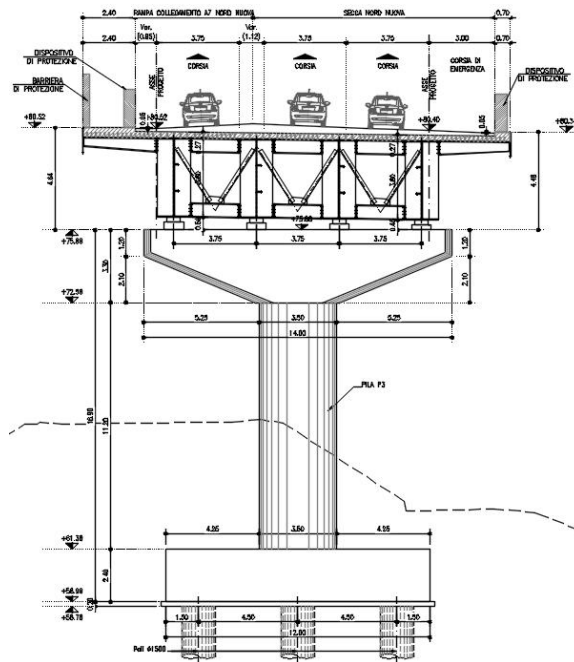


Figura 10-16. Pila a mensola - Sezione trasversale Pila P3

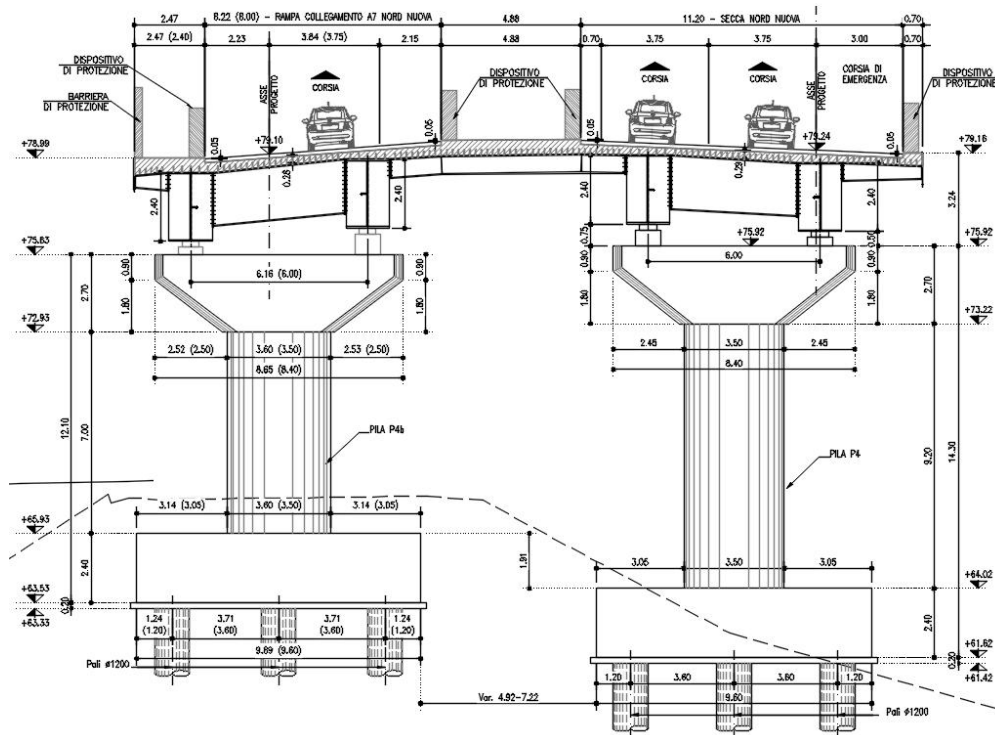


Figura 10-17. Pila a mensola - Sezione trasversale Pila P4

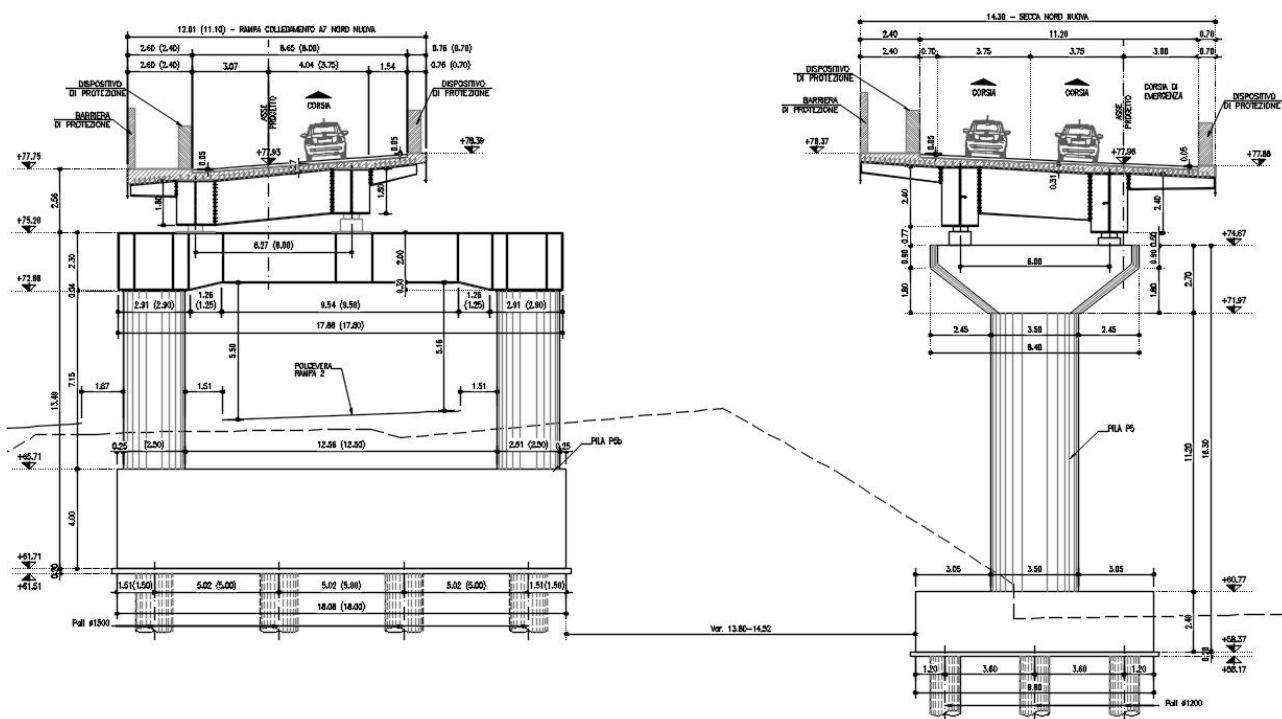


Figura 10-18. Pila a mensola - Sezione trasversale Pila P5 – P5b

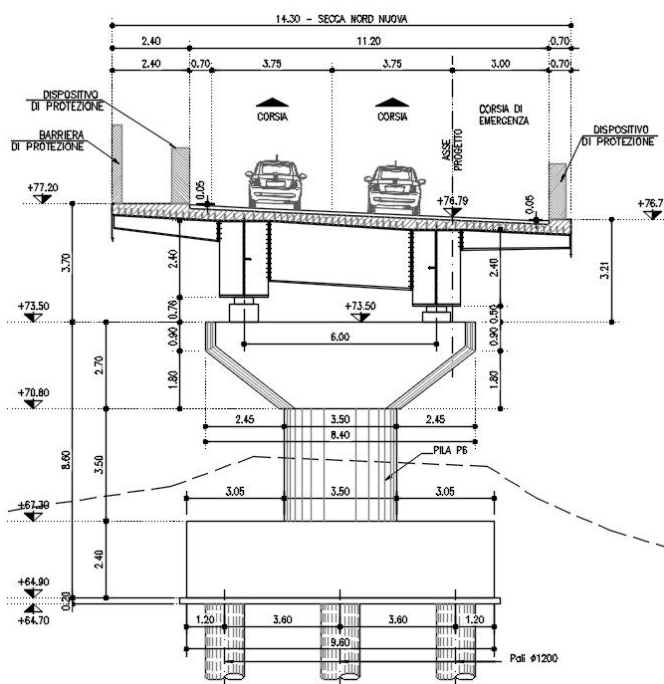


Figura 10-19. Pila a mensola - Sezione trasversale Pila P6

10.2.3 Modalità realizzative

La successione delle fasi lavorative a valle della demolizione parziale del viadotto esistente può essere sintetizzata come segue:

1. Realizzazione fondazioni ed elevazioni dei sostegni nuovi (pulvino incluso);
2. Assemblaggio e posa dell'impalcato di nuova realizzazione in accordo alle fasi di traffico;
3. Posizionamento delle predalles e getto della nuova soletta di impalcato;
4. Realizzazione arredo piattaforma stradale;
5. Spostamento del traffico sulla nuova porzione di struttura;
6. Demolizione dell'adiacente struttura esistente;
7. Completamento della nuova struttura (ripetizione dei precedenti punti);
8. Realizzazione della configurazione finale della piattaforma stradale.

Le fasi sopra esposte sono da intendersi come delle macro-fasi che potranno subire i necessari aggiustamenti in seguito alle necessità correlate al mantenimento parziale del traffico di piattaforma. Le analisi riportate di seguito si riferiscono alla configurazione geometrica finale dell'opera; gli approfondimenti necessari saranno sviluppati nella successiva fase di progettazione.

11 OPERE D'ARTE MINORI

Vengono di seguito descritte le opere d'arte minori previste all'interno della Variante Ambito Bolzaneto - Lotto 2.

11.1 SOTTOPASSO SP007 VIA MERCATI GENERALI

Si tratta di un intervento di ampliamento di una opera esistente e pertanto al fine di contenere al minimo le interferenze con la viabilità esistente e l'esercizio dell'opera la scelta della tipologia di impalcato è ricaduta sul tipo a "travi incorporate" che consente una veloce realizzazione e spessore contenuto; l'intervento si completa con la costruzione di nuove spalle del tipo "passante" con pali di grande diametro.

L'impalcato si compone quindi di un'orditura principale di travi metalliche, realizzate mediante profili standard commerciali HE450M, con interasse trasversale massimo di 58cm. L'assieme di dette travi viene solidarizzato da un getto di calcestruzzo autocompattante, previo inserimento delle barre trasversali e longitudinali d'armatura integrativa. La luce di calcolo considerata è pari a $L_{calcolo} @ 17 m$; la larghezza dell'impalcato, misurata in corrispondenza del filo esterno cordoli, risulta variabile lungo lo sviluppo del manufatto con un valore massimo di circa 6.8 m.

Al fine di minimizzare l'impatto sulle preesistenze, il getto verrà effettuato con l'ausilio di predalles metalliche disposte sopra le piattabande inferiori dei profilati HEM a chiudere il varco inferiore tra le travi longitudinali (dispositivo con funzione di cassero a perdere). Lo spessore complessivo dell'impalcato è pari a circa 0.7m.

Le figure seguenti riportano la configurazione indicativa dell'opera.

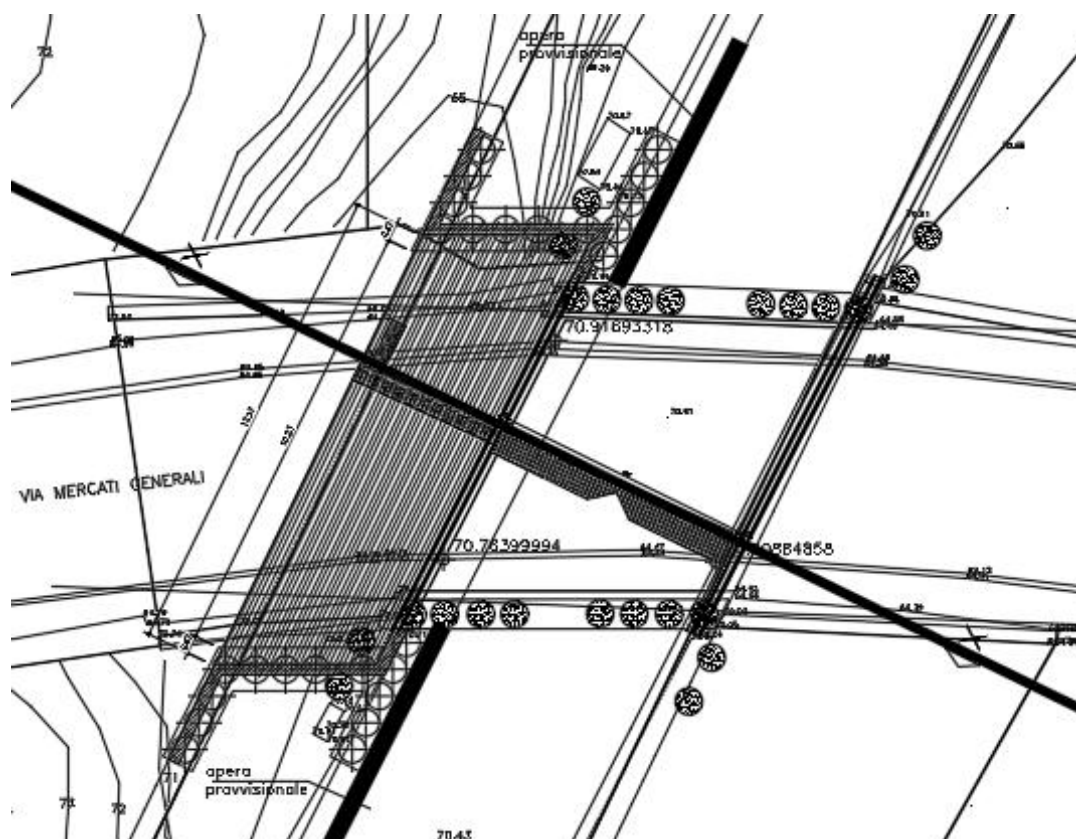


Figura 11-1 Planimetria

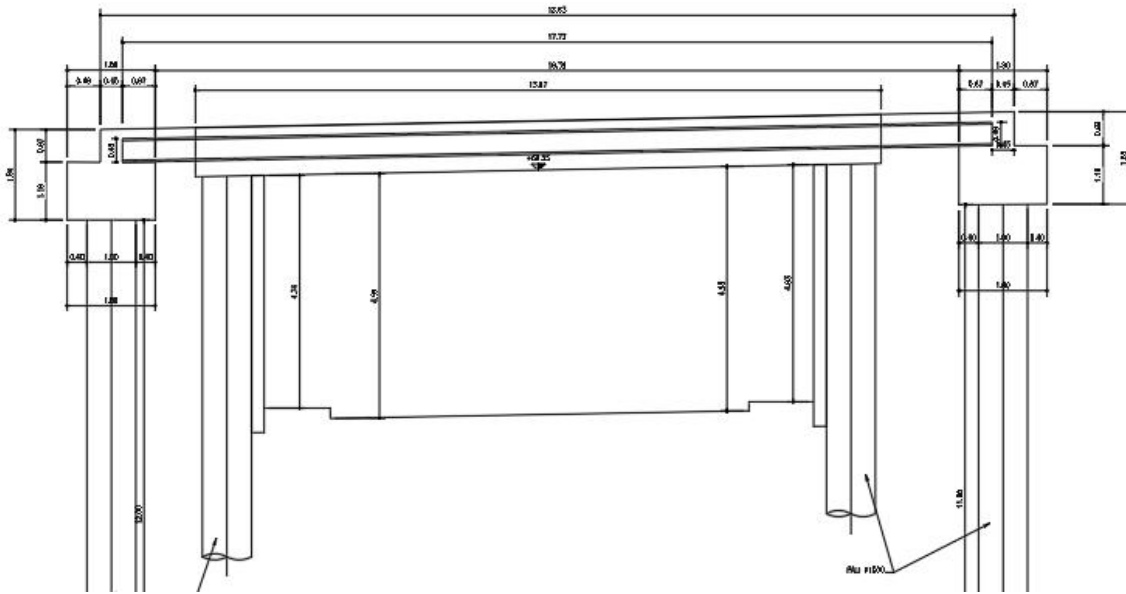


Figura 11-2 Prospetto longitudinale dell'impalcato

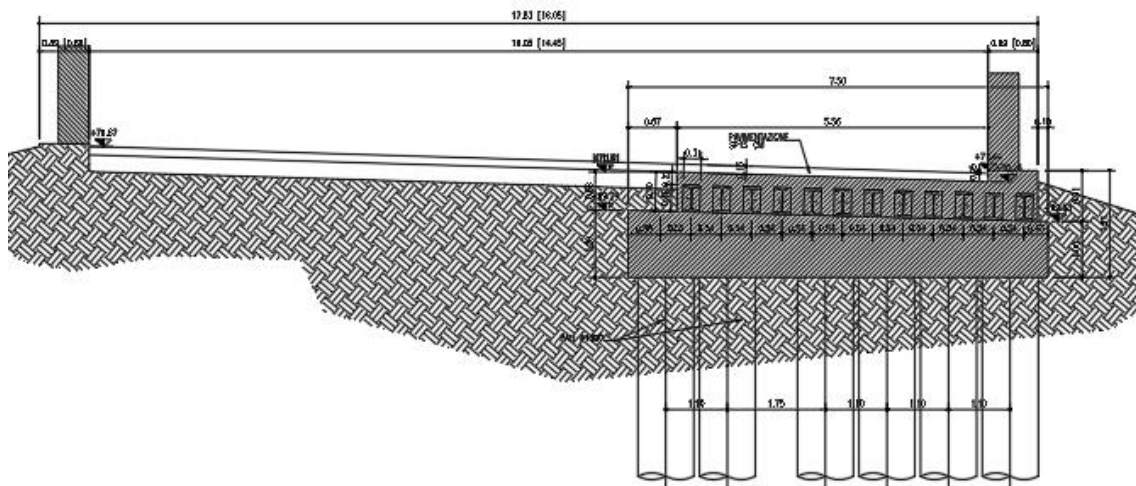


Figura 11-3 Sezione trasversale dell'impalcato - Lato Genova

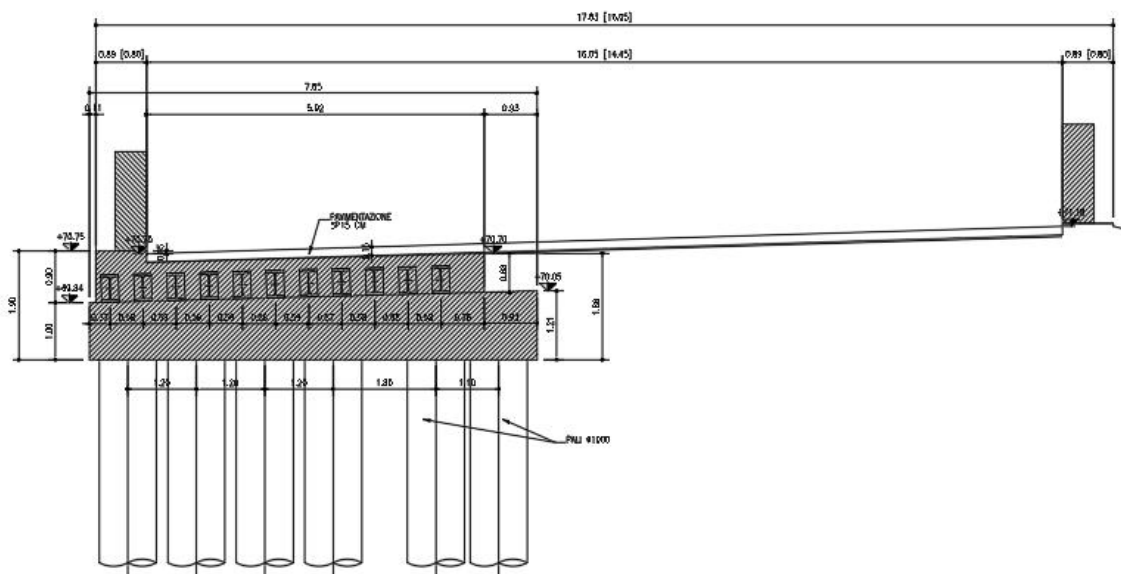


Figura 11-4 Sezione trasversale dell'impalcato – Lato Milano

11.2 SOTTOPASSI SP012 E SP013 METODO MILANO

In progetto si prevede la realizzazione dell'impalcato delle nuove strutture di ampliamento-scavalco denominate SP012 e SP013.

Si tratta di interventi di ampliamento di opere esistenti; pertanto, al fine di contenere al minimo le interferenze con la viabilità esistente e l'esercizio dell'opera la scelta della tipologia strutturale è ricaduta sulla tipologia strutturale a telaio da realizzare con "metodo Milano" o "top-down".

Il telaio è quindi composto da piedritti realizzati tramite pali di grande diametro collegati in testa da una trave di collegamento atta anche ad accogliere l'impalcato di copertura.

Quest'ultima è realizzata con travi prefabbricate precomprese completate con getto in opera; con tale getto si realizza quindi la solidarizzazione delle stesse ed il contestuale collegamento alle travi testa piedritti realizzando quindi la continuità dell'orizzontamento con i piedritti.

Come anticipato le fasi realizzative sono ascrivibili al "metodo Milano" ovvero dopo la realizzazione dei pali dall'alto (lavorazioni in quota) si prevede il completamento del citato telaio, per campi successivi, con la posa in opera delle travi e la realizzazione del getto di completamento.

Le successive fasi di scavo potranno pertanto essere eseguite senza interruzione del traffico grazie alla copertura che garantirà l'esercizio della soprastante autostrada.

L'impalcato si compone quindi di un'orditura principale realizzata mediante di travi prefabbricate precomprese con sezione trasversale trapezia con interasse pari alla dimensione della base maggiore inferiore 60cm. Come precedentemente dichiarato l'assieme di dette travi viene solidarizzato da un getto di calcestruzzo autocompattante di spessore pari a 20cm.

La luce di calcolo considerata, valutata in obliquo, è pari a circa $L_{calcolo} @ 9.0 m$.

La scelta di dette travi permette l'affiancamento delle stesse al fine di minimizzare l'impatto sulle preesistenze ovvero permettendo il getto direttamente sopra le travi. Lo spessore complessivo dell'impalcato è pari a 0.5m.

Il calcolo è eseguito per il manufatto SP12 di luce maggiore

Le figure seguenti riportano la configurazione indicativa delle nuove opere.

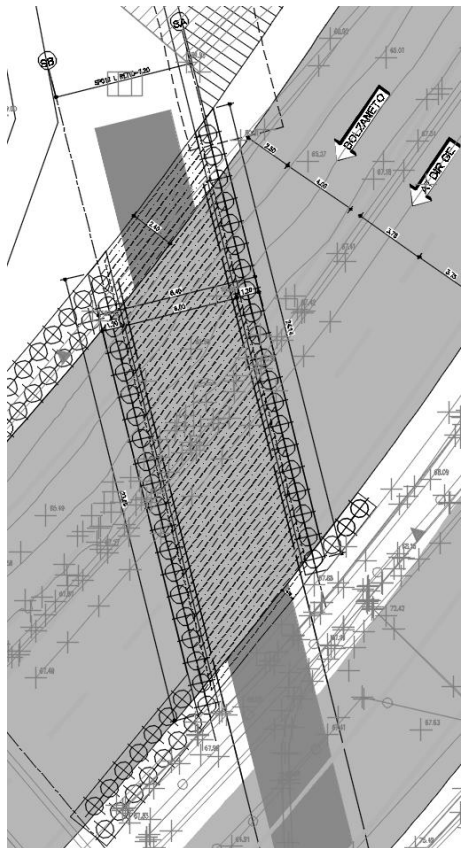


Figura 11-5 SP12 - Planimetria

SEZIONE TRASVERSALE A-A SCALA 1:100

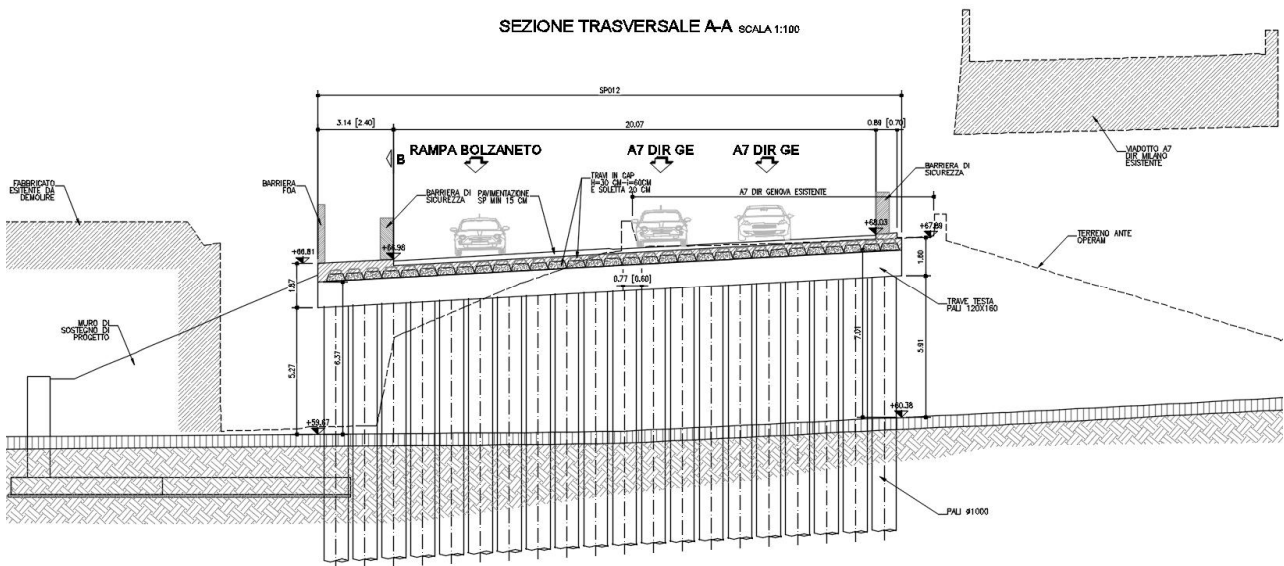


Figura 11-6 SP12 - Sezione trasversale

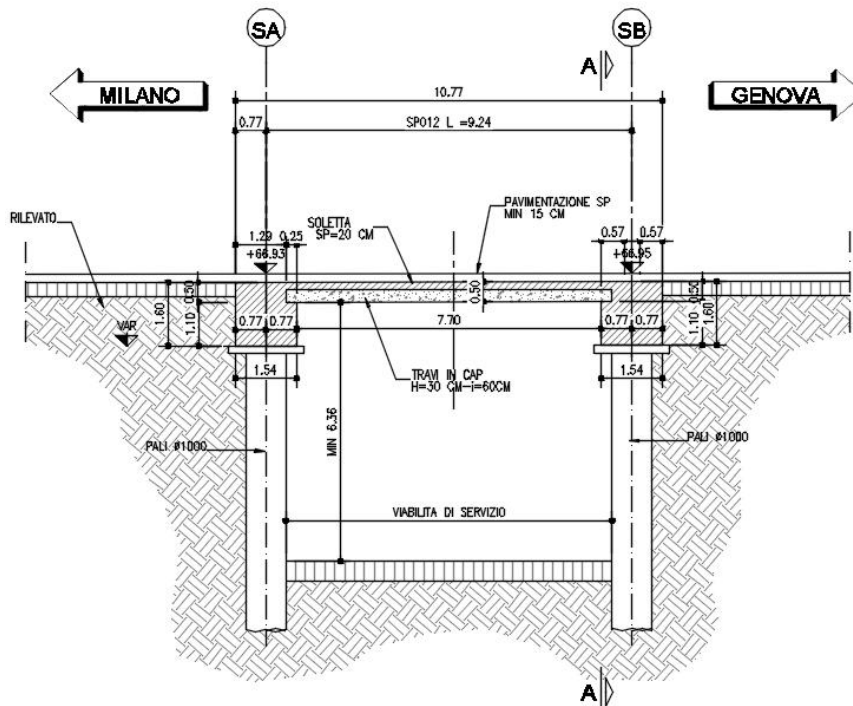


Figura 11-7 SP12 - Sezione longitudinale

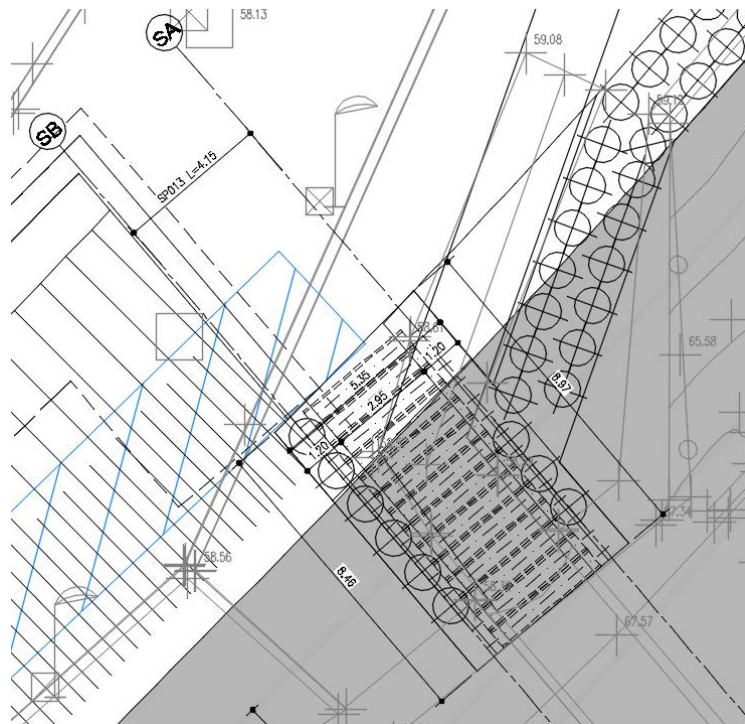


Figura 11-8 SP13 - Planimetria

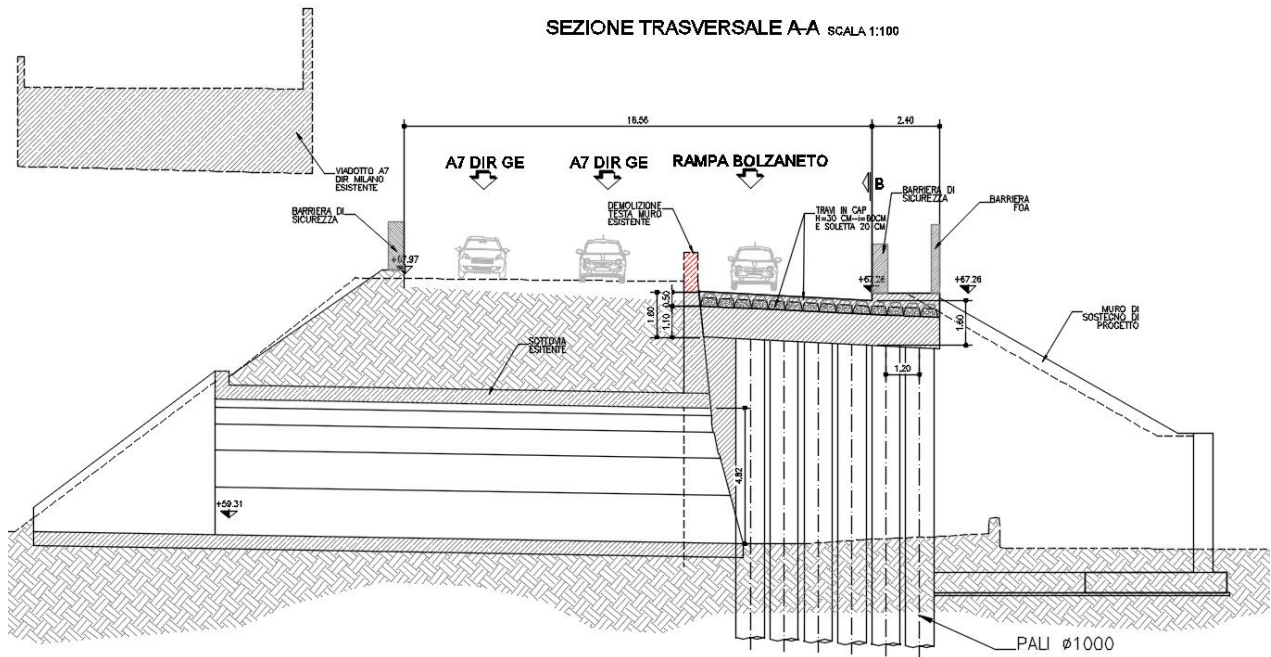


Figura 11-9 SP13 - Sezione trasversale

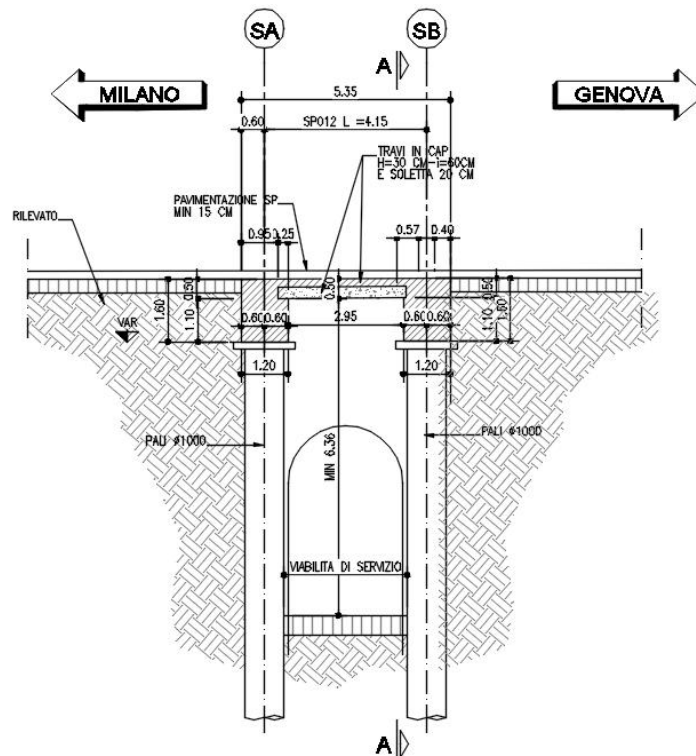


Figura 11-10 SP13 - Sezione longitudinale

11.3 SOTTOVIA ST020 SALITA BOCCHETTINA

In progetto si prevede la realizzazione di una nuova struttura di scavalco denominata *ST020 salita Bocchettina*.

Si tratta di un intervento di scavalco di una viabilità esistente e pertanto al fine di contenere al minimo le interferenze con la viabilità esistente e l'esercizio dell'opera la scelta della tipologia di impalcato è ricaduta sul tipo a "travi incorporate" che consente una veloce realizzazione e spessore contenuto; l'intervento si completa con la costruzione di nuove spalle del tipo "passante" con pali di grande diametro.

L'impalcato si compone quindi di un'orditura principale di travi metalliche, realizzate mediante profili standard commerciali *HE600M*, con interasse trasversale variabile tra *40cm* e *50cm*. L'assieme di dette travi viene solidarizzato da un getto di calcestruzzo autocompattante, previo inserimento delle barre trasversali e longitudinali d'armatura integrativa. La luce di calcolo considerata è pari a $L_{calcolo} @21\text{ m}$; la larghezza dell'impalcato, misurata in corrispondenza del filo esterno cordoli, risulta variabile lungo lo sviluppo del manufatto con un valore massimo di circa *43m*.

Al fine di minimizzare l'impatto sulle preesistenze, il getto verrà effettuato con l'ausilio di predalles metalliche disposte sopra le piattabande inferiori dei profilati HEM a chiudere il varco inferiore tra le travi longitudinali (dispositivo con funzione di cassero a perdere). Lo spessore complessivo dell'impalcato è pari a circa *0.87m*.

Le figure seguenti riportano la configurazione indicativa dell'opera.

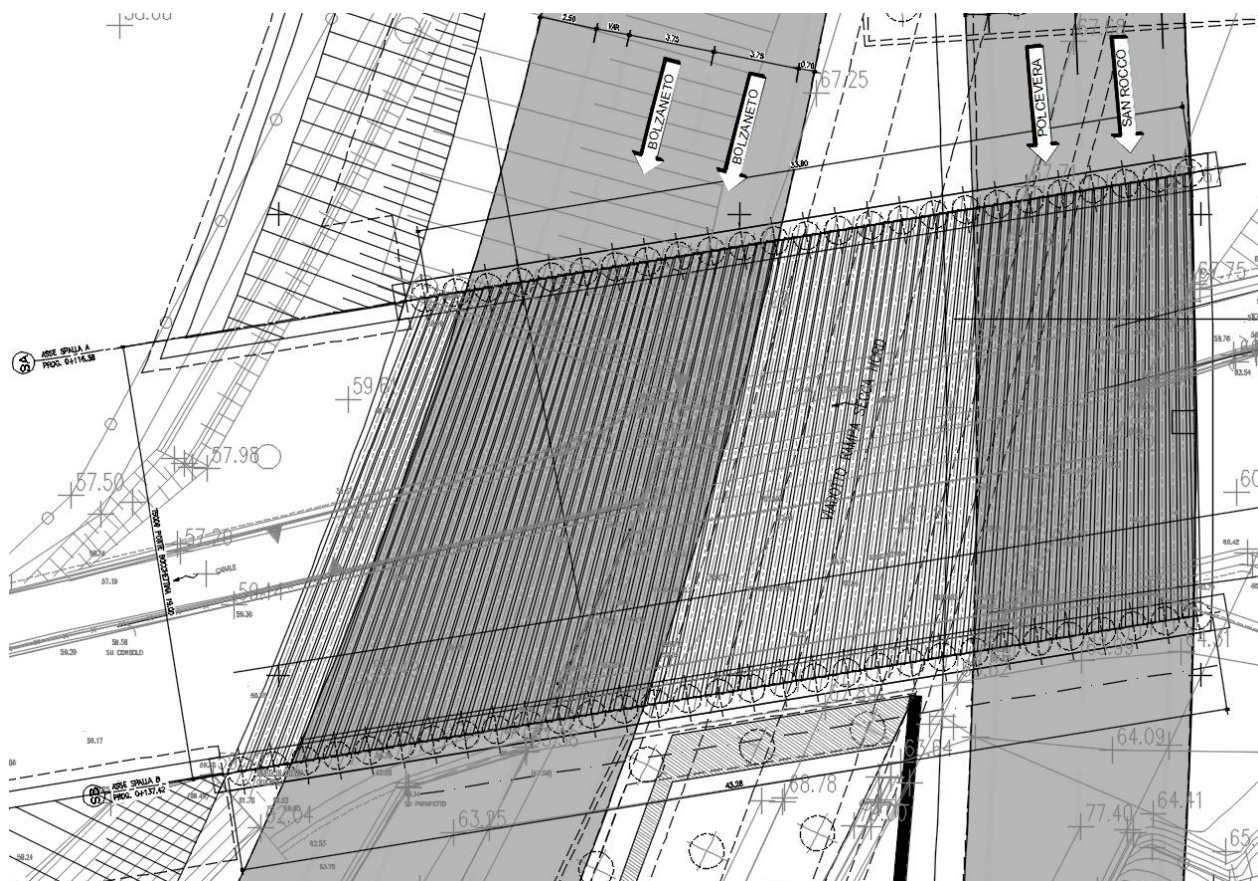


Figura 11-11 Planimetria

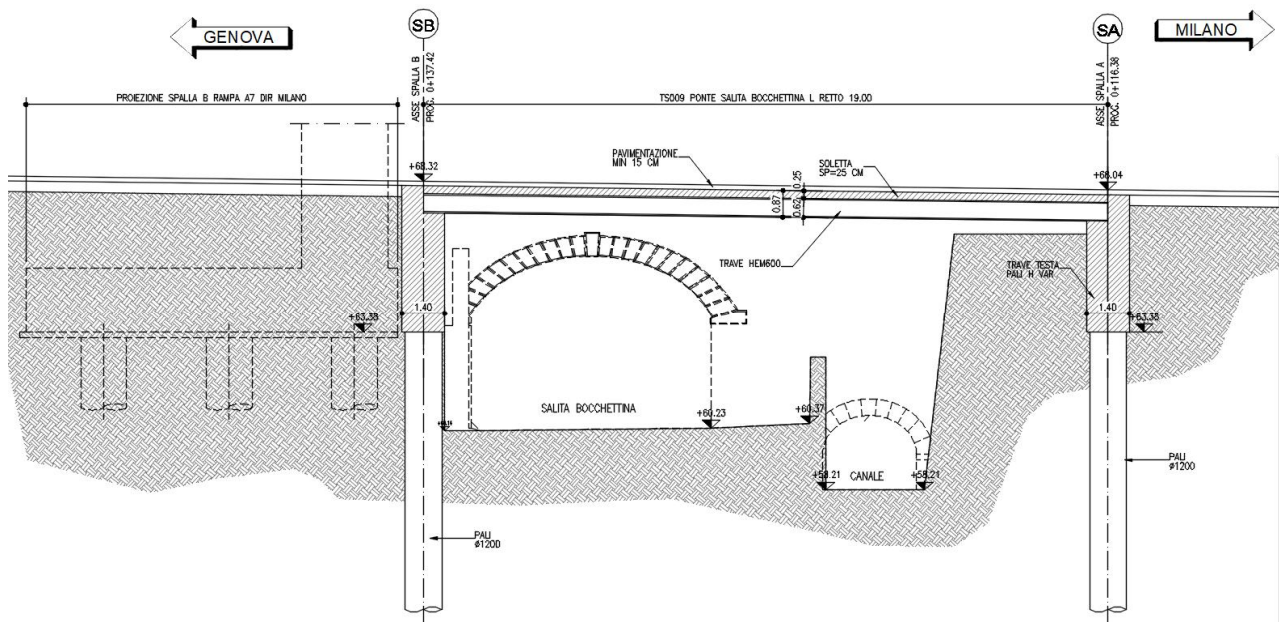


Figura 11-12 Sezione longitudinale lato San Rocco

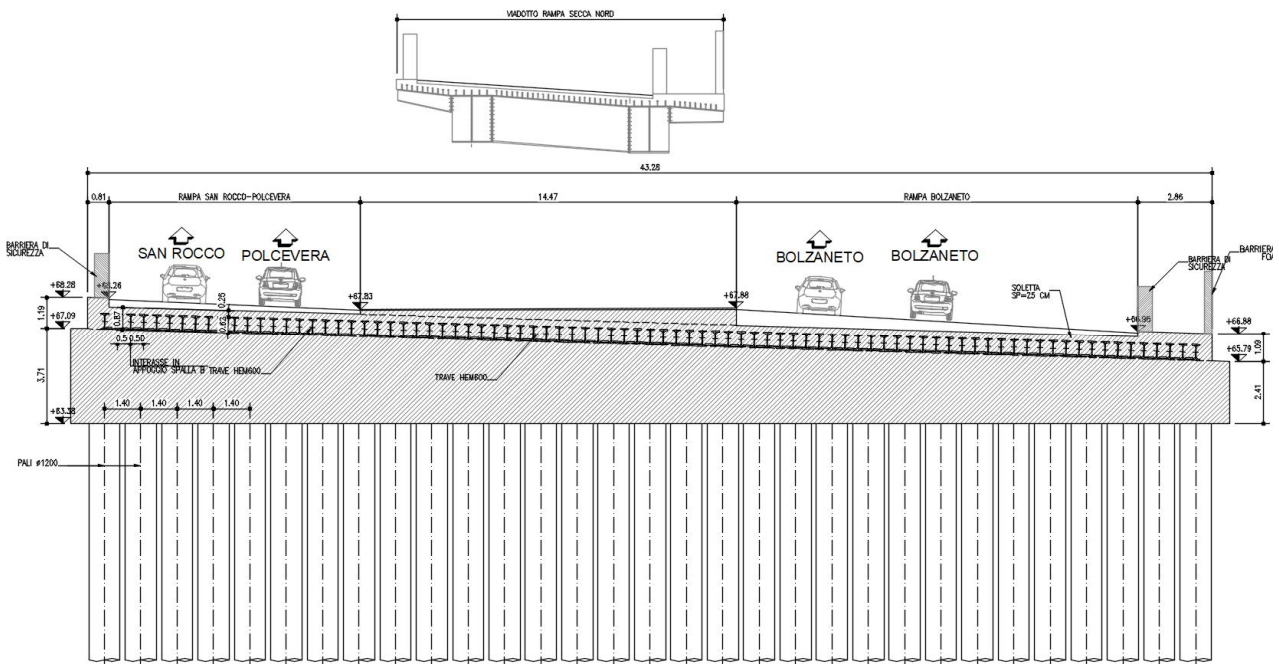


Figura 11-13 Sezione trasversale spalla SpB

11.4 SOTTOVIA TS010 AMPLIAMENTO ARCO IN PROSSIMITÀ DII VIA MERCATI GENERALI

In progetto si prevede la realizzazione di una nuova struttura di scavalco denominata *TS010 ampliamento arco in prossimità di Via Mercati Generali*.

