

**STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"**  
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in  
sicurezza dal km 56+000 al km 64+000**  
**Stralcio 1 da pk 0+000 a pk 1+900**

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **RM 368**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)  
PROGIN S.p.A.  
S.I.N.A. S.p.A. – BRENG S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

*Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli n. 23799*

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



IL GEOLOGO:

*Dott. Geol. Gianluca PANDOLFI ELMI (Progin S.p.A.)  
Ordine dei Geologi Regione Umbria n. 467*



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

*Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)*



VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO

*Dott. Ing. Paolo NARDOCCI*



PROTOCOLLO

DATA

\_\_\_\_\_ 202\_

**ELABORATI GENERALI**

*Relazione Tecnica generale - Stralcio 1*

CODICE PROGETTO

**D P R M 3 6 8 E 2 3**

NOME FILE

T01EG00GENRE02B.docx

REVISIONE

SCALA:

CODICE  
ELAB.

**T 0 1 E G 0 0 G E N R E 0 2**

**B**

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	Emissione a seguito di validazione e istruttoria ANAS	Febbraio 2024	R. Velotta	R. Velotta	L. Infante
A	Prima emissione	Dicembre 2022	R. Velotta	R. Velotta	L. Infante

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>ITER PROCEDURALE ED AMMINISTRATIVO</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO</b>	<b>12</b>
4.1	Inquadramento geologico	12
4.2	Condizioni idrogeologiche	13
4.3	Condizioni geomorfologiche	14
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO</b>	<b>15</b>
5.1	Indagini eseguite	15
5.2	Definizione delle unita' geotecniche intercettate	16
5.3	Caratterizzazione geotecnica	16
<b>6</b>	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b>	<b>19</b>
6.1	Idrologia	19
6.2	Idraulica	21
6.2.1	Idraulica dei corsi d'acqua	21
6.2.2	Idraulica di piattaforma	22
<b>7</b>	<b>SISMICA</b>	<b>24</b>
7.1	Inquadramento sismico	24
7.2	Classificazione sismica	25
7.3	Spettri di risposta elastici	28
<b>8</b>	<b>INFRASTRUTTURA STRADALE</b>	<b>29</b>

8.1	Dati di traffico.....	29
8.2	Criteri e caratteristiche progettuali.....	29
8.2.1	Asse principale.....	29
8.2.2	Intersezioni a raso.....	33
8.2.3	Viabilità secondaria di accesso pk 0+375.....	33
8.3	Descrizione dell'infrastruttura stradale.....	33
8.4	Caratteristiche geometriche.....	39
8.4.1	Andamento planimetrico.....	39
8.4.2	Andamento altimetrico.....	44
8.5	Sezioni tipo.....	50
8.6	Sovrastruttura stradale.....	53
8.7	Dispositivi stradali di ritenuta.....	53
8.8	Segnaletica stradale.....	54
<b>9</b>	<b><i>OPERE D'ARTE.....</i></b>	<b>55</b>
9.1	Tombini.....	55
9.2	Muri di sostegno.....	57
9.3	Paratie.....	59
9.4	Trincee con pareti chiodate.....	61
<b>10</b>	<b><i>INTERFERENZE ED ESPROPRI.....</i></b>	<b>67</b>
10.1	Interferenze.....	67
10.2	Espropri.....	67
<b>11</b>	<b><i>CANTIERIZZAZIONE E FASI REALIZZATIVE.....</i></b>	<b>68</b>
<b>12</b>	<b><i>PIANO DI UTILIZZO TERRE.....</i></b>	<b>69</b>
<b>13</b>	<b><i>BONIFICA ORDIGNI BELLICI.....</i></b>	<b>70</b>
<b>14</b>	<b><i>IMPIANTI TECNOLOGICI.....</i></b>	<b>71</b>
<b>15</b>	<b><i>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE.....</i></b>	<b>73</b>
<b>16</b>	<b><i>CRONOPROGRAMMA.....</i></b>	<b>90</b>

<b>17</b>	<b><i>DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA.....</i></b>	<b>91</b>
-----------	---	-----------

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione sono riportate le caratteristiche tecniche generali del Progetto Esecutivo “**Strada Statale 4 “via Salaria” - Adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 56+000 al km 64+000** con riferimento al **1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900)**.

L’intervento complessivo previsto in progetto è finalizzato al miglioramento delle caratteristiche funzionali e di sicurezza della S.S. 4 “Salaria” esistente nel tratto compreso tra il km 56+000 ed il km 64+000 e, ai fini del Progetto Esecutivo, risulta suddiviso in 4 stralci funzionali come riportato nella tabella seguente (progressive riferite all’asse di progetto della Carreggiata Nord).

Stralcio funzionale	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]
1°	0	1900	1900
2°	1900	3450	1550
3°	3450	5440	1990
4°	5440	7825	2385

L’infrastruttura stradale della S.S. 4 “Salaria” attuale è costituita da una strada con carreggiata unica a due corsie (una corsia per senso di marcia).

Con riferimento all’intervento complessivo (composto dai 4 stralci funzionali), il progetto di adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza prevede:

- il potenziamento funzionale dell’infrastruttura esistente mediante modifica della stessa in una infrastruttura a doppia carreggiata con quattro corsie (due corsie per senso di marcia) con sezione stradale, assimilabile per caratteristiche tecniche alla Cat. B, di larghezza complessiva pari a 20,30 m;
- la sostituzione delle intersezioni a raso esistenti con intersezioni a livelli sfalsati con ingresso ed uscita su entrambe le carreggiate.

Il progetto riferito all’intervento complessivo (composto dai 4 stralci funzionali) è relativo al lotto funzionale denominato “Lotto 1” (da km 56+000 a km 64+000) il quale rientra nell’ambito di un progetto più ampio che prevede l’adeguamento della S.S. 4 “Salaria” fino alla progressiva 70+800 (con l’individuazione di un ulteriore lotto funzionale denominato “Lotto 2” da km 64+000 a km 70+800).

Il progetto di adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza prevede il potenziamento funzionale dell’infrastruttura esistente mediante modifica della stessa in una infrastruttura a doppia carreggiata con quattro corsie (due corsie per senso di marcia) con sezione stradale, assimilabile per caratteristiche tecniche alla Cat. B, di larghezza complessiva pari a 20,30 m.

Si rileva che il progetto di adeguamento e messa in sicurezza ha comportato considerevoli difficoltà di inserimento a causa delle caratteristiche orografiche e idrauliche dell’area di intervento. Il tracciato di progetto si sviluppa, infatti, nell’ambito di un contesto territoriale caratterizzato, da un lato, da un versante acclive e, dall’altro lato, dall’alveo di un fiume (Rio dei Cerri). Tale circostanza ha reso necessario prevedere opere minori per il taglio e il contenimento dei versanti da un lato ed opere di sostegno della sede stradale dall’altro lato.

Nella “Relazione generale descrittiva” (T01 EG00GENRE01) sono stati evidenziati la necessità ed i vantaggi del progetto di adeguamento.

Nel seguito viene illustrato in dettaglio il Progetto Esecutivo riferito al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) con riferimento agli aspetti stradali, strutturali, idraulici, impiantistici e definendo le modalità di cantierizzazione, risoluzione delle interferenze e mitigazione e monitoraggio dell’impatto ambientale.



## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO

La Salaria ha inizio a Roma a Piazza Fiume, dove la Porta Salaria (ora demolita) consentiva di proseguire nel centro, superando le mura aureliane. La strada procede in direzione Nord-Est come strada urbana dando il nome al quartiere Salario, fino allo svincolo di accesso per la Tangenziale Est dove diventa a due corsie per senso di marcia.