Si tratta di un intervento di ampliamento di una opera esistente e pertanto al fine di contenere al minimo le interferenze con la viabilità esistente e l'esercizio dell'opera la scelta della tipologia di impalcato è ricaduta sul tipo a "travi incorporate" che consente una veloce realizzazione e spessore contenuto; l'intervento si completa con la costruzione di nuove spalle del tipo "passante" con pali di grande diametro.

L'impalcato si compone quindi di un'orditura principale di travi prefabbricate precomprese realizzate mediante travi con sezione trasversale trapezia con interasse trasversale pari alla dimensione della base maggiore di 60cm. L'assieme di dette travi viene solidarizzato da un getto di calcestruzzo autocompattante, previo inserimento delle barre trasversali e longitudinali d'armatura integrativa. La luce di calcolo considerata è pari a $L_{calcolo} @ 9.0\text{ m}$; la larghezza dell'impalcato, misurata in corrispondenza del filo esterno cordolo, risulta pari a circa 5.8 m.

La scelta di dette travi permette l'affiancamento delle stesse al fine di minimizzare l'impatto sulle preesistenze ovvero permettendo il getto direttamente sopra le travi. Lo spessore complessivo dell'impalcato è pari a 0.5m.

Le figure seguenti riportano la configurazione indicativa dell'opera.

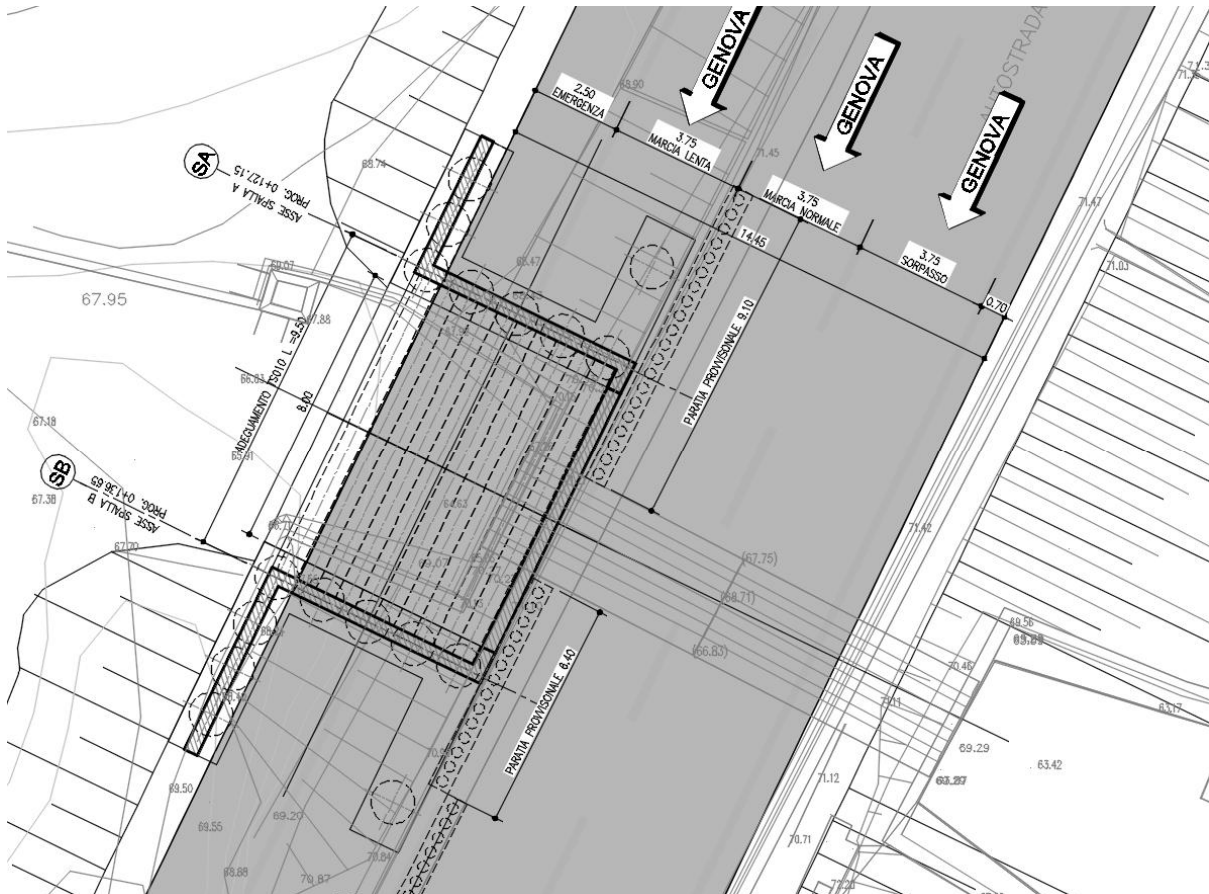


Figura 11-14 Planimetria

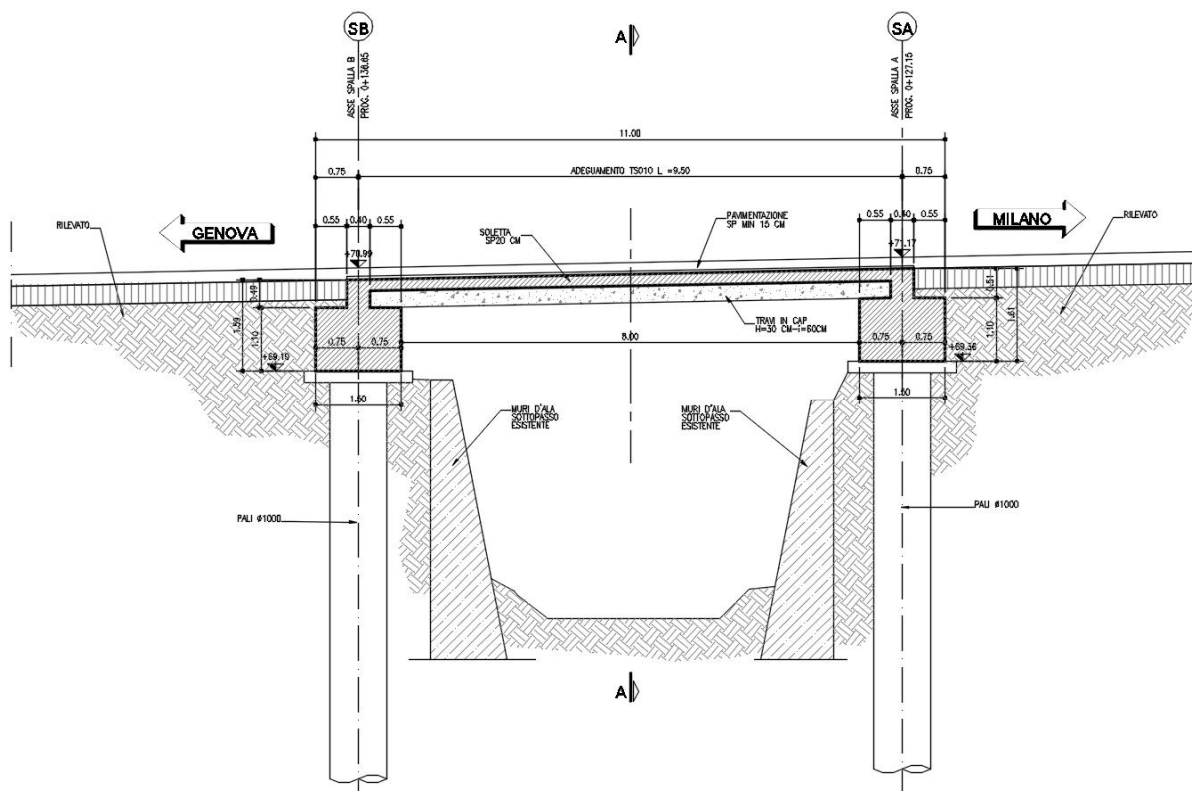


Figura 11-15 Prospetto longitudinale dell'impalcato

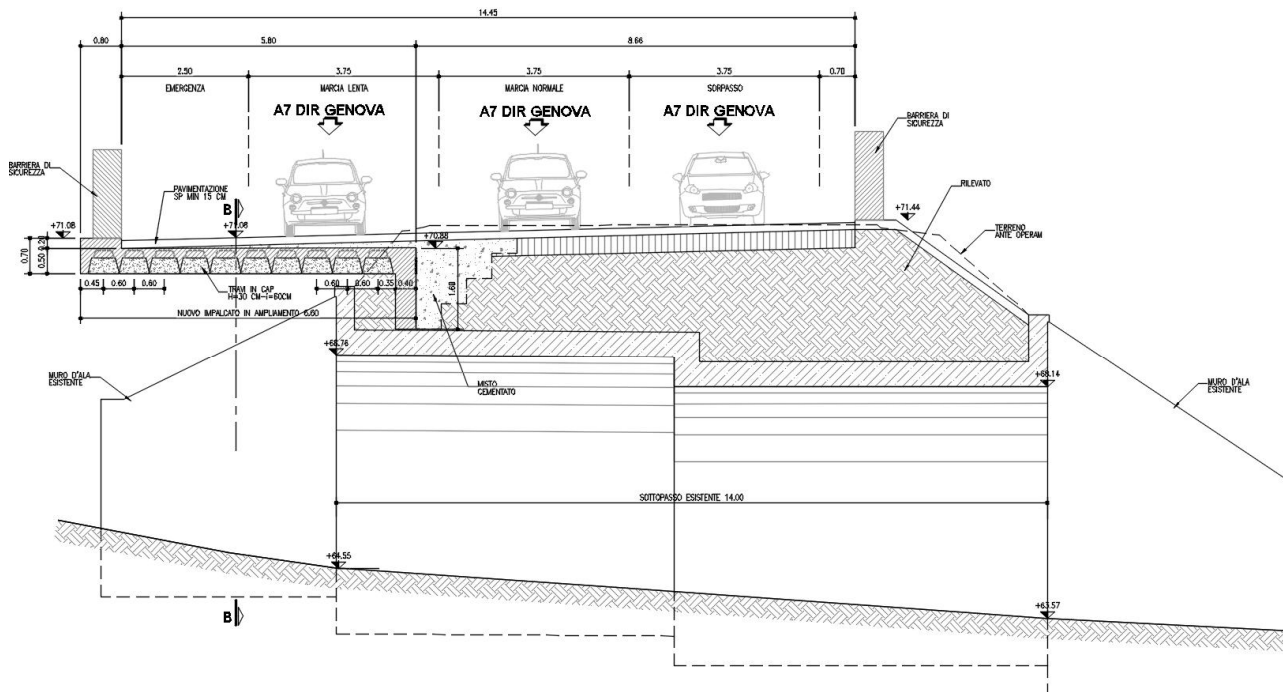


Figura 11-16 Sezione trasversale

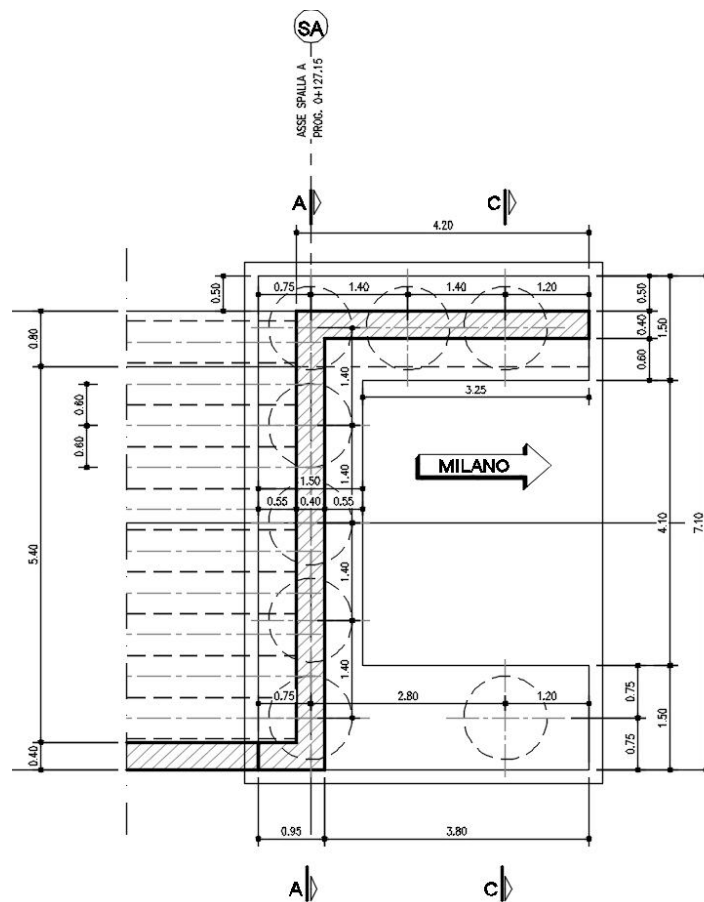


Figura 11-17 Spalla lato Milano - Pianta

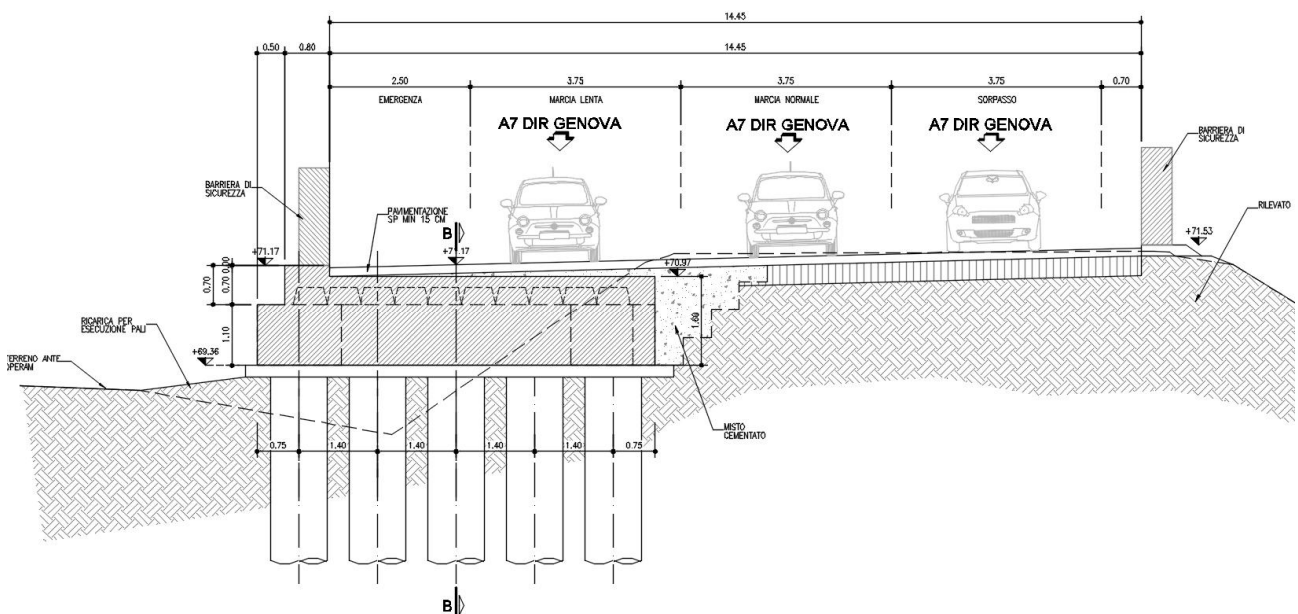


Figura 11-18 Spalla lato Milano - Sezione trasversale zona impalcato

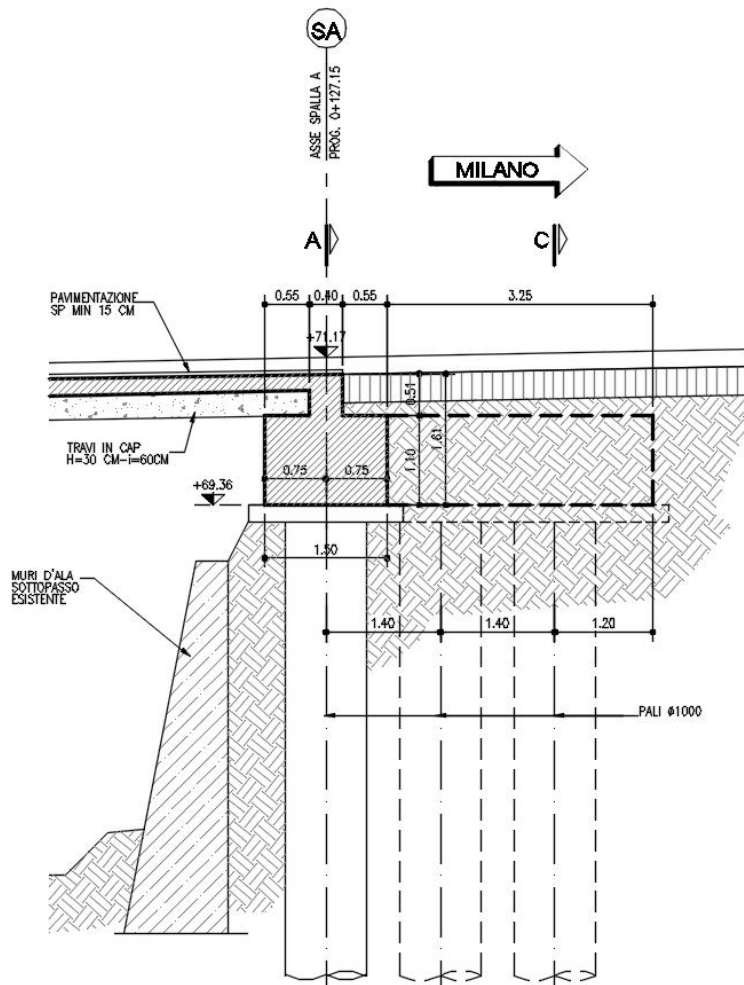


Figura 11-19 Spalla lato Milano - Sezione longitudinale

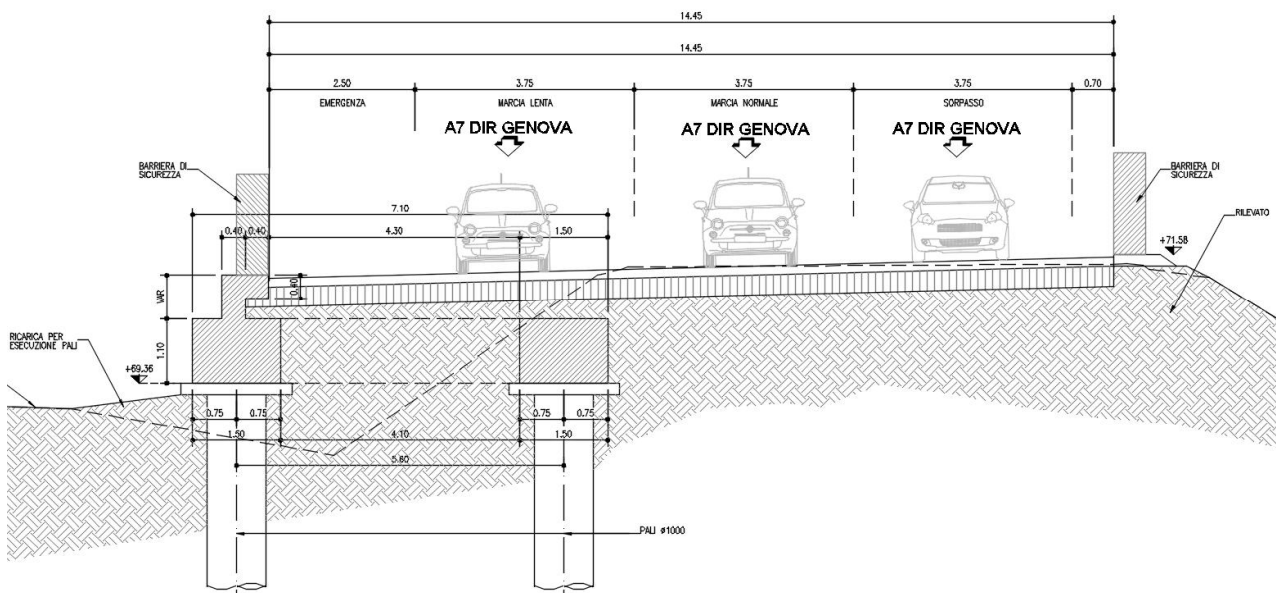


Figura 11-20 Spalla lato Milano - Sezione trasversale zona pali di ancoraggio

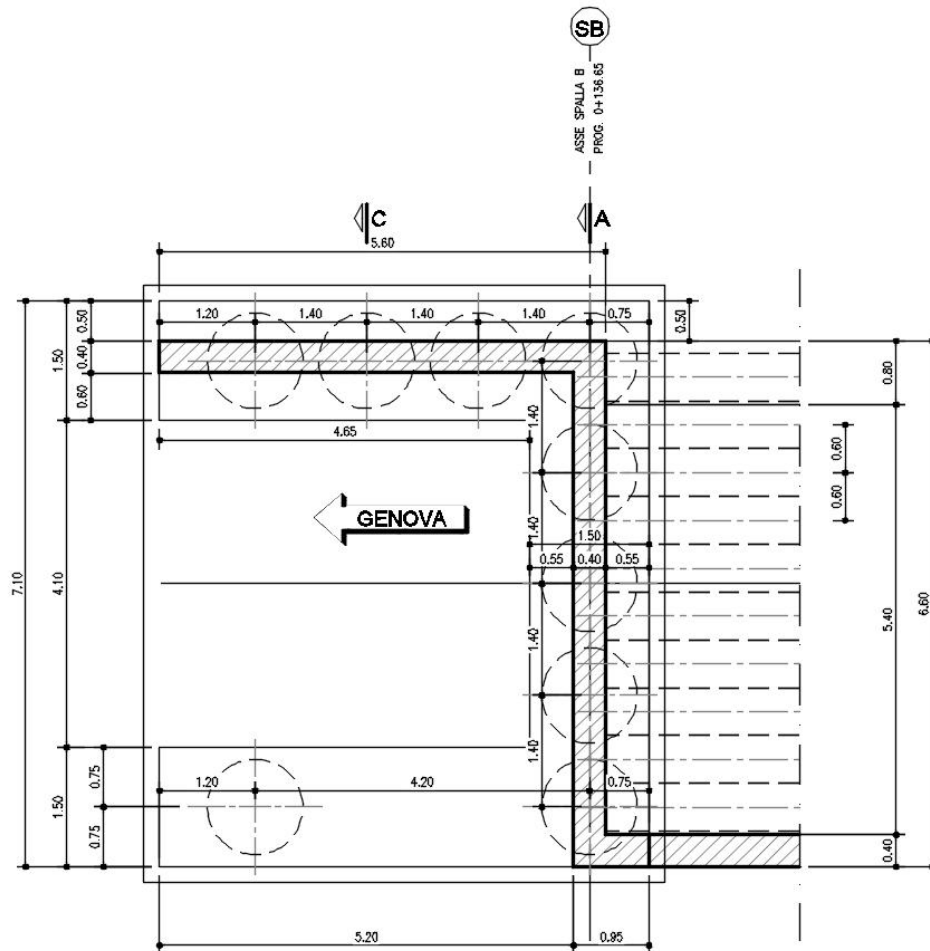


Figura 11-21 Spalla lato Genova - Pianta

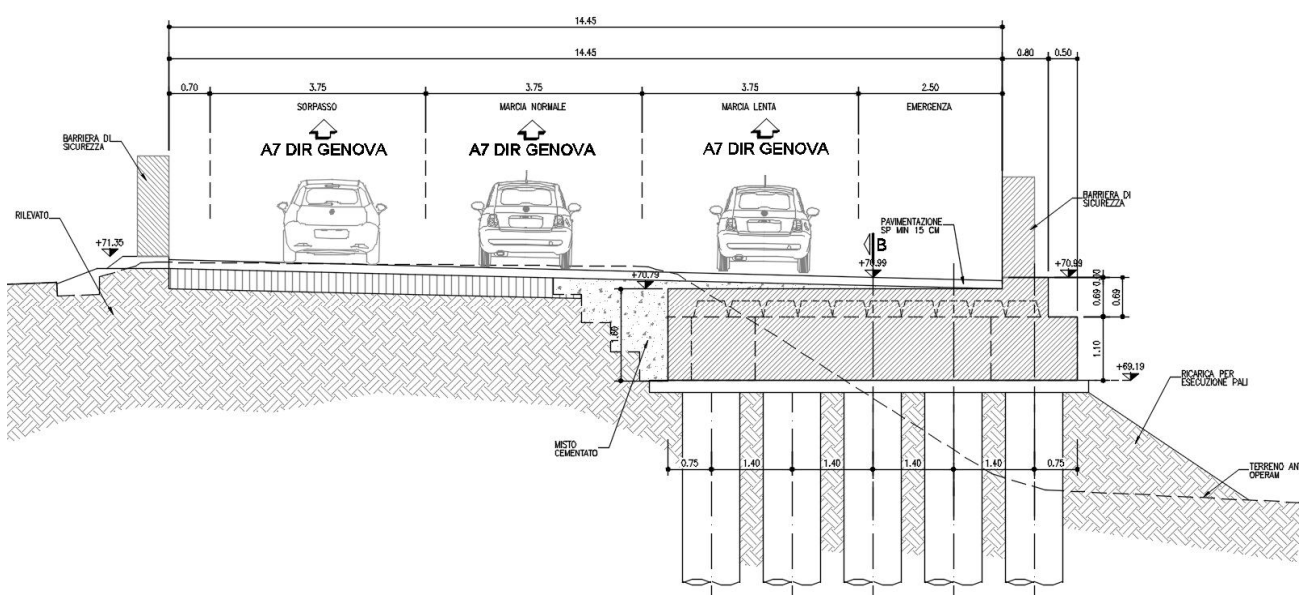


Figura 11-22 Spalla lato Genova - Sezione trasversale zona impalcato

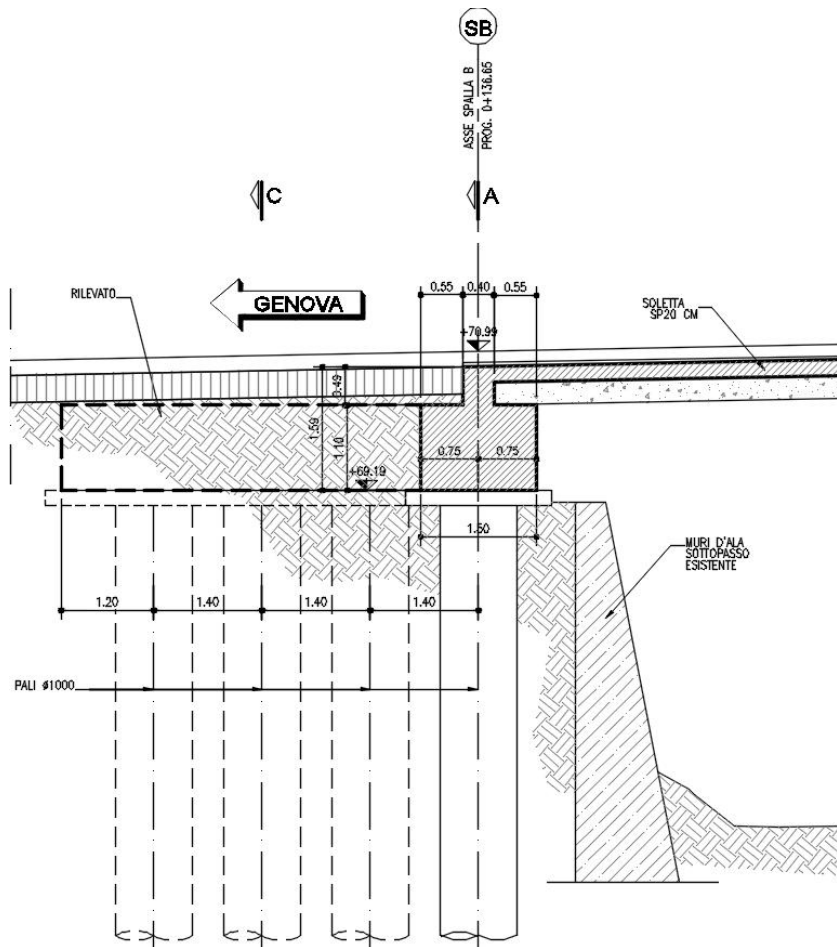


Figura 11-23 Spalla lato Genova - Sezione longitudinale

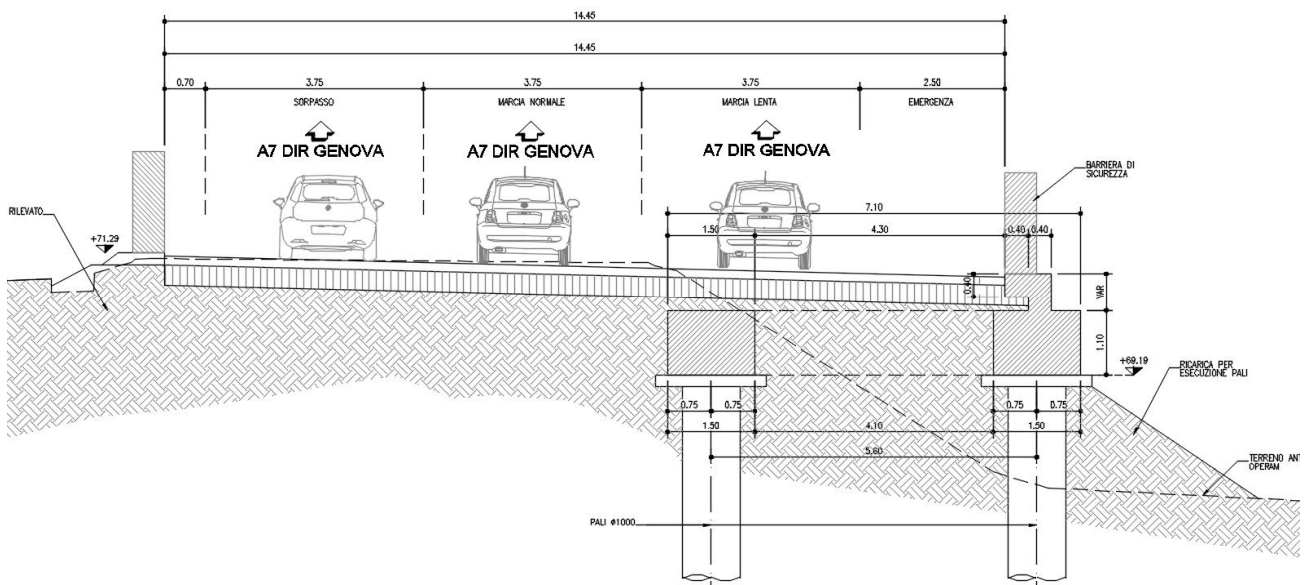


Figura 11-24 Spalla lato Genova - Sezione trasversale zona pali di ancoraggio

11.5 SOTTOVIA TS020 ORPEA

Il seguente paragrafo descrive l'opera d'arte denominata sottovia Orpea.

La galleria artificiale in esame, avente una doppia canna, è caratterizzata planimetricamente da un tracciato rettilineo.

La luce netta della copertura, misurata da filo interno pareti, è pari a 9.7m: lo sviluppo, misurato in asse alle singole canne, risulta pari a 33.0m e 42.0m circa. Le due pareti esterne in calcestruzzo armato, di spessore pari a 0.9m e altezza netta 7.0m, sono realizzate con getto in opera; il telaio in elevazione è completato dal solettone di copertura costituito da un getto in opera di spessore pari a 1.2m. All'interno del sottopasso sono presenti una viabilità stradale di servizio ed un canale separati da una parete di 0,7m di spessore e 3,5m di altezza.

La struttura è quindi completata dal sistema di fondazione composto da una unica fondazione superficiale di spessore costante e pari ad 1.5m; la dimensione trasversale esterna è pari a $(0.9+9.7+0.9)=11.7m$.

Nelle figure sottostanti sono riportate le principali informazioni dell'opera in esame; per le informazioni di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici specifici.

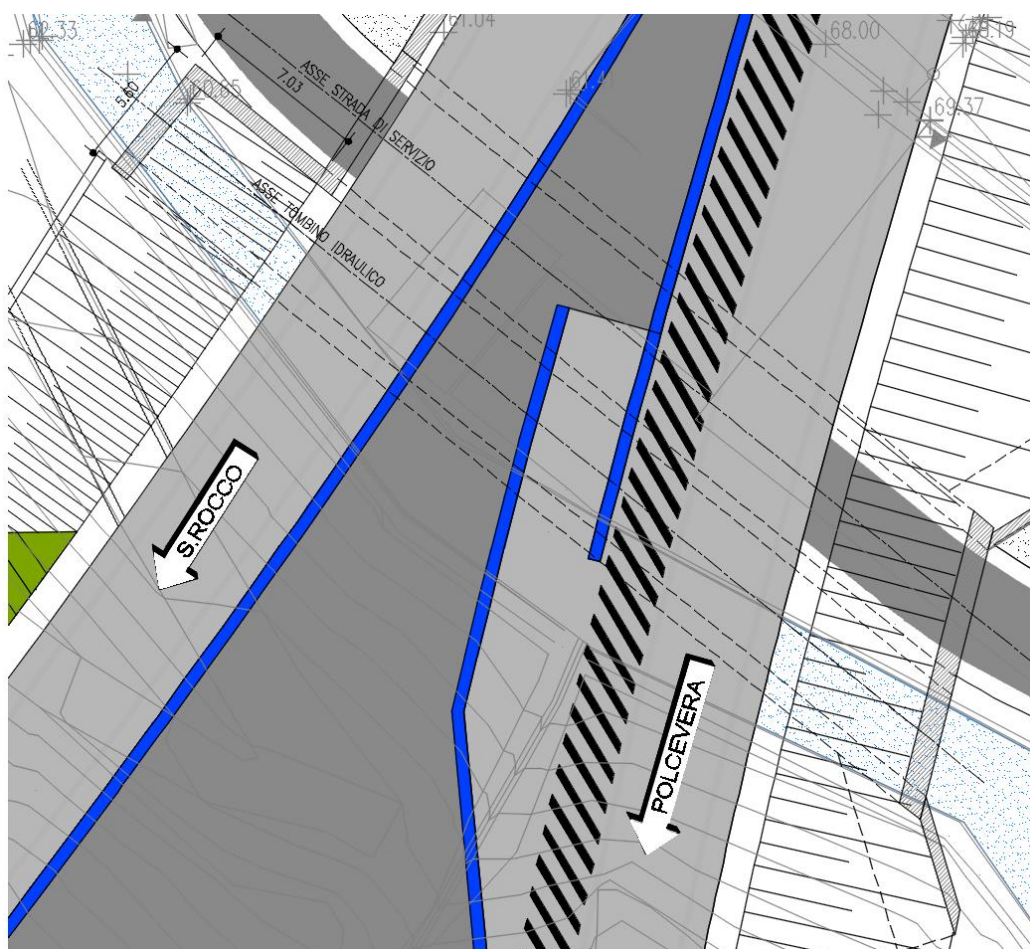


Figura 11-25 – Planimetria generale

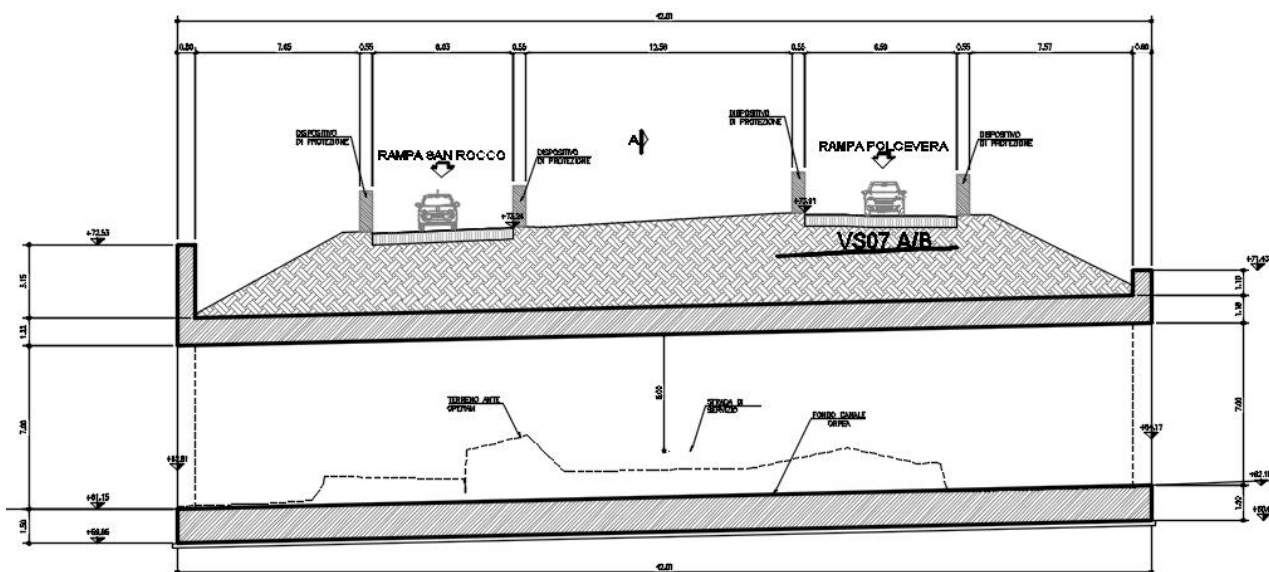


Figura 11-26 – Profilo longitudinale in asse al tombino idraulico

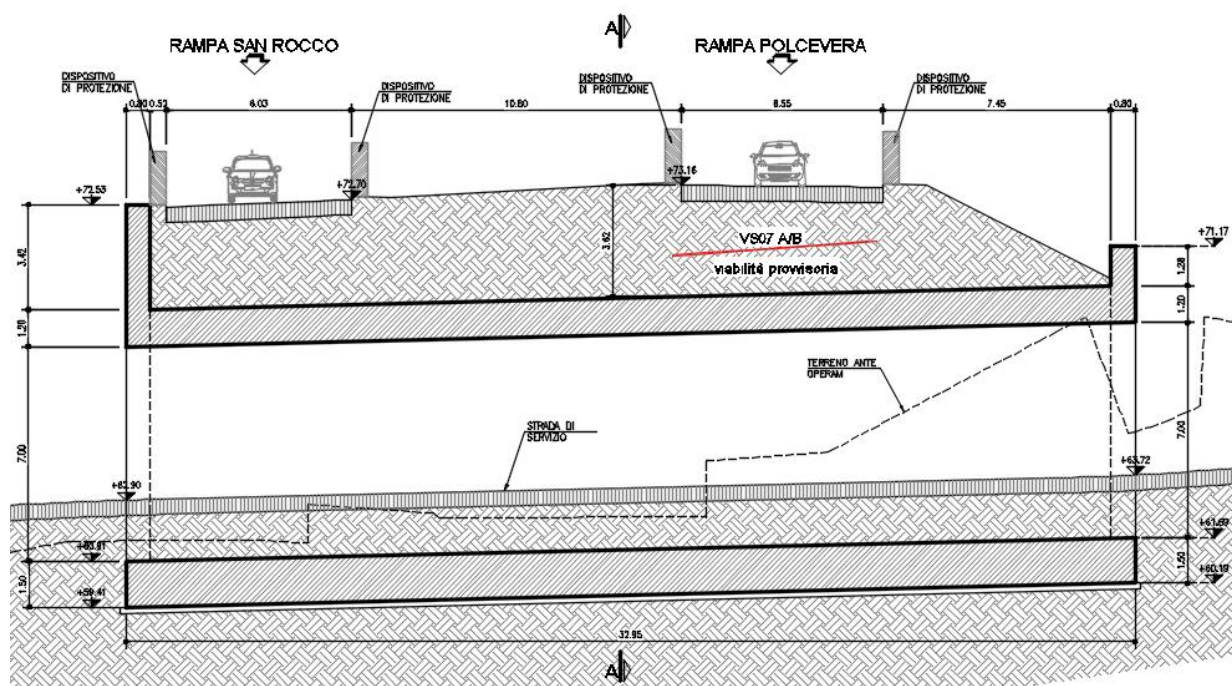


Figura 11-27 – Profilo longitudinale in asse alla viabilità di servizio

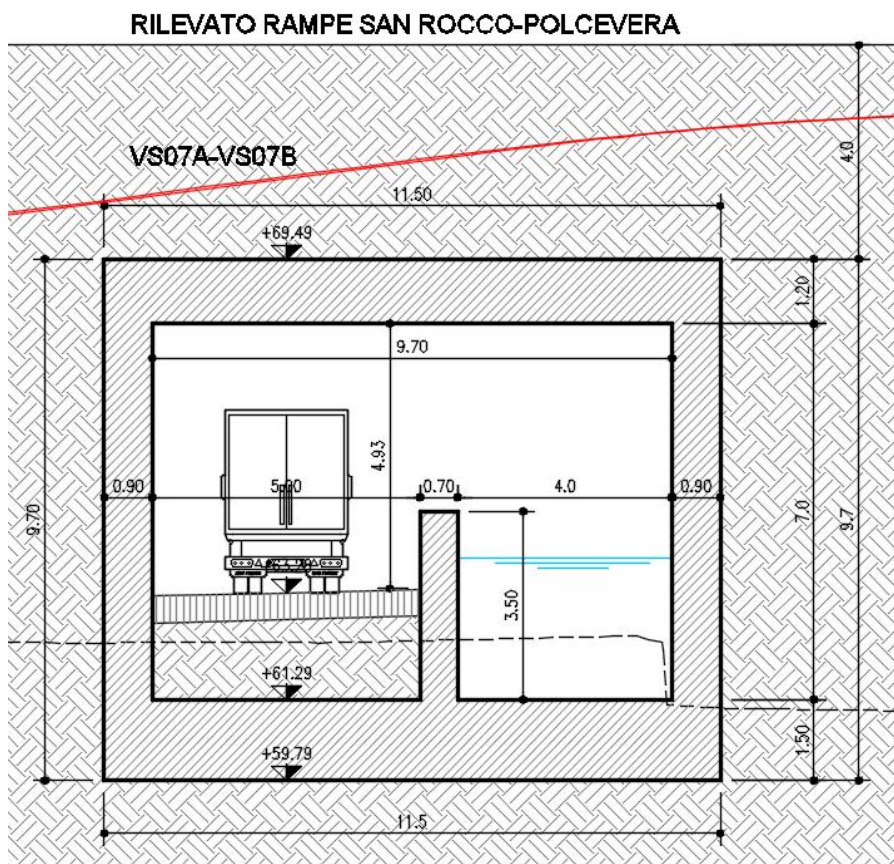


Figura 11-28 – Sezione trasversale

11.6 CUNICOLO DI DRENAGGIO CU04U GALLERIA FORTE DIAMANTE

In progetto si prevede la realizzazione di un cunicolo di drenaggio a servizio del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma e stillicidio della Galleria Forte Diamante Nord, realizzato con la tecnica del microtunnelling.

L'opera in oggetto è ubicata nel Comune di Genova ed è prevista nell'ambito delle opere di adeguamento del sistema autostradale A7 – A10 – A12.