Allo svincolo per il Grande Raccordo Anulare inizia la numerazione e la tratta di competenza Anas. Subito dopo aver attraversato Settebagni si incontra lo svincolo per l'autostrada A1 Diramazione Nord, dove termina il tratto a quattro corsie e si esce definitivamente dal territorio comunale di Roma al km 21,6 (bivio per Vallericcia), poco prima di attraversare Monterotondo.

Presso Passo Corese la Salaria entra in provincia di Rieti e si ricongiunge con la SS 4 dir, una bretella di collegamento (a due corsie per senso di marcia) con il casello di Fiano Romano dell'A1 Diramazione Nord. Dopo Passo Corese, la Salaria supera Borgo Santa Maria, Borgo Quinzio e Osteria Nuova, dopodiché prosegue in una valle tra i monti Sabini salendo fino a sfiorare i 600 metri s.l.m. ad Ornaro, per poi scendere a 400 metri s.l.m. presso San Giovanni Reatino dove si imbecca la lunga galleria Colle Giardino (4,5 km) con la quale inizia un tratto a due corsie per senso di marcia, con caratteristiche di superstrada.

Al termine della galleria si trova lo svincolo che permette di immettersi sulla superstrada SS 79 bis Ternana per Terni; proseguendo si incontra la galleria Sant'Antonio (670 metri), lo svincolo Rieti Est con l'imbocco per la superstrada SR 578 Rieti-Torano, lo svincolo Nucleo industriale per la Strada statale 701 del Nucleo Industriale di Rieti e lo svincolo Santa Rufina, con il quale il tratto a due corsie termina.

Il tratto della SS4 Salaria oggetto della presente Relazione tecnica generale si sviluppa tra il km 56+000 e il km 64+00, dalla località in Ponte Buida fino alla connessione con la Salaria Vecchia. Si tratta di una regione della provincia di Rieti all'interno dell'Alta Sabina, che presenta un territorio fortemente segnato dall'orografia montuosa con incisioni attraversate da numerosi corsi d'acqua. Quello principale nell'area di progetto del lotto 1 è il Rio dei Cerri, che scorre pressoché parallelamente al tracciato di progetto.

La sede stradale intercetta lungo il suo sviluppo alcune viabilità provinciali che conducono ai centri abitati di crinale in destra/sinistra (Poggio san Lorenzo, Torricella in Sabina, Ornaro, Casaprota).

Nella figura seguente si riporta la corografia del tracciato di progetto.

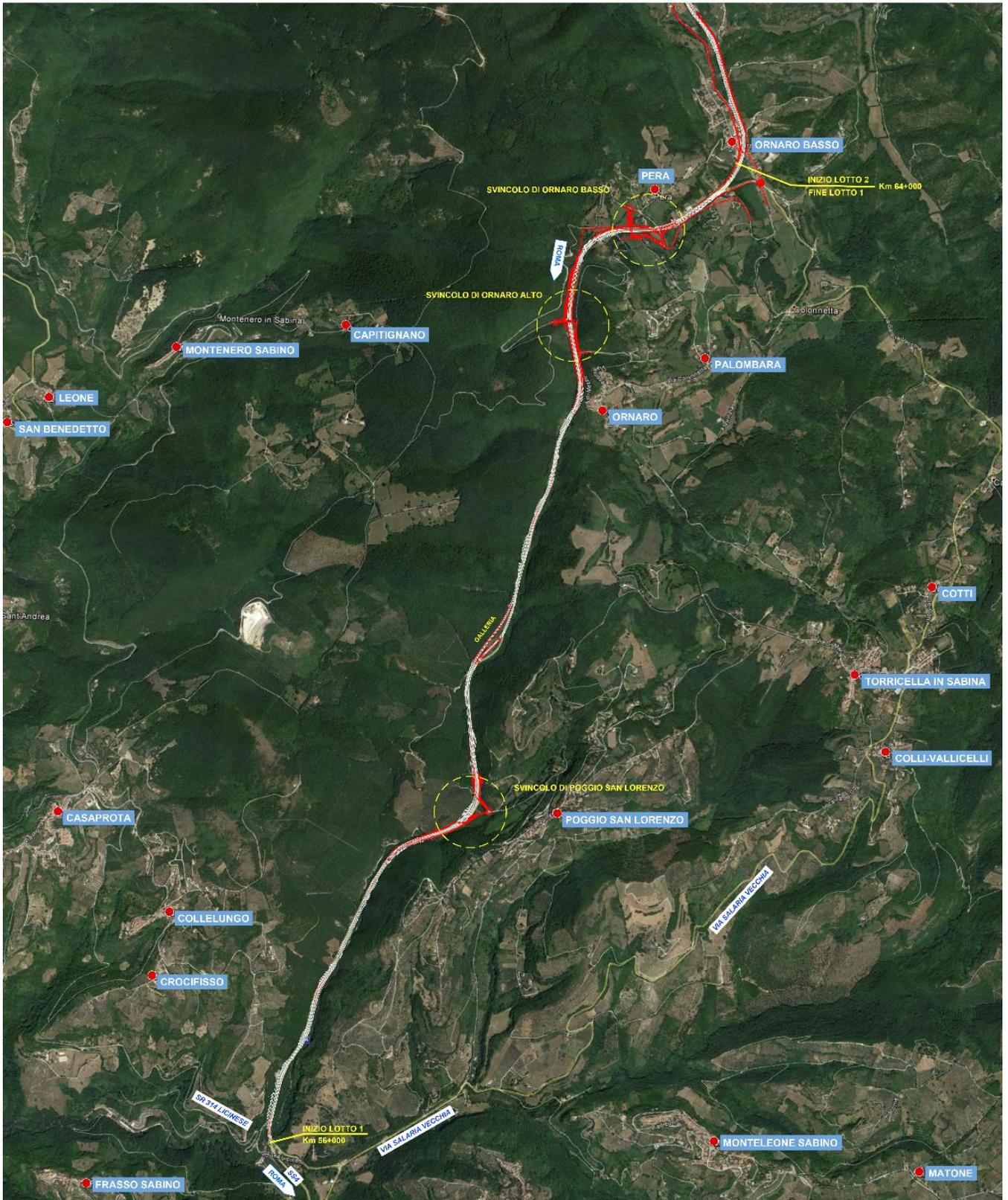


Figura 1: Corografia del Lotto 1

### 3 ITER PROCEDURALE ED AMMINISTRATIVO

Sul **Progetto Preliminare** redatto nel 2012 da Anas regionale è stata espletata la procedura di **verifica preventiva dell'interesse archeologico ex art.25 DLgs 50/2016**, conclusasi con parere prot. 14091 del 12.11.2012 positivo, senza richiesta di saggi archeologici ma con la sola prescrizione di sorveglianza durante i lavori.

Per il **Progetto Definitivo** sono state espletate le seguenti procedure:

- **Valutazione dell'impatto ambientale:** avviata congiuntamente all'intervento successivo (Lotto 2 km 64+000 – 70+800, RM364) presso il Ministero della Transizione Ecologica (oggi Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) con istanza prot. CDG.0774009-U del 03.12.2021 comprensiva della Valutazione di incidenza di cui all'art.5 del DPR 357/1997, della Verifica del Piano di Utilizzo delle Terre e rocce da scavo di cui all'art. 9 del D.P.R. 120/2017 e della Relazione Paesaggistica ai fini dell'autorizzazione di cui all'art. 146 del D.Lgs 42/2004, con trasmissione degli elaborati e degli studi progettuali, ai fini del rilascio del decreto di compatibilità ambientale.

In data 08.11.2022 con prot. CTVA-8535-U la Commissione tecnica del Ministero ha trasmesso le richieste di integrazioni formulate sia dal Ministero della Cultura, di cui alle note prot. MIC\_DG-ABAP\_SERV V 17638 del 11.05.2022 e prot. MIC\_DG\_SERV V-P 30814 del 22.08.2022, sia dalla stessa Commissione.

La documentazione integrativa predisposta da Anas in riscontro alla citata richiesta è stata trasmessa al MASE ed al MIC con nota prot.CDG.087810-U del 15.12.2022. Emesso parere della Regione Lazio in data 05.04.2023, e parere MIC ad agosto 2023.

Con nota prot. 180182 dell'08.11.2023, acquisita in pari data al prot. Anas con prot. CDG.0875565-E, il MASE ha comunicato l'avvenuta emanazione del decreto direttoriale MASE-VA-DEC-519 di compatibilità ambientale con esito positivo subordinato al rispetto di condizioni ambientali riportate nei pareri endoprocedimentali della Commissione Tecnica VIA, del MIC e della Regione Lazio, che ne costituiscono parte integrante.

- **Conferenza dei Servizi decisoria ai sensi dell'art. 14 comma 2 Legge 241/1990 e ss.mm.ii**, indetta dal Commissario Straordinario in forma simultanea ed in modalità sincrona ex art. 14-ter della medesima legge, per l'acquisizione delle intese, pareri, concessioni, autorizzazioni, licenze, nulla osta e di tutti gli altri atti di assenso comunque denominati da parte degli Enti territorialmente competenti. La procedura per il presente primo stralcio (RM368) è stata avviata in data 18.07.2023 e sospesa in attesa degli esiti della procedura di VIA e per consentire ai Comuni territorialmente interessati dall'intervento di completare la verifica e trasmettere l'attestazione della presenza/assenza di usi civici. Tenutasi in data 23.01.2024 una seconda riunione di ripresa e conclusione della Conferenza di Servizi, Il provvedimento di chiusura della Conferenza dei Servizi non risulta ad oggi emesso.
- **Controlli della sicurezza stradale ex D.Lgs 35/11:** avviati nella fase di progettazione definitiva sull'intero intervento, dal km 56 al km 64, presso il Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili (oggi *Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*) con nota prot. CDG.0495930-U del 15.07.2022, con incontro istruttorio tenutosi in data 29.07.2022 e 1° nota interlocutoria prot. M\_INF..10343\_U del 05.10.2022 con richieste di chiarimenti ed integrazioni. La documentazione integrativa di riscontro è stata trasmessa da Anas in data 18.11.2022 con nota prot. CDG.0804635-U. La relazione finale dei controlli è stata trasmessa da parte del MIT

con nota prot. M\_INF.509-U del 18.01.2023, con raccomandazioni da tener presente nella successiva fase progettuale.

Per il presente **Progetto Esecutivo** relativo al solo primo stralcio (RM368) sono state avviate le seguenti procedure:

- **Controlli della sicurezza stradale ex D.Lgs 35/11**: avviati, ed attualmente in corso, in data 12.12.2023 con nota prot. CDG.0975815-U, con prima nota interlocutoria trasmessa dal MIT in data 23.02.2024 prot. M\_INF.2809-U.

L'iter procedurale ed autorizzativo per la presente fase di PE, prevede anche, oltre alla conclusione dei controlli di sicurezza stradale ex D.Lgs 35/11, l'avvio della Verifica di Ottemperanza presso il MASE alle prescrizioni di cui al decreto di compatibilità ambientale MASE-VA-DEC-519. La Relazione di Ottemperanza è parte integrante del Progetto Esecutivo (T02EG00GENRE03) e ad essa si rimanda per ulteriori approfondimenti.

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

### 4.1 Inquadramento geologico

Il tracciato di progetto si sviluppa nel settore dei rilievi pre-appenninici della Sabina occidentale compreso tra l'incisione valliva del torrente Farfa a Sud (località Ponte Buida -Casaprota), con quota intorno a 270 m s.l.m. e lo svincolo presso Ornaro Basso con il vecchio tracciato della Salaria, a quota intorno a 580 m. s.l.m.

Il tracciato in progetto ricade in un contesto geologico omogeneo in cui affiorano due domini principali:

- Successione carbonatica pre-orogena, di età compresa tra il Giurassico inferiore e il Miocene medio;
- Successione post-orogena rappresentata dalle serie sedimentarie marine e continentali di natura da argillosa a sabbioso-conglomeratica, trasgressive sui termini della successione sabina.

Quest'ultima, appartenente alla nota Successione Sabina, ha rappresentato nel Mesozoico una fascia di transizione tra la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese ed il bacino occidentale pelagico umbro-marchigiano.

In relazione al tipico ambiente deposizionale, in questo bacino si sono formate formazioni geologiche costituite prevalentemente da calcari micritici ed in subordinate depositi silico-marnosi con intercalazioni di materiale detritico grossolano (da calcareniti a megabrecce), depositatesi lungo la scarpata sottomarina formatasi al margine della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese.

Durante l'orogenesi appenninica (a partire dal Miocene superiore) la successione sabina è stata sollevata, deformata e variamente smembrata in blocchi che oggi si ritrovano affiancati o sovrapposti in strutture tettoniche molto complesse.

A seguito di una successiva fase di tettonica distensiva, si instaurarono bacini depressi con ingressioni marine, le quali, portarono alla formazione di importanti serie sedimentarie marine e continentali di natura da argillosa a sabbioso-conglomeratica, trasgressive sui termini della Successione Sabina.

Le formazioni pre-orogenesi hanno risentito della tettonica compressiva e distensiva che ha coinvolto l'area. Infatti, oltre a sovrascorrimenti si rivengono anche elementi di tettonica duttile rappresentati da pieghe con diverse geometrie. Da fonti bibliografiche non si riscontra comunque la presenza di faglie attive e capaci (ITHACA - Catalogo delle faglie capaci).

A scala locale possiamo distinguere il tracciato in progetto nei seguenti tratti:

- il primo chilometro di tracciato, a partire dall'innesto con la ex S.S. 314 “Licinese”, si sviluppa nell'ambito del bacino reatino-cicolano, interessando fino al km 56+630 circa, le formazioni sabbioso-conglomeratiche (Unità di Monteleone Sabino – facies conglomeratica UMS<sub>aa</sub>);
- dal km 56+630 il tracciato attraversa le formazioni del substrato pre-orogenico, delle sequenze di transizione umbro-marchigiane, interessando fino al km 62+920 – 63+050 prevalentemente le formazioni della Scaglia Rossa e in modo minoritario della Scaglia Bianca;
- dal km 63+050 al km 63+325 la scaglia bianca è mascherata da depositi eluvio colluviali;
- dal km 63+325 al km 64+000 il tracciato attraversa le formazioni sabbioso conglomeratiche con l'Unità di Ornaro Basso.