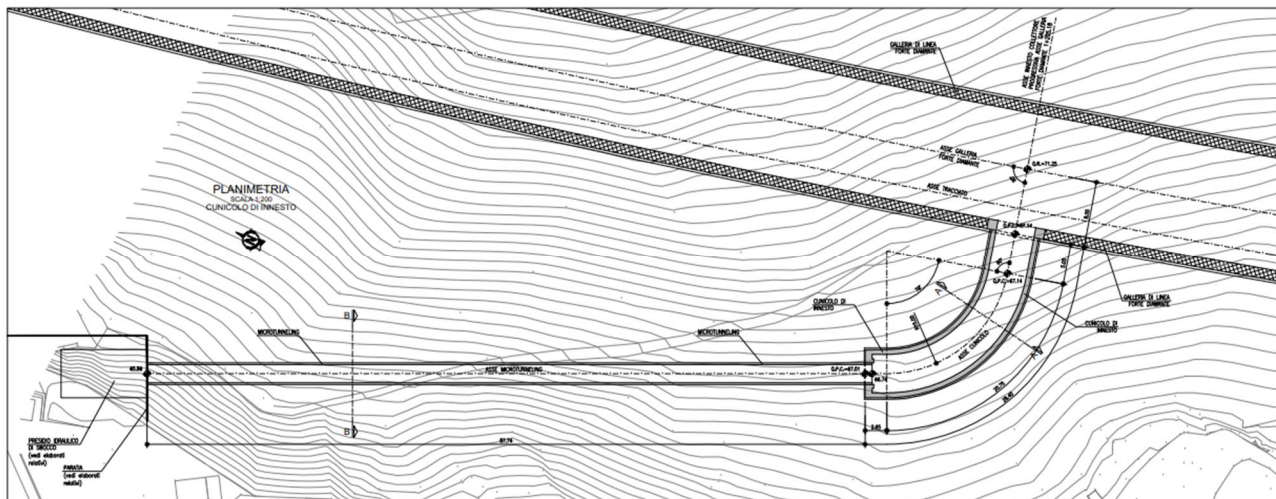


Figura 11-29 – Planimetria del cunicolo di drenaggio

L'opera in oggetto consiste in una parte scavata in metodo meccanizzato con micro-fresa, di lunghezza circa 90m ed una parte realizzata con metodo tradizionale, effettuata in curva di lunghezza pari a circa 28m, che fungerà da collegamento ed innesto con la galleria di linea.

Il tracciato della tratta in micro-fresa è rettilineo con pendenza costante pari a 1.0% e presenta una copertura in calotta compresa tra un minimo di 5.0m in corrispondenza dell'imbocco ed un massimo di 20m.

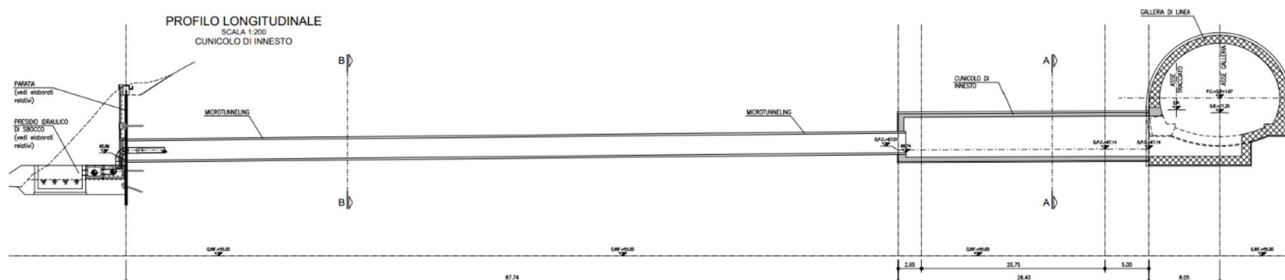


Figura 11-30 – Profilo longitudinale del cunicolo di drenaggio

La costruzione dell'opera prevede la realizzazione di una paratia di imbocco specifica e sita nel futuro luogo di ricezione e smaltimento finale delle acque, che accoglierà in fase esecutiva il manufatto di partenza della macchina e le opere necessarie alla spinta richiesta all'avanzamento della fresa mentre in fase finale il presidio di sbocco con le vasche di trattamento e le opere idrauliche accessorie.

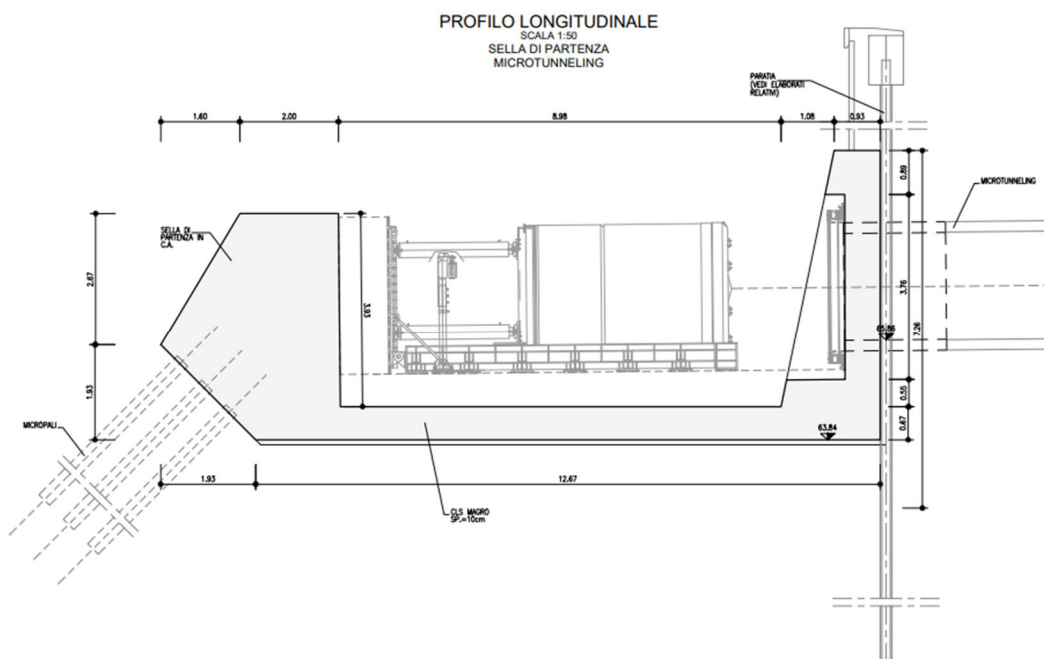


Figura 11-31 – sella di spinta micro-fresa

Con riferimento alla parte scavata in meccanizzato, per lo scavo si potrà utilizzare una fresa chiusa di piccole dimensioni, che spinge sui tubi di rivestimento, con la tecnica del pipe jacking, senza prevedere la presenza di personale nel cunicolo e con l'allestimento di un cunicolo Slurry per lo smarino.

Tale tecnologia consente di realizzare la condotta mediante meccanismo di spinta dalla stazione di partenza assemblando con progressiva giunzione una serie di anelli di calcestruzzo prefabbricati. Affinché ciò avvenga la serie di conci è preceduta da una testa di perforazione protetta da uno scudo metallico avanzando nell'ammasso roccioso applicando una coppia torcente sul fronte di scavo. Il cunicolo stesso durante la

perforazione funge da prolunga per la trasmissione della spinta generata. Non è prevista, data la limitata lunghezza della tratta, l'adozione di stazioni di spinta intermedie.

Lo smarino originato durante le fasi realizzative viene portato all'esterno per meccanismo idraulico attraverso un fluido convogliato all'interno di una condotta idraulica sotto forma di slurry.

Lo scudo della macchina e relativa testa di perforazione una volta terminato lo scavo perverranno all'interno del cunicolo di collegamento, preventivamente realizzato, e saranno smontati e trasportati all'esterno attraverso la galleria di linea.

11.7 GALLERIA ARTIFICIALE TORBELLA

L'opera, situata in corrispondenza della Val Torbella, immediatamente ad Ovest delle gallerie Montesperone, risolve l'interferenza dell'asse autostradale esistente (Asse A12 direzione Genova-Livorno) con il piazzale che costituirà l'area di cantiere operativo d'imbocco CI26, utilizzato come nodo a partire dal quale verranno scavate con metodo tradizionale le gallerie Bric du Vento, Forte Diamante e Torbella Ovest poste a nord dell'A12 e le gallerie Granarolo e Monte Sperone poste a sud dell'autostrada, funzionando anche da piattaforma strategica per la costruzione del nuovo asse stradale (variante Asse A7), del nuovo viadotto (Viadotto Torbella) e di area di cantiere per il passaggio dei mezzi d'opera da un versante all'altro della val Torbella.

Rispetto al progetto approvato, la soluzione di variante prevede locali modifiche planimetriche della piattaforma autostradale finalizzate a ottimizzare la lunghezza della galleria artificiale e con lo scopo finale di migliorare la sicurezza della circolazione dei mezzi d'opera nei tronchi autostradali dell'A12 interessati dalle manovre di accesso ed uscita alle/dalle aree di cantiere durante la realizzazione dell'opera.

Tale nuova configurazione di progetto, con una riduzione dello sviluppo complessivo delle gallerie dei due forni, rispettivamente di 11,64m la carreggiata in direzione Ovest e 22,15m la carreggiata in direzione Est, è stata condizionata alla necessità di arretrare l'imbocco lato Ovest per consentire l'allargamento e la standardizzazione delle luci interne nette delle due canne, misurate da filo interno pareti, a 16,15m in modo da poter ospitare all'interno di esse le nuove sezioni di progetto, che prevedono due corsie di marcia da 3,30 e m 3,50 rispettivamente per la corsia di soprasso e marcia lenta e una corsia di servizio da m 3,40, oltre ad allargamenti della piattaforma in curva necessari a garantire adeguate distanze di visibilità.

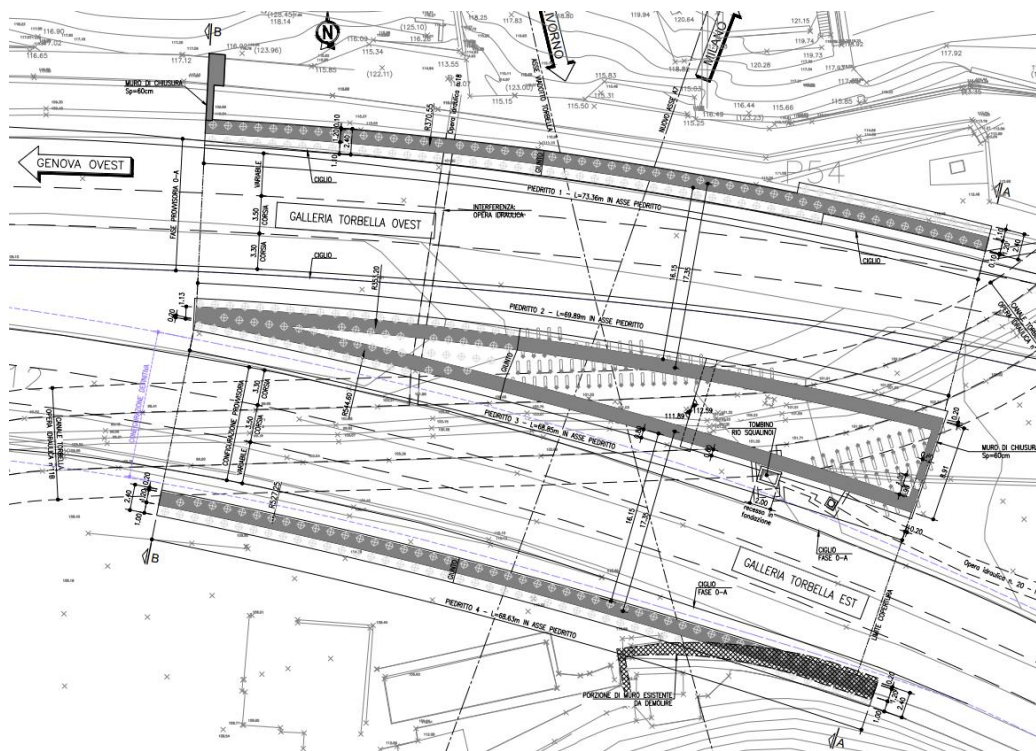


Figura 11-32. Pianta elevazioni galleria artificiale Torbella

Rispetto alla soluzione di progetto sono state apportate le seguenti sostanziali modifiche dal punto di vista strutturale:

- Si è ridotta l'estensione longitudinale della Galleria da 90.1 a 73.5 m (Canna Ovest)
- Si sono modificate le larghezze delle due canne in modo da renderle di pari larghezza; in particolare la Canna est passa da una larghezza di 17.40 m a 16.15 m, la Canna Ovest da 11.50 m a 16.15 m)
- Si è modificato lo schema statico della Galleria realizzando un collegamento centrale tra le due canne, presente nel progetto esistente solo a livello delle fondazioni, collegando i due impalcati mediante una soletta piena di spessore 170 cm in c.a. gettato in opera
- Si sono sostituiti i micropali dei piedritti esterni con pali di medio diametro Ø60 cm.

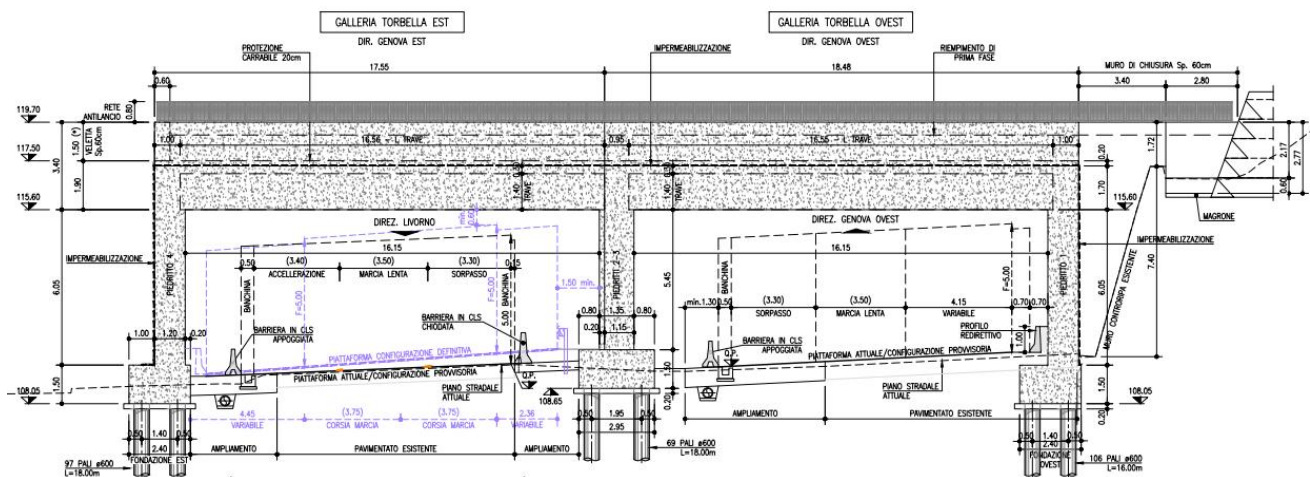


Figura 11-33. Sezione trasversale galleria artificiale Torbella

12 IMBOCCHI E SISTEMAZIONI FINALI

L'obiettivo è quello di verificare la realizzabilità delle opere in variante e fornire gli elementi utili per il computo metrico-estimativo necessario a valutare l'ordine di grandezza dell'importo economico delle opere.

Le tipologie di opere geotecniche prese in considerazione includono quelle necessarie alla realizzazione degli imbocchi lato Milano delle gallerie Forte Diamante, Polcevera e San Rocco e degli imbocchi lato Genova delle gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Vento.

Nel dettaglio, le WBS considerate sono:

- Imbocco lato Milano Galleria Forte Diamante - sistemazione provvisoria (IB11N)
- Imbocco lato Milano Galleria Forte Diamante - sistemazione finale (GF11N)
- Imbocco lato Milano Gallerie Polcevera e San Rocco - sistemazione provvisoria (IB09N)
- Imbocco lato Milano Gallerie Polcevera e San Rocco - sistemazione finale (GF09N)
- Imbocco lato Genova Gallerie Polcevera, Baccan e Bric Du Vento - sistemazione provvisoria (IB12W)
- Imbocco lato Genova Gallerie Polcevera, Baccan e Bric Du Vento - sistemazione finale (GF12W).

Le sezioni tipologiche presentate nella documentazione tecnica specifica delle singole opere sono state definite sulla base di alcune verifiche di predimensionamento geotecnico per sezioni tipo e per analogia tra opere simili.

Le singole opere dovranno essere verificate nel dettaglio in sede di Progettazione Esecutiva. Si segnala a tale riguardo che non sono state verificate in questa fase le armature dei pali di fondazione, dei paramenti dei muri e dei rivestimenti delle paratie.

La relazione descrittiva delle opere è definita, per ciascun imbocco, secondo il seguente schema:

- Descrizione dell'intervento
- Inquadramento geotecnico
- Sezioni tipo
- Approfondimenti in sede di progettazione esecutiva.

I paragrafi relativi ad "*Approfondimenti in sede di progettazione esecutiva*" sintetizzano alcune raccomandazioni di cui tenere ulteriormente in conto in sede di progettazione esecutiva oltreché, come detto sopra, la verifica di dettaglio delle singole opere.

12.1 IMBOCCO GALLERIA FORTE DIAMANTE

12.1.1 Inquadramento dell'area di imbocco

L'imbocco lato Milano della Galleria Forte Diamante è ubicato subito a monte di Via Salita Bocchettina, come indicato in Figura 12-1. Il traffico uscente da tale galleria imbrocherà, in direzione Nord, il nuovo Viadotto Secca Nord (VI02), la cui Spalla SpB è posizionata immediatamente dopo il termine del tratto in galleria artificiale, per essere quindi convogliato sulla Carreggiata Nord dell'Autostrada A7 proveniente dal tratto di viadotto "Rampa" (VI03).

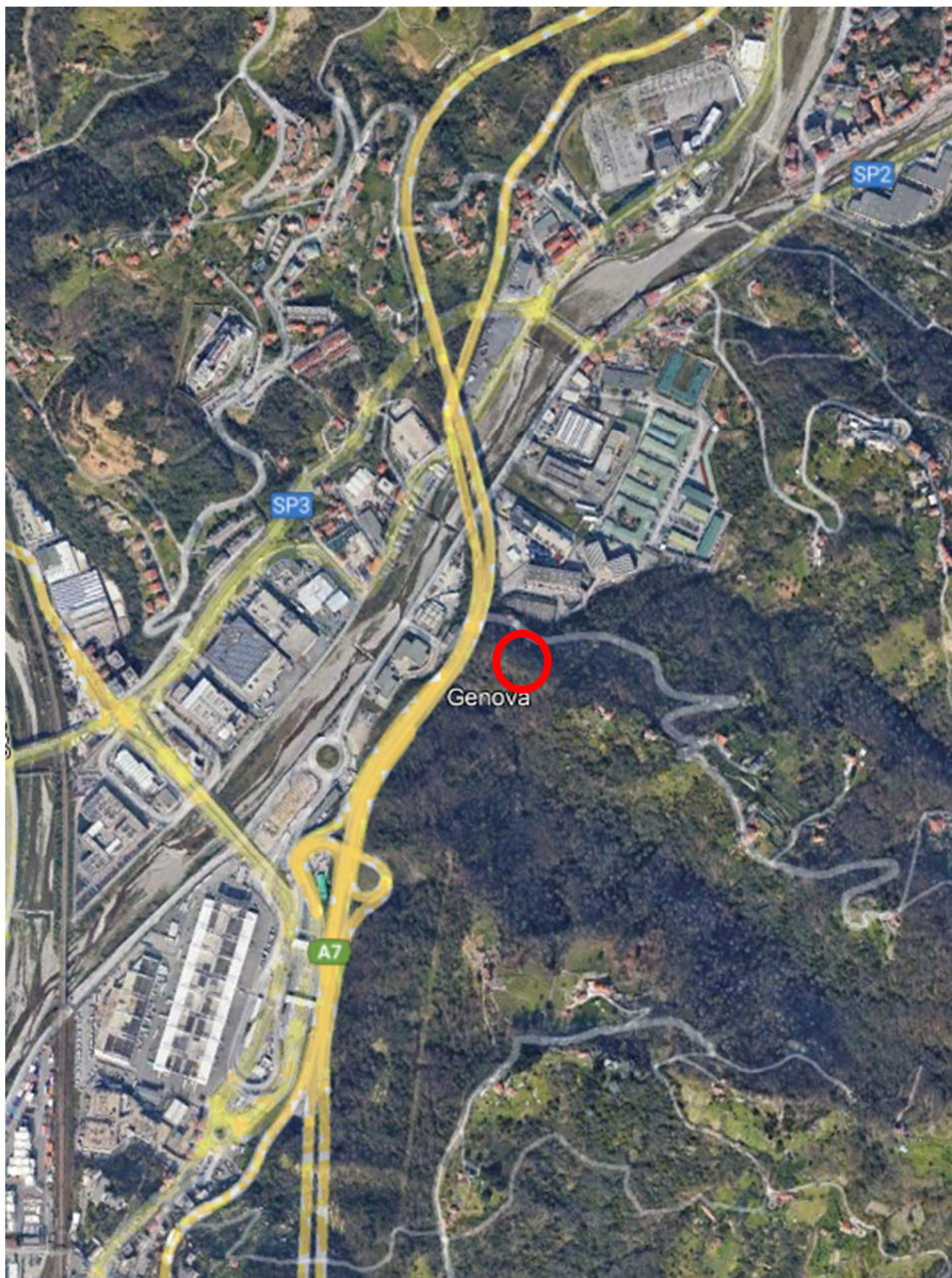


Figura 12-1 Imbocco Galleria Forte Diamante: Inquadramento planimetrico

12.1.2 Inquadramento geotecnico

L'opera si colloca su un pendio esteso fino a 35m ca. a tergo dell'opera di sostegno, con una pendenza media del terreno esistente pari a circa 35°.

Dalle evidenze geologiche, riportate nella Relazione, il versante non è soggetto a fenomeni franosi; tuttavia, viene indicato un corpo di frana ubicato ad Est del nuovo imbocco della Galleria Forte Diamante, il quale non sembrerebbe interferente con l'opera in oggetto.

Non sono presenti sondaggi nell'area dell'imbocco; è stato comunque già programmata l'esecuzione di un sondaggio ad hoc denominato BV01 in corrispondenza dell'imbocco, così come indicato nel capitolo "Indagini geognostiche a supporto del Progetto Esecutivo" del documento di progetto (a cui si rimanda).

Sulla base del Profilo geotecnico si possono individuare le seguenti formazioni geotecniche procedendo con la profondità a partire dal piano campagna:

- Coperture sulla formazione di Ronco (C_{ROC}) per spessori dell'ordine di 6.0m ca.
- Formazione di Ronco (ROC).

Le caratteristiche meccaniche dei terreni e rocce sopramenzionate sono riportate in apposita relazione.

La stratigrafia sopra descritta è stata adottata nei predimensionamenti dell'opera in oggetto adottando valori caratteristici di terreni e rocce medio-cautelativi.

In sito è presente una falda superficiale, ipotizzata 6.0m ca sotto il livello del piano campagna originale.

12.1.3 Descrizione delle opere di sostegno degli scavi

L'imbocco verrà realizzato in più fasi costruttive necessarie alla realizzazione di diverse opere, sia provvisorie che definitive.

Nel dettaglio, durante la fase di sistemazione provvisoria, è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Paratia di imbocco costituita da micropali multi-tirantati,
- Scarpate chiodate a monte della paratia di imbocco
- Scarpate chiodate ad Ovest del piazzale di imbocco, dettagliate al
- Nuova viabilità di Salita Bocchettina per accesso al piazzale con opere di sostegno annesse:
 - Muro di sostegno MP017
 - Paratia di micropali muti-tirantata, prevista per la realizzazione della Pila P6 del Viadotto Secca Nord
- Dima e galleria artificiale.

Le tavole grafiche che illustrano la sequenza costruttiva sopra richiamata sono:

- Pianta scavi Fase A
- Pianta scavi Fase B
- Profilo e sezioni Fase A e B
- Dettagli di progetto

Concluso lo scavo della Galleria Forte Diamante, è prevista per la sistemazione finale la realizzazione delle seguenti opere:

- Ritombamento della galleria artificiale con opere di sostegno annesse:
 - Muro su pali "MURO DX (C)", collocato ad Est della galleria artificiale (Figura 12-2)
 - Muri su fondazione diretta di chiusura del ritombamento in corrispondenza del becco di flauto della galleria artificiale.

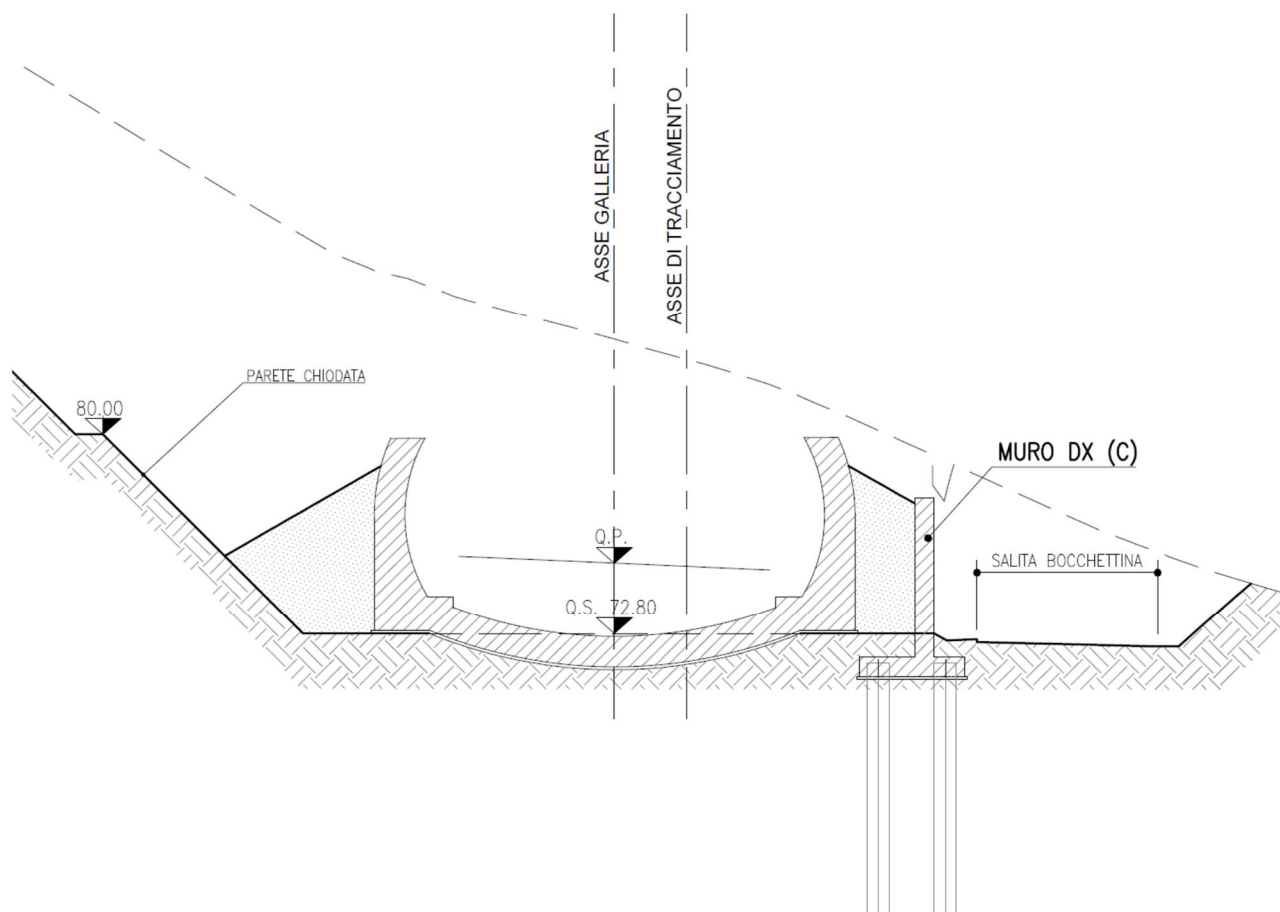


Figura 12-2 Imbocco Forte Diamante - Muro DX (C)

Le tavole grafiche che illustrano la sistemazione finale dell'imbocco sono:

- Planimetria
- Profilo e sezioni

12.1.4 Sezioni tipo

La sezione tipo predimensionata della paratia di imbocco è mostrata nella Figura 12-4 (tracciata in corrispondenza dell'asse della Galleria Forte Diamante); le caratteristiche dei trianti sono riportate nella Tabella 12-1.

Le paratie di testa imbocco sono prevalentemente definitive, ad eccezione dell'area adiacente alla dima che ha funzione provvisoria (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto).

Le caratteristiche dei tiranti e le lunghezze di micropali, qui descritte per le sezioni di calcolo dove l'altezza di scavo della paratia è maggiore, sono state successivamente adattate alle zone in cui l'altezza di scavo risulta inferiore.

Per i dettagli circa la geometrizzazione puntuale delle opere si fa rimanda agli elaborati grafici di progetto.

12.1.5 Approfondimenti necessari per la progettazione esecutiva

Considerata l'assenza di sondaggi lungo il tratto di opera in progetto, si ritiene opportuno l'esecuzione di un sondaggio integrativo a conferma della stratigrafia di progetto; tale sondaggio è già stato programmato e identificato come BV01.

Il corpo di frana indicato nella cartografia geologico-geomorfologica ad Est del nuovo imbocco della Galleria Forte Diamante è da approfondire a livello di studi geomorfologici e di stabilità di versante propedeuticamente alla fase di Progetto Esecutivo.

È altresì raccomandabile in sede di costruzione, prima di incominciare a scavare il piazzale, eseguire alcuni ulteriori sondaggi di controllo in asse galleria in corrispondenza della paratia di testa e a monte di questa, onde verificare le assunzioni di progetto; la lunghezza di tali sondaggi dovrà essere tale da indagare l'intero volume di terreno interessato da variazioni tensionali indotte dalla costruzione.

Il Progetto esecutivo dovrà altresì prevedere un piano di monitoraggio delle opere provvisoriale e definitive e del versante di monte.

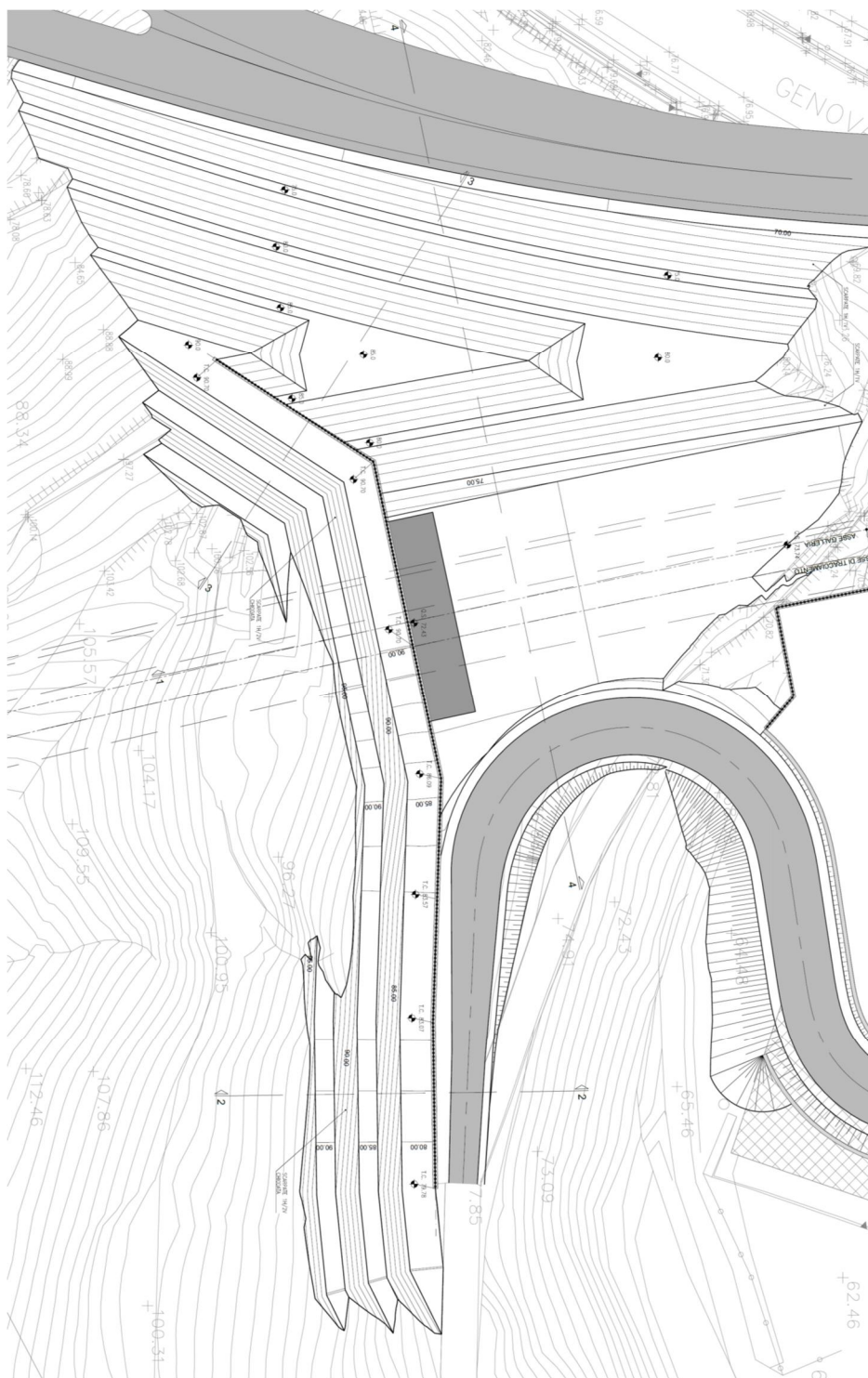


Figura 12-3 Imbocco Forte Diamante - Paratia di imbocco: Planimetria

Tabella 12-1 Imbocco Forte Diamante - Paratia di imbocco - Sezione tipologica: Tiranti

Ordine	Perforazione	Quota da testa cordolo [m]	Interasse [m]	n° trefoli [-]	Inclinazione [°]	LL lunghezza libera [m]	LA lunghezza attiva [m]	Pretiro [kN]

1°	3 180mm	1.15	2.4	6	5	19	13	250
2°	3 180mm	3.65	2.0	6	5	18	13	250
3°	3 180mm	6.15	2.0	6	5	17	12	300
4°	3 180mm	8.65	2.0	6	5	16	12	360
5°	3 180mm	11.15	2.0	7	5	15	14	430
6°	3 180mm	13.65	2.0	7	5	14	15	430
7°	3 180mm	16.15	2.0	7	5	13	15	430

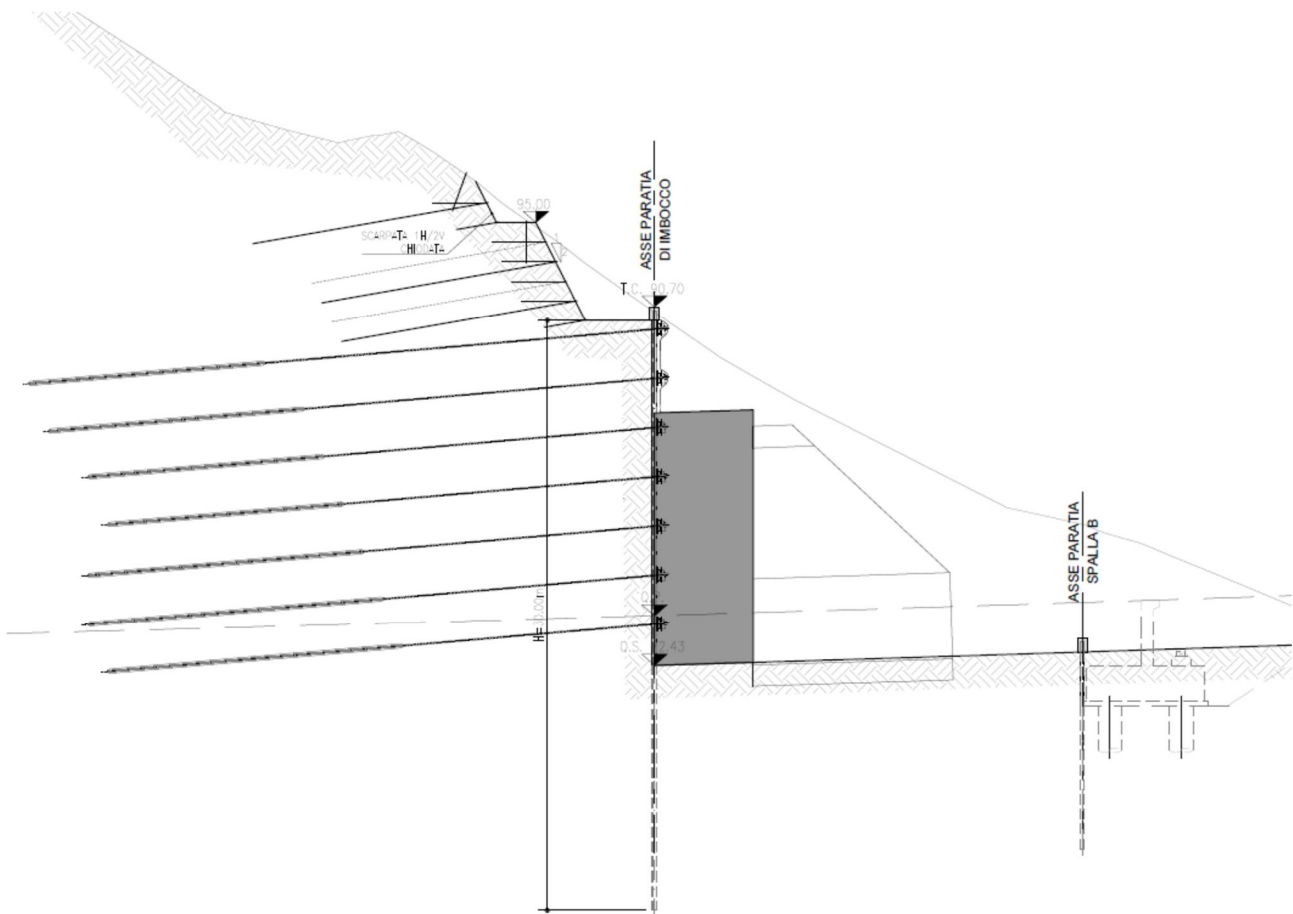


Figura 12-4 Imbocco Forte Diamante - Paratia di imbocco: Sezione tipologica

12.2 IMBOCCO GALLERIE POLCEVERA / SAN ROCCO

12.2.1 Inquadramento dell'area di imbocco

L'imbocco lato Nord delle Gallerie Polcevera e San Rocco è ubicato ad Est della carreggiata Nord dell'Autostrada A7 esistente, come indicato in Figura 12-5. Le nuove carreggiate autostradali "Rampa 2" e "Rampa 3" si staccheranno dalla carreggiata Sud dell'Autostrada A7 subito dopo la spalla SpB lato Genova del nuovo Viadotto Secca Sud (VI01), per poi scorrere in trincea tra la nuova carreggiata Nord dell'Autostrada A7 ed il piazzale di imbocco della galleria Forte Diamante, attraversare in rilevato stradale il Tombino Scatolare TS020 ed imboccare quindi, rispettivamente, la Gallerie Polcevera e la Galleria San Rocco. Gli imbocchi delle due gallerie sono accumulati da un unico piazzale.

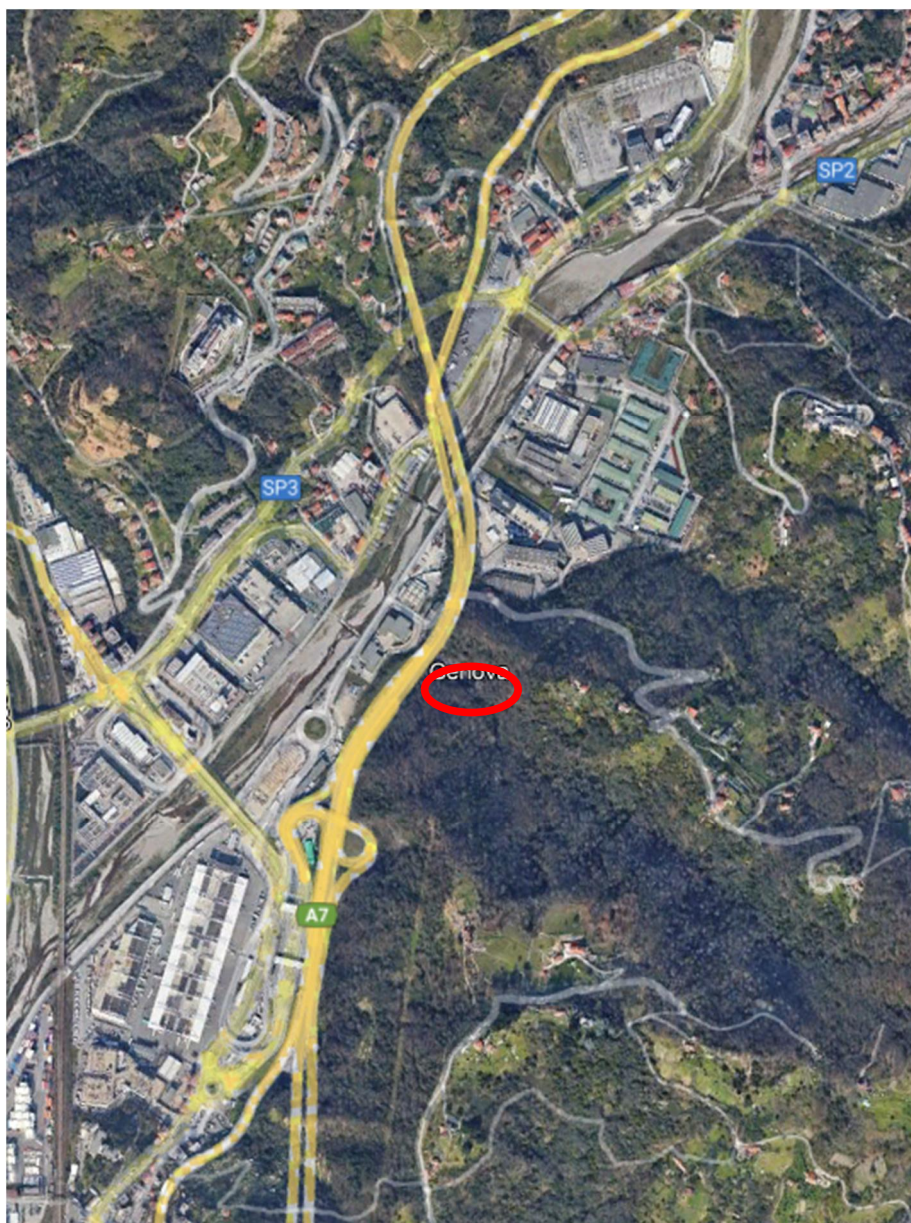


Figura 12-5 Imbocco Gallerie Polcevera e San Rocco - Inquadramento planimetrico

12.2.2 Inquadramento geotecnico

L'opera si colloca su un pendio esteso fino a 160m ca. a tergo dell'opera di sostegno, con una pendenza massima del terreno esistente pari a circa 30°.

Dalle evidenze geologiche, riportate nella Relazione il versante è soggetto a fenomeni franosi, in particolare è interessato da una frana antica quiescente.

È presente un sondaggio in prossimità dell'opera in oggetto EF1 (profondo 30m).

Sulla base delle Sezioni Geotecniche e delle considerazioni presenti nella Nota Tecnica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si possono individuare le seguenti formazioni geotecniche procedendo con la profondità a partire dal piano campagna:

- Accumulo di frana (FR_{MTE}), con spessore 11.2m ca.
- Cappellaccio della Argilliti di Montanesi (MTE-cap), con spessore circa 11.6m ca.
- Argilliti di Montanesi (MTE).

Le caratteristiche meccaniche dei terreni e rocce sopramenzionate sono riportate nella relazione dedicata.

La stratigrafia sopra descritta è stata adottata nei predimensionamenti dell'opera in oggetto adottando valori caratteristici di terreni e rocce medio-cautelativi.

In sito è presente una falda superficiale, ipotizzata 7m ca sotto il livello del piano campagna originale.

12.2.3 Descrizione del corpo di frana interferito dai nuovi imbocchi

12.2.3.1 Descrizione geologica del corpo di frana

La Figura 12-6 riporta la perimetrazione planimetrica del corpo di frana antica quiescente presente in corrispondenza dell'imbocco delle due gallerie Polcevera e San Rocco.

La frana in oggetto viene descritta negli elaborati geologici come deposito di frana antica allo stato quiescente, con nicchia di distacco, sia pure in parte rimodellata dall'erosione, rilevata con continuità tra le quote 115-135 m slm (subito a monte del sondaggio IE9), in corrispondenza della scarpata acclive che segna il passaggio alla culminazione della dorsale verso Sud. Per quanto attiene alla profondità della frana si rimanda al paragrafo 12.2.3.2.