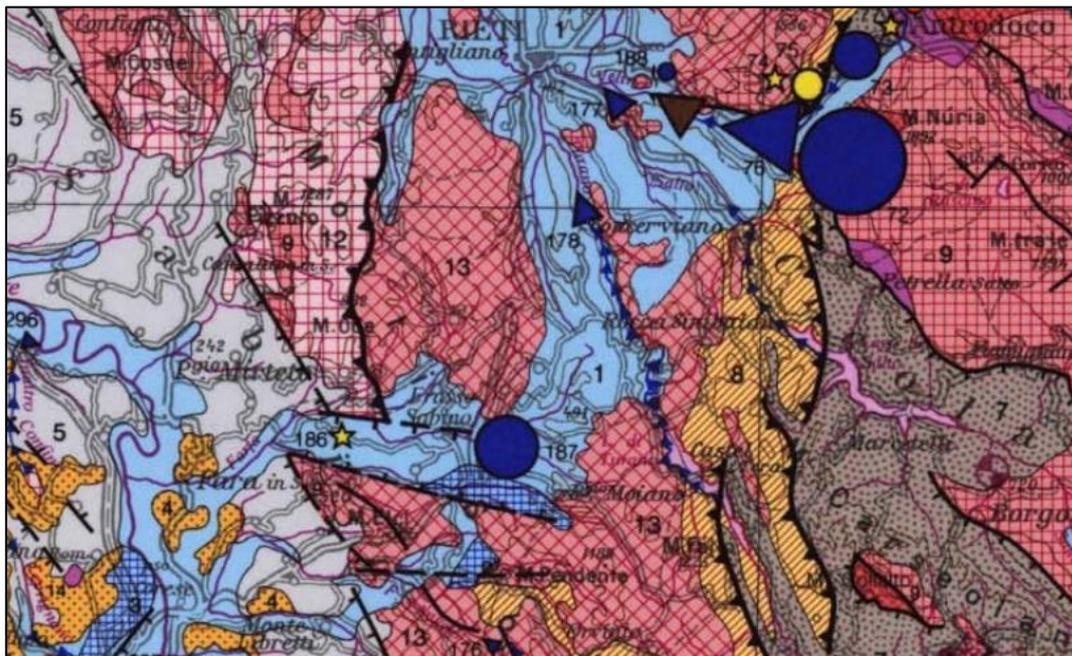
## 4.2 Condizioni idrogeologiche

L’assetto idrogeologico dell’area è direttamente relazionato al contesto geologico e geomorfologico precedentemente descritto, infatti, le formazioni dell’area esaminata possono essere raggruppate in due classi idrogeologiche principali:

- Litologie caratterizzate da circolazione idrica per porosità: rientrano in questo gruppo i sedimenti sabbioso-ghiaiosi delle unità plio-pleistoceniche, parte delle vulcaniti e i terreni detritico-alluvionali. Le potenzialità idriche sono variabili in funzione delle permeabilità e degli spessori dei singoli corpi e dei rapporti stratigrafico-tettonici con altre formazioni (area n.1 della figura seguente);
- Litologie caratterizzate da circolazione idrica per fessurazione: rientrano in questo gruppo le formazioni calcaree e marnose che costituiscono i rilievi carbonatici (area n.13 della figura seguente).

I terreni sabbioso-ghiaiosi presentano una grande variabilità della permeabilità, in verticale e in orizzontale. In particolare, la presenza sulla stessa verticale di successioni a differente permeabilità può dare luogo alla comparsa di acquiferi multistrato. A grande scala questi acquiferi hanno una direzione di flusso circa E-W e tendono a formare un’unica falda avvicinandosi al livello di base rappresentato dal Fiume Tevere.

Per contro, le acque che si infiltrano nei rilievi carbonatici seguono un percorso prevalentemente verticale attraverso la fitta rete di fratture e condotti carsici fino ad incontrare il livello saturo. La falda di base dell’acquifero carbonatico emerge per motivi tettonici in corrispondenza delle sorgenti delle Capore (pallino blu nella parte basse di **Figura 2**). Nei riguardi del tracciato queste sorgenti sono ubicate un km circa a ovest dell’innesto con la S.P. “Licinese”. Si esclude che gli interventi di adeguamento al tracciato stradale qui in studio possano interferire con i flussi idrici che alimentano le sorgenti delle Capore.



**Figura 2: Schema idrogeologico dell’Italia centrale (Bono et alii, 1987)**

La soggiacenza misurata nei 3 piezometri, installati ex-novo per la presente fase di progettazione e ubicati nei depositi continentali post-orogenesi, ha permesso di individuare una falda più superficiale nel primo tratto (S01-Pz) mentre in

corrispondenza verso la fine l’opera in progetto (km 63+500 circa) ad una quota inferiore. Di seguito sono riassunti i valori misurati tra marzo e aprile 2021.

N.	Sigla Id	Profondità di perforazione (m dal p.c.)	Profondità di installazione (m dal p.c.)	Falda (m dal p.c.)
1	S01-PZ	30	30	3.80
2	S10-PZ	45	30	21.60
3	S12-PZ	30	30	22.82

**Figura 3: Scheda sintetica dei piezometri installati**

### 4.3 Condizioni geomorfologiche

Da un punto di vista geomorfologico il territorio interessato dal tracciato in progetto, fra Ponte Buida altrimenti denominato Casaprota (Torrente Farfa) a Ornaro Basso, è delimitato dalla valle del Torrente Farfa a sud, dal “crinale morfologico” rappresentato dall’abitato di Ornaro basso a nord e risulta costituito dalle incisioni idrografiche del Rio dei Cerri, Fosso dei Cerri e Fosso Secco (che si incontrano lungo il tracciato stradale procedendo da sud verso nord).

Dal punto di vista della stabilità dei pendii, il territorio investigato non appare soggetto a fenomeni di dissesto particolarmente rilevanti. I terreni del ciclo post-orogenico (conglomerati sabbiosi più o meno cementati) appaiono quelli potenzialmente più instabili e che possono presentare dissesti per effetto della scarsa cementazione e quindi della facile erodibilità. Studi specifici (Menotti et alii, 1996; Autorità di Bacino del Tevere, 1999) segnalano la presenza di fenomeni complessi, scorrimenti e nelle facies più cementate anche crolli. Le formazioni carbonatiche della serie sabina sono invece essenzialmente soggette a fenomeni di crollo. Nell’inventario dei fenomeni franosi italiani è presente una frana quiescente per colamento lento al km 58+300 in corrispondenza della confluenza tra il Fosso della Vignola e il Rio dei Cerri, in destra idraulica, ma non direttamente interferente con il tracciato in progetto.

Nei riguardi delle condizioni di stabilità per fenomeni di erosione delle principali aste torrentizie, non sono stati rilevati fenomeni particolarmente attivi. In linea generale la zona non sembra essere interessata da una generale tendenza all’approfondimento dei fossi; questi sono in gran parte costituiti da aste fluviali incassate nelle piane di fondovalle e con una scarsa tendenza alla divagazione.

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

### 5.1 Indagini eseguite

Al fine di caratterizzare i terreni presenti nell'area di intervento sono state eseguite le seguenti campagne geognostiche:

- Campagne di indagini pregresse: La campagna di indagini pregressa è consistita in sondaggi a carotaggio continuo (denominati S1-S10), spinti fino alla profondità massima di 20 m, esecuzione di prove SPT, prelievo di campioni per esecuzione di prove di laboratorio ed esecuzione di prove pressiometriche Menard. Non si hanno a disposizione i certificati di sondaggi della campagna di indagine pregressa;
- Campagna di indagine appositamente svolta per la redazione del presente PD, svolta nel febbraio del 2021.
- Campagna di indagine appositamente svolta per la redazione del PE, svolta nel secondo semestre 2022.

La campagna del 2021 è consistita in:

- n. 12 sondaggi a carotaggio continuo (denominati S01÷S12), spinti fino alla profondità massima di 50 m, di cui n. 3 attrezzati con tubo piezometrico e n. 9 con tubazione per prove down hole;
- n. 23 prove penetrometriche dinamiche SPT;
- n. 13 prove pressiometriche Menard;
- n. 18 prelievi di campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 23 prelievi di campioni litoidi da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 12 pozzetti esplorativi spinti alla profondità massima di 2.0 m dal p.c.;
- n. 12 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 10 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi;
- n. 5 studi geostrutturali e geomeccanici su altrettanti affioramenti rocciosi disposti lungo l'asse viario;
- n.2 prospezioni sismiche MASW;
- n.3 prospezioni sismiche a rifrazione tomografica;
- n. 1 indagine di rumore sismico ambientale a stazione singola, HVSR.