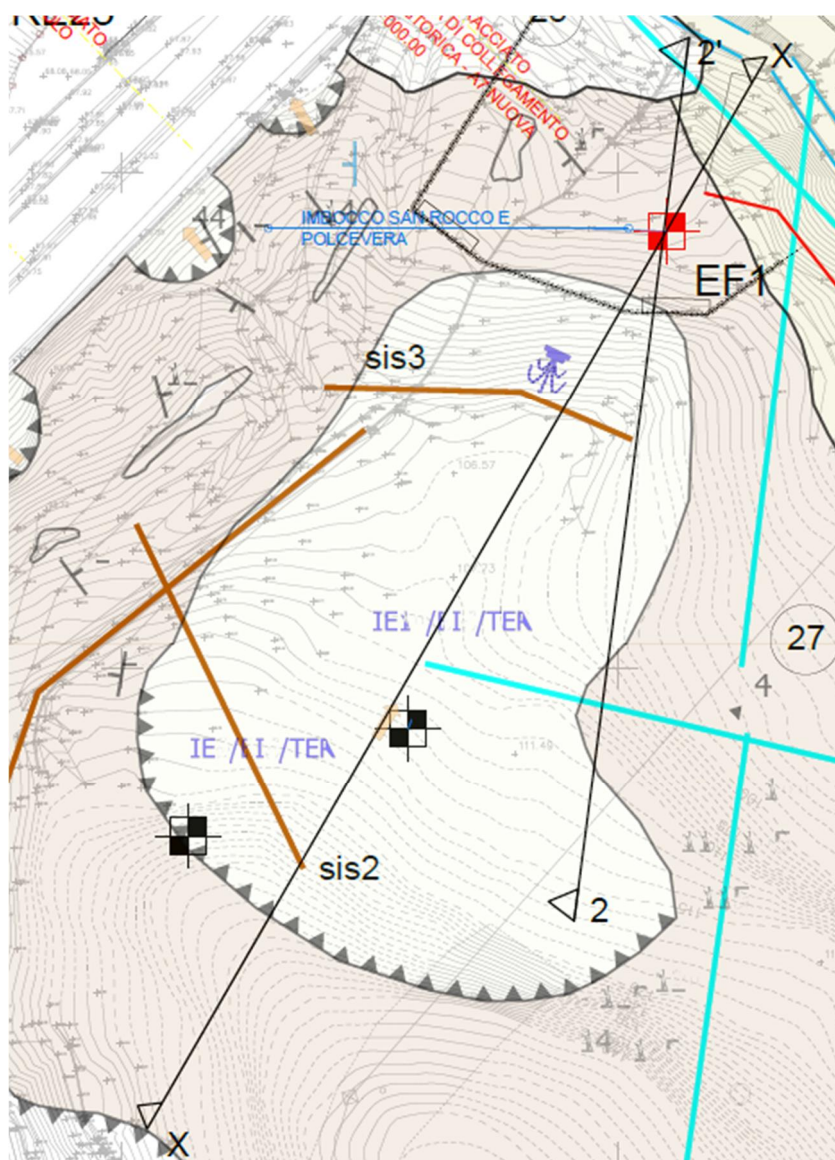


Figura 12-6 Imbocco Polcevera / San Rocco: Perimetrazione area di frana quiescente

12.2.3.2 Definizione della profondità della superficie di scorrimento

Le analisi riportate nella Nota Tecnica discutono di due possibili superfici di scorrimento del deposito di frana attraverso analisi di stabilità del versante ante-operam.

La “Sezione X-X” è planimetricamente collocata al centro del deposito di frana, come visibile in Figura 12-6; essa è orientata parallelamente al verso di scorrimento della frana, indicato sulla carta geologica di Progetto Esecutivo, e passa per il sondaggio EF1. Nella Figura 12-6 è mostrata anche la Sezione 2-2' adottata come riferimento in sede di Progetto Esecutivo; tale sezione risulta marginale rispetto al corpo di frana e alla geometria del nuovo imbocco.

Le due possibili superfici di scorrimento del deposito di frana discusse nella Nota Tecnica mostrate nella Figura 12-7, rappresentano:

- una superficie di scorrimento più superficiale, evidenziata in colore nero, caratterizzata da una quota di uscita a circa +86m s.l.m. ca., discussa negli elaborati di geologia del Progetto Esecutivo

- una superficie di scorrimento più profonda (basale), evidenziata in color rosso, caratterizzata da una quota di uscita a +79m s.l.m. m. ca., discussa negli elaborati di geotecnica del Progetto Esecutivo (Sezione 2-2').

Per entrambe le superfici di scorrimento considerate, la posizione della nicchia di monte è analoga a quella mostrata sulla carta geologica del Progetto Esecutivo (Figura 12-6).

Le due superfici di scorrimento sono state analizzate mediante il software Slope/w, studiando la stabilità del versante in condizioni statiche rispetto a cinatismi di scorrimento locale e globale e considerando sulla superficie di scorrimento del deposito di frana caratteristiche di resistenza corrispondenti alla condizione residua come definito nel Progetto Esecutivo ($j_{RESIDUO}=15^\circ$, $c'=0$).

I risultati delle analisi di stabilità, mostrate in Figura 12-8 (superficie di scorrimento superficiale - FS=1.19) e Figura 12-9 (superficie di scorrimento basale - FS=1.09), accreditano la superficie di scorrimento più profonda come maggiormente critica, in analogia alle sezioni geotecniche del Progetto Esecutivo. Si osserva che come previsto dalle NTC2018, è a discrezione del Progettista valutare l'accettabilità delle condizioni di stabilità a scala di pendio, a prescindere dallo specifico valore di FS calcolato.

In base a quanto sopra descritto, la geometria utilizzata per valutare la spinta del corpo di frana nel predimensionamento dell'opera di imbocco e la stabilità del sistema opera-terreno è quella relativa alla superficie di scorrimento basale (vedi paragrafo 12.2.3.3).

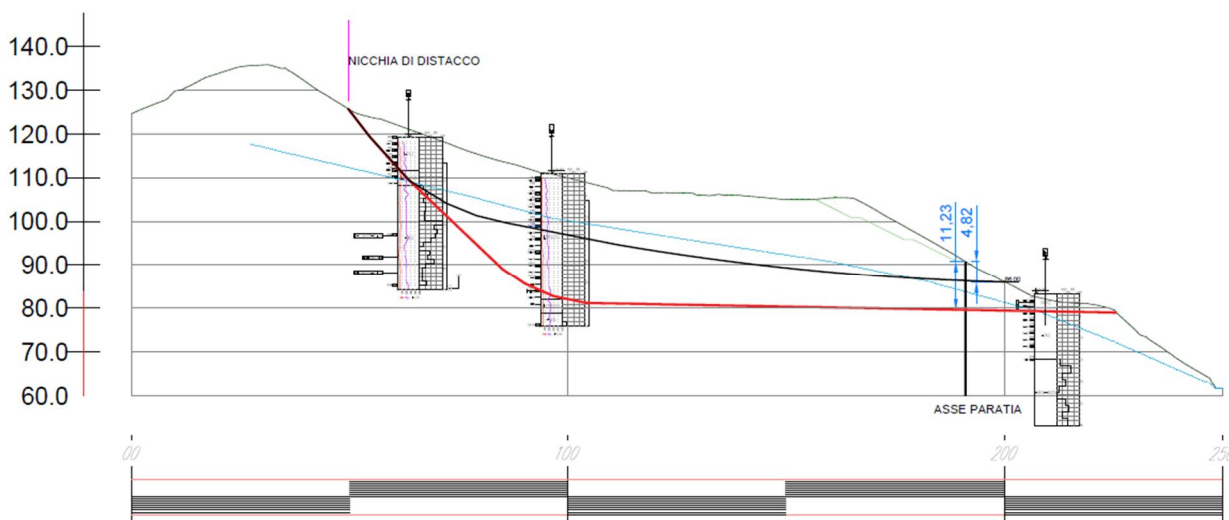


Figura 12-7 Imbocco Polcevera / San Rocco - Frana: Sezione X-X

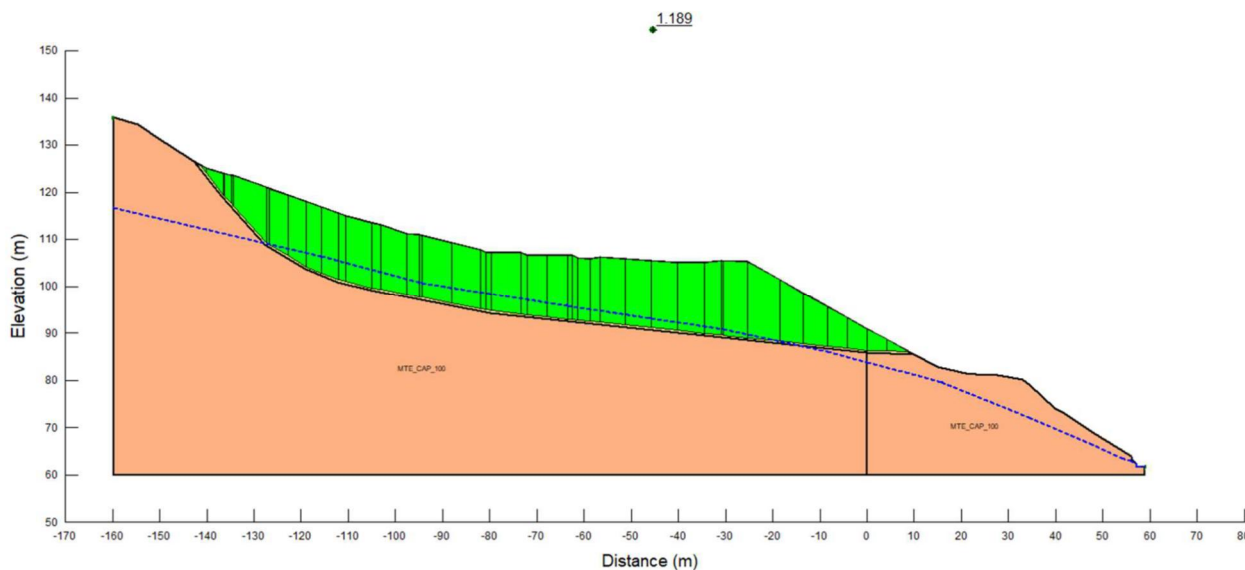


Figura 12-8 Imbocco Polcevera / San Rocco - Frana: Verifica di stabilità per scorrimento superficiale

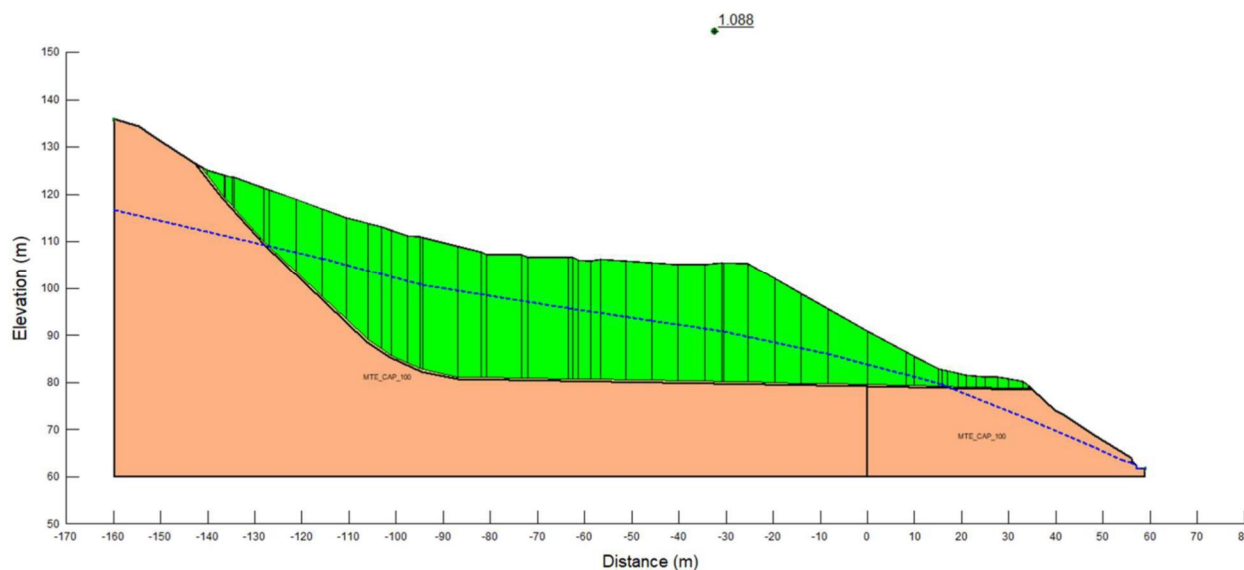


Figura 12-9 Imbocco Polcevera / San Rocco - Frana: Verifica di stabilità per scorrimento basale

12.2.3.3 Calcolo della spinta della frana

Gli effetti della presenza della frana interferente con la paratia di imbocco, discussa nei paragrafi 12.2.3.1 ed 12.2.3.2, sono stati presi in considerazione nella valutazione delle spinte agenti sull'opera di imbocco.

Per determinare la spinta dovuta alla frana sono state svolte delle analisi di stabilità locale e globale dell'imbocco in corrispondenza della sezione X-X, attraverso il software Slope/w, analizzando sia superfici di scorrimento imposte sia superfici ottenute da ricerca libera.

Il profilo analizzato è analogo a quello mostrato in Figura 12-7 e Figura 12-10 in configurazione post-operam, ossia con riprofilatura a monte della paratia e scavo del corpo di frana a valle.

Le caratteristiche geotecniche del deposito di frana sono state assegnate in termini di resistenza caratteristica (non fattorizzata) secondo il seguente criterio:

- $\phi' = 22^\circ$, $c' = 0$ per il volume del deposito di frana (valore ottenuto mediante back-analysis sulle superfici locali)
- $\phi' = 15^\circ$, $c' = 0$ lungo lo strato basale, a cui per motivi numerici abbiamo assegnato uno spessore pari a 1m, secondo lo stesso approccio adottato in Progetto Esecutive.

I risultati delle analisi con superficie di scorrimento ottenuta da ricerca libera (con ottimizzazione delle superfici di scorrimento, non circolari) hanno evidenziato Fattori di Sicurezza inferiori rispetto a quelli ottenuti da analisi con superficie di scorrimento imposta lungo la superficie basale; la prima tipologia di analisi è stata quindi adottata per determinare la spinta indotta dalla frana.

La spinta in condizioni statiche è stata determinata mediante un'analisi di stabilità locale con ricerca libera applicando ad 1/3 dell'altezza di scavo una spinta contraria al verso di scorrimento e ricercando iterativamente il fattore di sicurezza $FS = 1.0$ (Figura 12-10); la forza necessaria per ottenere tale fattore di sicurezza è pari a 1120 kN. Dalla forza ricavata a ritroso si è determinato il coefficiente di spinta $K_{a, equ}$ equivalente scorporando l'effetto della pressione idrica, ottenendo $K_{a, equ} = 1.29$.

Al fine di valutare la stabilità globale in condizioni post-operam, la spinta $F = 1120 \text{ kN}$ è stata applicata in un'analisi di stabilità con superficie di scorrimento imposta lungo la superficie basale che ha fornito un coefficiente di sicurezza $FS = 1.087$. Questo valore è equivalente alla condizione di pendio ante-operam; perciò, l'inserimento dell'opera in progetto non va ad inficiare sul pendio in termini di stabilità globale.

Con procedura analoga a quanto sopra descritto, è stata determinata la spinta aggiuntiva per ottenere un valore di FS pari all'unità in condizioni sismiche, applicando ad 1/2 dell'altezza di scavo una spinta contraria al verso di scorrimento, ottenendo una forza pari a 350 kN.

L'effetto sismico si traduce in una pressione esterna da applicare nel modello di calcolo, la quale è stata calcolata come $q_{ext} = DF/H_{scavo}$, con l'accortezza di applicarla ad un'altezza pari ad $H_{scavo} + 2.0m$.

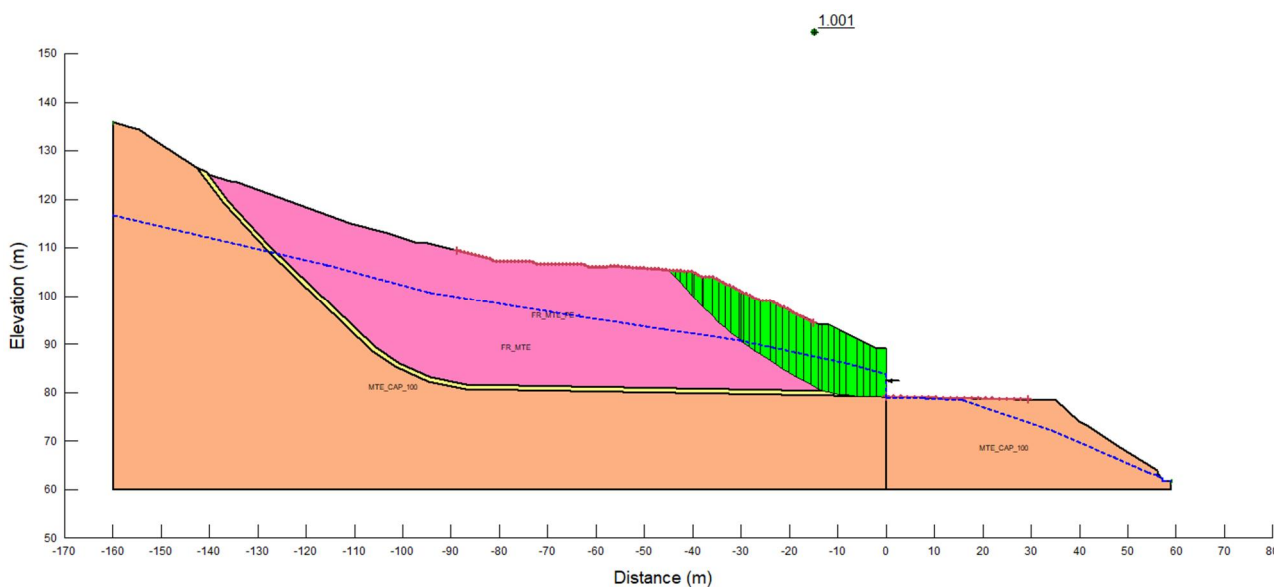


Figura 12-10 Imbocco Polcevera / San Rocco - Frana: Spinta dovuta alla frana in condizioni statiche

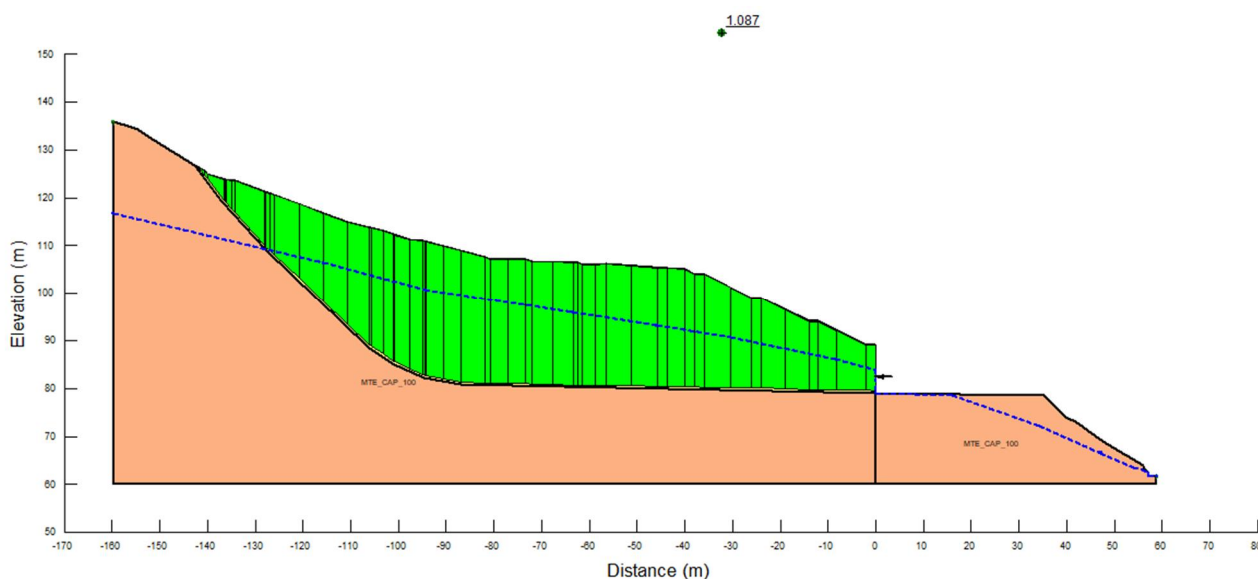


Figura 12-11 Imbocco Polcevera / San Rocco - Frana: Analisi di stabilità globale con superficie di scorrimento imposta lungo la superficie basale

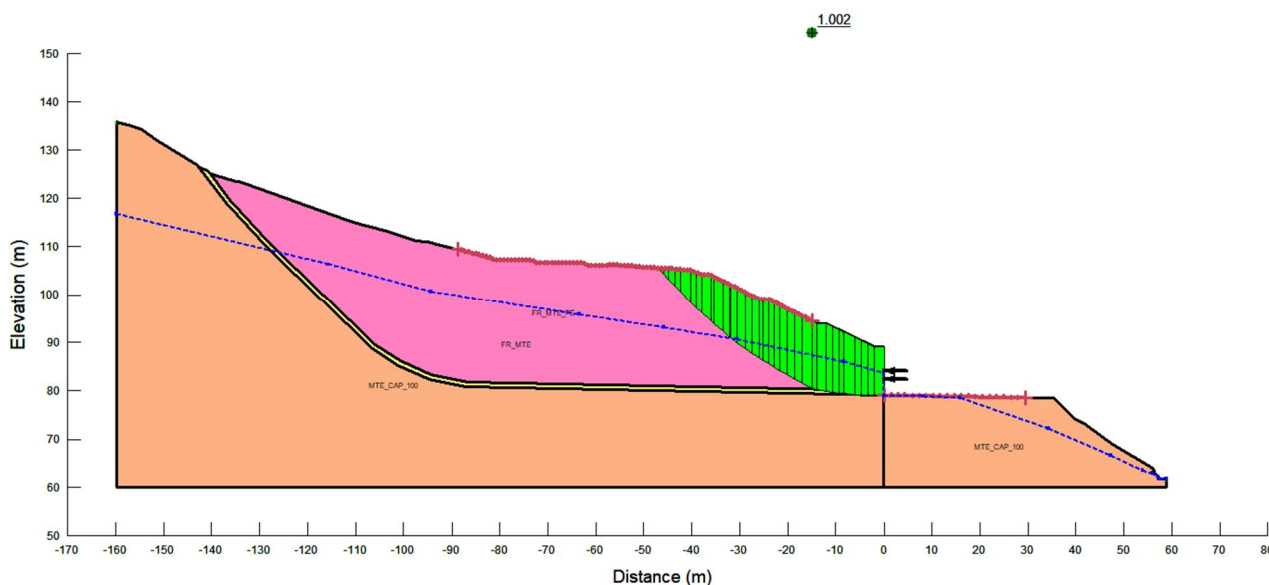


Figura 12-12 Imbocco Polcevera / San Rocco - Frana: Spinta dovuta alla frana in condizioni sismiche

12.2.4 Descrizione delle opere di sostegno degli scavi

L'imbocco verrà realizzato in più fasi costruttive necessarie alla realizzazione di diverse opere, sia provvisorie che definitive.

Nel dettaglio, durante la fase di sistemazione provvisoria, è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Paratia di Imbocco in pali e micropali multi-tirantata
- Scarpate chiodate a monte della paratia di imbocco
- Scavi e rilevati provvisori per realizzare la viabilità di accesso alla pista per realizzare pali e micropali, dettagliati negli elaborati di progetto
- Rilevati in addossamento al versante per realizzare la pista per pali e micropali, dettagliati negli elaborati di progetto
- Tombino Scatolare TS020, descritto nella Relazione **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- Nuova viabilità di servizio per accesso al piazzale con opere di sostegno e scarpate chiodate annesse:
 - Scarpata chiodata per viabilità provvisoria, collocata a Nord del Tombino Scatolare TS020, prevista con una pendenza 1(H):2(V), dettagliata negli elaborati di progetto
 - Muri di Sostegno su fondazione diretta (Muro 2S, Muro 3S, Muro 2N e Muro3N, da realizzarsi parzialmente durante la fase provvisoria e parzialmente durante la sistemazione finale del piazzale), dettagliati negli elaborati di progetto
 - Rilevato stradale compreso tra il Muro 3N ed il sottovia SP012
- Cunicolo d'esodo, funzionale alla Galleria San Rocco, il quale prevede l'uscita in corrispondenza della viabilità esistente ad Est del Muro 3S
- Dima e galleria artificiale.

Le tavole grafiche che illustrano la sequenza costruttiva sopra richiamata sono:

- Pianta scavi Fase A
- Pianta scavi Fase B
- Profili e sezioni Fase A e B
- Dettagli di progetto

Concluso lo scavo della Galleria Forte Diamante, è prevista per la sistemazione finale la realizzazione delle seguenti opere:

- Piazzale d'imbocco con il muro di sostegno Muro 3E e cabina della ventilazione, dettagliati negli elaborati di progetto
- Nuova viabilità di servizio definitiva, passante per il tombino scatolare TS020, e realizzazione di due piazzali adiacenti, rispettivamente, al Muro 3N e al Muro 3S.

Le tavole grafiche che illustrano la sistemazione finale dell'imbocco sono:

- Planimetria
- Profilo e sezioni

12.2.5 Sezioni tipo

Le sezioni tipo predimensionate della paratia di imbocco delle gallerie Polcevera e San Rocco sono mostrate nella Figura 12-14 e Figura 12-15, tracciate rispettivamente in corrispondenza della sezione X-X descritta nel paragrafo 12.2.3, dove è massimo lo spessore del corpo in frana, e in corrispondenza dell'asse della Galleria Polcevera; le caratteristiche dei tiranti sono riportate nella Tabella 12-2 e Tabella 12-3.

Le paratie di testa imbocco sono prevalentemente definitive, ad eccezione delle aree di scavo delle gallerie che hanno funzione provvisoria (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto).

Le caratteristiche dei tiranti e le lunghezze di micropali, qui descritte per le sezioni di calcolo dove l'altezza di scavo della paratia è maggiore, sono state successivamente adattate alle zone in cui l'altezza di scavo risulta inferiore.

Per i dettagli circa la geometrizzazione puntuale delle opere si fa rimanda agli elaborati grafici di progetto.

12.2.6 Approfondimenti necessari per la progettazione esecutiva

Per la progettazione esecutiva si ritiene necessario approfondire lo studio del deposito di frana esistente attraverso l'installazione di nuovi inclinometri e lettura degli inclinometri già presenti sul versante di frana indicati nella Relazione Geologica come EF1, IE9ter e IE10ter.

I tiranti permanenti sull'opera di Imbocco in corrispondenza della cabina di ventilazione dovranno essere installati garantendo la possibilità di ritesatura (per esempio prevedendo un sistema di botole lungo il rivestimento della paratia), tale esigenza dovrà essere presa in considerazione nella redazione del Progetto Esecutivo.

È altresì raccomandabile in sede di costruzione, prima di incominciare a scavare il piazzale, eseguire alcuni ulteriori sondaggi di controllo in asse galleria in corrispondenza della paratia di testa e a monte di questa, onde verificare le assunzioni di progetto; la lunghezza di tali sondaggi dovrà essere tale da indagare l'intero volume di terreno interessato da variazioni tensionali indotte dalla costruzione.

Il Progetto esecutivo dovrà altresì prevedere un piano di monitoraggio delle opere provvisorie e definitive e del corpo di frana.



Figura 12-13 Imbocco Polcevera / San Rocco - Paratia di imbocco: planimetria

Tabella 12-2 Imbocco Polcevera / San Rocco - Paratia di imbocco - Sezione tipologica 1: Tiranti

Ordine	Perforazione	Quota da testa cordolo [m]	Interasse [m]	n° trefoli [-]	Inclinazione [°]	LL lunghezza libera [m]	LA lunghezza attiva [m]	Pretiro [kN]
1°	3 180mm	1.5	2.0	6	25	23	13	400
2°	3 180mm	4.0	2.0	7	25	21	15	520
3°	3 180mm	6.5	2.0	7	25	16	15	520
4°	3 180mm	9.0	2.0	7	25	14	15	520
5°	3 180mm	11.5	2.0	7	25	12	15	520
6°	3 180mm	13.5	2.0	7	25	10	15	520
7°	3 180mm	15.5	2.0	7	30	9	15	550

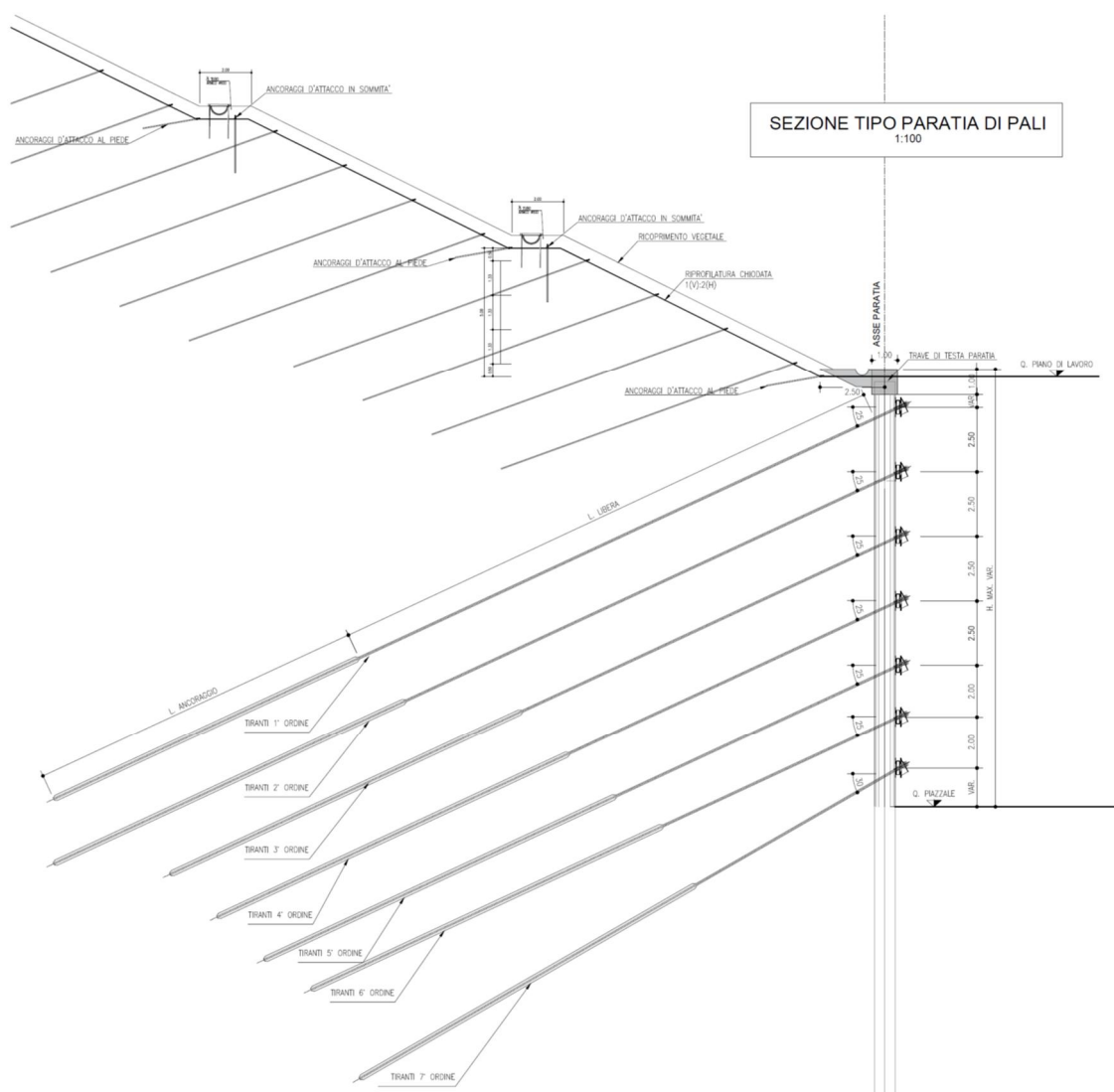


Figura 12-14 Imbocco Polcevera / San Rocco - Paratia di imbocco: Sezione tipologica 1

Tabella 12-3 Imbocco Polcevera / San Rocco - Paratia di imbocco - Sezione tipologica 2: Tiranti

Ordine	Perforazioni	Quota da testa cordolo [m]	Interasse [m]	n° trefoli [-]	Inclinazione [°]	L _L lunghezza libera [m]	L _A lunghezza attiva [m]	Pretiro [kN]
1°	3 180mm	1.5	2.0	6	0	23	13	400
2°	3 180mm	4.0	2.0	7	0	21	15	400
3°	3 180mm	6.5	2.0	7	25	16	15	520
4°	3 180mm	9.0	2.0	7	25	14	15	520
5°	3 180mm	11.5	2.0	7	25	12	15	520
6°	3 180mm	13.5	2.0	7	25	10	15	520
7°	3 180mm	15.5	2.0	7	30	9	15	550

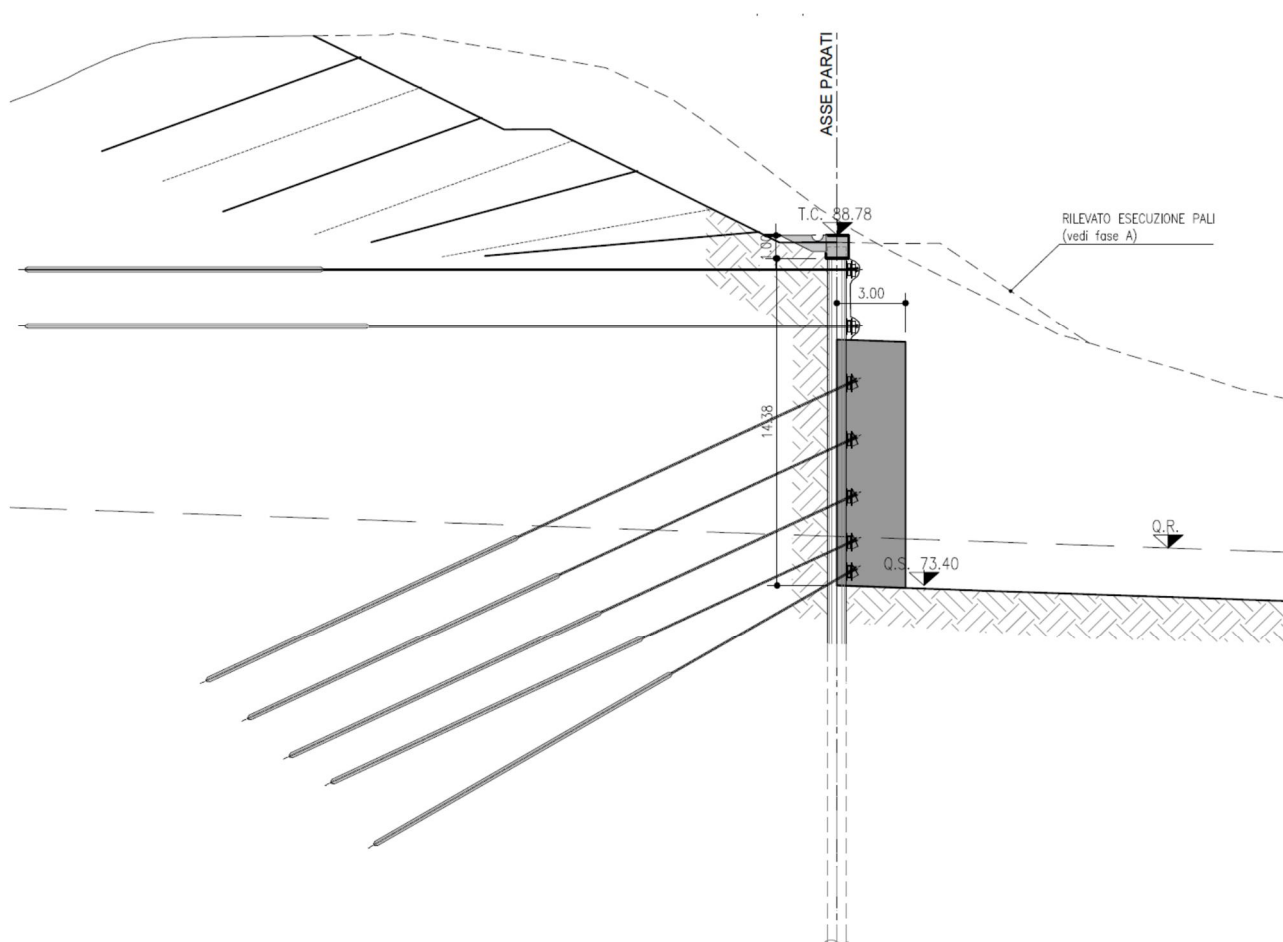


Figura 12-15 Imbocco Polcevera / San Rocco - Paratia di imbocco: Sezione tipologica 2

12.3 IMBOCCO GALLERIE POLCEVERA / BACCAN / BRIC DU VENTO

12.3.1 Inquadramento dell'area di imbocco

L'imbocco delle Gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Vento in oggetto è ubicato ad Est del nuovo Viadotto Genova e a monte dell'attuale carreggiata Nord dell'Autostrada A7, come indicato in Figura 12-1. Il traffico lungo le Gallerie Polcevera e Baccan è uscente in direzione Genova dall'imbocco in oggetto mentre il traffico lungo la Galleria Bric du Vento è entrante, proveniente da Genova, nell'imbocco in oggetto.

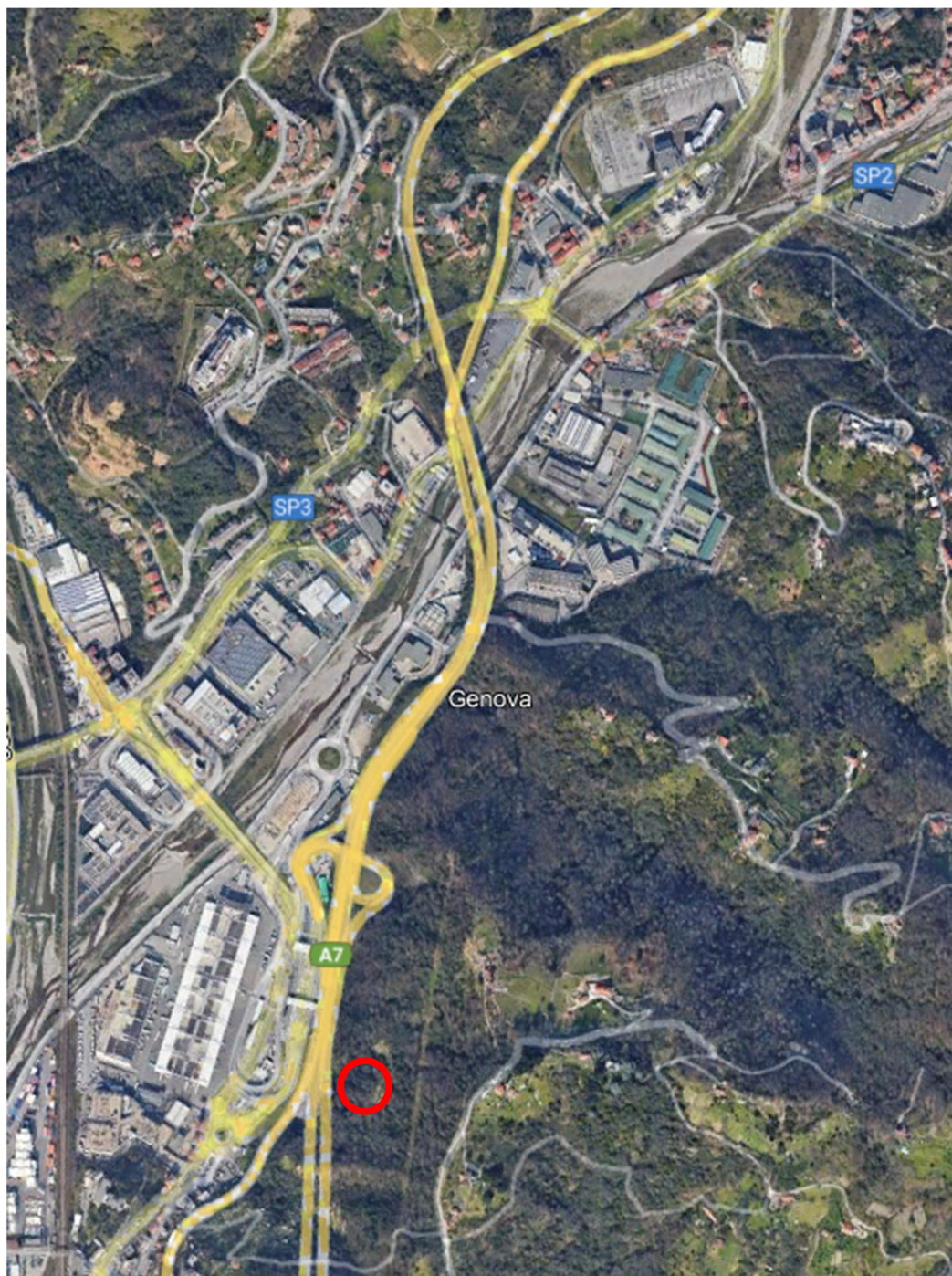


Figura 12-16 Imbocco Gallerie Polcevera / Baccan / Bric du Vento: Inquadramento planimetrico

12.3.2 Inquadramento geotecnico

L'opera si colloca su un pendio esteso fino a 170m ca. a tergo dell'opera di sostegno, con una pendenza massima del terreno esistente pari a circa 37°.

Dalle evidenze geologiche, riportate nella Relazione Geologica, il versante non è soggetto a fenomeni franosi. È presente un sondaggio in prossimità dell'opera in oggetto IE7 (profondo 35m).

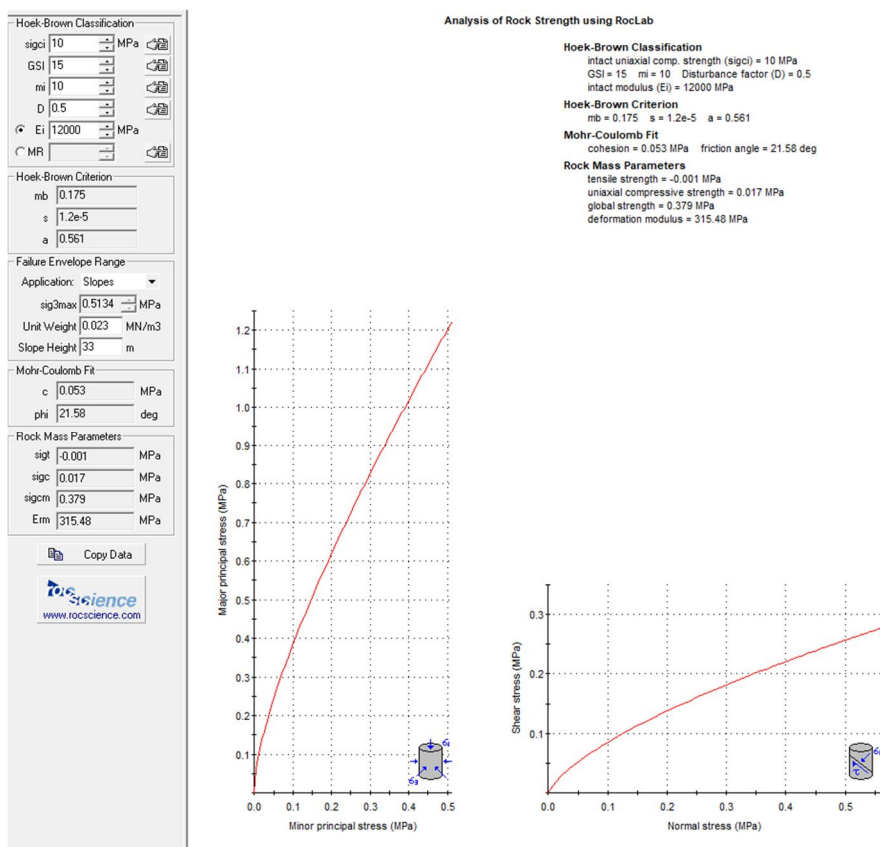
Sulla base delle Sezioni Geotecniche e del Profilo Geotecnico **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si possono individuare le seguenti formazioni geotecniche procedendo con la profondità a partire dal piano campagna:

- Coperture delle Argilliti di Montanesi (C_{MTE}) con spessore circa 4.0m
- Cappellaccio delle Argilliti di Montanesi (MTE-cap) con spessore circa 16.0m
- Argilliti di Montanesi (MTE).