La campagna del 2022 è consistita in:

- n. 11 sondaggi a carotaggio continuo (denominati SE01÷S11), spinti fino alla profondità massima di 50 m, di cui n. 2 attrezzati con tubo piezometrico e n. 1 con tubazione per prove down hole;
- n. 18 prove penetrometriche dinamiche SPT;
- n. 12 prove pressiometriche Menard;
- n. 6 prelievi di campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 17 prelievi di campioni litoidi da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 1 pozzetti esplorativi spinti alla profondità massima di 2.0 m dal p.c.;
- n. 1 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;

- n. 1 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi;
- n. 14 studi geostrukturali e geomeccanici su altrettanti affioramenti rocciosi disposti lungo l’asse viario;
- n. 4 prospezioni sismiche a rifrazione tomografica;
- n. 1 indagine di rumore sismico ambientale a stazione singola, HVSR.

## 5.2 Definizione delle unità geotecniche intercettate

Dalle indagini eseguite nell’area in esame, sono state intercettate le seguenti unità geotecniche:

- Unità AL – argilla limosa talvolta sabbiosa;
- Unità ec – depositi eluvio colluviali limi argilloso sabbiosi;
- Unità GS – sabbia sabbiosa;
- Unità OB – calcareniti;
- Unità SR – calcari marnosi (scaglia rossa);
- Unità SB – calcari marnosi (scaglia bianca).

## 5.3 Caratterizzazione geotecnica

Dalle indagini complessivamente eseguite sull’intero tracciato della strada statale 4 “via Salaria” sono state intercettate le seguenti unità geotecniche:

- Unità Ra, Rv – Riporto antropico e riporto vegetale.
- Unità ec – depositi eluvio colluviali: limo argilloso sabbioso.
- Unità AL – argilla limosa talvolta sabbiosa (facies terrosa della formazione di Monte Sabino).
- Unità GS – ghiaia sabbiosa con ciottoli (facies terrosa della formazione di Monte Sabino).
- Unità MS – Formazione di Monte Sabino: conglomerati.
- Unità OB – Formazione di Ornaro Basso: calcareniti.
- Unità SR/SB – Formazione della scaglia rossa/bianca: calcari marnosi.

In particolare di tali unità geotecniche quelle che si intercettano nel presente stralcio 1 sono, in ordine di importanza:

- **Unità SR/SB – Formazione della scaglia rossa/bianca: calcari marnosi.** I calcari marnosi rappresentano la formazione di substrato predominante a partire dal km 0+500 circa per tutto lo sviluppo dello stralcio 1 ed interessano quindi la gran parte delle scarpate di scavo che dovranno essere realizzate per l’allargamento stradale, con altezze massime di circa 25 m.
- **Unità MS – Formazione di Monte Sabino: conglomerati.** Viene intercettata nella parte iniziale del tracciato fino al km 0+500 circa ed interessa le scarpate di scavo di questo primo tratto.
- **Unità GS – ghiaia sabbiosa con ciottoli:** la facies terrosa incoerente grossolana della formazione di Monte Sabino è utilizzata per i dimensionamenti delle opere ).
- **Unità AL – argilla limosa talvolta sabbiosa** (facies terrosa della formazione di Monte Sabino).
- **Unità Ra, Rv – Riporto antropico e riporto vegetale:** si intercetta solo localmente.

- **Unità ec – depositi eluvio colluviali:** limo argilloso sabbioso: si intercetta marginalmente in alcune sezioni trasversali geologiche/geotecniche, anche se non di rilevanza progettuale per le opere in questo stralcio 1; comunque per completezza è inserita la caratterizzazione.

Di seguito si sintetizzano i parametri geotecnici caratteristici per le unità geotecniche intercettate.

#### Unità Ra - riporto antropico

$\gamma = 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 250 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

#### Unità ec (limo sabbioso argilloso)

$\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 26 \div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 100 \div 175 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 200 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

#### Unità AL (argilla limosa)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 26 \div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 150 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

#### Unità GS (ghiaia sabbiosa)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35 \div 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

#### Unità MS (conglomerati)

$\gamma = 19.0 \div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35 \div 42^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 400 \div 800 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

#### Unità SR / SB (calcarei marnosi)

$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
------------------------------	-------------------------

$\sigma_c = 21 \div 93$ MPa	resistenza a compressione monoassiale
$\sigma_{c,media} = 49$ MPa	resistenza a compressione monoassiale media
$\sigma_{c,10\%} = 30$ MPa	resistenza a compressione monoassiale decimo percentile
Parametri di resistenza per le fondazioni dirette:	
$c' = 40 \div 60$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E = 1200$ MPa	modulo di deformazione

**Unità SRa (calcari marnosi alterati litoidi)**

$\gamma = 25$ kN/m <sup>3</sup>	peso di volume naturale
$c' = 40 \div 50$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E = 900$ MPa	modulo di deformazione

Per i dettagli relativi all'inquadramento geotecnico dell'area interessata dall'intervento, le indagini geotecniche e la caratterizzazione geotecnica dei terreni, si rimanda alla "Relazione geotecnica generale", nonché agli specifici elaborati grafici contenuti nella sezione "GEOTECNICA".

## 6 IDROLOGIA E IDRAULICA

### 6.1 Idrologia

L'inquadramento normativo connesso alle attività idrologiche ed idrauliche consente di poter delimitare i vincoli attorno ai quali costruire/inserire il progetto: nel quadro idrologico complessivo si pone particolare attenzione alle norme definite dal Distretto Idrografico Appennino Centrale: Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA DAC).

L'attività idrologica sviluppata è coerente con gli approcci regionali e nazionali, e tiene conto, mediante opportune assunzioni, delle necessarie cautele che gli eventi alluvionali meteorici impongono.

Dalla consultazione del PAI e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale non risultano, lungo il tracciato del presente stralcio, aree mappate di pericolosità idraulica.

Il principale corso d'acqua che si incontra lungo il tratto della SS 14 in oggetto d'intervento è costituito dal Fosso dei Cerri, affluente in sponda destra del torrente Farfa ed appartenenti all'alto bacino del Tevere. Il Fosso dei Cerri defluisce in uno stretto corridoio vallivo, affianca il tracciato stradale lungo tutto lo sviluppo del lotto 1 e lo attraversa in diversi punti. Nella massima sezione idrografica di chiusura, posta presso l'inizio del Lotto1, il Fosso dei Cerri delimita un bacino di circa 17 km<sup>2</sup>.

Ulteriori interferenze idrografiche demaniali (sempre codifica di bacino B), secondarie, sono costituite dagli impluvi che affluiscono al Fosso dei Cerri, defluendo dagli acclivi versanti circostanti. A questi, infine, si associano tutti gli attraversamenti dei vari compluvi (codifica di bacino C).

Nei bacini analizzati non sono presenti laghi, naturali o artificiali, né opere idrauliche significative, quali arginature o briglie.

Per ognuno dei rii e compluvi interferenti, sono stati delimitati i bacini sottesi e sono calcolati i caratteristici parametri fisiografici, come da tabella seguente.

**I parametri fisiografici riferiti al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) sono corrispondenti alle WBS corrispondenti alle opere comprese tra TO.01 e TO.15.**

*Tabella 1 - Parametri fisiografici*

Bacino	Corso d'acqua	WBS Opera	Progressiva	AREA	Hmin	Hmax	Hmean	Lunghezza	Pend. versante
id				[km <sup>2</sup> ]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[km]	%
B.101	Fosso dei Cerri	TO.01	0+060	16.57	268	851	588	9.8	34
C.101.1		TO.02	0+100	0.02	283	353	318	0.3	43
C.101.2		TO.03	0+270	0.01	303	371	338	0.2	37
C.101.3		TO.04	0+350	0.06	305	454	380	0.4	38
C.101.4		TO.05	0+400	0.03	306	455	368	0.4	45
C.101.5		TO.06	0+600	0.09	309	461	390	0.5	41
C.102		TO.07	0+975	0.09	335	510	436	0.6	34
C.102.1		TO.08	1+075	0.03	335	482	392	0.3	48
B.103		TO.09	1+275	0.14	340	611	499	0.9	37
B.104	Fosso dei Cerri	TO.10	1+350	15.63	334	851	599	8.6	34

Bacino	Corso d'acqua	WBS Opera	Progressiva	AREA	Hmin	Hmax	Hmean	Lunghezza	Pend. versante
id				[km <sup>2</sup> ]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[km]	%
B.105	Fosso dei Cerri	TO.11	1+425	15.63	334	851	599	8.6	34
C.106		TO.12	1+525	0.02	342	508	398	0.3	63
B.107		TO.13	1+625	0.44	340	736	604	1.6	35
B.108	Fosso dei Cerri	TO.14	1+716	14.99	342	851	601	8.2	33
C.108.1		TO.15	1+825	0.04	348	538	449	0.4	60
C.108.2		TO.16	2+000	0.07	361	547	461	0.5	56
C.108.3		TO.17	2+325	0.03	378	497	431	0.2	60
B.109	Fosso dei Cerri	TO.18	2+425	13.73	375	851	606	7.3	33
C.109.1		TO.19	2+610	0.03	378	521	434	0.2	33
B.110	Fosso dei Cerri	TO.20	2+850	11.97	385	851	618	6.8	32
C.110.1		TO.21	Rampa (2+920)	0.01	395	477	429	0.2	75
C.110.2		TO.22	3+100	0.02	423	523	480	0.3	50
C.110.3		TO.23	3+190	0.03	417	565	500	0.3	58
B.111	Fosso dei Cerri	TO.24	3+525	11.54	414	851	623	6	31
B.112		TO.25	3+600	0.28	426	735	642	1.1	35
C.113				0.13	454	734	622	0.9	37
C.113b		TO.26	3+695	0.22	424	734	599	1.1	43
C.113.1		TO.27	4+175	0.04	489	609	550	0.4	40
B.114		TO.28	4+370	0.28	467	735	615	1	30
B.115		TO.29	4+625	0.34	471	725	641	1.3	21
C.115.1		TO.30	4+860	0.03	490	598	536	0.3	48
C.116		TO.31	4+950	0.12	505	663	608	0.7	28
C.116.1		TO.32	5+125	0.07	495	649	595	0.4	42
C.116.2		TO.33	5+325	0.03	519	635	582	0.3	61
B.117		TO.34	5+525	0.86	517	752	656	1.7	33
B.118	Fosso dei Cerri			8.26	507	851	631	3.9	30
B.119	Fosso dei Cerri	TO.35	5+735	3.22	529	851	670	3.5	35
C.119.1		TO.36	5+915	0.03	548	607	591	0.2	33
B.120		TO.37	6+125	0.41	541	676	612	1.2	30
C.120.1		TO.38	Rampa (6+140)	0.01	550	615	578	0.2	61
B.121	Fosso dei Cerri	TO.39	6+300	2.59	545	851	685	3	35
B.122		TO.40	6+375	0.64	547	753	681	1.3	37
B.123	Fosso dei Cerri			1.93	547	851	688	2.9	34
C.123.1		TO.41	6+530	0.05	577	736	651	0.4	48
C.124		TO.42	6+760	0.17	573	777	701	0.7	37
C.124.1		TO.43	6+850	0.03	577	703	632	0.4	44
C.125		TO.44	6+960	0.19	573	781	683	0.8	36
B.126	Fosso dei Cerri	TO.45	7+125	1.14	581	851	714	2.2	34
C.126.1		TO.46	Rampa (7+225)	0.01	593	612	599	0.2	15
B.127		VI.05/VI.06	7+475	0.15	573	682	625	0.6	28

Viste le caratteristiche dei bacini in esame, di modeste dimensioni, le portate sono state calcolate mediante il metodo indiretto basato sulle piogge. La metodologia proposta per la stima dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica è basata sui risultati dello studio di regionalizzazione delle piogge intense nell'Italia Centrale, svolta nell'ambito del progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR. Le stime delle portate sono state infine condotte secondo la metodologia Curve Number del Soil Conservation

Service, che permette di considerare in maniera meno arbitraria le caratteristiche di permeabilità dei suoli e i conseguenti tempi di corrivazione.

## 6.2 Idraulica

### 6.2.1 Idraulica dei corsi d'acqua

Dal punto di vista dell'analisi idraulica dei corsi d'acqua, le verifiche si sono distinte tra i corsi d'acqua demaniali (presenti in catasto, codifica B nella tabella di bacino) e quelli NON demaniali (denominati compluvi, codifica C nella tabella di bacino).

I corsi d'acqua demaniali sono stati tutti analizzati mediante modellistica numerica monodimensionale in scenari ANTE e POST OPERAM, mentre i compluvi sono stati approcciati mediante metodologia Inlet/Outlet control.

Le geometrie utilizzate per i modelli numerici derivano tutte dal rilievo celerimetrico/aerofotogrammetrico appositamente realizzato e dai sopralluoghi effettuati.

Il Fosso dei Cerri (o Fosso secco nel tratto iniziale di monte), interferisce col tracciato esistente e di progetto n.11 volte, mentre i restanti rii demaniali circa altrettante 10 volte: in tutti questi casi sono stati implementati dei modelli numerici monodimensionali di moto permanente in scenari ANTE e POST OPERAM.

Gli attraversamenti di progetto sui corsi d'acqua demaniali sono riassunti nella tabella seguente.

**Gli attraversamenti di progetto riferiti al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) sono corrispondenti alle interferenze idrauliche comprese tra B.101 e B.108.**

*Tabella 2 - Attraversamenti di progetto sui corsi d'acqua demaniali*

ID Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	Geometria	
			B	H
			(m)	(m)
B.101	0+060	TO.01 - Monte	10	8
B.103	1+275	TO.09 - Monte	2	2
B.104	1+350	TO.10 - Monte	10	6.5
B.105	1+425	TO.11 - Monte	10	6.5
B.107	1+625	TO.13 - Monte	4	2
B.108	1+716	TO.14 - Monte	10	6.5
B.109	2+425	TO.18 - Monte	10	6.5
B.110	2+850	TO.20 - Monte	10	6
B.111	3+525	TO.24 - Monte	10	6
B.112	3+600	TO.25 - Monte	2	2
B.114	4+370	TO.28 - Monte	2	2
B.115	4+625	TO.29 - Monte	4	2
B.117	5+525	TO.34 - Monte	4	3
B.119	5+735	TO.35 - Monte	10	3.5
B.120	6+125	TO.37 - Monte	4	3

ID Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	Geometria	
			B	H
			(m)	(m)
B.121	6+300	TO.39 - Monte	5	3.5
B.122	6+375	TO.40 - Monte	4	3
B.126	7+125	TO.45 - Monte	5	3
B.127	7+475	VI.05-VI.06 - Monte	130	13.5

Tutti i compluvi sono stati invece approcciati mediante metodologia Inlet/Outlet control. Gli attraversamenti di progetto dei compluvi hanno geometria normalizzata, per motivi manutentivi, allo scatolare 2x2.

In virtù della sezione corrente stradale di mezzacosta, le opere idrauliche hanno spesso un tipologico di imbocco a pozzo, necessario per vincere il dislivello altimetrico dello scavo di versante.

Le geometrie topografiche utilizzate per i modelli numerici derivano tutte dal rilievo celerimetrico/aerofotogrammetrico appositamente realizzato e dai sopralluoghi effettuati.