Le caratteristiche meccaniche dei terreni e rocce sopramenzionate sono riportate in apposita relazione.

La stratigrafia sopra descritta è stata adottata nei predimensionamenti delle opere di imbocco adottando valori caratteristici di terreni e rocce medio-cautelativi. Nel merito delle analisi di stabilità, il Cappellaccio delle Argilliti di Montanesi (MTE-cap) è stato caratterizzato in modo univoco per l'intero spessore dello strato attraverso il software ROCLAB per condizioni "slope", ottenendo i seguenti valori caratteristici: $j' = 21.6^\circ$, $c' = 53.0$ kPa.

In sito è presente una falda superficiale, ipotizzata a circa 22m di profondità dal piano campagna.



12.3.3 Descrizione delle opere di sostegno degli scavi

L'imbocco verrà realizzato in più fasi costruttive necessarie alla realizzazione di diverse opere, sia provvisorie che definitive.

Nel dettaglio, durante la sistemazione provvisoria, è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Viabilità di servizio MP030 per l'accesso al piazzale
- Rilevati in addossamento al versante per realizzare la pista per pali e micropali, dettagliati negli elaborati di progetto
- Scarpate chiodate a monte della paratia di alleggerimento
- Paratia di alleggerimento in micropali multi-tirantata
- Scarpate chiodate a monte della paratia di imbocco
- Paratia di imbocco (pali e micropali) multi-tirantata
- Dime e gallerie artificiali.

Le tavole grafiche che illustrano la sequenza costruttiva per la fase provvisoria dell'imbocco delle Gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Vento sono:

- Pianta scavi Fase A (
- Pianta scavi Fase
- Pianta scavi fase C
- Profili e sezioni
- Dettagli di progetto

La Spalla lato Savona del Viadotto Genova, prevede la possibilità di essere realizzata in modo indipendente dall'imbocco delle Gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Vento; tuttavia, la realizzazione della Spalla è necessariamente correlata alle fasi di realizzazione dell'Imbocco, in quanto è necessario che essa sia realizzata prima della sistemazione finale. Le opere provvisorie necessarie alla realizzazione della Spalla sono le seguenti:

- Paratia in pali e micropali multi-tirantata
- Scarpate chiodate e monte della paratia con pendenza 1:1 (V:H, essendo V=Verticale e H=Orizzontale)
- Muri di sostegno su micropali (Tratto A, Tratto B e Tratto C) e conseguenti rilevati per realizzare la viabilità di accesso alla pista necessaria alla installazione dei pali e micropali della paratia multi-tirantata.

Le tavole grafiche che illustrano la sequenza costruttiva per le opere provvisorie della Spalla Savona del Viadotto Genova sono:

- Planimetria
- Profilo e sezioni
- Dettagli

Concluso lo scavo delle Gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Vento e la realizzazione della Spalla Savona del Viadotto Genova, è prevista per la sistemazione finale dell'imbocco la realizzazione delle seguenti opere:

- Ritombamento della galleria artificiale ed opere di sostegno annesse, dettagliata negli elaborati di progetto
- Muro in terra rinforzata collocato a Sud della Spalla del Viadotto Genova, dettagliata negli elaborati di progetto
- Piazzale con edificio tecnico e muri di sostegno su fondazione diretta annessi, dettagliata negli elaborati di progetto.

Le tavole grafiche che illustrano la sequenza costruttiva per la sistemazione definitiva dell'imbocco delle Gallerie Polcevera, Baccan e Bric du Vento sono:

- Planimetria
- Profilo e sezioni

12.3.4 Sezioni tipo

12.3.5 Paratia di alleggerimento

La sezione tipo indicata in Figura 12-19, tracciata in corrispondenza dell'asse della Galleria Baccan, è rappresentativa dell'opera, sebbene per alcuni tratti sia previsto uno sbalzo maggiore e la conseguente introduzione di un terzo ordine di tiranti. A valle della paratia di alleggerimento, per il suo intero sviluppo, è presente una riprofilatura chiodata con pendenza variabile; il ruolo dell'opera, oltre al sostegno del fronte di scavo, è quello di migliorare le condizioni di stabilità locale e quindi ottimizzare il dimensionamento delle chiodature a valle.

La paratia è prevalentemente definitiva (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto).

Le caratteristiche dei tiranti e le lunghezze di micropali, qui descritte per le sezioni di calcolo dove l'altezza di scavo della paratia è maggiore, sono state opportunamente adattate nelle zone in cui l'altezza di scavo risulta inferiore.

Per i dettagli circa la geometrizzazione puntuale delle opere si fa rimando agli elaborati grafici di progetto.

12.3.6 Paratia di imbocco

La geometria di imbocco è articolata e considera sia micropali che pali di diverso diametro; i tratti che presentano la maggiore altezza di sbalzo, pari a 23m ca., si trovano in corrispondenza dell'Imbocco delle Gallerie Baccan e Polcevera e del tratto di connessione tra le Gallerie Baccan e Bric du Vento. Per il predimensionamento dell'opera nei tratti sopramenzionati sono state considerate due sezioni tipo:

- la prima sezione in corrispondenza dell'asse della Galleria Baccan, indicata in Figura 12-19, consiste in una paratia di pali D1000mm, disposti su una singola fila ad un iterasse pari a 1200mm, tirantata con 10 ordini di tiranti in trefoli attivi.
- la seconda sezione in corrispondenza della doppia fila di pali nel tratto subito a valle dell'intersezione con la singola fila di pali, indicata in Figura 12-20, prevede una disposizione allineata dei pali D1000mm su doppia fila, con interasse pari a 1200mm e tirantata con due ordini di tiranti attivi.

Le paratie di questo imbocco sono prevalentemente provvisoriale in corrispondenza delle gallerie, mentre la zona rivolta sul piazzale e edificio tecnico ha funzione definitiva (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto).

Le caratteristiche dei tiranti e le lunghezze dei pali, qui descritte per le sezioni di calcolo dove l'altezza di scavo della paratia è maggiore, sono state opportunamente adattate nelle zone in cui l'altezza di scavo risulta inferiore.

Per i dettagli circa la geometrizzazione puntuale delle opere si fa rimando agli elaborati grafici di progetto.

12.3.7 Approfondimenti necessari per la progettazione esecutiva

Le opere d'imbocco, in particolare in corrispondenza delle Gallerie Baccan e Polcevera, prevedono un'importante modifica nelle geometrie del versante con l'inserimento di due opere di sostegno in successione (paratia di alleggerimento a monte e paratia di imbocco); al fine di verificare accuratamente la stabilità globale del versante, in sede di Progettazione Esecutiva occorrerà approfondirne lo studio mediante analisi agli elementi finiti che mettano in conto la presenza di tutte le opere e la loro influenza reciproca.

Si ritiene inoltre opportuno valutare in sede di progettazione esecutiva la reale esigenza di rendere indipendente lo scavo della Galleria Bric du Vento dalla realizzazione della Galleria artificiale dell'imbocco Polcevera e Baccan; infatti, se così non fosse, si potrebbe ridefinire la geometria della paratia che congiunge gli Imbocchi Baccan e Bric du Vento con una soluzione meno onerosa e meno complessa in termini costruttivi.

Considerate le geometrie in oggetto e la presenza di un solo sondaggio nei pressi dell'Imbocco, si ritiene opportuna l'esecuzione di alcuni sondaggi integrativi a conferma delle ipotesi progettuali; tali sondaggi non sono previsti nel documento di indagini integrative; qualora per problematiche di accesso tali sondaggi non fosse possibili effettuarli in sede di progettazione esecutiva, se ne raccomanda l'esecuzione durante le prime fasi di costruzione.



Figura 12-17 Imbocco Polcevera, Baccan e Bric du Vento: Paratie di imbocco

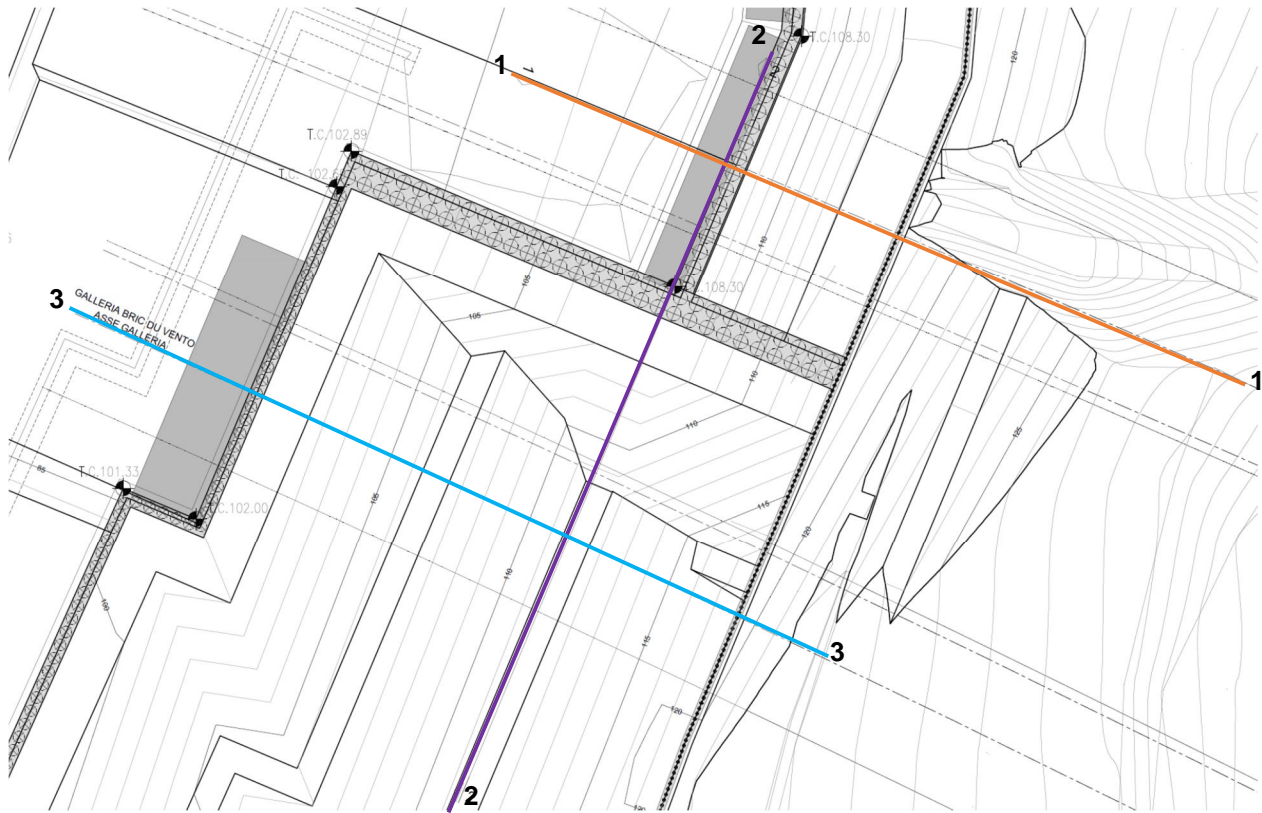


Figura 12-18 Imbocco Polcevera / Baccan / Bric du Vento: Tracce Sezioni tipologiche 1, 2 e 3

Tabella 12-4 Imbocco Polcevera / Baccan / Bric du Vento – Paratia di alleggerimento - Sezione tipologica: Tiranti

Ordine	Perforazioni	Quota da testa cordolo [m]	Interasse [m]	n° trefoli [-]	Inclinazione [°]	L _L lunghezza libera [m]	L _A lunghezza attiva [m]	Pretiro [kN]
1°	3 180mm	0.35	2.0	6	20	7	7	50
2°	3 180mm	2.35	2.0	6	20	6	8	200
3°	3 180mm	4.35	2.0	6	20	5	12	400

Tabella 12-5 Imbocco Polcevera / Baccan / Bric du Vento - Paratia di imbocco - Sezione tipologica 1: Tiranti

Ordine	Perforazione	Quota da testa cordolo [m]	Interasse [m]	n° trefoli [-]	Inclinazione [°]	L _L lunghezza libera [m]	L _A lunghezza attiva [m]	Pretiro [kN]
1°	3 180mm	2.0	3.6	6	5	24	12	150
2°	3 180mm	4.5	2.4	6	5	23	12	350
3°	3 180mm	7.0	2.4	6	10	22	15	450
4°	3 180mm	8.2	2.4	6	10	21	15	450
5°	3 180mm	10.4	2.4	6	10	20	15	450
6°	3 180mm	12.6	2.4	6	15	19	15	450
7°	3 180mm	14.8	2.4	6	15	18	15	450
8°	3 180mm	17.0	2.4	7	20	17	15	500
9°	3 180mm	19.2	2.4	7	20	16	15	500
10°	3 180mm	21.4	2.4	7	20	15	15	520

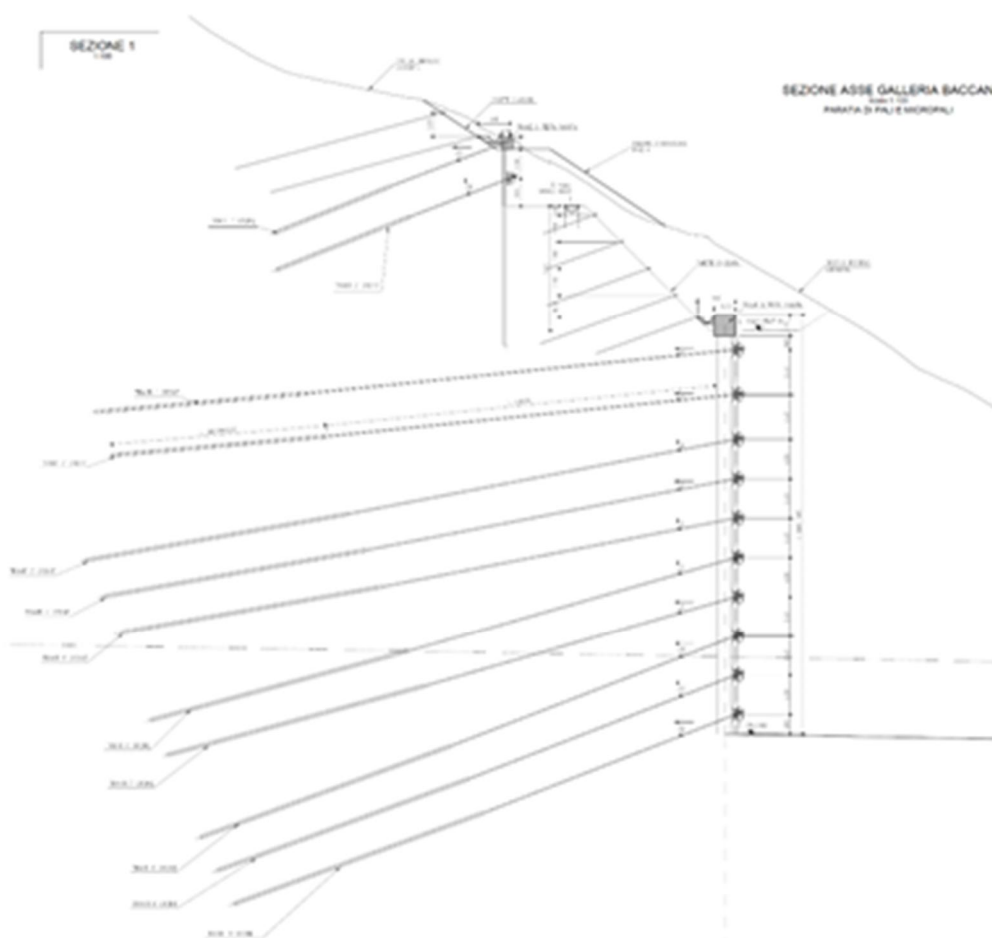


Figura 12-19 Imbocco Polcevera / Baccan / Bric du Vento: Sezione tipologica 1

Tabella 12-6 Imbocco Polcevera / Baccan / Bric du Vento - Paratia di imbocco - Sezione tipologica 2: Tiranti

Ordine	Perforazioni	Quota da testa cordolo [m]	Interasse [m]	n° trefoli [-]	Inclinazione [°]	L _L lunghezza libera [m]	L _A lunghezza attiva [m]	Pretiro [kN]
1°	3 180mm	2.0	1.2	6	0	24	12	300
2°	3 180mm	4.5	1.2	7	0	23	14	500

Tabella 12-7 Imbocco Polcevera / Baccan / Bric du Vento - Paratia di imbocco - Sezione tipologica 3: Tiranti

Ordine	Perforazione	Quota da testa cordolo [m]	Interasse [m]	n° trefoli [-]	Inclinazione [°]	L _L lunghezza libera [m]	L _A lunghezza attiva [m]	Pretiro [kN]
1°	3 180mm	2.0	3.0	6	5	25	12	300
2°	3 180mm	4.0	3.0	6	5	24	12	300
3°	3 180mm	6.0	2.0	6	5	23	15	430
4°	3 180mm	8.0	2.0	6	5	22	15	430
5°	3 180mm	10.0	2.0	6	5	21	15	430
6°	3 180mm	12.0	2.0	6	5	20	15	430
7°	3 180mm	14.0	2.0	6	5	19	15	430
8°	3 180mm	16.0	2.0	6	5	18	15	430

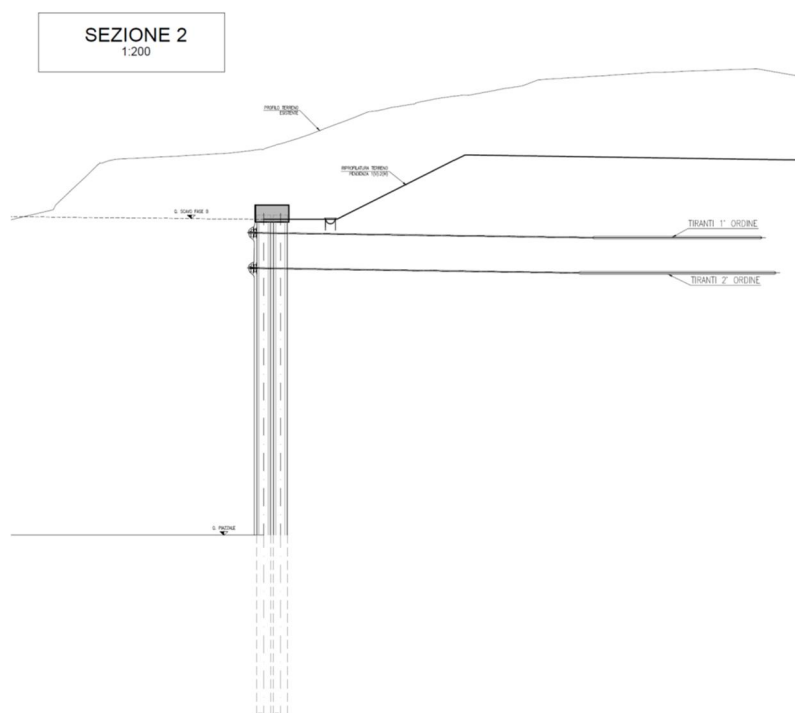


Figura 12-20 Imbocco Polcevera / Baccan / Bric du Vento: Sezione tipologica 2

12.4 SISTEMAZIONI FINALI

Al termine dello scavo delle gallerie naturali, previa realizzazione delle gallerie artificiali, il fronte d'imbocco verrà adeguatamente rivestito mitigando l'impatto visivo dell'opera di sostegno. Tale attività consiste essenzialmente in movimenti di terra finalizzati al ricoprimento della paratia di micropali e al rimodellamento del piazzale, rendendolo accessibile ai mezzi di manutenzione e di sicurezza. Il fronte d'imbocco viene, pertanto, adeguatamente interrato e mascherato mediante la realizzazione di banche e scarpate in terra rinforzata che contribuiranno all'inserimento paesaggistico degli imbocchi stessi e alla ricucitura dei versanti.

Gli scavi immediatamente a tergo sono in parte rimodellati con pendenze più dolci e in parte protetti mediante intervento antiersivo di rinaturalizzazione realizzato tramite piantumazione di sementi di specie erbacee perenni a radicazione profonda e resistente.

Sul piano stradale, i portali d'imbocco verranno sagomati a "becco di flauto" minimizzando la superficie visibile, ottenendo un fronte omogeneo e morfologicamente integrato con le pendenze del terreno circostante.

Le immagini nelle successive figure riportano la configurazione planimetrica degli imbocchi al termine delle attività di cantiere.

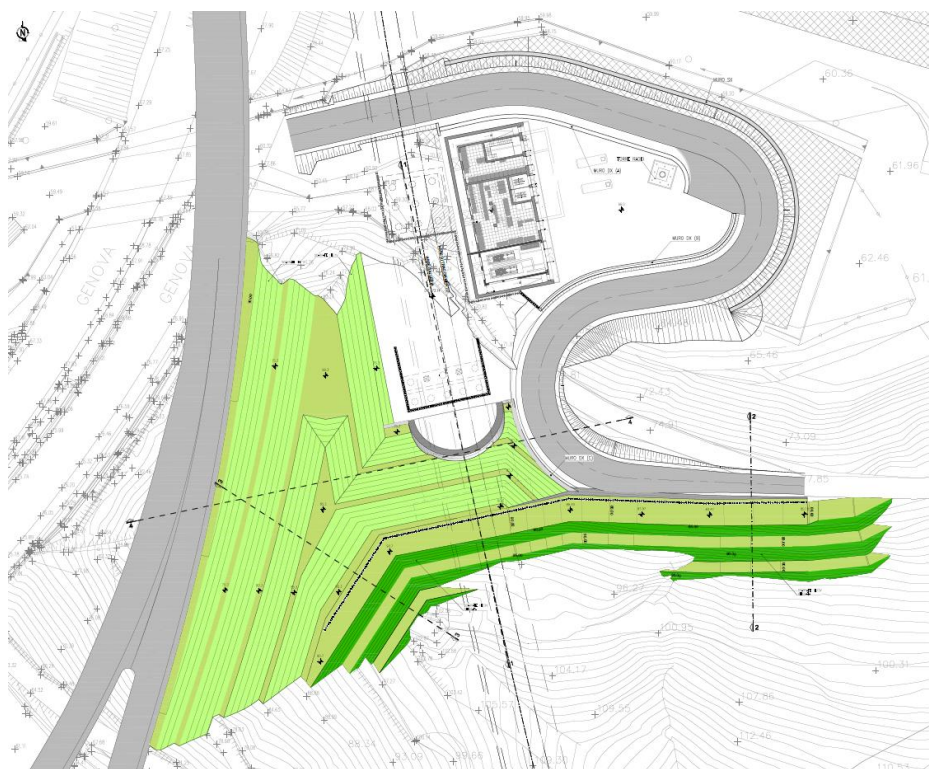


Figura 12-21. Planimetria delle sistemazioni finali dell'imbocco Forte Diamante

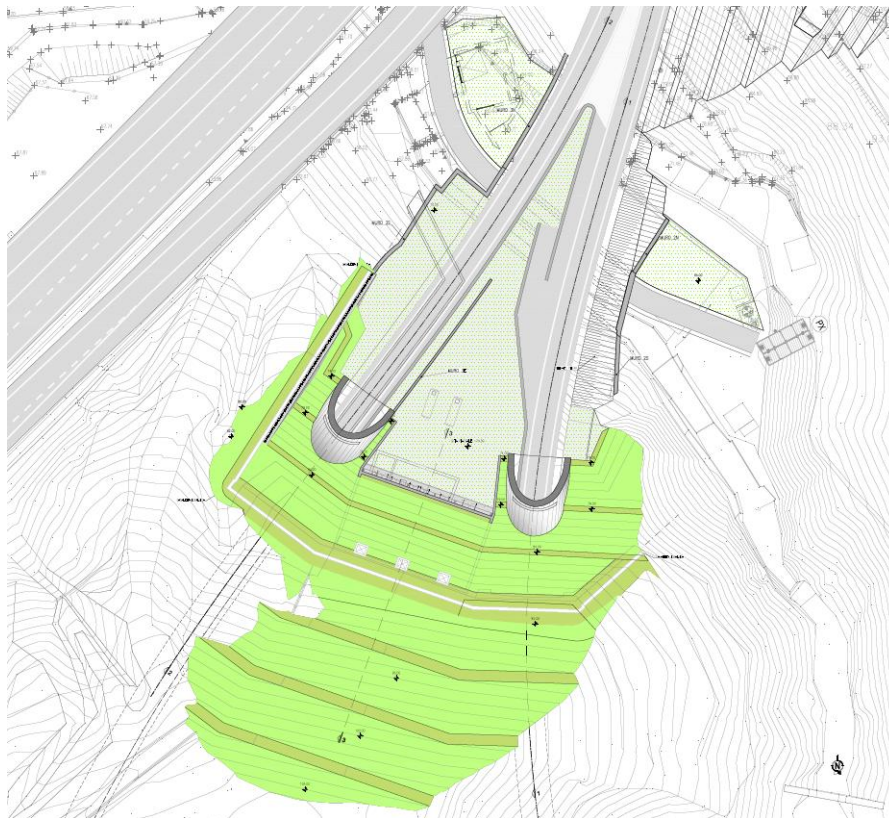


Figura 12-22. Planimetria delle sistemazioni finali dell'imbocco Polcevera/San Rocco

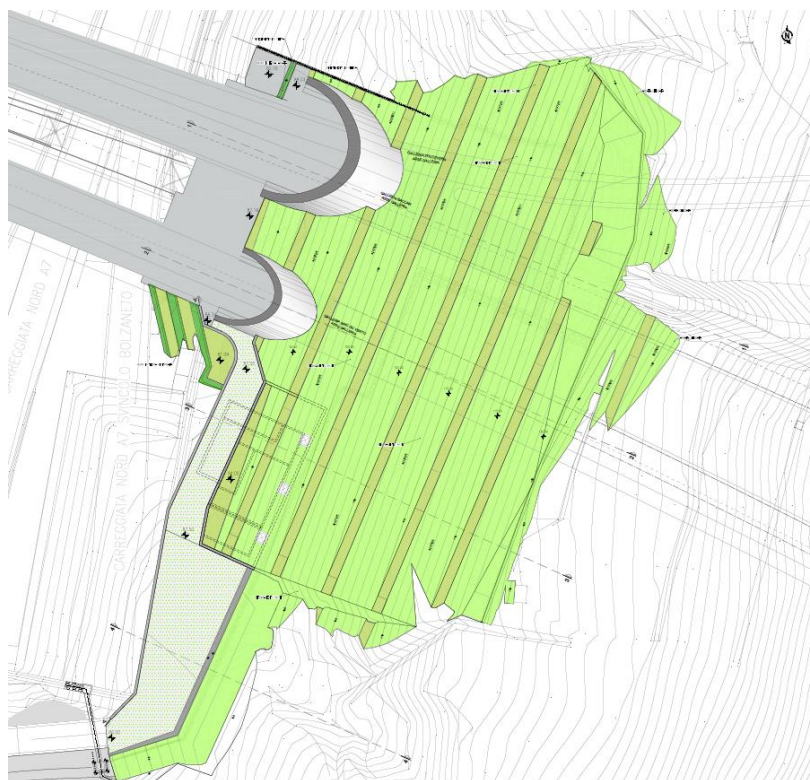


Figura 12-23. Planimetria delle sistemazioni finali dell'imbocco Polcevera/Bric du Vento/Baccan

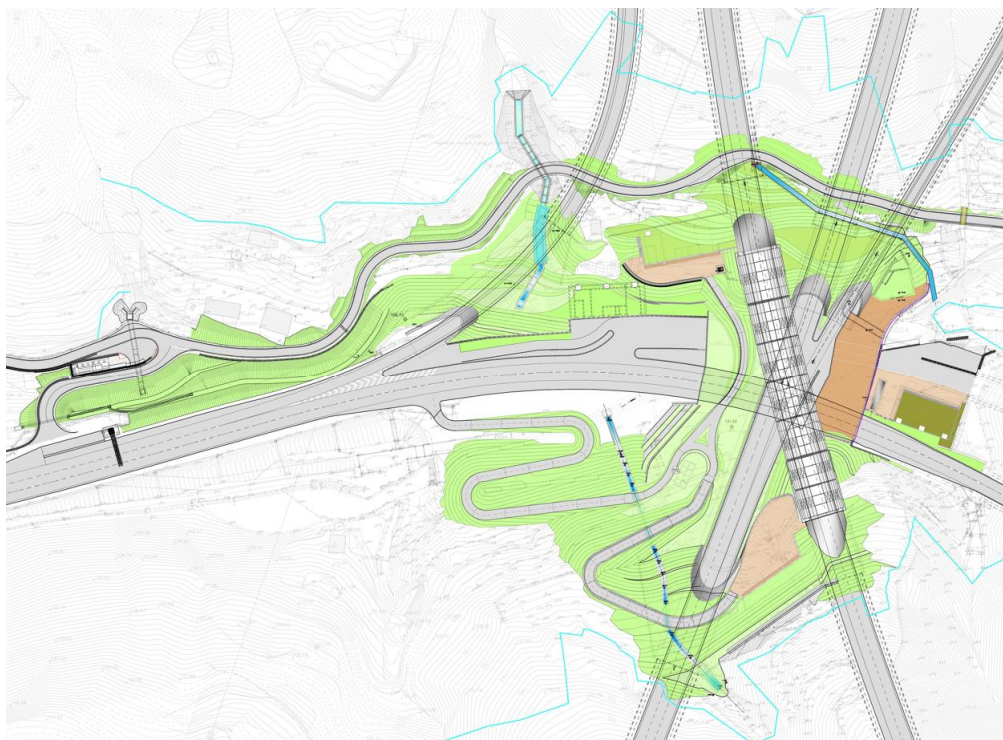


Figura 12-24 Planimetria delle sistemazioni finali dell'ambito Torbella

12.4.1 Imbocchi area Bolzaneto

Gallerie Forte Diamante - Polcevera/San Rocco

La sistemazione finale dell'area dei tre imbocchi in oggetto deve tener conto delle numerose esigenze tecnico-impianistiche che assicurano l'esercizio in sicurezza delle tre gallerie. Sono necessarie due cabine elettriche e due vasche antincendio. Inoltre la galleria San Rocco dispone di un cunicolo di fuga che corre sotto la carreggiata, dunque bisogna prevedere l'uscita dello stesso con annessa centrale di ventilazione.

Tutti questi volumi e apparati devono essere raggiungibili dai mezzi di manutenzione in fase di esercizio. La sistemazione definitiva deve misurarsi anche con spazi molto contenuti per limitare lo scavo in un versante scosceso già danneggiato dall'attività antropica, limitando al massimo le interferenze del cantiere con il normale esercizio dell'autostrada A7.

La soluzione progettuale intende perseguire come primo obiettivo quello di occultare la maggior parte degli apparati funzionali tramite l'interramento dove possibile, offrendo in particolare al fondovalle un fronte quanto più omogeneo e lineare, per non aggravare il versante già depauperato dai precedenti interventi con adduzioni semiologicamente e semanticamente incoerenti.

In ottemperanza alle prescrizioni ricevute in fase di VIA, la finitura del paramento esterno delle cabine si divide in due differenti tipologie di trattamento. La prima in calcestruzzo liscio viene realizzata nelle fasce inferiori (h da terra 1,00m in corrispondenza del marciapiede e h da terra 1,20 m nelle restanti zone) e superiori (h 0,50 cm). La seconda, interposta alle due precedenti fasce, è realizzata con matrice contro-cassero (tipo RECKLI 2/75 Kocher) con motivo a costolature verticali.

Per quanto riguarda invece i muri in terra armata, eseguiti per sostenere i piazzali e le viabilità di accesso, questi sono rivestiti in pannelli in C.A. con inserita una matrice a vista effetto intonaco a spruzzo (tipo RECKLI 2/105 Euphrat).

Il rimodellamento morfologico proposto cerca di ricomporre il crinale interessato dal largo scavo, riallacciando dolcemente il terreno alle numerose opere murarie per favorirne l'inserimento paesaggistico e coprendo nello

stesso tempo tutte le paratie. Il terreno naturale di riporto garantirà uno spessore minimo e pendenza superficiale tali da permettere la piantumazione e la crescita di specie arbustive e arborate autoctone atte ad integrare l'opera e ripristinare la continuità del contesto paesaggistico-vegetazionale esistente; per maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati specifici inerenti le opere a verde.

Galleria Polcevera/Bric du Vento/Baccan

La sistemazione finale dell'area si propone di ricomporre il versante ampiamente interessato dagli scavi e allo stesso tempo di proporre una soluzione architettonica minimale ma significativa, in grado di inserirsi correttamente nel paesaggio e di rapportarsi senza scomparire con il frontistante Viadotto Genova. Dall'intersezione con le paratie di scavo, le carreggiate proseguono in galleria artificiale fino alla spalla del viadotto, dove gli imbocchi si allineano in un unico fronte. Il portale è tagliato planimetricamente in linea inclinata con gli assi stradali per assecondare meglio la morfologia del pendio.

Poiché il viadotto incrocia trasversalmente l'autostrada esistente passando circa 15 m più in alto, il forte dislivello è assorbito nel poco spazio a disposizione da una serie di muri in terra armata e in terra rinforzata, sovrapposti, che si collegano alla spalla inglobandola nel disegno finale composto da linee rette raccordate da tratti curvilinei. In questo contesto è stata studiata una soluzione di collocazione e accesso per i vani tecnicoimpiantistici che comportasse un consumo superficiale minimo. Gli apparati richiesti sono concentrati in un unico blocco, in destra rispetto la corsia della galleria Bric du Vento est. I volumi tecnici sono interrati su tre lati. Gli unici elementi emergenti dal terreno sono rappresentati dai camini di ventilazione di dimensioni 2,30x2,30 m, realizzati in cemento armato in continuità con la struttura

Il carattere architettonico dell'opera viene espresso attraverso l'arretramento di parte della facciata di 0,60 m rispetto al filo esterno. Ai lati della facciata della cabina sono presenti due muri di contenimento in C.A. il cui spessore di 0,60 cm permette l'allineamento con il filo esterno della facciata. La finitura del paramento esterno si divide in due differenti tipologie di trattamento. La prima in calcestruzzo liscio viene realizzata nelle fasce inferiori (h da terra 1,00 m in corrispondenza del marciapiede e h da terra 1,20 m nelle restanti zone) e superiori (h 0,50 m). La seconda, interposta alle due precedenti fasce, è realizzata con matrice contro-cassero (tipo RECKLI 2/75 Kocher) con motivo a costolature verticali. Il piazzale è realizzato con manto d'usura in conglomerato bituminoso posato su idoneo sottofondo.

Il rimodellamento morfologico del versante a monte della quota di progetto stradale avviene con una successione di banche di terreno naturale steso con una moderata pendenza, in modo da poter essere piantumato con specie arbustive e arboree. La galleria a sezione circolare e il volume impiantistico sono progettati per essere anch'essi interrati con uno strato minimo di terreno di ricoprimento per garantirne il rinverdimento. Il riporto di terreno copre tutte le paratie di scavo e segue l'andamento del pendio originale, arretrando sopra l'innesto della galleria Polcevera con la Baccan.

Tra la galleria artificiale e il blocco impiantistico si ricorre all'uso di un muro C.A. con faccia-vista in matrice effetto costolatura, a sostegno del rilevato di monte. Resta scoperta, a valle del piazzale, una piccola porzione del fronte di scavo: quest'area sarà inerbita attraverso l'intasatura con miscele d'idrosemina

12.4.2 Imbocchi area Torbella

L'area Torbella è un nodo particolarmente complesso per la presenza variegata delle nuove opere che si sviluppano a congiunzione di due opposti versanti. Il progetto della sistemazione mira alla totale copertura delle opere a sostegno degli scavi e per una omogenea sistemazione di ricucitura con il territorio circostante. L'area d'intervento, necessaria alla realizzazione del piazzale d'imbocco, sebbene sia planimetricamente contenuta, presenta opere di scavo importanti, dovute all'acclività del pendio. La soluzione proposta intende inserire il congiunto architettonico nel paesaggio richiamando la semiologia dei pendii terrazzati comuni in questi versanti.

Per questo motivo i volumi tecnici sono, per quanto possibile, interrati, lasciando a vista la sola facciata principale delle cabine elettriche e quota parte dei prospetti laterali. Gli unici elementi emergenti dal terreno sono rappresentati dai camini di ventilazione di dimensioni 2.30x2.30m, realizzati in cemento armato in continuità con la struttura.

La finitura del paramento esterno della cabina si divide in due differenti tipologie di trattamento. La prima in calcestruzzo liscio viene realizzata nelle fasce inferiori (h da terra 1,00m in corrispondenza del marciapiede e h da terra 1,20 m nelle restanti zone) e superiori (h 0,50 cm). La seconda, interposta alle due precedenti fasce, è realizzata con matrice contro-cassero (tipo RECKLI 2/75 Kocher) con motivo a costolature verticali. Al termine dei lavori di costruzione della cabina verrà realizzato un ritombamento per il reinterro del fronte di scavo e delle opere con un disegno morfologico analogo a quello ante operam.

Come già accennato, le opere di ripristino e mitigazione ambientale in progetto tenderanno a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti.

13 GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO

La procedura di gestione dei materiali e delle terre da scavo è svolta ai sensi del D.M. 161/2012.

A seguito delle variazioni legislative, con l'aggiornamento al D.P.R. 120/2017 per la disciplina semplificata delle terre, lo scavo ed il riutilizzo dei materiali restano disciplinati dalla normativa vigente al momento della procedura di valutazione di impatto ambientale (art 27, comma 1 del citato D.P.R.).

I materiali di scavo, quindi, sono considerati a tutti gli effetti sottoprodotti secondo le indicazioni dettate dall'art. 184bis del D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. e sono gestiti ai sensi del D.M. 161/2012, secondo il decreto di approvazione di compatibilità ambientale, D.M. 28/2014.

Le modifiche progettuali sviluppate con la variante in oggetto non generano variazioni di volumi significative tali da richiedere un aggiornamento del Piano. I maggiori volumi di scavo, infatti, si attestano ad un incremento percentuale inferiore al 2% della produzione totale stimata del materiale da scavo dell'intervento complessivo.

Analogamente, la variante non prevede nuovi o diversi siti di deposito temporaneo e/o definitivo e non si generano, quindi, modifiche sostanziali al Piano di Utilizzo già approvato ed ancora in vigore.

Si precisa, infine, che nelle aree oggetto della presente variante non sono presenti rocce contenenti amianto e che non si prevedono modifiche alle metodologie di scavo previste per le gallerie rispetto a quanto ipotizzato nella soluzione di progetto.

13.1 CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI PREVISTE IN CORSO D'OPERA

In continuità con quanto già previsto in progetto, fatto salvo quanto indicato dal Regolamento in tema di caratterizzazione ambientale, i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione in corso d'opera contenuti nel PdU e quelli indicati nel parere della CTVIA sono:

- 1) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili in fase progettuale (zone di imbocco, viabilità, ecc.) e nelle zone potenzialmente amiantifere;
- 2) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione dei materiali da scavo che avranno origine dallo scavo in sotterraneo; la caratterizzazione può avvenire:
 - su cumuli, all'interno delle previste aree di cantierizzazione;
 - in appositi silos, all'interno delle previste aree di cantierizzazione;
 - preventiva o in avanzamento, nell'indisponibilità di apposite aree di caratterizzazione.

I materiali costituenti la porzione di scavo di interesse potranno essere trasferiti dal sito di produzione o dal deposito o al sito di destinazione solo dopo l'ottenimento dei risultati analitici.

Nel caso di campionamenti rappresentativi generalmente per scavi all'aperto, areali o lineari o puntuali, (principalmente aree di imbocco, pile e viabilità), la procedura seguirà gli schemi dettati dall'allegato 2 del D.M. 161/2012:

Tabella 13-1. Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.M. 161/2012

		ESTENSIONI	Punti di indagine	NOTE
1	AREE DI CANTIERE	Area < 2.500 m ²	minimo n.3	prelevare un campione per ogni litologia incontrata
		2.500 < Area < 10.000 m ²	3 + 1 ogni 2.500 m ²	
		> 10.000 m ²	7 + 1 ogni 5.000 m ² eccedenti	
2	TRACCIATO LINEARE	500 m lineari	1	prelevare un campione per ogni litologia incontrata

3	SCAVI < 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
4	SCAVI > 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 nella zona intermedia	

Tale schema è riferito alla modalità della caratterizzazione preventiva, eseguita tramite criteri di campionamento sistematici o casuali descritti dagli allegati 2 e 4 del D.M. 161/2012, ai fini della definizione dei punti di indagine. Si è tenuto a provvedere pertanto, in luogo della caratterizzazione in cumulo, una caratterizzazione in sito prima delle operazioni di scavo.

I campioni saranno conservati in maniera opportuna e sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio, solo dopo le procedure di macinazione come stabilito in seguito per la verifica delle conformità alle CSC di Tabella 1 o CSR di progetto. I campioni così prelevati andranno a formare aliquote distinte per prove analitiche distinte.

Qualunque sia la provenienza del campione, si opererà in modo da garantire una linea di campionamento (amianto e metalli/idrocarburi) che genererà campioni sigillati del peso di ca. 2 kg/cad., corredati da repliche identiche prelevate come garanzia delle parti. Le procedure di campionamento saranno ispezionabili senza preavviso dagli operatori degli Enti di controllo che esercitano in continuo un'attività di vigilanza su tutto il ciclo di gestione delle terre, dal confezionamento dei campioni alle attività di laboratorio. Durante le ispezioni sarà possibile prelevare direttamente dall'impianto di campionamento un terzo campione per le analisi in contraddittorio da parte di ARPAL. Al termine della fase di prelievo, i campioni, sigillati, etichettati, corredati dal verbale di campionamento, firmati dal personale campionatore appositamente formato, verranno consegnati al Laboratorio di cantiere per le operazioni di accettazione.

Le disposizioni e l'ubicazione dei punti, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al DM 161/2012, sono riportati in Capitolato Ambientale, quali indicazioni prescrittive alle imprese appaltatrici.

Il dettaglio con la posizione, le quantità dei prelievi sono presenti in allegato al suddetto capitolato con specifiche tavole planimetriche.

Le modalità di esecuzione delle indagini devono essere conformi con le indicazioni del Regolamento agli allegati 2, 4 e 8A.

Si evidenzia che il Proponente ha condiviso con l'Ente di controllo alcune modalità operative per il prelievo e l'analisi dei campioni (si veda elaborato AMB0010, Protocollo di campionamento ed analisi). L'Appaltatore deve rispettare le prescrizioni dettate dal suddetto documento. Le modalità di prelievo ed analisi dovranno riferirsi al Protocollo di campionamento ed analisi (AMB0010).

L'elenco delle indagini, in sintesi, risulta essere quello riportato nelle disposizioni del D.M. 161/2012 in ottemperanza alla prescrizione T4 del parere 1239 del 2013 del CTVA ed al quale si rimanda.

13.2 DICHIARAZIONE AVVENUTO UTILIZZO

Secondo quanto indicato all'art. 12 del Regolamento, l'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al piano di Utilizzo deve essere attestato dall'esecutore mediante la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU). Tale documentazione, da produrre a conclusione dei lavori di escavazione e di utilizzo di tutta l'opera a progetto, deve essere redatta dall'esecutore in conformità alle indicazioni dell'allegato 7 del regolamento.

Nel caso del lotto in esame, risultano essere strategici i rapporti con altri esecutori del Piano di Utilizzo della Gronda che comportano riflessi non solo nei rapporti documentali (si veda capitolato ambientale AEM0001).

Sarà implicita una particolare attenzione perché il materiale di scavo, nel passaggio tra lotto produttore e lotto utilizzatore, sia gestito in conformità alle disposizioni del Piano di Utilizzo e del D.M. 161/2012.

Nell'ambito di lavorazione eseguite con appalti differenti tra Lotti e nelle more della gestione a sottoprodotto delle terre da scavo, è previsto il caso in cui la movimentazione dei materiali di scavo avvenga verso depositi o siti di destinazione finale gestiti da diversa impresa appaltatrice. In tale evenienza è obbligatorio gestire il rapporto con l'appaltatore del Lotto interessato al deposito in atteso di utilizzo o alla messa in dimora definitiva. Questo appaltatore, individuato come utilizzatore dello scavo, è infatti qualificato quale soggetto terzo ai sensi del comma 5 dell'art. 12 del D.M. 161/2012, e quindi esecutore del Piano di Utilizzo per il riutilizzo dei materiali escavati da altri.