### 6.2.2 Idraulica di piattaforma

In merito infine all'idraulica di piattaforma, la costruzione di un'infrastruttura stradale strategica comporta una significativa interazione con il territorio circostante che, dal punto di vista prettamente idrologico-idraulico, presuppone lo sviluppo di una serie di tematiche di seguito brevemente riassunte:

- definizione delle portate e dei volumi di pioggia da allontanare dalla sede stradale;
- definizione del sistema di raccolta, convogliamento e scarico finale delle acque di piattaforma;
- individuazione dei recapiti finali;
- individuazione di strutture idonee alla protezione ambientale del territorio (fossi biofiltranti e impianti di trattamento prima pioggia);
- individuazione di strutture idonee alla protezione idraulica del territorio (laminazione).

Il trattamento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale è di fondamentale importanza per la salvaguardia della qualità ambientale dei corpi d'acqua superficiali e profondi (falda), data la potenziale presenza nelle acque di prima pioggia di oli minerali leggeri e metalli pesanti. In merito, il tracciato percorre un fondovalle a versanti acclivi ma sostanzialmente privo di acqua permanente (il Fosso dei Cerri è normalmente asciutto), risorgive e zone umide. Fuori dall'intervento, a valle del Lotto 1, sul torrente Farfa è tuttavia presente l'area “Sorgente le Capore”: da questo punto di vista quell'area a valle del Lotto 1 è da ritenersi ambientalmente sensibile.

In linea generale il progetto prevede che le aree pavimentate aperte al traffico siano pertanto predisposte per favorire il convogliamento delle precipitazioni meteoriche verso presidi filtro (impianto di trattamento prima pioggia).

Viste le caratteristiche dei bacini, a carattere montano e versanti acclivi, il progetto non prevede interventi di laminazione, in quanto i tempi di risposta della rete di drenaggio stradale è del tutto paragonabile con quella degli acclivi bacini rocciosi naturali. L'unico recapito della rete di drenaggio rimane il Fosso dei Cerri, a marcato carattere torrentizio.

In sintesi, la rete di drenaggio di piattaforma è generalmente così organizzata:

- Sezione tipo principale di rilevato:
  - in piattaforma a margine esterno: canalette o zanelle;
  - in mezzzeria (curva): canaletta equivalente a collettore DN355;
  - fossi rivestiti in calcestruzzo posti in sommità alle scarpate e sulle banche delle stesse;
  - pozzetto scolmatore by-pass tra 1° e 2° pioggia;
  - impianto di trattamento prima pioggia: sedimentatore e disoleatore;
  - in alcune brevi tratte dell'asse principale vincolate dalle opere esistenti e/o nei tratti di transizione tra strada esistente e di progetto, il presidio di prima pioggia ad impianto non è realizzabile.

## 7 SISMICA

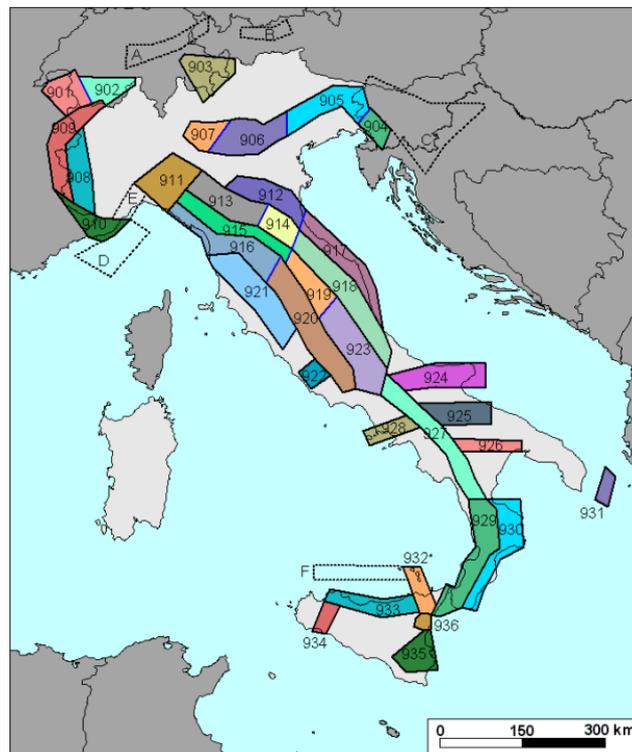
### 7.1 Inquadramento sismico

L’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato una zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale per soddisfare diversi requisiti, ed in particolare per recepire le conoscenze più recenti sulla tettonica attiva della penisola e sulla distribuzione delle sorgenti sismogenetiche, fornire per ogni zona una stima della profondità efficace dei terremoti (ovvero l’intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti) e un meccanismo di fagliazione prevalente attraverso l’analisi cinematica di eventi geologici importanti che interessano la crosta superficiale e anche strutture profonde (INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile, 2004).

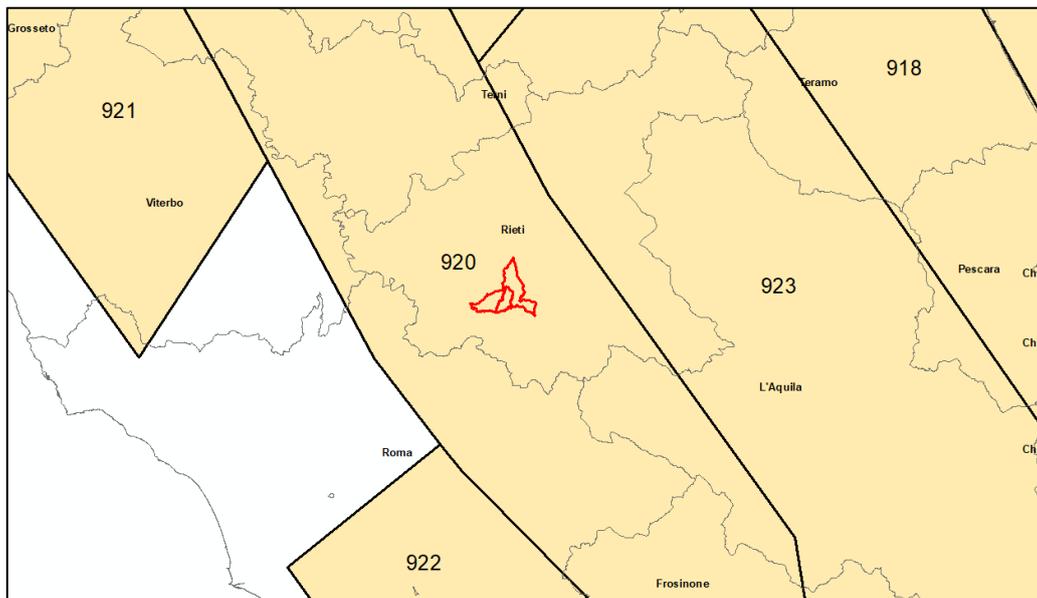
La ZS9 rappresenta la più recente zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale ed è stata elaborata tenendo in considerazione i principali riferimenti informativi sui terremoti: progetto DISS e il Database Macrosismico Italiano (DBMI11) che contiene i dati di intensità utilizzati per la compilazione dei parametri del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani rilasciato nel dicembre 2011 (CPTI11).

Il territorio italiano è suddiviso in 36 aree differenti numerate da 901 a 936 cui vanno aggiunte 6 zone non utilizzate in quanto non contribuiscono alla pericolosità del territorio italiano o hanno un numero di eventi interno molto basso.

L’area in esame si trova in corrispondenza della zona 920 nel settore dell’Appennino centrale di distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et alii (2000). Questa zona è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente aggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.