Quindi, nell'ipotesi per cui vi sia prevista la gestione tra lotti con differenti appalti, gli Esecutori degli scavi confluiranno il materiale in area di cantiere di caratterizzazione o di deposito temporaneo (in CI04 Cornigliano o in CI06 Campursone): prevedendo che parte di questi volumi siano destinati, come indicato nel Piano approvato, all'opera a mare e nel caso ad alcune specifiche lavorazioni di riempimento, ritombamento o sistemazione nei siti a terra.

Gli Esecutori degli scavi dovranno segnalare nella propria Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (D.A.U. come da allegato 7 del citato D.M.) il periodo entro il quale il soggetto del Lotto di appartenenza del sito di destinazione definitivo debba completare l'utilizzo.

Pertanto, l'Impresa realizzatrice del sito di destinazione finale dovrà garantire sulla base di quanto disposto in comma 5 di riutilizzare i materiali di scavo in opera entro i tempi indicati dall'Esecutore degli scavi nella propria D.A.U. Questi tempi di riutilizzo sono comunque dettati dal cronoprogramma dell'opera.

Al termine delle operazioni di riutilizzo, l'Appaltatore individuato come soggetto terzo, dovrà darne comunicazione all'Autorità competente. Allo stesso tempo invierà la medesima comunicazione all'Esecutore degli scavi. L'omessa dichiarazione di avvenuto utilizzo da parte del soggetto terzo indicato comporta la cessazione, con effetto immediato, della qualifica del materiale escavato come sottoprodotto. E in tal senso l'Appaltatore del Lotto incaricato al riutilizzo sarà individuato come responsabile della variazione di inquadramento da sottoprodotti e delle conseguenze che questa variazione comporta.

L'esecutore del Lotto di scavo è tenuto su richiesta dell'Appaltatore del Lotto di riutilizzo a fornire la documentazione atta a garantire l'inquadramento a sottoprodotto del materiale di scavo per il suo riutilizzo, dando la possibilità di verificare la provenienza in coerenza con quanto disposto dal PdU.

14 DISPOSIZIONI GENERALI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE IN DISCARICA O IN IMPIANTI DI RECUPERO

Ai fini della definizione delle responsabilità l'Appaltatore si configurerà come produttore di tutti i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione e scavo. Come tale gestirà direttamente le fasi di caratterizzazione e classificazione dei rifiuti, nonché di compilazione e gestione del formulario di identificazione rifiuti e del registro di carico e scarico, secondo quanto stabilito dalle leggi in materia e dalle normative nazionali e regionali.

L'Appaltatore, relativamente alle attività di gestione dei rifiuti, si occuperà inoltre:

- della fornitura di idonei contenitori per il confezionamento dei rifiuti;
- della movimentazione all'interno del sito dalle aree di lavoro/confezionamento a quelle di deposito temporaneo;
- del confezionamento ed etichettatura dei rifiuti in relazione alla tipologia;
- della predisposizione, gestione e smantellamento a fine lavori delle aree adibite a deposito temporaneo;
- del carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto autorizzati;
- del trasporto e conferimento presso impianti esterni di recupero/trattamento/smaltimento.

L'Appaltatore, inoltre, si farà carico delle fasi di caratterizzazione, omologa, trasporto e smaltimento dei propri rifiuti, costituiti da rifiuti derivanti dalla gestione e manutenzione delle aree di cantiere di pertinenza dell'appaltatore, dalla manutenzione dei mezzi e delle attrezzature di proprietà dell'appaltatore (filtri, olii esausti, ecc), DPI usati, reflui dei bagni, materiali di consumo ecc., per i quali l'Appaltatore stesso si configurerà come produttore.

L'Appaltatore dovrà redigere il Piano di Gestione dei rifiuti di cantiere, in considerazione delle linee dettate normativa del settore ed in ottemperanza al contratto di affidamento che sarà sottoscritto con la Committente.

Il Piano dovrà menzionare le attività di cantiere che potranno originare rifiuti e dovrà indicare i rifiuti che l'Appaltatore prevede saranno prodotti nell'ambito del cantiere, in termini sia di tipologia che di stima approssimativa, e dovrà individuare le modalità di raccolta, le aree destinate allo stoccaggio e le misure previste per evitare sversamenti accidentali, indebita commistione di rifiuti e una cattiva gestione in genere. Il Piano dovrà definire le modalità di tracciamento dei rifiuti nel rispetto della normativa vigente, individuando i responsabili della tenuta della documentazione e del controllo dell'applicazione delle modalità previste nel Piano stesso. Il Piano dovrà contenere come minimo:

- identificazione e caratterizzazione del rifiuto;
- assegnazione del codice CER al rifiuto;
- deposito preliminare alla raccolta (deposito temporaneo);
- etichettatura;
- gestione del rifiuto in fase di deposito;
- compilazione e vidimazione dei Formolari di Identificazione del Rifiuto (FIR);
- compilazione dei Registri di Carico/Scarico;
- conferimento incarico ai trasportatori, intermediari e destini finali;
- verifica della validità delle autorizzazioni dei trasportatori, intermediari e destini;
- corretto conferimento ai destini, mediante verifica del ritorno della 4a copia, per la corretta tracciabilità dei rifiuti, entro il tempo designato (90 giorni).
- conservazione dei documenti con le corrette modalità e tempistiche;
- compilazione del SISTRI per la tracciabilità del rifiuto, ove previsto;
- compilazione della dichiarazione annuale (MUD-Modello Unico di Dichiarazione Ambientale).

L'Appaltatore, nel redigere il Piano, dovrà inoltre indicare pratiche di controllo e monitoraggio delle aree di deposito dei rifiuti mettendo in conto tutti i possibili accorgimenti che sono riportati a titolo esemplificativo e non esaustivo nel Capitolato Ambientale.

I rifiuti potranno infatti essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, nella forma del cosiddetto "deposito temporaneo" (art. 183, comma 1, lett. bb). In ragione di quanto previsto dal cosiddetto "principio di precauzione e di prevenzione", tale deposito deve essere "controllato" dal suo produttore o detentore e, quindi, questi devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo precise modalità. Dal deposito temporaneo interno al cantiere, i rifiuti da demolizione e costruzione devono obbligatoriamente essere conferiti a soggetti debitamente autorizzati allo svolgimento delle fasi di recupero o, in alternativa, a fasi residuali di smaltimento.

Si evidenzia che, per quanto riportato nel Piano di Utilizzo, tutti i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

15 OPERE COMPLEMENTARI

15.1 PROGETTO PAESAGGISTICO E ARCHITETTONICO

Il progetto paesaggistico e architettonico della variante descrive lo stato attuale del paesaggio interessato dalle opere di progetto, sviluppa l'aspetto architettonico e l'inserimento paesaggistico delle cabine impianti, delle vasche antincendio interrato e delle uscite cunicoli di sicurezza, e definisce interventi di rimodellamento morfologico il più possibile omogenei ed integrati col paesaggio che li ospita, con particolare attenzione alle aree tutelate o comunque caratterizzate da un'alta qualità paesaggistica, conferita loro dalla ricchezza delle componenti antropiche o naturalistiche, ma anche dall'appartenenza ad ambiti panoramici.

Nello sviluppo della variante sono stati applicati i medesimi principi architettonici e di inserimento paesaggistico del progetto approvato.

15.2 PROGETTO DELLE OPERE A VERDE

Le opere a verde previste hanno l'obiettivo di integrare le opere di progetto con il contesto ambientale, considerando quindi non solo gli aspetti paesaggistici, ma anche quelli ecologici e di recupero ambientale. Al fine di definire impianti a verde capaci col tempo di raggiungere un certo equilibrio ecologico, ma anche in grado di incrementare la stabilità dei versanti oggetto di intervento, preliminarmente alla individuazione dei moduli di opere a verde da adottare in ciascuna area è stata analizzata l'esigenza delle specie arboree e arbustive in termini di suolo pedologico; tale informazione risulta necessaria per un corretto ripristino del substrato alla fine dei lavori e per la corretta funzionalità nel tempo dell'impianto in termini di terreno vegetale riportato.

Le planimetrie e le sezioni delle opere a verde di progetto sono riportati negli elaborati grafici (planimetrie, profili e sezioni) di riferimento per i diversi ambiti di intervento.

Nell'ambito di intervento del presente progetto definitivo di opere a verde si sono previsti impianti di arbusti e/o rampicanti (in funzione degli spazi disponibili all'impianto di vegetazione), per mascherare alcuni muri d'imbocco nei tratti in cui gli stessi rimangono facciavista, come il caso di alcune paratie. Analogamente, per quanto riguarda le terre armate, avendo le stesse un paramento in cemento armato, non sono inerbibili e si sono, quindi, mascherate allo stesso modo.

Il percorso metodologico assunto nella progettazione degli interventi a verde deriva dallo Studio di Impatto Ambientale (SIA) e può essere sintetizzato nei seguenti punti:

- analisi della vegetazione potenziale e dell'assetto vegetale nello stato *ante-operam*, come già effettuato dal Progetto Definitivo;
- riconoscimento delle modifiche indotte dal tracciato di progetto in corrispondenza degli ambiti territoriali in cui sono previsti i movimenti terra, le sistemazioni idrauliche superficiali e i manufatti di progetto;
- progetto botanico: individuazione delle tipologie di impianto, così come già previste dal Progetto Definitivo e ridefinite dalla presente variante.

Sono inoltre state considerate le prescrizioni eventualmente intervenute in procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), nei relativi decreti e pareri, e in conferenza di Servizi.

15.2.1 Profilo pedologico

Dal punto di vista ecologico, le specie previste in progetto sono scelte in base alla vegetazione naturale potenziale tipica e autoctona dell'area di intervento, in modo che risultino il più possibile idonee a vegetare e a svilupparsi nel contesto microclimatico ed edafico interessato. In termini di pH del suolo, in particolare, la Carta dei Tipi Forestali della Liguria, identifica le aree in progetto come:

- sistemazione finale imbocco galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera: ricadente nella categoria forestale dei Castagneti e, specificatamente, nel tipo forestale del Castagneto termofilo, per il quale è possibile desumere i suoli dell' area di intervento, così come descritti dal diagramma edafico corrispondente a tale tipo forestale, da acidofili a neutrocalcifili;
- sistemazione finale imbocco galleria Bric du Vento/Baccan/Polcevera: ricadente nella categoria forestale delle boscaglie pioniere e d'invasione e, specificatamente, nel tipo forestale dei Robinieti, per i quali è possibile desumere i suoli dell' area di intervento, così come descritti dal diagramma edafico corrispondente a tale tipo forestale, tendenzialmente neutri.

15.2.2 Opere a verde previste

Di seguito vengono descritti i tipologici di intervento individuati per i diversi ambiti di intervento relativamente al lotto 2 (per la loro localizzazione occorre riferirsi alle planimetrie di progetto delle opere a verde e ai relativi profili/sezioni).

- PRATO: nelle aree previste a prato, la scelta delle sementi erbacee è stata definita, oltre che dei criteri ecologici, anche tenendo conto della capacità colonizzatrice, di formare un rivestimento rapido e continuo e di migliorare il terreno, dando garanzie di longevità e stabilità nel tempo.
- INTERVENTO ANTIEROSIVO E DI RINATURALIZZAZIONE CON SPECIE ERBACEE PERENNI A RADICAZIONE PROFONDA, SOTTILE E RESISTENTE: è previsto sui fronti geotecnicamente trattati con sistemi di rafforzamento in parete (reti metalliche ancorate), per i quali non sarà prevista la geostuoia e il relativo eventuale intasamento con terreno vegetale e la classica idrosemina, bensì direttamente tale intervento antierosivo e di rinaturalizzazione.
- FORMAZIONI ARBUSTIVE: rappresentano uno stadio dinamico più evoluto del prato, nell'ambito della serie dinamica di vegetazione che è propria di un territorio. Nel presente progetto, a fronte della copertura vegetale preesistente e delle potenzialità evolutive intrinseche, è stato dato grande spazio alle formazioni arbustive, dando la possibilità alle fitocenosi naturali di evolvere verso forme più mature nell'ambito della serie dinamica di appartenenza; la piantumazione, inoltre, di un nucleo arbustivo di specie autoctone svolga la funzione di consolidamento del suolo mediante l'apparato radicale.
- FORMAZIONI ARBOREO-ARBUSTIVE: il "disegno" e la distribuzione degli elementi arboreo-arbustivi all'interno dei sestri di impianto sono stati concepiti tentando di mutare le forme naturali al fine di favorire il più possibile l'inserimento paesaggistico con l'intorno ed assicurare giunzione tra il nuovo e l'esistente, oltre alla rinaturalizzazione degli ambiti trattati.
- EDERA: per mascherare muri di sostegno/paratie facciavista in ottemperanza alla prescrizione "B2" del MiBACT.

Si riporta di seguito le tabelle di sintesi delle quantità previste per l'ambito di intervento in progetto.

Tabella 15-1. Ambito Bolzaneto: sintesi degli interventi imbocco San Rocco/Polcevera

Tipologia	Quantità
Prato semplice	899 mq
Cespuglieto termofilo (tipo I)	1883 mq
Intervento antierosivo	358 mq

Tabella 15-2. Ambito Bolzaneto: sintesi degli interventi imbocco Forte Diamante lato Nord

Tipologia	Quantità
Prato semplice	899 mq
Cespuglieto termofilo (tipo I)	1883 mq
Intervento antierosivo	358 mq

Tabella 15-3. Ambito Bolzaneto: sintesi degli interventi imbocco Bric du Ventu/Baccan

Tipologia	Quantità
Prato semplice	1168 mq
Prato cespugliato Termofilo (tipo I)	24 mq
Cespuglieto termofilo (tipo I)	4624 mq
Cespuglieto arborato termofilo (Tipo I)	446 mq
Filare di edera	35 m
Intervento antierosivo	623 mq

Tabella 15-4. Ambito Torbella: sintesi degli interventi

Tipologia	Quantità
Prato semplice	9180 mq
Prato cespugliato mesofilo (tipo II)	7613 mq
Cespuglieto mesofilo (tipo II)	3378 mq
Intervento antierosivo	165 mq
Filare di edera	51 m

Per la descrizione delle modalità di esecuzione dei lavori e delle cure colturali si rimanda alla relazione delle opere a verde avente codifica SUA-0001.

15.3 CENSIMENTO VEGETAZIONALE

Il censimento vegetazionale consiste nel rilevamento sul campo, nella classificazione e nell'analisi delle formazioni vegetazionali (boschi, alberi, ecc.), comprese all'interno delle aree definite nel Piano Particellare di Esproprio (definitivo, temporaneo, sede stradale, ecc.) nell'ambito della variante in oggetto.

La presente indagine vegetazionale è stata svolta mediante rilievi diretti in campo delle superfici suddette realizzati nel mese di ottobre 2022 e di aprile 2023, infine nel mese di febbraio 2024 mediante carta forestale regionale per l'interessamento di alcune ulteriori porzioni di aree già rilevate.

L'ubicazione delle piante rilevate è stata indicata sulle cartografie del progetto, ma non è stata misurata tramite rilievo topografico di precisione con stazione totale o antenne GPS di accuratezza sub-metrica, per cui, per quanto la posizione possa ritenersi corretta per gli scopi della presente indagine d'individuazione delle formazioni vegetazionali censite, non può considerarsi topograficamente precisa e ogni altra valutazione, ad esempio nel campo delle costruzioni, richiederà, nel caso, rilievi topografici di precisione.

Nello specifico, l'attività ha interessato gli ambiti progettuali di seguito indicati:

- Area Operativa Bolzaneto;
- Area Operativa Torbella.

Dall'analisi dei boschi sono stati censiti 19,7983 ettari complessivi di aree boscate, così come definiti dalla normativa forestale vigente (d.lgs. 34/2018, LR 4/1999 e ss.mm.ii.); di queste aree si sono evidenziate le piante di olivo laddove riscontrate (LR 60/1993); infine, è stato anche riportato il volume ad ettaro calcolato in base ad ogni singola area di saggio effettuata. I dati riguardanti le aree a bosco (altezza media, diametro medio, volume ad ettaro, n° di piante ad ettaro e n° di piante totali) sono stati ottenuti elaborando le informazioni raccolte all'interno delle aree di saggio ed estese alla superficie complessiva della sezione presa in esame.

Le informazioni di cui sopra sono state acquisite rilevando diametri e altezze di ogni pianta all'interno del perimetro dell'area di saggio e compilando il relativo piedilista di cavallettamento. I risultati di dettaglio del censimento sono riportati negli elaborati di progetto specifici e nella relazione specialistica avente codice SUA-0009.

I boschi interferiti dal Progetto Esecutivo e censiti nel 2018 sulle aree in esproprio di Progetto Definitivo autorizzate in sede di procedura VIA, così come aggiornati nel 2022-2023 in base a successivi rilievi sul campo svolti per aggiornare lo stato dei luoghi dal punto di vista forestale, risultano pari a 16,34 ettari. Con il presente Progetto di Variante sono risultate modifiche alle aree in esproprio con anche nuove occupazioni e quindi, in particolare, ulteriori boschi interferiti per un totale complessivo pari a 16,53 ettari, da cui una differenza pari a 0,19 ettari.

Per quanto concerne la compensazione, alla data odierna, non si sarebbe in grado di determinare precisamente il corrispettivo per gli interventi compensativi, in quanto l'atto amministrativo della Giunta Regionale, che dovrebbe disciplinarli, non è stato ancora emanato.

15.4 BARRIERE ANTIFONICHE

Lo studio acustico eseguito in sede di variante aggiorna le risultanze acustiche in relazione alle opere e le attività previste in sede di Variante al Progetto Definitivo dell'area di Bolzaneto e delle opere in sotterraneo fino all'Interconnessione di Torbella ed il collegamento con la A12, ricadenti nel nodo stradale e autostradale della Gronda di Genova atto a garantire l'adeguamento delle infrastrutture esistenti A10, A7, A12 e A26, nei tratti ricadenti nell'area del comune di Genova, tramite il potenziamento fuori sede dell'A10 (Gronda di Ponente) e quello parzialmente fuori sede delle autostrade A7 e A12.

Con particolare riferimento alla componente acustica l'ambito del progetto interessa le seguenti aree:

- Interconnessione Gronda di Ponente – A7 nell'area posta a nord dell'ambito di Bolzaneto;
- Interconnessione Galleria Torbella.

Le valutazioni contenute nella relazione di impatto acustico (elaborato PAC-0001) aggiornano e sostituiscono, con specifico riferimento alle aree di intervento di cui in Figura 15-1, i contenuti definiti nelle precedenti fasi progettuali.



Figura 15-1: Ambito di studio

15.4.1 Censimento dei ricettori

Il censimento dei ricettori è stato esteso per circa 50 metri oltre i limiti della fascia di pertinenza, in modo da ampliare l'indagine anche ai ricettori limitrofi su cui valgono i limiti di classificazione acustica. Per le aree di intervento oggetto della presente è stata quindi adottata una estensione di circa 300 m a partire dai confini stradali relativi agli assi autostradali di riferimento, che ha consentito di individuare un totale di:

- 492 ricettori (numero di piani), suddivisi in 346 di tipo residenziale e 146 con altra destinazione d'uso non residenziale (produttivo, terziario...) con riferimento all'area di Interconnessione Gronda di Ponente
- 26 ricettori (numero di piani), suddivisi in 19 di tipo residenziale e 7 con altra destinazione d'uso non residenziale (produttivo, terziario...) con riferimento all'area di Interconnessione Torbella.

L'identificazione e classificazione tipologica del sistema ricettore è stata svolta in 3 fasi. Nella prima fase sono stati individuati su base cartografica gli ambiti territoriali di studio ed i potenziali ricettori, mentre nella seconda fase sono stati eseguiti i sopralluoghi e rilievi in campo. Per ogni ricettore, identificato da un codice univoco, sono stati verificati sul campo la destinazione d'uso prevalente (nel caso di destinazioni d'uso multiple è stata considerata sempre la più sensibile), il numero di piani fuori terra, l'altezza sul piano di campagna, l'indirizzo, la tipologia strutturale (muratura, cemento armato, acciaio), lo stato di conservazione (buono, medio, cattivo); sono state inoltre annotate eventuali osservazioni dell'operatore, corredate da documentazione fotografica.

Nella terza fase, utilizzando le informazioni cartografiche in ambiente GIS, sono stati assegnati al ricettore gli attributi di superficie, fascia di pertinenza/classificazione acustica, progressiva di riferimento, distanza dall'infrastruttura, limiti di zona, infrastrutture di trasporto potenzialmente concorsuali.

Tutti gli edifici rilevati nel corso del censimento ed individuati come ambienti non destinati alla permanenza di persone (baracche, locali tecnici, silos, stalle, tabernacoli, etc..) sono stati comunque censiti con la relativa altezza fuori terra e considerati come ostacoli alla propagazione del rumore nei modelli di simulazione acustica.

15.4.1.1 Ricettori sensibili

Ai sensi del DPR 142/2004 sono considerati ricettori sensibili:

- gli edifici scolastici di ogni ordine e grado;
- le case di cura;
- le case di riposo;
- gli ospedali.

Nell'area di intervento oggetto di studio non sono stati rilevati ricettori sensibili.

15.4.2 Interventi sulla sorgente di rumore

Il primo intervento da prendere in considerazione per la mitigazione dell'impatto acustico è la riduzione del rumore alla sorgente, come suggerisce il buon senso ed impone il DMA 29/11/2000.

Tale provvedimento si applica agendo su due fronti:

- la riduzione delle emissioni acustiche dei veicoli, mediante miglioramento del parco circolante
- la stesura di asfalto fonoassorbente

Nel caso specifico, lungo tutte le infrastrutture in esame è stata considerata l'adozione di asfalto drenante e non sono state previste ulteriori riduzioni della sorgente acustica nello scenario con mitigazioni.

Riguardo alla riduzione delle emissioni acustiche dei veicoli nei prossimi anni, sebbene essa sia auspicabile e prevedibilmente applicata in ottemperanza alle normative comunitarie sempre più stringenti, si è preferito non considerare tale aspetto che non dipende direttamente dal gestore dell'infrastruttura, ed adottare cautelativamente i coefficienti di emissione standard contenuti nel database NMPB-Routes 96.

15.4.3 Interventi sulla via di propagazione

La progettazione acustica ha consentito di definire la localizzazione, la geometria (altezza, lunghezza), e la tipologia di barriere antirumore più idonea a mitigare l'impatto sui ricettori. In particolare, sono state indicate le situazioni in cui è opportuno prevedere barriere fonoassorbenti per impedire la riflessione del suono sul lato opposto della autostrada e le situazioni in cui è necessario inserire barriere integrate; nei casi in cui è indicata genericamente barriera "fonoisolante" è possibile prevedere un tipologico con elementi anche totalmente trasparenti.

A seguito degli approfondimenti progettuali tesi a migliorare il più possibile le mitigazioni acustiche di progetto si è proceduto a incrementare alcune delle barriere acustiche previste.

L'elenco delle barriere antirumore con le relative dimensioni è sintetizzato nella successiva tabella, in cui è specificato anche se la barriera è realizzata su un tratto su autostradale di nuova realizzazione o su uno dei tratti esistenti in adeguamento.

Con riferimento all'area oggetto di valutazione, l'impegno complessivo in opere di mitigazione è pari ad uno sviluppo di circa 3.215 m.

La superficie complessiva degli interventi indiretti di mitigazione al rumore è di circa 14.570 m², di cui circa 6.745 m² integrativi rispetto alle previsioni di progetto.

Nell'Elaborato PAC-0006 sono riportati in forma grafica i risultati della simulazione acustica senza mitigazioni nello scenario di progetto, mentre nell'Elaborato PAC-0007 sono riportati in forma grafica i risultati della simulazione acustica con presenza di mitigazioni.

Tabella 15-5. Barriere Antirumore

Barriera	Tratto autostradale	Modifica rispetto PD	Mq integrativi	Altezza [m]	Lungh. [m]	Tipologia Arch.	Materiale
FOA12	Nuova realizz.	Nessuna	-	5	399	TIPO 2	Corten
FOA13	Nuova realizz.	Adeguata	468	3	584	TIPO 4	Corten
FOA14	A7 esistente	Adeguata	25	5	207	TIPO 2	Corten
FOA15	Nuova realizz.	Nessuna	-	5	490	TIPO 2	Corten
FOA16	Nuova realizz.	Nessuna	-	3	313	TIPO 4	Corten
FOA26	Nuova realizz.	Adeguata	384	4	129	TIPO 2	Corten
FOA27	A7 esistente	Nuova	2.052	6	341	TIPO 1	Corten
FOA28	A7 esistente	Nuova	972	6	162	TIPO 1	Corten
FOA29	A7 esistente	Nuova	918,5	5,5	167	TIPO 2	Corten
FOA30	Nuova realizz.	Nuova	440	4	115	TIPO 2	Corten
FOA31	Nuova realizz.	Nuova	276	4	69	TIPO 2	Corten
FOA23	Nuova realizz.	Nuova	1.210	6+4	121	TIPO 1	Corten
FOA24	Nuova realizz.	Nuova ¹	-	-	112	Semicopertura V.tto Torbella	Corten

15.4.4 Interventi diretti sui ricettori

Il DPR 142/04 prevede espressamente la possibilità di ricorrere a interventi diretti sui ricettori qualora considerazioni di carattere tecnico, economico od ambientale rendano difficoltosi gli interventi sulla sorgente o con pannelli antirumore.

Nel caso di ricettori isolati, di edifici molto alti antistanti l'infrastruttura, o di ricettori direttamente affacciati su strade urbane, l'intervento maggiormente conveniente ed efficace è l'insonorizzazione diretta degli edifici.

Sebbene ogni situazione particolare costituisca un caso a sé, con la necessità quindi di effettuare valutazioni diagnostiche accurate, in linea di massima si può affermare che l'azione prioritaria per migliorare l'isolamento acustico globale delle facciate debba essere rivolta alle superfici vetrate in esse presenti.

Per un maggior dettaglio nella definizione degli interventi, si può far riferimento al seguente schema di possibili soluzioni, riportate qui di seguito in ordine crescente di efficacia acustica:

- sostituzione dei vetri tradizionali con speciali vetri antirumore (doppi vetri o vetri multistrato di maggior spessore);
- sostituzione degli infissi con speciali infissi antirumore, eventualmente del tipo autoventilato;
- realizzazione di doppi infissi, in aggiunta a quelli esistenti.

Su tutti i ricettori in cui, dopo aver applicato gli interventi alla sorgente e sulla via di propagazione, si preveda un livello di pressione sonora in facciata superiore ai limiti previsti dalla normativa vigente, è stata eseguita una stima preliminare del livello di pressione sonora in ambiente interno, e tale livello è stato confrontato con i limiti previsti dal DPR142/04. Non essendo ovviamente possibile in questa fase eseguire misure di

¹ La FOA24 costituisce la semicopertura del viadotto Torbella ed assolve alla funzione sia di protezione acustica e sia di protezione dai fumi. Tale semicopertura non era ricompresa nelle previsioni del progetto definito approvato in VIA ma era invece ricompresa nella versione del progetto definitivo approvata, anche ai fini paesaggistici, in sede di Conferenza di Servizi.

fonoisolamento in ogni edificio, la stima del livello interno ha utilizzato come dato di input il livello di pressione sonora simulato in facciata, a cui è stata applicata una riduzione di 20 dB dovuta all'involucro dell'edificio.

La scelta di ipotizzare un fonoisolamento di facciata pari a 20 dB è frutto dell'esperienza maturata in numerose campagne di monitoraggio acustico in cui è stato rilevato che, anche in presenza di edifici di non recente costruzione e in stato di conservazione non ottimale, il suddetto valore è certamente garantito. Nella tabella seguente sono riportati i ricettori per cui, a valle della suddetta fase di screening, si ritiene possibile un esubero dei livelli di pressione sonora in ambiente interno.

Tabella 15-6: Ricettori da sottoporre a verifica per il rispetto dei livelli interni

Ricettore	Destinazione d'uso	Piano	LAeq Day [dB(A)]	LAeq Night [dB(A)]
D177	ABITAZIONE	02° piano	66.7	61.3

I reali superamenti dei limiti saranno verificati con misure ad hoc presso i ricettori individuati. In particolare, in caso di interventi diretti, prima di procedere con l'installazione di nuovi infissi è opportuno verificare il livello di pressione sonora equivalente in ambiente interno.

15.4.5 Sintesi dei risultati – Area Bolzaneto

Nell'Elaborato PAC-0002 (Risultati simulazione acustica) sono documentati i livelli ante e post mitigazione previsti sui ricettori, in corrispondenza di ogni piano fuori terra, a 1 metro di distanza dalla facciata più esposta.

In Tabella 15-7 viene presentata una sintesi dei risultati in cui si evidenzia la variazione del numero di ricettori residenziali fuori dai limiti normativi nelle due ipotesi di calcolo: nello stato di progetto senza mitigazioni e nello stato di progetto con mitigazioni.

Le tabelle seguenti evidenziano, nello stato di progetto ante mitigazione, un generale incremento del livello di pressione sonora in facciata ai ricettori, dovuto all'incremento di traffico stimato nello scenario di riferimento.

Tuttavia, gli interventi di mitigazione previsti lungo la via di propagazione del suono consentono di migliorare notevolmente l'impatto sui ricettori, determinando una riduzione dei superamenti dei limiti di legge, non solo rispetto allo stato di progetto ante mitigazione, ma anche rispetto allo stato attuale.

L'installazione di ulteriori barriere antirumore e l'ampliamento di quelle già previste nel progetto definitivo, permette di ridurre il livello di pressione sonora in facciata in modo tale che esclusivamente in corrispondenza di pochi edifici sussista la possibilità di un superamento dei limiti interni, con conseguente verifica della necessità di ricorrere ad interventi diretti.

Tabella 15-7. Ricettori residenziali oltre i limiti

Piani Ricettori residenziali fuori limite nello scenario		Incidenza su numero totale di ricettori
Post operam non mitigato	81 su 345	23,4%
Post operam mitigato	1 su 345	0,3%
Variazione rispetto a:	Post operam non mitigato	- 98,8%

In

Tabella 15-8 è riportato il numero di potenziali interventi diretti nelle due ipotesi di calcolo.

In Tabella 15-9 sono invece riportati gli abitanti per cui si stima un livello in facciata superiore ai 55 dB(A); il numero di abitanti è stato stimato sulla base della superficie di ogni edificio, ipotizzando circa 33 mq a testa.

Tabella 15-8. Verifiche interventi diretti

Verifiche interventi diretti nello scenario		Incidenza su numero totale di ricettori
Post operam non mitigato	38	11%
Post operam mitigato	1	0,3%
Variazione rispetto a:	Post operam non mitigato	-97,3%

Tabella 15-9: Stima del numero di abitanti in edifici esposti a livelli superiori a 55 dB(A) notturni

Esposizione > 55 nello scenario		Incidenza su numero totale di abitanti
Post operam non mitigato	517	39,9%
Post operam mitigato	54	4,2%
Variazione rispetto a:	Post operam non mitigato	-89,5%

15.4.6 Sintesi dei risultati – Area di interconnessione Torbella

Si riporta a seguire una sintesi dei risultati con riferimento all'area interessata dall'interconnessione Torbella.

Tabella 15-10: Ricettori residenziali oltre i limiti

Piani Ricettori residenziali fuori limite nello scenario		Incidenza su numero totale di ricettori
Post operam non mitigato	3 su 19	15,8%
Post operam mitigato	0 su 19	0 %
Variazione rispetto a:	Post operam non mitigato	-100%

Non si evidenziano ricettori con potenziali interventi diretti nelle due ipotesi di calcolo.

In

Tabella 15-11 sono invece riportati gli abitanti per cui si stima un livello in facciata superiore ai 55 dB(A); il numero di abitanti è stato stimato sulla base della superficie di ogni edificio, ipotizzando circa 33 mq a testa.

Tabella 15-11: Stima del numero di abitanti in edifici esposti a livelli superiori a 55 dB(A) notturni

Esposizione > 55 nello scenario		Incidenza su numero totale di abitanti
Post operam non mitigato	5	13%
Post operam mitigato	0	0%

Esposizione > 55 nello scenario		Incidenza su numero totale di abitanti
Variazione rispetto a:	Post operam non mitigato	-100%

15.4.7 Precedente fase progettuale - confronto risultati

Il presente paragrafo confronta i risultati del presente studio con quelli rilevati nella fase progettuale PD/SIA. Il confronto è riferito ai ricettori residenziali che ricadono nell'ambito interessato dalle modifiche del percorso autostradale nel tratto a nord dello svincolo di Bolzaneto e nell'ambito Torbella

Relativamente all'ambito Bolzaneto rispetto ai contenuti definiti nella precedente fase progettuale, le valutazioni contenute nel presente documento hanno evidenziato una sostanziale coerenza dei risultati, con uno scostamento dell'impatto medio atteso ai ricettori residenziali in periodo notturno lievemente inferiore (con una riduzione di circa 1 dBA).

Inoltre, si evidenzia che i ricettori residenziali con superamento dei limiti in periodo notturno rilevati nel presente studio risultano essere 1 (con intervento diretto) rispetto ai 36 della precedente fase progettuale (di cui 19 con intervento diretto).

In generale si rileva una sostanziale coerenza dei valori di pressione acustica attesi (circa il 18% dei ricettori), ed un sensibile miglioramento (circa il 48% dei ricettori), rispetto ai valori definiti nella precedente fase progettuale.

La residua percentuale di edifici è interessata da un lieve incremento dei valori attesi in facciata che tuttavia, per l'ambito oggetto della modifica del percorso autostradale non determina, rispetto a quanto valutato nella precedente fase progettuale, superamenti dei limiti definiti dalla normativa. Questi ultimi edifici residenziali presentano, nello scenario post mitigazione in periodo notturno, inferiori ai 54 dBA ad eccezione dell'ultimo piano degli edifici D250 (57,9 dBA) e D239 (55,2 dBA), con valori ampiamente entro i limiti definiti dalla normativa. Inoltre, il valore medio per questi ricettori nel periodo notturno risulta essere di circa 48 dBA, rappresentativo quindi di edifici ubicati a distanza dall'autostrada e caratterizzati da un clima acustico di ottima qualità.

Il sostanziale miglioramento del clima acustico, rispetto a quanto evidenziato nella precedente fase progettuale, è correlabile anche alla modifica del percorso autostradale e all'ottimizzazione del dimensionamento delle barriere acustiche.

Con riferimento all'area di Interconnessione Gronda di Ponente, si rileva uno sviluppo degli interventi indiretti di mitigazione di circa 2.980 m, con un incremento del 60% circa rispetto a quelli previsti nella precedente fase progettuale (1.850 m). Considerando lo sviluppo superficiale delle barriere, circa 13.350 m² nella presente variante rispetto ai 7.530 m² della precedente fase progettuale, l'incremento risulta essere pari al 77%.

Relativamente all'ambito Torbella, anche in questo caso le valutazioni contenute nello studio acustico hanno evidenziato una sostanziale coerenza dei risultati, con uno scostamento dell'impatto medio atteso ai ricettori residenziali in periodo notturno lievemente inferiore.

Si evidenzia che non sono stati considerati ai fini della valutazione gli edifici oggetto di nuovo esproprio (per facilità di lettura gli stessi sono stati eliminati anche dagli elaborati grafici).

La variazione progettuale ha comportato, nell'ambito dell'area di interconnessione Torbella, una riduzione di circa 25 metri della galleria artificiale Torbella; tale modifica ha comportato la necessità di prevedere delle nuove mitigazioni acustiche che unitamente agli espropri effettuati hanno consentito di eliminare gli esuberi dei limiti per tutti gli edifici dell'ambito.

In sintesi, con riferimento all'area di Interconnessione Torbella, si prevedono i n°2 nuovi interventi indiretti di mitigazione per uno sviluppo lineare complessivo di circa 233 m.

- FOA23: barriera di lunghezza 121 con altezza 6m e sbraccio di 4m;
- FOA24: semicopertura di lunghezza 112 metri.

Entrambi gli interventi non erano previsti nella precedente fase progettuale.

16 ADEMPIMENTI AMBIENTALI E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

16.1 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

Le modifiche introdotte nella proposta di variante riprendono sostanzialmente tipologie di lavorazioni già previste nella precedente fase di progetto sulla base delle quali è stato redatto il Piano di Monitoraggio Ambientale approvato dagli enti competenti.

Qualora la variante in oggetto dovesse concluder il proprio iter approvativo con esito positivo, il suddetto PMA verrà aggiornato per essere reso perfettamente coerente con la nuova configurazione di progetto e per tenere conto delle eventuali prescrizioni che potrebbero sopraggiungere durante il procedimento di verifica di non assoggettabilità a VIA.

17 BONIFICA ORDIGNI BELLICI

La necessità di attività di indagine per il rinvenimento di ordigni inesplosi, in caso di realizzazione di scavi, è disciplinata, sotto il profilo della sicurezza sul lavoro, dalla Legge 1 ottobre 2012, n. 177 recante "Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici" (G.U. n. 244 del 18 ottobre 2012).

Tale norma, pone a carico del CSP (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione) l'obbligo di eseguire la valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi e la valutazione del rischio di esplosione derivante dall'innescio accidentale di un ordigno bellico inesplosivo rinvenuto durante le attività di scavo.

Qualora il CSP intenda procedere alla bonifica preventiva dei siti interessati dai lavori, il Committente provvede ad incaricare un'Impresa specializzata BCM in possesso dei requisiti di cui all'art 104 comma 4-bis del D.lgs. 81/2008 così come modificato dalla Legge 177/2012.

La "Bonifica da Ordigni Bellici", ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica a qualsiasi altra attività lavorativa e deve essere eseguita secondo le prescrizioni del progetto e le eventuali prescrizioni della Direzione Genio Militare territorialmente competente.

I criteri di massima per l'individuazione dei diversi interventi di BOB delle opere terrestri sono i seguenti:

1. Taglio preliminare di vegetazione su aree da sottoporre a bonifica bellica

L'attività deve essere eseguita in maniera preventiva, allo scopo di eliminare tutta la vegetazione presente sul terreno da bonificare che sia di intralcio ad un corretto impiego degli apparati di ricerca.

2. Bonifica superficiale con garanzia di agibilità fino a 1,00 m di profondità dal piano campagna

Consistente nelle attività di ricerca, localizzazione e scoprimento di tutti gli ordigni, mine e residuati bellici di ogni genere e tipo nonché di tutte le masse metalliche presenti nel terreno fino a cm. 100 di profondità dal piano campagna e nella loro successiva eliminazione, secondo le previste procedure.

La presente fase del servizio include le seguenti operazioni:

- localizzazione degli ordigni e corpi metallici;
- scavo e scoprimento degli stessi entro la profondità di cm. 100 dal piano esplorato;
- allontanamento eventuale del materiale scavato;
- esplorazione del fondo dello scavo con l'apparato di ricerca;
- riempimento sommario degli scavi stessi;
- smaltimento dei materiali metallici rinvenuti.

3. Bonifica profonda mediante trivellazione

Eseguita fino a 7 metri con garanzia di agibilità pari ad ulteriore 1,00 m o per profondità massima necessaria in funzione delle opere previste e secondo le indicazioni contenute negli specifici elaborati di "Individuazione profondità degli scavi delle opere". Viene svolta con l'obiettivo di ricercare, individuare e localizzare ordigni o masse ferrose interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna originario. Essa deve essere sempre preceduta dalla bonifica superficiale.

4. Scavo meccanizzato a strati

Tale metodologia viene applicata in terreni caratterizzati dalla presenza diffusa di anomalie magnetiche che rendono scarsamente efficace i sistemi dei fori trivellati.

A seconda della tipologia di opere da realizzare, lo scavo potrà essere a sezione aperta (o di sbancamento) oppure a sezione obbligata (o di trincea).

5. Scavo a mano in assistenza.

Effettuato per consentire lo scoprimento di ordigni esplosivi interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna, laddove, per problemi operativi o mancanza di sufficiente spazio, non sia possibile l'uso di mezzi meccanici.

Tutte le bonifiche da ordigni bellici sono a carico della Committente, e verranno eseguite in anticipo all'avvio dei lavori.

18 PRINCIPALI ELEMENTI DELLA CANTIERIZZAZIONE

Questo capitolo descrive i principali elementi della cantierizzazione del progetto di variante, ivi intendendo le viabilità interferite, le viabilità di servizio, le aree adibite a campi industriali/operativi.

18.1 AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere si dividono tra campi base, cantieri industriali e cantieri operativi.

I cantieri CB001, CI004 e CI006, già oggetto di precedente autorizzazione, sono aree di cantiere comuni a più ambiti della Gronda di Genova e saranno parzialmente a disposizione del lotto in progetto, così come già definito e approvato in sede di progetto. Il campo CB001 è destinato a Campo Base dell'intero intervento della Gronda ed ospita i dormitori, gli uffici, la mensa e le altre strutture a servizio delle maestranze e dei tecnici che, a vario titolo, saranno coinvolti nelle fasi operative della Gronda. Il campo CI004 ed il Campo CI006, nell'ambito dei lavori oggetto della presente variante, svolgeranno principalmente la funzione di aree di caratterizzazione e deposito. Non avendo riportato variazioni né geometriche e né funzionali ai 3 suddetti campi cantiere, non verranno ulteriormente approfonditi in questa sede. I cantieri interessati dalla variante in oggetto sono i seguenti:

- CI012 (ex CI12) – Campo Industriale per Viadotti e Gallerie
- CO11A – Cantiere Operativo Imbocco Galleria Forte Diamante
- CO11N – Cantiere Operativo Imbocco Gallerie Polcevera – San Rocco
- CO11V (ex CI11) – Cantiere Operativo Viadotti Secca
- CO11S (ex CI26) – Cantiere Operativo Imbocchi Gallerie Ambito Torbella
- CO12W – Cantiere Operativo Imbocco Ovest Galleria Bric du Vento - Baccan - Polcevera
- CO13W – Cantiere Operativo Viadotti Secca - Ovest
- CO13E – Cantiere Operativo Viadotti Secca – Est

In aggiunta ai cantieri sopra citati, in ambito Torbella è presente anche il campo CI007 che, non viene modificato dalla presente variante. Infine, si precisa che il campo CI10 previsto per l'ambito Bolzaneto non è più ricompreso tra le aree disponibili per il progetto Gronda. Pertanto, la variante in oggetto ne prevede lo stralcio. Nelle figure seguenti sono indicati i campi operativi/industriali e le viabilità di cantiere previsti nella configurazione di progetto e nella configurazione di variante.

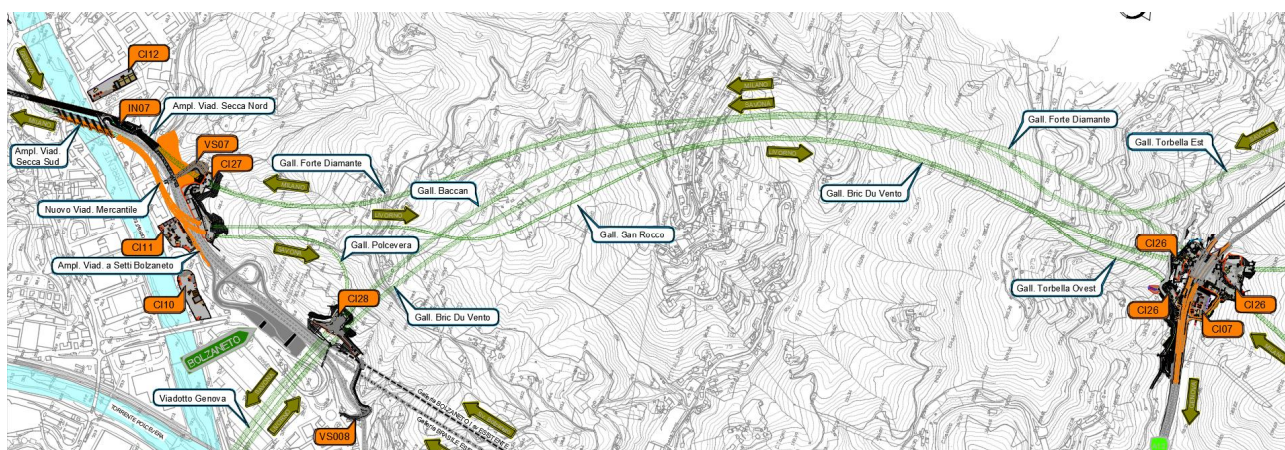


Figura 18-1. Campi operativi e viabilità di cantiere nella configurazione di progetto

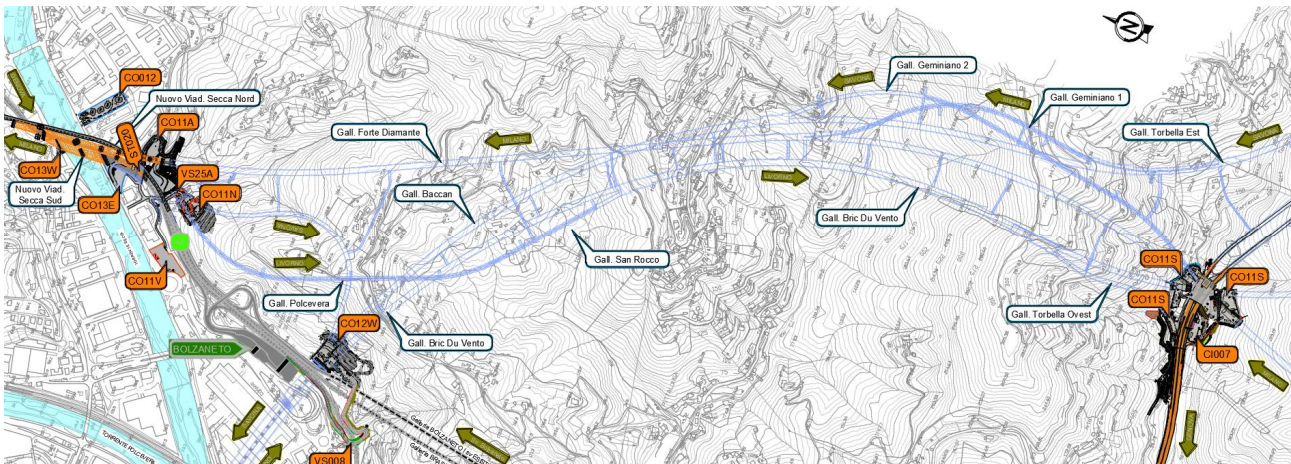


Figura 18-2. Campi operativi e viabilità di cantiere nella configurazione di variante

18.1.1 CI012 – Cantiere Industriale Viadotti Secca

L'area su cui verrà realizzato il campo è situata a Bolzaneto in sinistra idrografica del torrente Secca a Nord del Mercato Ortofrutticolo in via Sardorella.

L'area sarà interamente predisposta e appresta per i lavori oggetto della variante, avrà una superficie di circa 4.650 mq e sarà utilizzata come cantiere operativo per la demolizione e ricostruzione dei Viadotti Secca Nord e Secca Sud, si prevedono quindi apprestamenti di cantiere necessari alla frantumazione dei materiali di demolizione dei viadotti Secca esistenti oltre un'area per lo stoccaggio e assemblaggio dei nuovi impalcati.

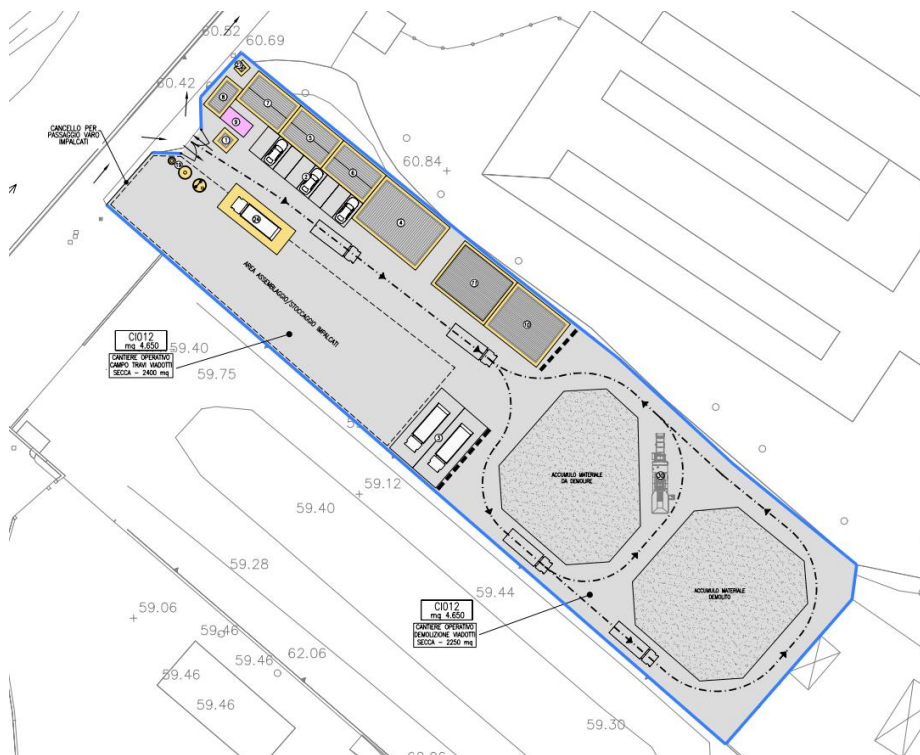


Figura 18-3. Layout del campo CI012 – apprestamenti di cantiere

18.1.2 CO11V – Campo Operativo CO11V

L'area su cui verrà realizzato il campo è situata a Bolzaneto in sinistra idrografica del torrente Secca immediatamente a nord della rotonda di Sardorella, il campo sarà accessibile direttamente dalla rotatoria stessa. L'area sarà interamente predisposta e appresta per i lavori oggetto della variante, avrà una di superficie pari a circa 3.700 mq e sarà attrezzato per la produzione del calcestruzzo.



Figura 18-4. Layout del campo CO11V – apprestamenti di cantiere

18.1.3 CO13E – Campo Operativo Viadotti Secca Est

L'area su cui verrà realizzato il campo è situata a Bolzaneto in sinistra idrografica del torrente Secca in via Sardonella, con accesso sulla via stessa. L'area sarà interamente predisposta per i lavori oggetto della variante.

Il campo, di superficie pari a circa 2.200 mq, non ospiterà particolari apprestamenti di cantiere ma sarà dedicata alla realizzazione di una rampa provvisoria per consentire l'immissione diretta dei mezzi di cantiere provenienti dagli imbocchi della galleria Forte Diamante e delle Gallerie Polcevera e San Rocco attraverso la IN009 e la VS025.

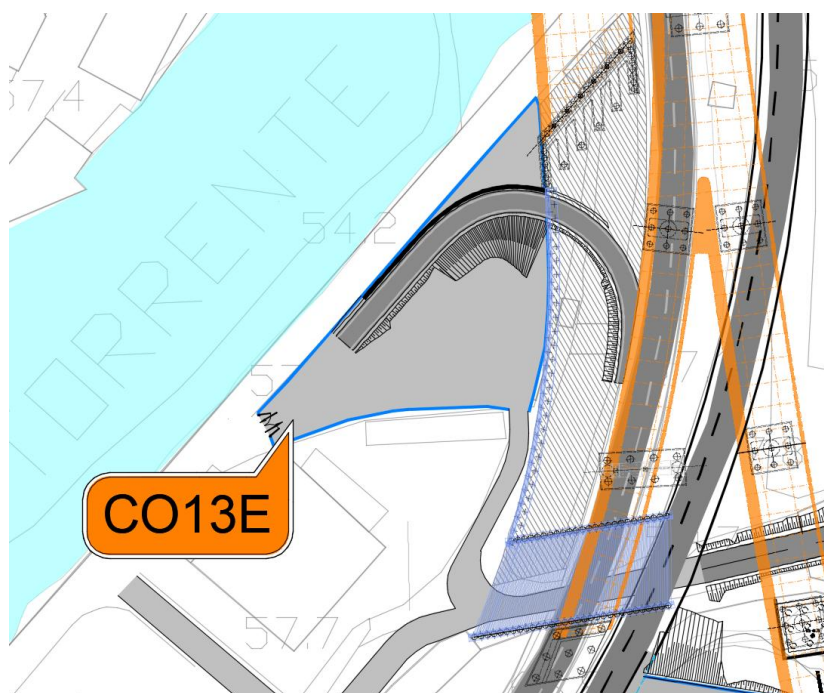


Figura 18-5. Layout CO13E

18.1.4 CO13W – Campo Operativo Viadotti Secca Ovest

L'area su cui verrà realizzato il campo è situata a Bolzaneto in destra idrografica del torrente Secca in via Lungotorrente Secca, con accesso sulla via stessa. L'area sarà interamente predisposta per i lavori oggetto della variante.

Il campo, di superficie pari a circa 450 mq, sarà attrezzato per dare supporto alla demolizione e ricostruzione dei Viadotti Secca Nord e Sud.



Figura 18-6. Layout del campo CO13W – apprestamenti di cantiere

18.1.5 CI007 – Cantiere Industriale ambito Torbella

L'area su cui verrà realizzato il campo è situata in località Torbella a ridosso della carreggiata in direzione levante della A12 esistente.

L'area sarà interamente predisposta e appresta per i lavori oggetto della variante, avrà una superficie di circa 2.850 mq. Nella fase iniziale relativa alle lavorazioni di cantierizzazione dell'ambito Torbella, descritte nel capitolo 4.1, sarà utilizzata come cantiere operativo prevedendo l'installazione di locali per uffici, deposito/officina di cantiere e un'area di stoccaggio e materiali e attrezzature.

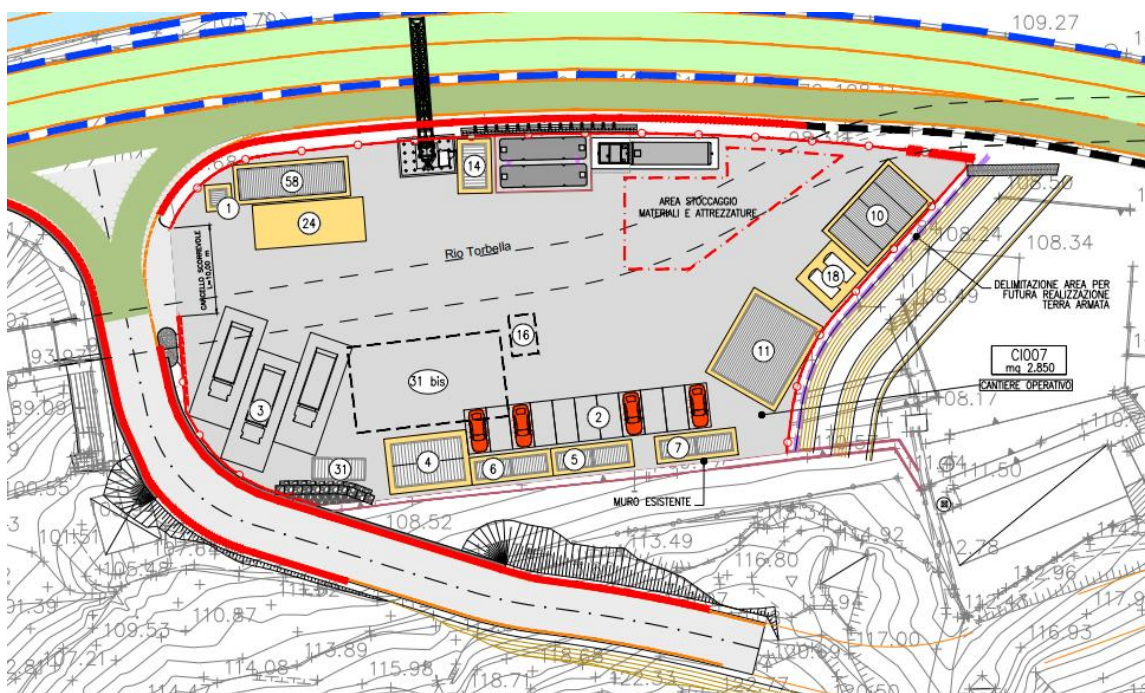


Figura 18-7. Layout del campo CI007 – apprestamenti di cantiere di prima fase

In una seconda fase, come già previsto nel progetto approvato, l'area verrà destinata alla produzione di calcestruzzi.

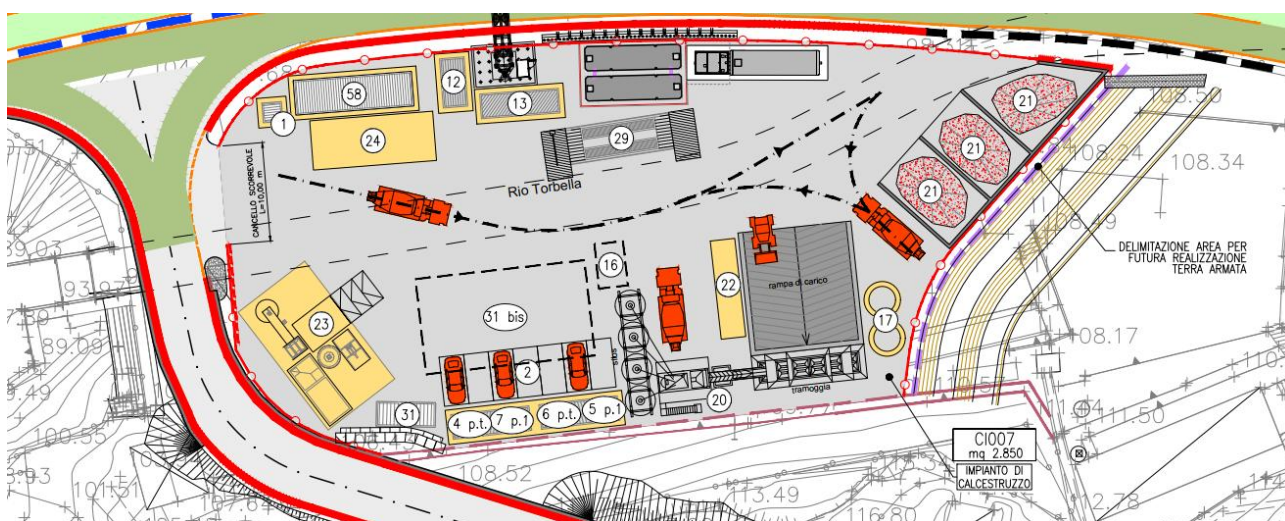


Figura 18-8. Layout del campo CI007 – apprestamenti di cantiere di prima fase

18.1.6 Cantieri di Imbocco

Ricadono nelle aree antistanti l'imbocco delle gallerie e per la loro dimensione limitata, vengono destinate ad ospitare esclusivamente gli apprestamenti strettamente necessari alla gestione dei lavori in sotterraneo (impianto di ventilazione, impianto acqua industriale, impianto aria compressa, impianto di depurazione delle acque), oltre ad un limitato deposito di materiali da costruzione (centine, bulloni, etc.) o di terre da scavo.

Le superfici dei piazzali saranno in conglomerato bituminoso e dotate di regimazione idraulica di tipo chiuso, che fa convogliare le acque di piazzale ad un apposito impianto di trattamento prima della restituzione al reticolo idrografico.

18.1.6.1 CO11A – Campo Operativo Imb. Gall. Forte Diamante Nord

L'area su cui verrà realizzato il cantiere si trova in ciglio destro all'autostrada A7 direzione Milano, immediatamente a nord dello svincolo di Bolzaneto.

Il cantiere, di circa 4.550 mq, sarà accessibile direttamente dalla carreggiata direzione nord della A7 e dalla viabilità di servizio IN009, che collega salita Bocchettina al cantiere. L'area sarà organizzata su due livelli collegati da tale viabilità.

L'area verrà predisposta e utilizzata, all'interno del Lotto 2, per la realizzazione della galleria Forte Diamante, inoltre all'interno del cantiere sarà realizzata la spalla sud del Viadotto Secca Nord.



Figura 18-9. Layout CO11A - apprestamenti di cantiere

18.1.6.2 CO11N – Campo Operativo Imb. Gall. S. Rocco/Polcevera Nord

L'area su cui verrà realizzato il cantiere si trova in ciglio destro all'autostrada A7 direzione Milano, immediatamente a nord dello svincolo di Bolzaneto.

Il cantiere, di circa 3.250 mq, sarà accessibile dalla viabilità di servizio VS25A, che collega salita Bocchettina al cantiere, l'area sarà organizzato su più livelli collegati da rampe di cantiere. Tale area verrà predisposta e utilizzata per la realizzazione delle gallerie San Rocco e Polcevera Nord.

All'interno del cantiere transiterà, passando dalla galleria Polcevera, anche lo smarino dei tratti a nord delle gallerie Bric du Vento e Baccan scavate dal cantiere CO12W.

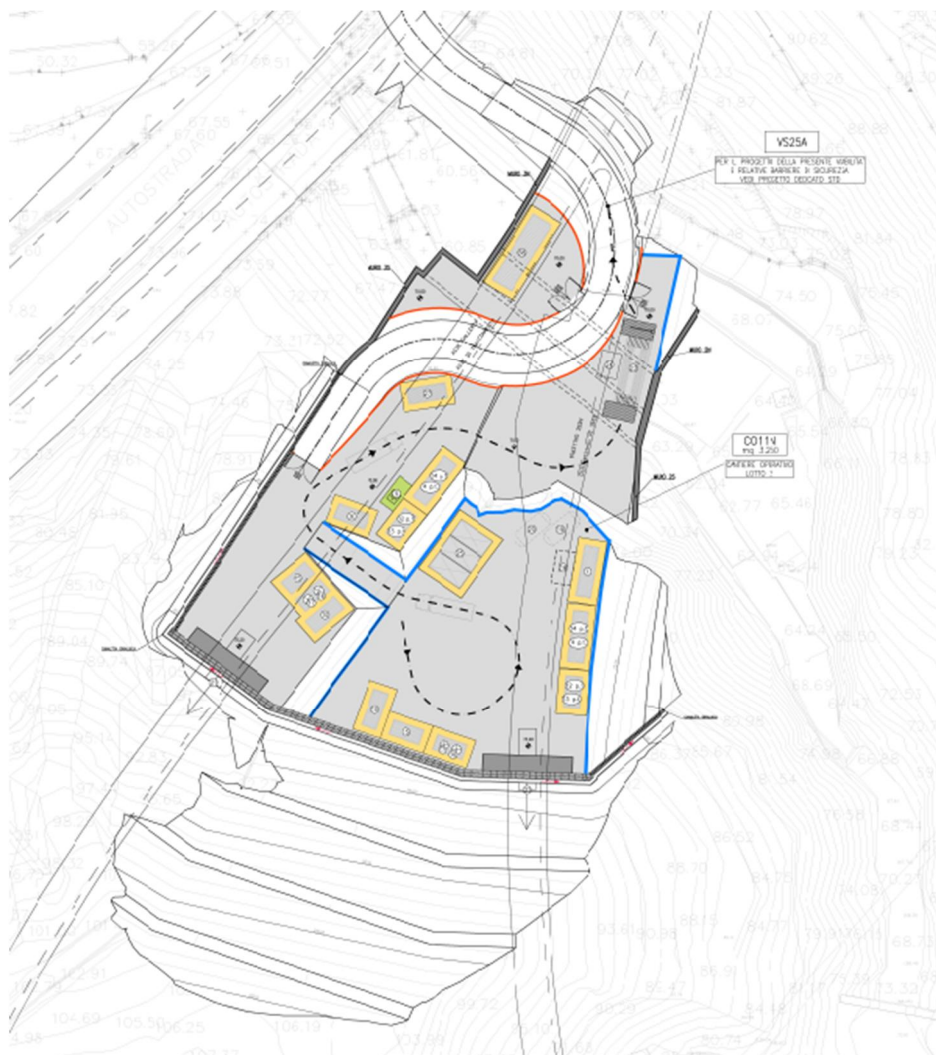


Figura 18-10. Layout CO11N - apprestamenti di cantiere

18.1.6.3 CO12W – Campo Operativo Imb. Gall. Baccan/Bric du Vento/Polcevera

L'area su cui verrà realizzato il cantiere si trova in ciglio destro all'autostrada A7 direzione Milano, nelle vicinanze del casello autostradale Bolzaneto.

Il cantiere, di circa 4.000 mq, sarà accessibile dalla viabilità di servizio VS008 che connette il cantiere alla A7 tramite la rampa di accesso allo svincolo di Bolzaneto e tramite una nuova immissione dalla A7 in direzione sud.

In tale area insistono gli imbocchi delle gallerie Baccan, Bric du Ventu e Polcevera.



Figura 18-11. Layout CO12W - apprestamenti di cantiere

18.1.6.4 CO11S – Cantiere Imbocchi Gallerie ambito Torbella

L'area su cui verrà realizzato il cantiere si trova in parte sopra la nuova galleria artificiale (GA001), realizzata sempre nell'ambito della Gronda, che scavalca l'autostrada A12 in zona Torbella.

Il cantiere, di circa 15.450 mq, sarà accessibile:

- dalla carreggiata direzione Livorno mediante viabilità di servizio VS18A, che collega l'ingresso e uscita dall'autostrada A12 all'imbocco IB16N;
- dalla carreggiata direzione Genova tramite la corsia dedicata ai mezzi di cantiere.

L'area sarà organizzata su più livelli collegati da rampe di cantiere.

Tale area verrà predisposta e utilizzata per la realizzazione delle gallerie Torbella Ovest, Bric du Vento, Forte Diamante, Geminiano 1, Granarolo e Montesperone. Comprende l'imbocco IB11S posto a nord del cantiere all'imbocco IB16N posto a sud.

Nell'area sono collocati tutti gli apprestamenti necessari allo scavo delle gallerie.

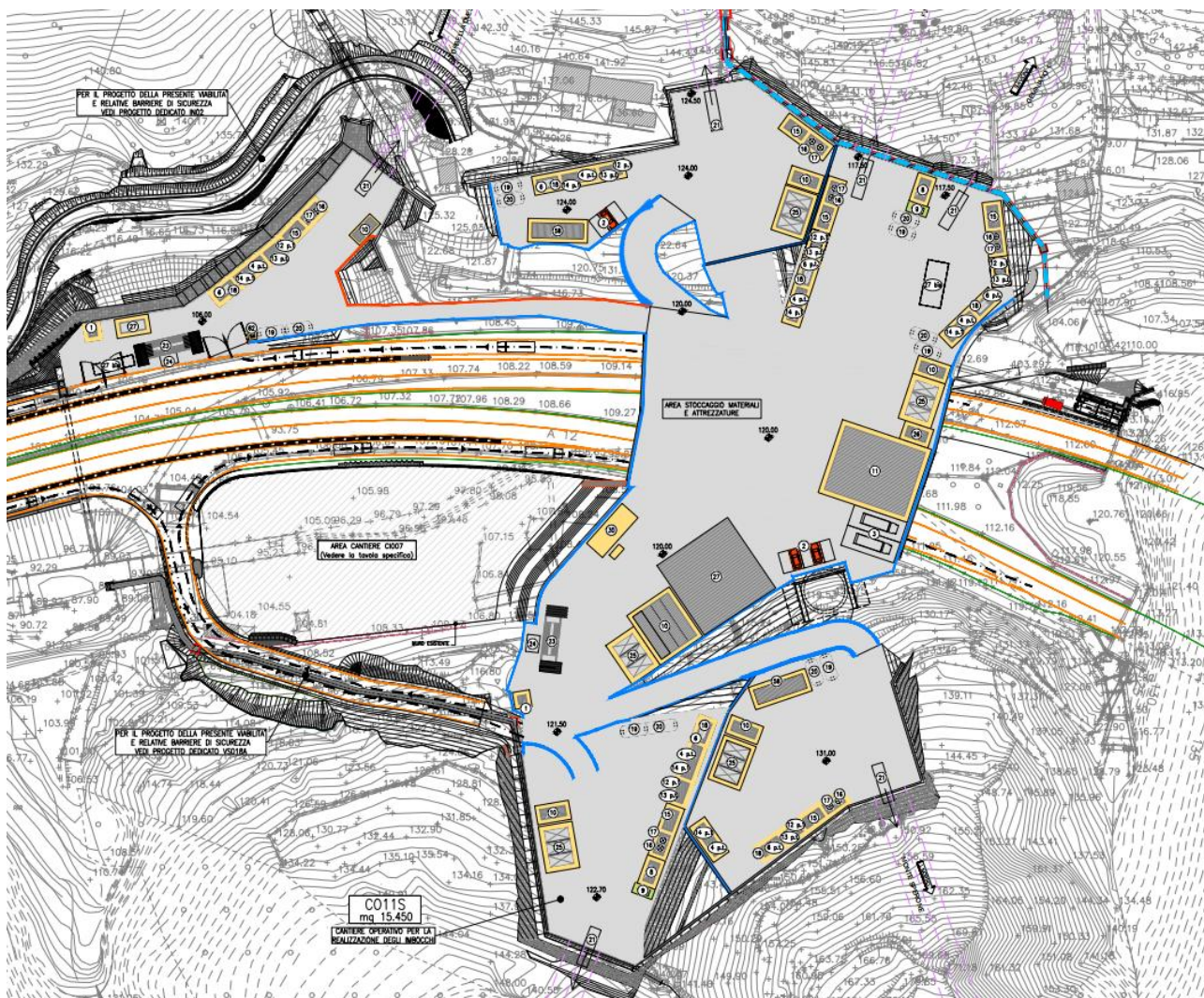


Figura 18-12. Layout C011S – apprestamenti di cantiere

18.2 VIABILITÀ DI SERVIZIO

Passiamo a descrivere le viabilità di servizio nell'ambito della cantierizzazione dei lavori di adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova relativo alla A7 – A10 – A12 che si distinguono in “definitive” e “provvisorie”.

Si definiscono viabilità di servizio “definitive” poiché, a termine dei lavori, rimarranno come viabilità di accesso alle cabine elettriche e edifici a servizio ubicati nei piazzali d'imbocco.

Si definiscono viabilità di servizio “provvisorie” in quanto al termine del loro utilizzo, correlato ai lavori di realizzazione del nuovo sistema autostradale, verranno smantellate. La durata delle viabilità di servizio provvisorie è connessa alla successione delle fasi di realizzazione delle singole opere d'arte.

Le viabilità di servizio, sia provvisorie che definitive, costituiscono delle strade a destinazione speciale; quindi, non è consentita la libera circolazione in quanto l'accesso è consentito soltanto al personale autorizzato.

I tracciati progettati si sviluppano su terreni morfologicamente difficili, pertanto, presentano delle geometrie tipiche dei tracciati di montagna e quindi presentano delle geometrie plano-altimetriche particolarmente disagiati; pertanto, lo studio è stato condotto secondo criteri di buona pratica progettuale introducendo allargamenti di piattaforma in corrispondenza delle curve a raggio estremamente ridotto.

A differenza del PD/PE la larghezza minima di alcune viabilità di servizio (definitive e provvisorie) è stata portata a 6.0m sempre con circolazione a senso unico alternato ma senza la presenza delle piazzole di scambio.

Su tutte le viabilità sono state eseguite, con apposito software, le verifiche sull'andamento planimetrico del tracciato di progetto al fine di garantire l'inscrivibilità dei mezzi di cantiere in funzione dell'utilizzo che ne verrà fatto in fase di cantierizzazione.

Per le viabilità di servizio l'andamento planimetrico si compone di una successione di rettili e di raccordi circolari lungo i quali si è adottata preferibilmente una pendenza trasversale variabile tra un minimo di 2.5% ed un massimo pari a 3.5%.

A seguito della complessità orografica dei luoghi, da punto di vista altimetrico si sono adottati raccordi verticali che consentano la percorribilità a qualsiasi mezzo secondo par. 5.3.2.del DM2001:

- $R_{vmin} = 20$ m per i dossi;
- $R_{vmin} = 40$ per le sacche;
- pendenze longitudinali massime in generale, sono state abbassate dal 20% al 13%.

Le viabilità di servizio di cui si occupa la variante sono:

- la VS008 per l'accesso al piazzale di cantiere relativo alla realizzazione delle gallerie Polcevera, Bric du Vento e Baccan;
- la VS025 (definitiva) per l'accesso ai locali tecnici delle gallerie Polcevera e San Rocco, ma che in fase provvisoria (VS025A e VS025B) serve a raggiungere i piazzali di imbocco delle gallerie Polcevera e San Rocco.
- La VS18B per l'accesso alle aree di cantiere degli imbocchi e di collegamento diretto da e per l'autostrada A12 con la IN002.
- la VS18C per l'esecuzione della paratia di imbocco delle gallerie Granarolo e Montesperone e per l'accesso al piazzale di imbocco.

18.2.1 Viabilità di servizio VS008

L'intervento interessa il Comune di Genova, Regione Liguria, zona Bolzaneto. La Viabilità di Servizio VS008, rientra nel sistema viario da realizzarsi nell'area Bolzaneto, per l'accesso al piazzale di cantiere per la realizzazione delle opere delle gallerie Polcevera, Bric du Vento e Baccan.

Trattasi di nuova viabilità con origine dal piazzale della stazione di servizio su Via E. Faggioni, dopo aver sottopassato la seconda campata del ponte ad archi dell'autostrada esistente, si affianca alla stessa ponendosi per un breve tratto al di sopra del muro di controripa esistente; quindi, sovrappassa la galleria Brasile e raggiunge il piazzale di cantiere.

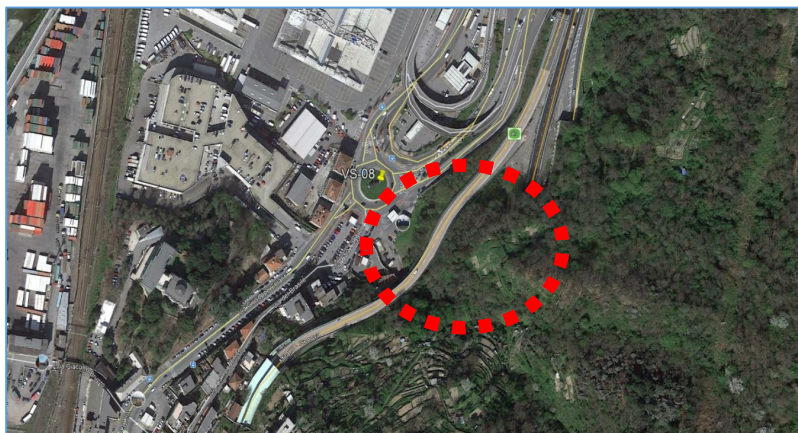


Figura 18-13 Ortofoto e inquadramento area intervento VS008

Il tracciato parte dal piazzale esistente della stazione di servizio su via E. Faggioni.

La sede stradale ha larghezza pari a 6,00 m ed ha uno sviluppo complessivo di 326.73m.

Il tracciato ha quota di partenza pari a 52.018m e, seguendo l'andamento del terreno, sale fino a quota 86.512m dove è posto il piazzale di cantiere per la realizzazione delle opere delle gallerie.

La viabilità alla progressiva 0+080.00 sottopassa l'autostrada A7 MI-GE al km 126 in corrispondenza della prima campata del ponte ad archi esistente.

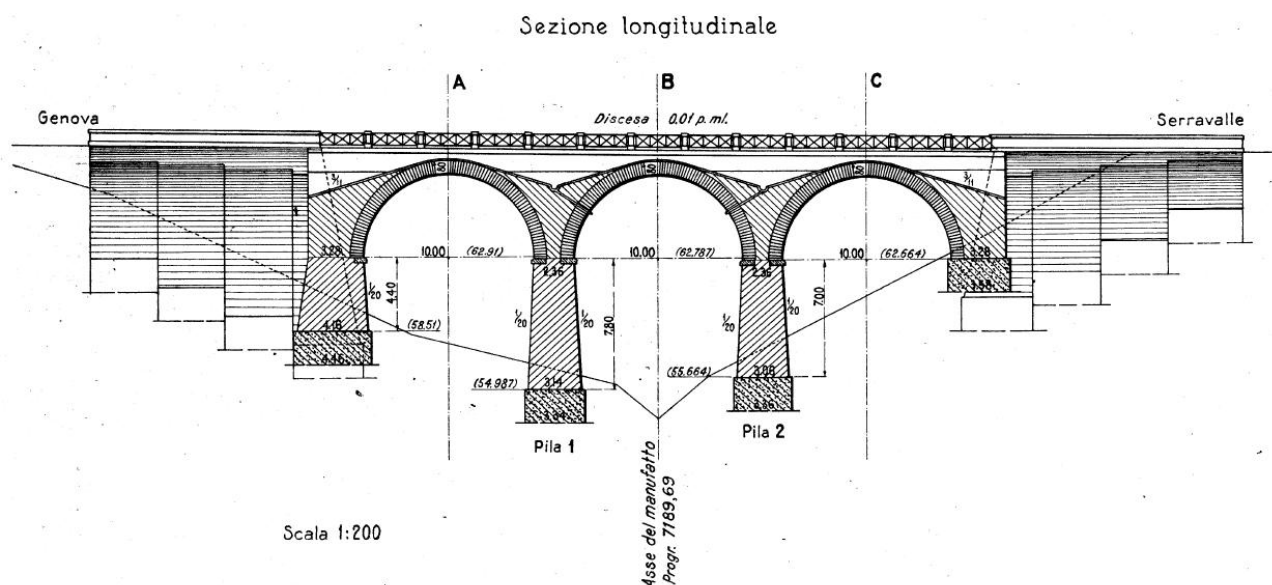


Figura 18-14 Ponte autostradale esistente A7 (GE-MI)

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.

Dati piano - altimetrici		
Sviluppo	275.00	m
Raggio planimetrico minimo	7.00	m
Pendenza trasversale massima	3.50	%
Raggio altimetrico convesso minimo	100	m
Raggio altimetrico concavo minimo	150	m
Pendenza longitudinale massima	12.00	%

Tabella 18-1 - Dati piano-altimetrici VS008

Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria di tracciamento ed al profilo longitudinale.

18.2.2 Viabilità di servizio VS025

La Viabilità di Servizio VS025, rientra nel sistema viario da realizzarsi nell'area Bolzaneto.

Trattasi di una nuova viabilità caratterizzata da due differenti fasi: una provvisoria (VS025A e VS025B) ed una definitiva di VS025.

18.2.2.1 VS025A

Nella prima fase, quella provvisoria, le due viabilità (VS025A e VS025B) permettono l'accesso all'area di cantiere degli imbocchi delle gallerie Polcevera e San Rocco.

L'intervento interessa il Comune di Genova, Regione Liguria, zona Bolzaneto.



Figura 18-15 Ortofoto e inquadratura area intervento VS025

Nel PD/PE la viabilità di accesso (denominata VS007) principiava dalla strada esistente che sottopassa la carreggiata GE-MI dell'Autostrada A7 mediante un manufatto "a volta" largo 2.90 m, con funzione anche idraulica (il piano stradale è un grigliato keller posto al di sopra del canale ad "U", dimensioni B=2.40 e H=1.80 circa, in cui scorrono le acque del Rio Orpea).

Questa opzione, seppur prevedesse la demolizione del manufatto "a volta" e la sua sostituzione con una nuova opera, è stata scartata in quanto ritenuta fortemente limitante per il traffico autostradale.

È stato quindi pensato, un allargamento della carreggiata dell'A7 Dir. Sud (già descritto al punto 4.4), che permettesse di realizzare un nuovo sottovia di larghezza pari a 6.0m con posizione e angolazione tale da facilitare il transito dei mezzi verso e da via Sardorella.

Le viabilità di servizio provvisorie, che subentrano alla VS007, sono la VS025A e la VS025B che raggiungono le aree di lavoro della galleria Polcevera e della galleria San Rocco.

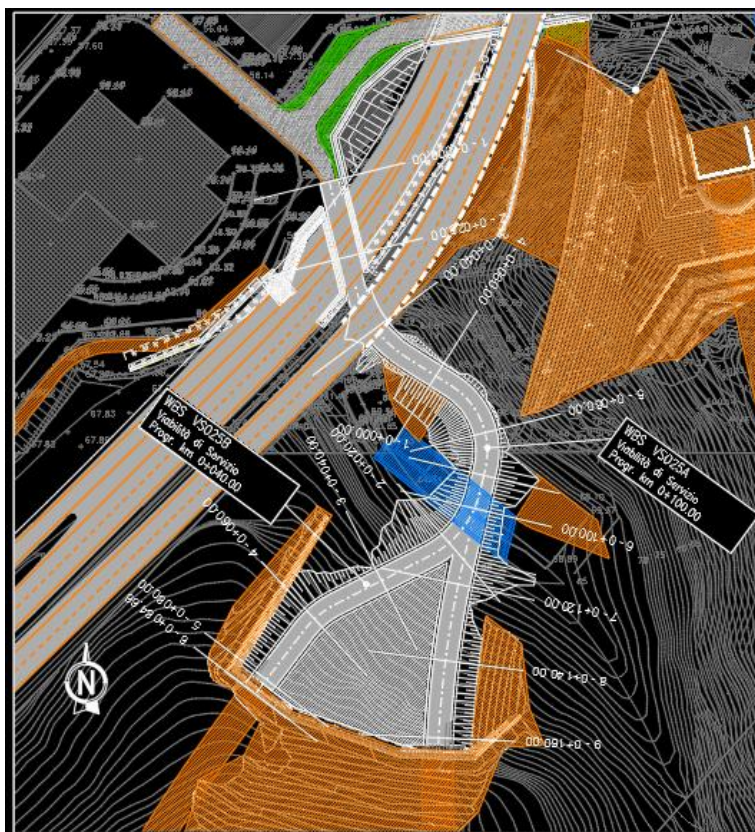


Figura 18-16 Stralcio planimetrico VS025A e VS025B

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.

Dati piano - altimetrici		
Sviluppo	160.00	m
Raggio planimetrico minimo	20.00	m
Pendenza trasversale massima	3.50	%
Raggio altimetrico convesso minimo	100	m
Raggio altimetrico concavo minimo	100	m
Pendenza longitudinale massima	13.00	%

Tabella 18-2 - Dati plano-altimetrici VS025A

Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria di tracciamento ed al profilo longitudinale.

18.2.2.2 VS025B

Il tracciato della VS025B ha uno sviluppo complessivo di 84.66m ed ha inizio alla pk 0+091.00 della VS025A (quota=70.221m) e termina fino a quota 72.416m.

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.

Dati piano - altimetrici		
Sviluppo	84.66	m
Raggio planimetrico minimo	20.00	m
Pendenza trasversale massima	3.50	%
Raggio altimetrico convesso minimo	90	m
Raggio altimetrico concavo minimo	/	m
Pendenza longitudinale massima	12.90	%

Tabella 18-3 - Dati piano-altimetrici VS025B

Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria di tracciamento ed al profilo longitudinale.

18.2.2.3 VS025

Terminata la prima fase, quella provvisoria, le due viabilità (VS025A e VS025B) vengono smantellate e al loro posto viene realizzata, in via definitiva, la VS025.

Con una piattaforma di larghezza pari a 4.0m, questa viabilità di servizio consentirà:

- le operazioni di manutenzione del canale Orpea (comprese quelle relative allo Scatolare Orpea TS020);
- l'accesso ai locali tecnici delle gallerie Polcevera / San Rocco;
- l'accesso agli impianti del Micro-Tunneling della Galleria Forte Diamante.

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.

Dati piano - altimetrici		
Sviluppo	132.56	m
Raggio planimetrico minimo	28.00	m
Pendenza trasversale massima	3.50	%
Raggio altimetrico convesso minimo	100	m
Raggio altimetrico concavo minimo	100	m
Pendenza longitudinale massima	12.00	%

Tabella 18-4 - Dati piano-altimetrici VS025

Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria di tracciamento ed al profilo longitudinale.

18.2.3 Viabilità VS013

La viabilità VS013 funge da collegamento tra l'esistente via Torbella e le viabilità IN002 e VS18B descritte nei paragrafi seguenti.

La viabilità ha uno sviluppo complessivo di 150 metri ed è caratterizzata da una sezione trasversale con larghezza minima pari a 4 metri con opportuni allargamenti in corrispondenza dell'intersezione con la VS18B.

Le curve planimetriche hanno raggio minimo pari a 15 metri e raggio massimo pari a 250 metri con pendenza trasversale massima pari al 3,5%.

Dal punto di vista altimetrico la pendenza massima è del 12%.

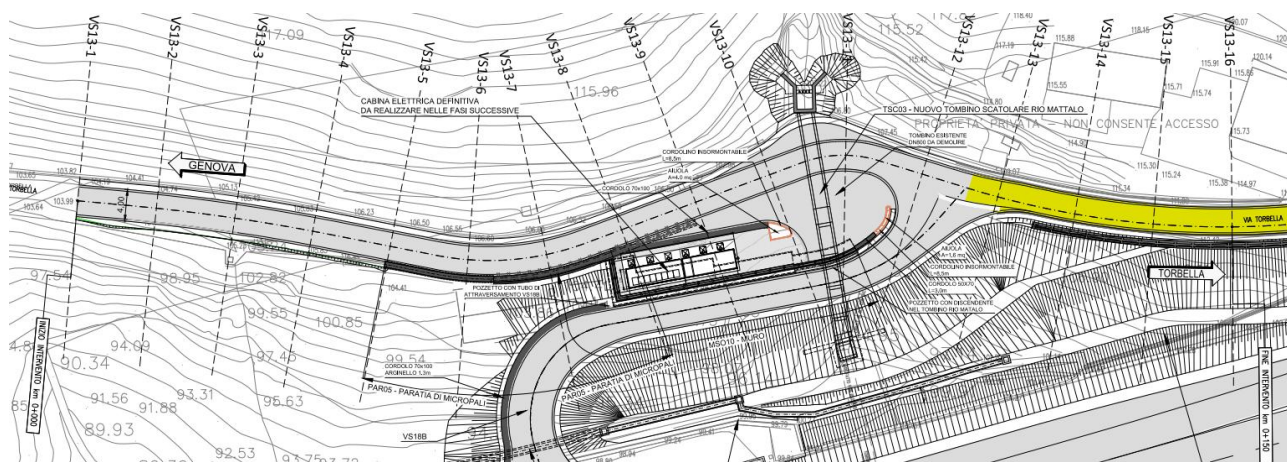


Figura 18-17. Planimetria VS13

18.2.4 Viabilità di servizio VS18B

La viabilità di servizio VS18B rappresenta una nuova strada di collegamento tra la carreggiata ovest dell'autostrada A12 e la viabilità interferita in via Torbella (IN002), in prosecuzione di via Torbella. La viabilità di servizio, con sviluppo pari a circa 120m, verrà utilizzata durante i lavori di realizzazione del nuovo sistema autostradale unicamente dal personale autorizzato per l'accesso ad alcune aree di cantiere non raggiungibili direttamente dall'attuale viabilità autostradale e rimarrà al termine dei lavori come viabilità di accesso alle cabine elettriche ed edifici a servizio ubicati nei piazzali d'imbocco.

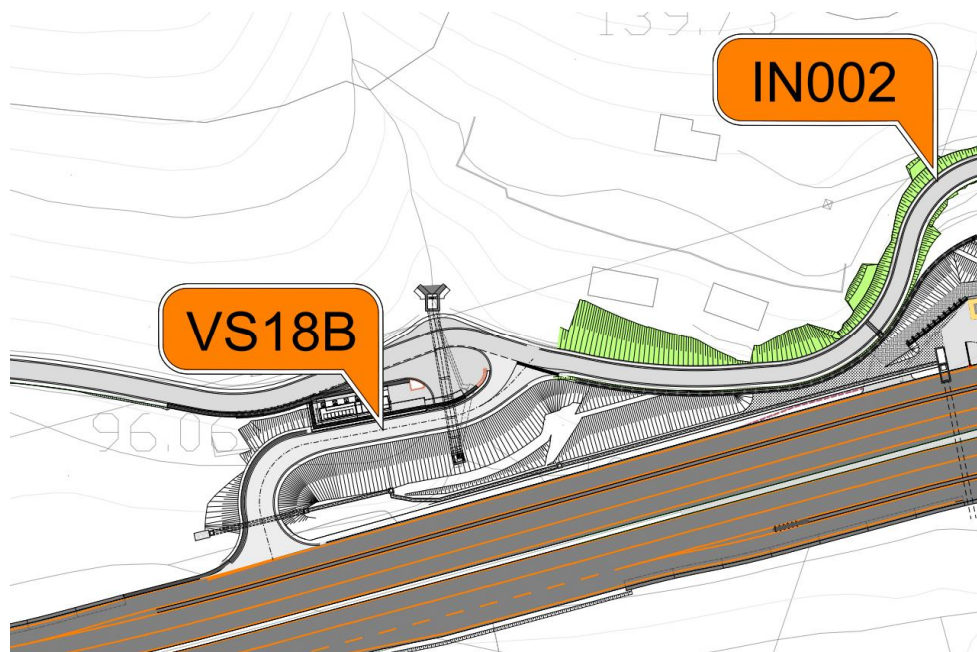


Figura 18-18. VS18B - Fase di cantiere

Sia nella fase di cantiere che nella successiva configurazione finale la piattaforma stradale avrà una larghezza minima pari a 4 metri oltre due arginelli da 75 cm.

18.2.5 Viabilità di servizio VS18C

La viabilità di servizio VS18C rientra nel sistema viario da realizzarsi nell'area Bolzaneto.

Trattasi di una nuova viabilità provvisoria finalizzata alle sole fasi di cantiere che da due differenti fasi sfalsate temporalmente. La viabilità ha inizio dalla VS18A già oggetto della Valutazione Preliminare Ambientale poi ricompresa nella presente variante e si sviluppa lungo il versante per consentire ai mezzi di cantiere di raggiungere in sicurezza la quota di realizzazione della paratia di imbocco delle gallerie Granarolo e Montesperone.

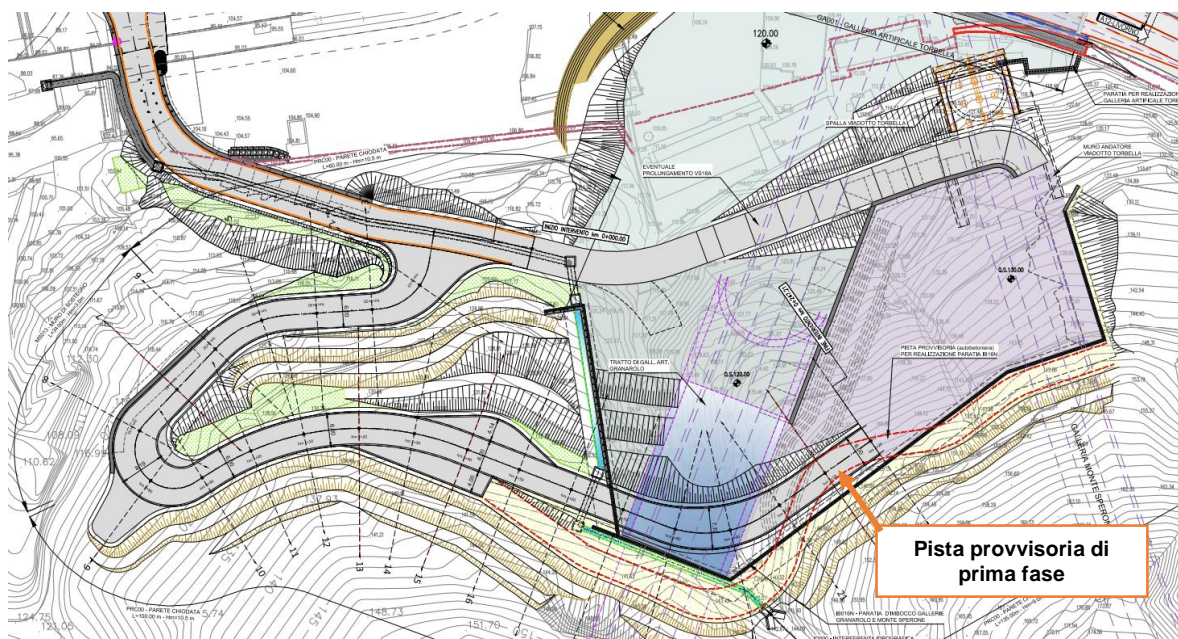


Figura 18-19. VS18C Fase 1 e Fase 2

La prima fase della viabilità consente di raggiungere ed eseguire la porzione più ad est della paratia di imbocco mentre la seconda fase consentirà di raggiungere l'area di imbocco dopo la realizzazione della paratia.

18.3 VIABILITÀ INTERFERITE

Nell'ambito dei lavori per la realizzazione della Gronda di Genova, ovvero l'adeguamento del nodo stradale e autostradale relativo alla A7 – A10 – A12, si rende necessaria la ricucitura del tessuto viario interferente con le opere in progetto.

18.3.1 Viabilità interferita IN002 – Via Torbella

La soluzione di variante sviluppata prevede, a seguito dell'acquisizione dei fabbricati e dei terreni attraverso contratti di cessione volontaria come rappresentato nel capitolo 4.1, il declassamento a strada a destinazione particolare da utilizzare per il solo accesso a mezzi autorizzati per fini manutentivi e di emergenza e garantendo di fatto la continuità del camminamento pedonale lungo il Torrente Torbella verso il piccolo borgo di Begato.

La riduzione proposta della larghezza della carreggiata delle viabilità IN002 ha permesso di minimizzare la superficie sottratta per la realizzazione delle scarpate di contenimento dovute all'acclività del pendio, sostituendo le importanti opere di sostegno degli scavi costituite nel progetto approvato da paratie di micropali rivestite con pannelli prefabbricati con interventi più contenuti, trattati con elementi di ingegneria naturalistica, del tipo "muri in terra verde" posizionati sul margine esterno (lato valle) della carreggiata stradale o, in alternativa, con interventi di stabilizzazione corticale dei terreni con chiodature di tipo passivo sul margine

interno (lato monte) della carreggiata stradale introdotti al fine di contenere l'occupazione planimetrica dell'intero intervento e superare le tratte con maggiore differenza di quota rispetto al terreno naturale. Il progetto di sistemazione finale mira alla totale copertura degli interventi a sostegno degli scavi per una omogenea sistemazione di ricucitura con il territorio circostante prevedendo a fine lavori interventi di ripristino o di inserimento paesaggistico della viabilità.

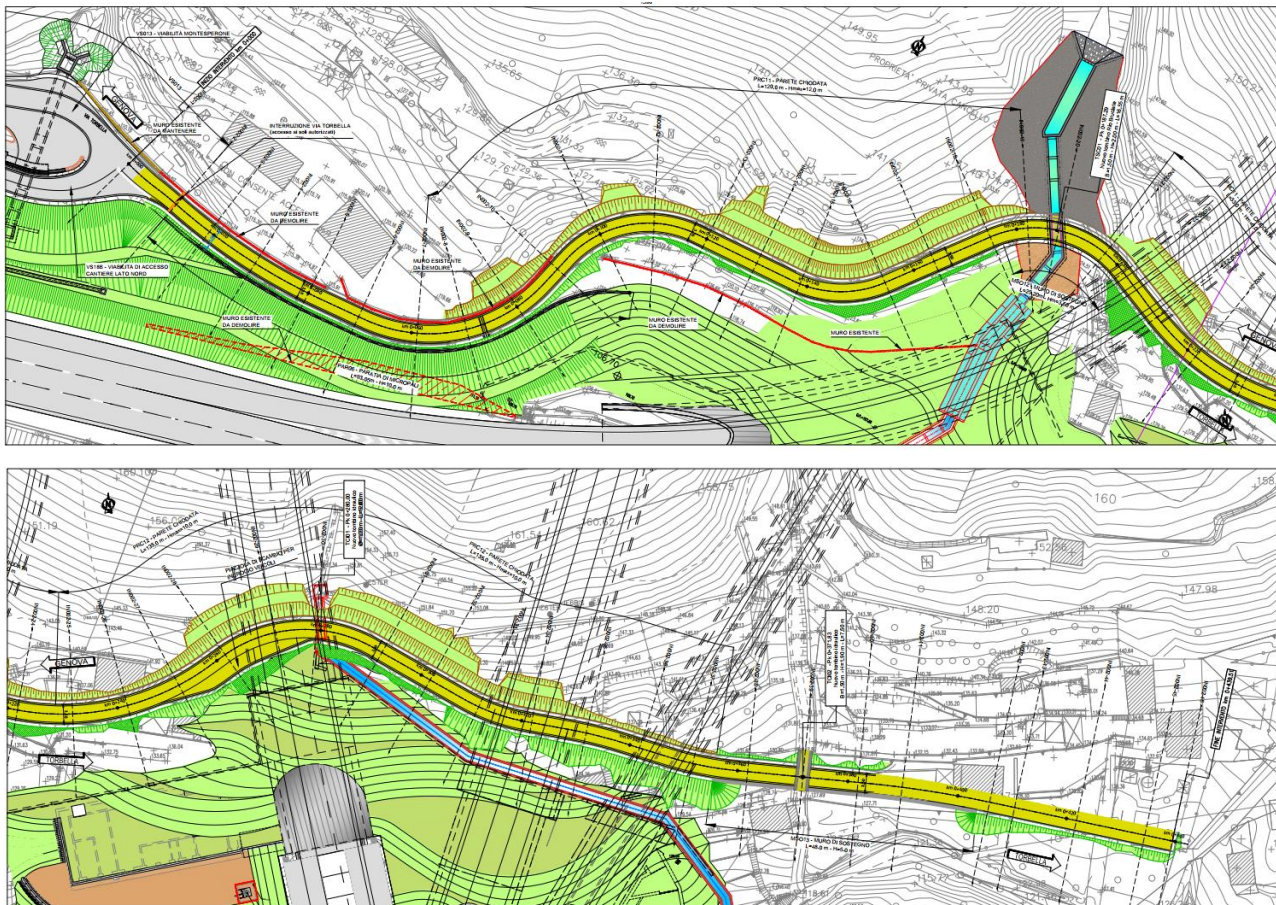


Figura 18-20. Planimetria viabilità IN002

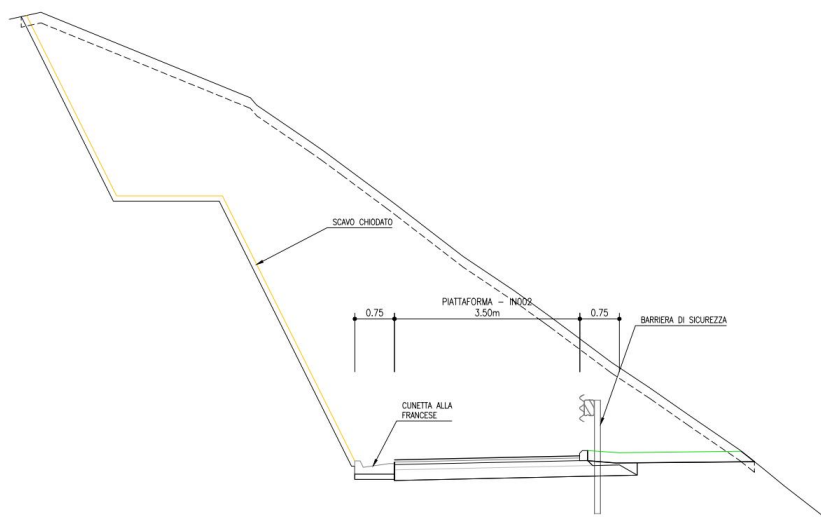


Figura 18-21. Sezione tipo viabilità IN002

La viabilità ha uno sviluppo complessivo di circa 440 metri ed è costituita da una sezione stradale di 3,50 metri oltre 2 arginelli da 75 cm. Le curve planimetriche hanno raggi di curvatura compresi tra 20 metri e 200 metri aventi pendenza trasversale massima pari al 3,5%. Dal punto di vista altimetrico la viabilità ha una pendenza massima del 18,4%.

18.3.2 Viabilità interferita IN005 – Via Porcile Inferiore

Il progetto della nuova viabilità ha uno sviluppo complessivo di circa 240 metri ed è costituita da una sezione stradale composta da un'unica corsia percorsa a doppio senso di marcia per una larghezza complessiva ridotta a 4.00 m per il passaggio di soli mezzi leggeri. La nuova viabilità prevede inoltre la realizzazione di alcune migliorie all'attuale sistema di regimazione idraulica delle acque del rivo "Rio di Po" che, a seguito delle recenti alluvioni, ha provocato molti danni sui terreni circostanti, a causa dell'erosione operata dal corso d'acqua.

La viabilità in oggetto sovrappassa la carreggiata in direzione nord dell'autostrada A7 in corrispondenza del cavalcavia esistente per il quale la soluzione di variante prevede un intervento di demolizione e ricostruzione.

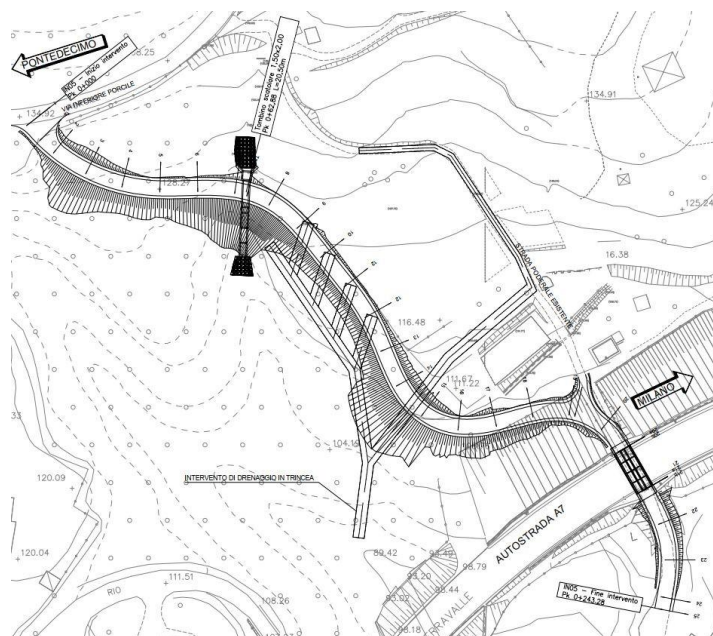


Figura 18-22. Planimetria della viabilità IN005

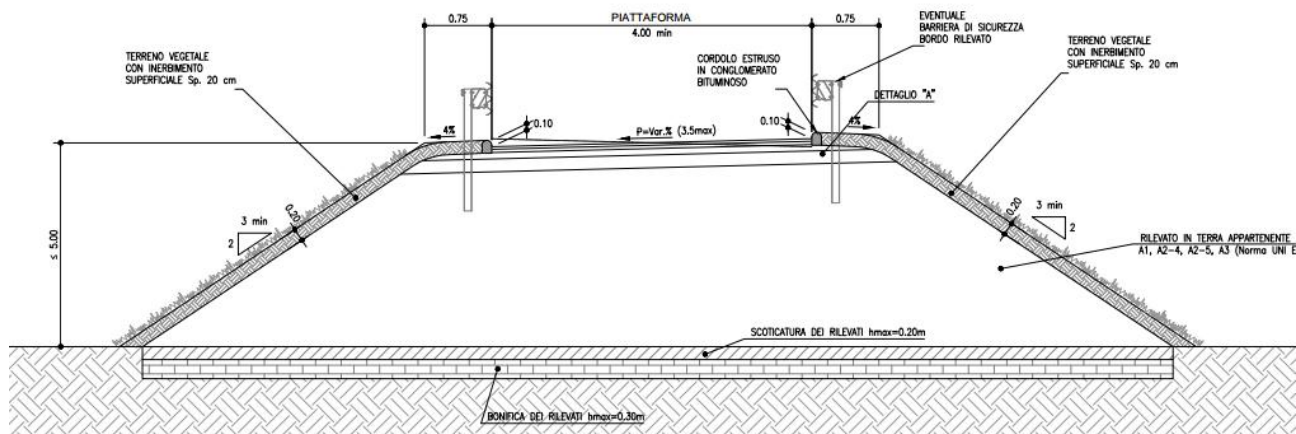


Figura 18-23. Sezione tipo in rilevato viabilità IN005

La viabilità interferita in esame prevede un tracciamento planimetrico caratterizzato da una serie di 3 curve con raggio minimo 19m e con pendenza trasversale massima del 3.5%.

Dal punto di vista altimetrico la pendenza massima è del 20%.

18.3.3 Viabilità Interferita IN006 – Via Rio di Po

L'oggetto dell'intervento riguarda l'attuale viabilità Interferente che sovrappassa la carreggiata della A7 direzione Milano al km 124+700.

Come si può notare, se nel PD/PE (figura 3.11) la *IN006 – Via Rio di Po* si sviluppa sull'attuale e omonima viabilità locale, nella Variante Ambito Bolzaneto è sì prevista la demolizione del cavalcavia esistente con realizzazione della nuova *IN006* pensata in un punto differente rispetto all'attuale Via Rio di Po (figura 3.12).

Ciò ha permesso di:

- poter utilizzare delle geometrie più ampie e meno vincolate,
- di inserire un marciapiede di 1.5 metri sul lato dx a servizio dei pedoni,
- di non apportare disagio/ limitazioni al traffico locale durante le fasi di cantiere.

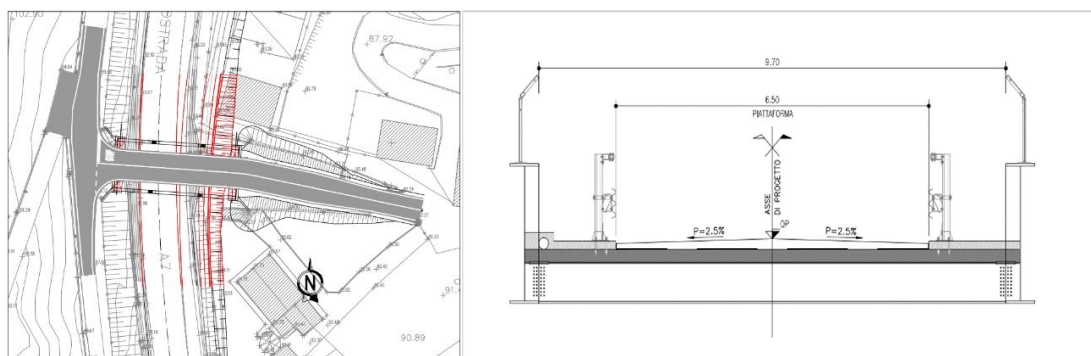


Figura 18-24 IN006 e Sezione tipo CV001 – Soluzione di progetto

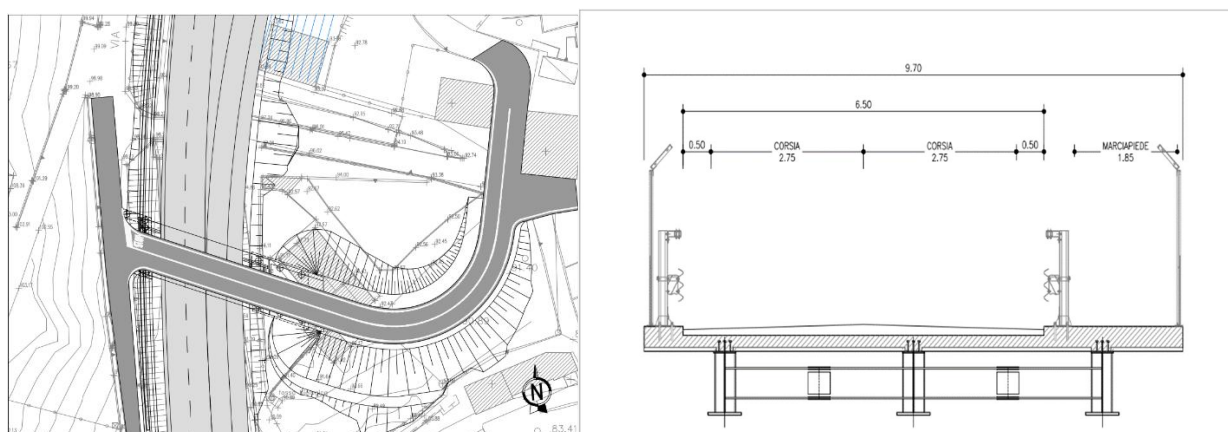


Figura 18-25 IN006 e Sezione tipo CV001 – Soluzione di variante

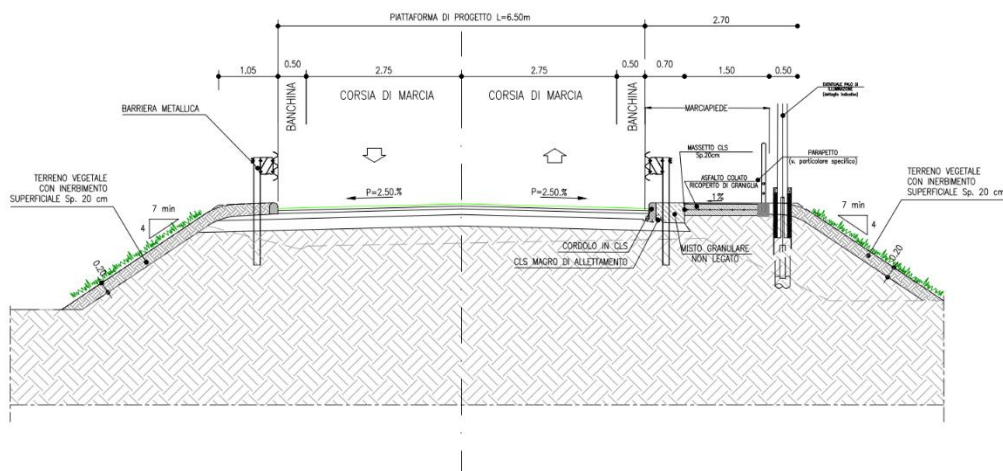


Figura 18-26 IN006 e Sezione tipo in rilevato – soluzione di variante

La viabilità interferita in esame prevede una piattaforma di 6.5 m di pavimentato e un tracciamento planimetrico caratterizzato da una curva di raggio 19m ($A=13.0$), con pendenza trasversale massima del 3.5%.

Dal punto di vista altimetrico le pendenze non superano il 10%.

La tabella che segue riassume i dati plano-altimetrici principali della viabilità:

Dati plano-altimetrici		
Sviluppo	105.56	m
Raggio planimetrico minimo	19.00	m
Pendenza trasversale massima	3,50	%
Raggio altimetrico convesso minimo	210,00	m
Raggio altimetrico concavo minimo	200,00	m
Pendenza longitudinale massima	10.00	%

Tabella 18-5 - Dati plano-altimetrici IN006

18.3.4 Viabilità Interferita IN009 – Salita Bocchettina

La viabilità interferita *IN009 - Salita Bocchettina* non è prevista nel PD/PE.

Infatti, la progettazione di tale viabilità nasce da due fattori cardini della Variante Ambito Bolzaneto:

- la diversa ubicazione dell'imbocco della Galleria Forte Diamante Nord,
- il diverso andamento planimetrico dell'A7 Dir. Sud (non più in sede ma in allargamento rispetto allo stato attuale) con distruzione dell'attuale sottovia di via Bocchettina.

Da qui la necessità di ri-progettare una viabilità che potesse ricucire la suddetta viabilità locale ma che, durante le fasi di realizzazione del progetto, garantisse l'accesso al cantiere (Spalla Viadotto Secca Nord/ Imb. Galleria Forte Diamante Nord). Nella prima fase la viabilità avrà una duplice funzione, appositamente regolamentata, di viabilità di accesso al cantiere e viabilità a servizio (figura 3.14).

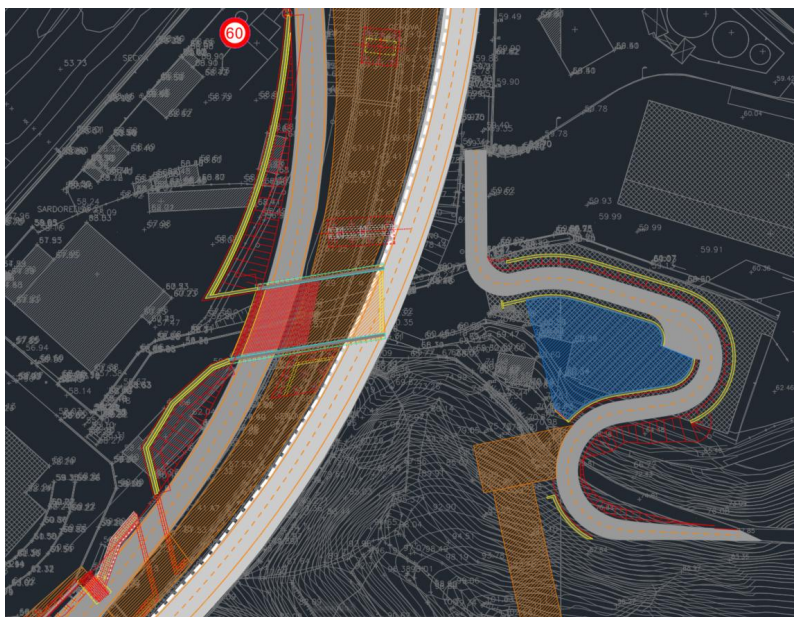


Figura 18-27 IN009 Salita Bocchettina in Prima fase - Variante Ambito di Bolzaneto

Una volta realizzato il nuovo *Sottovia di Via Bocchettina – ST020*, e aperto il nuovo collegamento con via Sardorella (con completo recupero e la riqualificazione dell'area oggetto di esproprio di proprietà dell'ex night), la IN009 sarà prettamente a servizio della comunità e degli addetti alla manutenzione dei locali tecnici della Galleria Forte Diamante - figura 3.15)

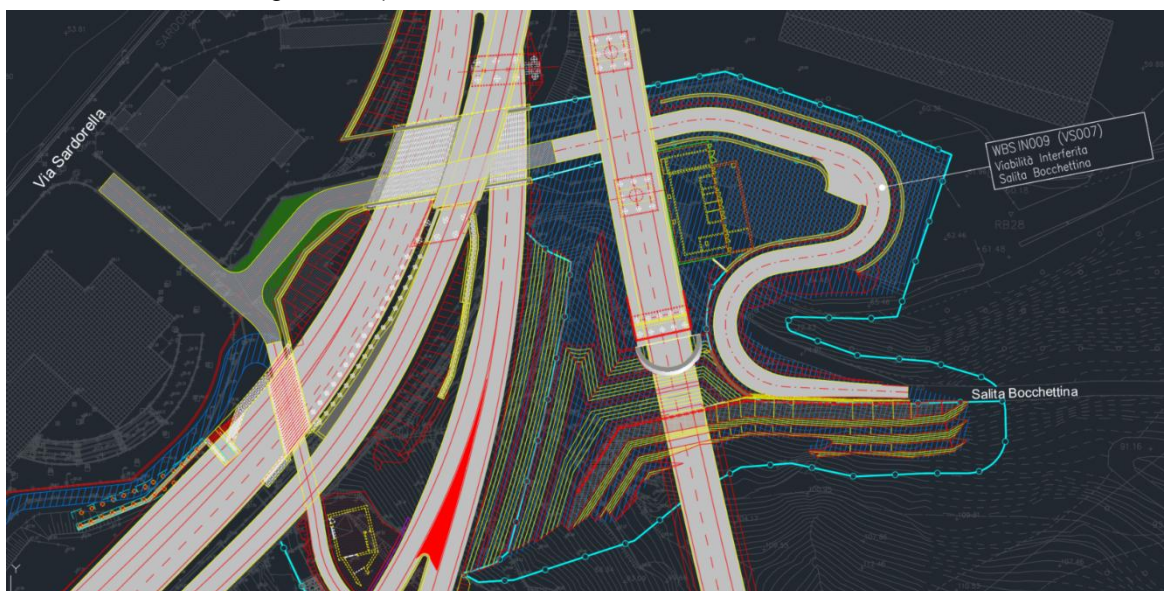


Figura 18-28 IN009 Salita Bocchettina - Variante Ambito di Bolzaneto

18.4 ACUSTICA DI CANTIERE

Nel capitolo progettuale dedicato all'acustica di cantiere sono stati affrontati in modo sistematico il tema del rumore prodotto dai cantieri, in particolare sono state considerate:

- le localizzazioni e le configurazioni delle aree di cantiere;

- la configurazione morfologica dei luoghi nello stato attuale e nella fase di cantiere,
- la presenza di ricettori potenzialmente disturbati,
- le sorgenti di rumore che si prevede siano presenti e operative nelle diverse situazioni di cantiere e le relative emissioni acustiche (singole per macchinario e complessive per area di cantiere),
- una sommaria articolazione per fasi con individuazione della fase più rumorosa,
- gli accorgimenti e le misure di mitigazione che si prevede siano applicate, tramite specifiche disposizioni che saranno impartite alle imprese.

Al momento non è possibile indicare esattamente i periodi temporali nei quali si svolgeranno le lavorazioni considerate nello studio; pertanto, si è fatto riferimento al cronoprogramma complessivo della durata complessiva dei lavori e dell'eventuale articolazione per fasi.

Sulla base degli elementi sopra elencati, con riferimento a precise schede di emissione delle sorgenti (singoli macchinari o scenari di emissione) che delineano sonogrammi riferiti a tempistiche di utilizzo e di contemporaneità definite come standard, sono stati calcolati i livelli in facciata dei ricettori esposti, i quali sono poi stati confrontati con i limiti derivanti dalle zonizzazioni acustiche del comune di Genova.

Come previsto nelle disposizioni per le imprese in materia ambientale contenute nel progetto, sarà compito dell'impresa appaltatrice, in base alla propria organizzazione e ai tempi programmati, redigere in ogni caso la Valutazione di impatto acustico per tutte le aree di cantiere e i cantieri mobili, nel rispetto delle specifiche contenute nelle già citate disposizioni per le imprese in materia ambientale e considerando il presente studio come base analitica e modellistica.

Sudette valutazioni dovranno dimostrare il rispetto dei limiti acustici ovvero supportare la richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti acustici, nei casi in cui essa risulti necessaria. In tali casi l'impresa dovrà comunicare agli Enti Competenti, tutti gli elementi tecnici necessari ai fini di legge e per la completa contestualizzazione spaziale e temporale delle attività rumorose.

I cantieri CB001, CI004 e CI006, già oggetto di precedente autorizzazione, sono aree di cantiere comuni a più lotti della Gronda di Genova e saranno parzialmente a disposizione del lotto in progetto, così come già definito e approvato nelle precedenti fasi approvative. Non avendo riportato variazioni né geometriche e né funzionali, non verranno ulteriormente approfonditi in questa sede rimandando agli elaborati già approvati per i relativi dettagli.

Le aree di cantiere oggetto dello studio acustico condotto nella presente variante sono indicate di seguito.

Ambito Bolzaneto:

- CI012 – Campo Industriale per Viadotti e Gallerie
- CO11A – Cantiere Operativo Imbocco Galleria Forte Diamante
- CO11N – Cantiere Operativo Imbocco Gallerie Polcevera – San Rocco
- CO11V – Cantiere Operativo Viadotti Secca
- CO12W – Cantiere Operativo Imbocco Ovest Galleria Bric du Vento - Baccan - Polcevera
- CO13W – Cantiere Operativo Viadotti Secca - Ovest
- CO13E – Cantiere Operativo Viadotti Secca – Est

Il cantiere CI010 previsto nella precedente fase approvativa è stato eliminato nella presente variante in quanto allo stato attuale l'area risulta non più disponibile.

Ambito Torbella:

- CI007 - Campo Industriale Torbella;
- CO11S - Cantiere Operativo Imbocco Galleria Forte Diamante.

18.4.1 Valutazione di impatto acustico

Le attività di cantiere si svolgeranno prevalentemente sull'intero arco delle 24 ore e quindi le valutazioni acustiche sono state riferite sia al periodo diurno che quello notturno. Le valutazioni riferite al solo periodo diurno, in coerenza con le tipologie di attività svolte, sono state effettuate per il cantiere CI012 (che vede, allo stato attuale della progettazione, attività nel solo periodo di riferimento diurno) e per le attività di apprestamento dei cantieri CO12W, CO11N, CO11A e CO11V. In riferimento a questi ultimi si evidenzia che la durata delle attività di apprestamento è significativamente di durata minore rispetto alla condizione di operatività a regime.

Nello sviluppo delle valutazioni degli impatti acustici si è fatto riferimento alla normativa nazionale e regionale vigente:

- normativa nazionale in vigore in tema di inquinamento acustico (DPCM 1.3.1991, Legge Nazionale n. 447/95, DPCM 14.11.1997, DMA 16.3.1998, DPR n. 142/04);
- normativa regionale in vigore in tema di inquinamento acustico (Legge regionale 20 marzo 1998 n. 12; DGR n.752 del 28 giugno 2011; DGR n. 534 del 28 maggio 1999; DGR n.2510 del 18 dicembre 1998).

Per l'individuazione dei limiti massimi di emissione e immissione di ciascun ricettore si è fatto riferimento al piano di classificazione acustica del comune di Genova, adottato dal Consiglio Comunale con deliberazione n.140 del 4/12/2000 ed approvato con deliberazione n° 234 del 24 aprile 2002 della Giunta Provinciale di Genova.

L'individuazione delle aree di cantiere, delle loro conformazioni, degli apprestamenti previsti e di tutte le informazioni di carattere progettuale è riportata negli specifici elaborati del progetto della cantierizzazione.

In considerazione del contesto particolarmente urbanizzato, in tutti i punti di misura le principali sorgenti di rumore derivano comunque dal traffico stradale. Per tale motivazione si è scelto di valutare il rumore di fondo utilizzando come riferimento la media del valore statistico L90 delle tre misure. Nel presente studio si è quindi optato per utilizzare come valori di fondo del rumore ambientale 59,4 dBA per il periodo diurno e 50,6 dBA per il periodo notturno.

Si ritiene che il clima acustico rappresentato dal rumore di fondo, che esclude quindi il rumore del traffico stradale, possa sostanzialmente rappresentare, anche allo stato attuale, il contesto acustico di riferimento. Tale affermazione risulta confermata anche dal rilievo eseguito in fase di Ante Operam NG-GE-R3-24 effettuata nell'area del Morego nell'anno 2018.

Si evidenzia che tutti i ricettori limitrofi ai cantieri fissi si possono considerare caratterizzati da tali valori di fondo, in quanto localizzati in contesti territoriali del tutto analoghi.

Si ritiene opportuno ricordare che la verifica del limite differenziale richiede la valutazione dei livelli in ambiente abitativo (a finestre aperte e chiuse) e pertanto il parametro calcolato, che si riferisce ai livelli di impatto in facciata al ricettore, può essere considerato solo un indicatore del possibile livello differenziale in ambiente abitativo.

La valutazione dell'impatto acustico è stata effettuata mediante il software di simulazione numerica Soundplan: i risultati della modellazione sono riportati dettagliatamente nella relazione dedicata, che descrive approfonditamente gli esiti del modello per ciascun campo operativo/industriale incluso in progetto.

18.4.1.1 Sintesi dei risultati della valutazione di impatto acustico

Si riporta in questa sede la sintesi dei risultati della modellazione eseguita.

Le valutazioni puntuali hanno evidenziato la necessità di intervenire con opere di mitigazioni acustiche per il cantiere CI012.

In particolare, per il cantiere CI012 sono previste n° 2 barriere di cui una di lunghezza di circa 120 metri per un'altezza di 5 m posta in prossimità del frantoio ed una di circa 60 metri per un'altezza di 5 m posta lungo il perimetro dell'area a protezione di alcuni edifici residenziali. Con riferimento al cantiere CO12W le simulazioni hanno evidenziato, per il solo periodo di riferimento notturno, la presenza di alcuni lievissimi esuberi dei limiti vigenti per i ricettori più prossimi alle aree di cantiere. Si segnala tuttavia come il clima acustico attuale dell'area

(valore di fondo) sia caratteristico di un ambito fortemente urbanizzato e che il contributo del cantiere non sia sostanzialmente significativo.

Sarà comunque opportuno che le imprese che opereranno facciano richiesta di deroga dei limiti di rumore secondo le procedure definite dalla normativa.

Permangono, su un limitato numero di ricettori, dei lievi superamenti non gestibili attraverso il dimensionamento di barriere acustiche; in tal senso si auspica che le imprese adottino le disposizioni speciali abitualmente implementate nelle tipologie di lavori in esame.

Relativamente ai cantieri CI007 e CO11S si è proceduto a dimensionare alcune barriere acustiche ed in particolare per la fase di funzionamento a regime, sono state previste alcune barriere a margine del cantiere CO11S e internamente al cantiere CI007 di altezza pari a 6 m da frapporte tra le aree dove avverranno le lavorazioni più impattanti ed i ricettori presenti.

Dalle simulazioni è emerso che anche prevedendo dette opere di mitigazione acustica si verificano lievi esuberi dei limiti vigenti per cui sarà opportuno valutare l'eventuale necessità di effettuare da parte delle imprese che opereranno richiesta in deroga dei limiti di rumore secondo le procedure definite dalla normativa.

Per ciò che riguarda la viabilità di cantiere, VS13 e IN02, si ritiene che tali sorgenti siano da considerare trascurabili rispetto alla presenza delle altre sorgenti di cantiere e del rumore indotto dalla presenza dell'autostrada A12 caratterizzata da volumi di traffico importanti. Per tali motivazioni si ritiene che il contributo acustico della VS13 e della IN02 all'area circostante sia trascurabile e non necessiti di particolari opere di mitigazione acustica.

Nelle simulazioni effettuate per il cantiere mobile correlato alla fase di demolizione dei viadotti, sono stati evidenziati superamenti marginali dei limiti vigenti presso un limitato numero di edifici residenziali. Si evidenzia che data la natura dell'attività, risulta tecnicamente non sostenibile la possibilità di intervenire con eventuali barriere mobili e conseguentemente si ritiene che l'impresa debba ricorrere alla richiesta di deroga ai limiti vigenti.

Infine, si specifica che in ogni caso sarà compito dell'impresa appaltatrice dei lavori, in base alla propria organizzazione e ai tempi programmati, verificare la necessità di aggiornare la presente Documentazione di impatto acustico per tutte le lavorazioni, nel rispetto delle specifiche normative e considerando il presente studio come base analitica e modellistica. Suddette specifiche valutazioni dovranno dimostrare il rispetto dei limiti acustici ovvero supportare la richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti acustici, nei casi in cui essa risulti necessaria.

18.4.2 Cantieri mobili

Per quanto riguarda i cantieri mobili, la scelta delle attività da simulare è stata effettuata in ragione della loro rumorosità e della durata delle lavorazioni. Alla luce di tale analisi le attività più impattanti sono risultate essere quelle correlate alla demolizione dei viadotti.

Sulla base dei risultati ottenuti, sulla distanza dei ricettori e sulla classificazione acustica delle aree, sono state individuate le aree maggiormente impattate dalle attività.

Gli scenari valutati nel presente studio e con i criteri sopra riportati sono pertanto rappresentativi dello scenario potenzialmente più critico e sono da usare come riferimento per tutti i ricettori che risultino essere posti a distanze analoghe a quelli valutati.

Nelle simulazioni effettuate per il cantiere mobile correlato alla fase di demolizione dei viadotti, sono stati evidenziati superamenti marginali dei limiti vigenti presso un limitato numero di edifici residenziali. Si evidenzia che data la natura dell'attività, risulta tecnicamente non sostenibile la possibilità di intervenire con eventuali barriere mobili e conseguentemente si ritiene che l'impresa debba ricorrere alla richiesta di deroga ai limiti vigenti.

Infine, si specifica che sarà compito dell'impresa appaltatrice dei lavori, in base alla propria organizzazione e ai tempi programmati, verificare la necessità di aggiornare la presente Documentazione di impatto acustico per tutte le lavorazioni, nel rispetto delle specifiche normative e considerando il presente studio come base

analitica e modellistica. Suddette specifiche valutazioni dovranno dimostrare il rispetto dei limiti acustici ovvero supportare la richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti acustici, nei casi in cui essa risulti necessaria.

In questo contesto è comunque auspicabile che le imprese adottino le disposizioni speciali per le imprese abitualmente implementate nelle tipologie di lavori in esame.

I risultati delle valutazioni sono riportati in forma numerica e in forma grafica nella relazione di progetto dedicata.

19 FASI, TEMPI E COSTI DI ESECUZIONE LAVORI

19.1 FASIZZAZIONE DEI LAVORI E DEL TRAFFICO AUTOSTRADALE

Come anticipato nei capitoli precedenti, le modifiche contenute nella presente variante riguardano un primo ambito, definito Ambito Torbella Cantierizzazione, le cui attività saranno avviate in anticipo rispetto a quelle degli altri due ambiti trattandosi sostanzialmente di interventi finalizzati ad opere di cantierizzazione e relativi ad attività propedeutiche all'avvio delle lavorazioni principali.

Per gli altri due ambiti, la proposta di variante dettaglia le fasi esecutive delle lavorazioni relative al solo ambito di Bolzaneto in quanto, trattandosi di un intervento che si sviluppa in sovrapposizione ad una infrastruttura in esercizio, queste sono state studiate affinché potessero essere garantite 2 corsie di marcia in tutte le fasi. Pertanto, sono stati definiti specifici elaborati che definiscono sia le fasi di demolizione e ricostruzione dei due viadotti Secca (elaborati da CNT1601 a CNT-1605) e sia le fasi relative alle lavorazioni a monte e a valle dei due viadotti (elaborati CNT-1606, CNT-1611 e CNT-1612).

Per le lavorazioni relative alla proposta di variante di eliminazione del tronco di scambio si tratta di lavorazioni che non variano in maniera significativa le fasi previste nella versione di progetto approvato. L'esecuzione dei due fornici sostitutivi del tronco di scambio, infatti, potrà essere eseguita in ombra alle attività già previste.

19.2 TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI

La stima effettuata sui tempi di esecuzione delle lavorazioni così come modificate nella proposta di variante in oggetto, sostanzialmente riconferma i tempi complessivi stimati per la soluzione di progetto che quantificava il tempo di costruzione necessario in circa 8,9 anni (circa 3250 giorni).

Infatti, le lavorazioni aggiuntive previste in variante – come, ad esempio, la realizzazione dei nuovi fornici delle gallerie Geminiano – possono essere eseguite in parallelo alle attività già previste e sono sostitutive di lavorazioni più complesse e che avrebbero richiesto maggiori tempi di esecuzione come, ad esempio, il camerone del tronco di scambio previsto nella soluzione di progetto.

Tuttavia, la soluzione di variante consente di ottenere una significativa diminuzione dei tempi di apertura al traffico in direzione Milano quantificabile in circa 29 mesi calcolati nell'ipotesi di avvio delle lavorazioni dello scavo della galleria Forte Diamante da nord a dicembre 2024.

19.3 IMPORTO LAVORI

Per la realizzazione delle opere previste in variante è stato stimato un costo complessivo di lavori a base d'asta pari a 760.608.598,53 €. Tale importo è così suddiviso nei tre ambiti oggetto di variante:

- Ambito Torbella Cantierizzazione: 27.841.066,65 €
- Ambito Bolzaneto e relativa cantierizzazione: 462.804.189,39 €
- Eliminazione tronco di scambio e relativa cantierizzazione: 269.963.342,49 €

Per gli oneri della sicurezza è stata considerata la medesima incidenza presente nel quadro economico della soluzione di progetto esecutivo, non ancora approvato dal Ministero concedente, pari al 5,5%. Pertanto, l'importo complessivo stimato per i costi della sicurezza ammonta a 42.125.838,24 €

20 CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Con riferimento ai Criteri Ambientali Minimi si specifica che l'applicazione dei CAM è obbligatoria nei settori merceologici per i quali è vigente uno specifico decreto ministeriale, restando invece facoltativa, a discrezione della stazione appaltante, nei settori per i quali detta disciplina non è ancora stata emanata (cfr. tra molti, Cons. di Stato n. 604/2018). Nel settore qui di interesse, relativo a progettazione, realizzazione e manutenzione delle strade, è noto che il relativo decreto CAM sia in fase di adozione (v. apposita sezione sul sito del Ministero dell'Ambiente).

La progettazione ad oggi non tiene conto del D.M. 10/03/2020, né del D.Lgs 256/2022, in quanto non relativi a progetti stradali. Il riferimento normativo per il progetto della Gronda non potrà essere che il CAM strade (e autostrade) di prossima emanazione e che è atteso ricomprendere anche le tematiche specifiche, tra cui a titolo esemplificativo il verde. Il progetto comunque contiene alcuni aspetti congruenti al D.M. 10/03/2020, per esempio l'utilizzo di specie autoctone messe a dimora con anche la pacciamatura come previsto nel progetto delle opere a verde; la conformità degli ammendanti al D.Lgs 75/2010, l'etichettatura, la certificazione delle piante (passaporto delle piante) e delle sementi (certificazioni CRA-SCS) e le caratteristiche qualitative di fornitura (apici vegetativi ben conformati, apparato radicale ben formato, ecc.) richieste nelle norme tecniche di appalto. Ad integrazione di quanto sopra Il Proponente, in attesa dell'emissione di uno specifico CAM per le infrastrutture stradali, proporrà soluzioni di adeguamento del progetto al D.Lgs 256/2022, ove applicabili.