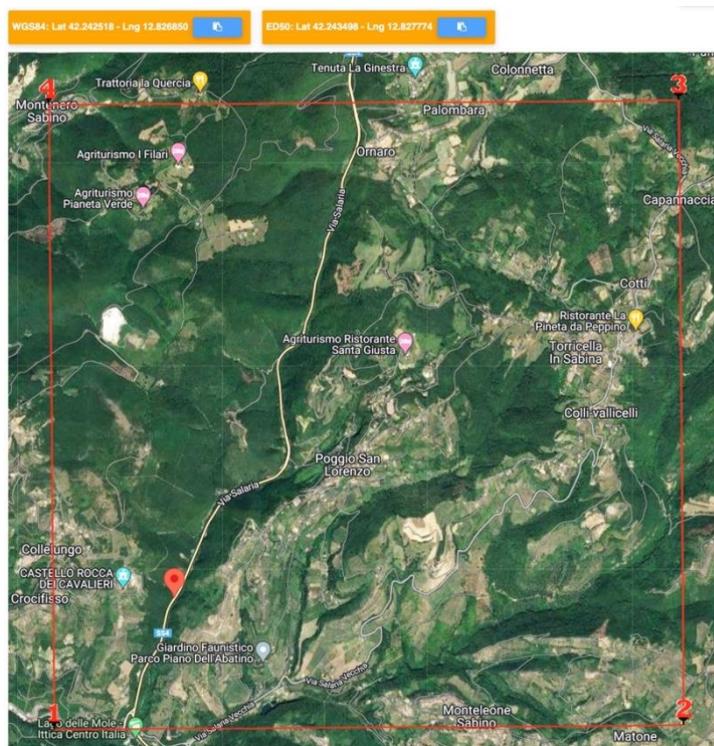
**Figura 4: Zonazione sismogenetica ZS9. I limiti blu separano zone con analogo significato cinematico ma diverse caratteristiche sismiche (fonte: INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile, 2004)**



**Figura 5: Particolare in cui vengono evidenziati i comuni di Casaprota, Poggio San Lorenzo e Torricella in Sabina**

## 7.2 Classificazione sismica

L'area di studio è indicativamente ubicata alle coordinate (WGS84) Lat: 42.242518° Long: 12,826850° e ricade pertanto all'interno del reticolo di riferimento tra i 4 vertici indicati nella Fig. 4.1 per i quali le NTC definiscono i parametri necessari per definire l'azione sismica.



**Figura 6: Rappresentazione dei punti della maglia del reticolo di riferimento riportati nella Tab.1 allegata alle NTC 2018**

*Tabella 3 - Parametri sismici dell'area di intervento (Tabella 1 allegata alle NTC 2018)*

	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	60	0,073	2,498	0,285
Danno (SLD)	101	0,092	2,442	0,295
Salvaguardia della vita (SLV)	949	0,201	2,477	0,334
Prevenzione dal collasso (SLC)	1950	0,245	2,509	0,346

Per quanto riguarda inoltre la definizione dei coefficienti sismici sono state operate le seguenti classificazioni tipologiche sia per quanto concerne l'opera in progetto, sia per quanto riguarda la stratigrafia del sito di edificazione.

In primo luogo, è stata definita a livello preliminare la classe prevalente delle opere, facendo riferimento alla **IV Classe**, così come definita dalle NTC 2018 (Tab. 4.2).

*Tabella 4 - Classi degli edifici secondo le NTC 2018*

Classe	Descrizione
I.	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
II.	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III.	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
IV.	<b>Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.</b>

È stata quindi definita la “Vita nominale” dell'opera, facendo riferimento al valore di **50 anni**, così come definito dalle NTC 2018.

*Tabella 5 - Vita nominale delle opere secondo le NTC 2018*

Tipo opera	Vita Nominale
Opere provvisorie	$\leq 10$ ,
<b>Opere ordinarie</b>	<b><math>\geq 50</math>,</b>
Grandi opere	$\geq 100$

Per quanto riguarda la definizione della categoria topografica dell'area in esame è stato fatto riferimento alla categoria **T2** in ragione della morfologia dell'area, in corrispondenza di un fondovalle alla base di un versante e così come definita dalle NTC 2018 (Tab. 4.4).

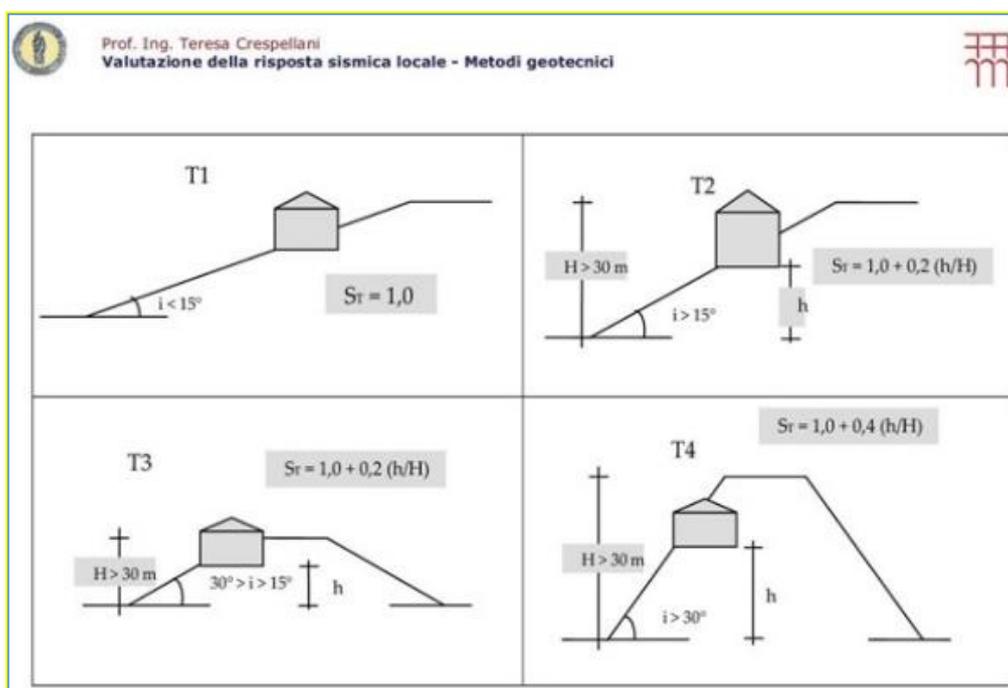
*Tabella 6 - Categorie topografiche secondo le NTC 2018*

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

Data la posizione delle opere in progetto rispetto al sistema di versante, **il coefficiente di amplificazione topografica ST può essere assunto pari ad 1,0.**

Nelle NTC 2018 si specifica chiaramente che i valori riportati nella Tab. 3.2.V sono quelli massimi e che “La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l’altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove ST assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove ST assume valore unitario.” Ovvero che ST assume il valore 1,2 alla sommità del rilievo e il valore 1,0 alla base. Le opere in progetto sono ubicate alla base dei pendii e pertanto il valore di ST è stato posto pari ad 1,0.

Per il calcolo di ST si possono utilizzare i seguenti abachi



È stata inoltre definita, sempre con riferimento ai criteri classificativi introdotti dalle NTC, e alle caratteristiche stratigrafico sismiche individuate dalle indagini geofisiche eseguite in sito, la categoria di sottosuolo del sito di edificazione, facendo riferimento alle **Categoria A, B ed E**, così come definite dalle NTC (Tab. 4.5).

*Tabella 7 - Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018*

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

I tratti di applicazione delle diverse categorie di sottosuolo sono stati scelti sulla base delle caratteristiche sismo-stratigrafiche individuate dalle indagini geognostiche-geofisiche eseguite in sito lungo il tracciato.

Nello specifico al primo tratto caratterizzato dai depositi conglomeratici (MSa) è stata assegnata la categoria di sottosuolo “B”, mentre alla restante parte del tracciato con substrato geologico/sismico sub-affiorante è stata assegnata la categoria di sottosuolo “A”.

Si precisa che tali categorie di sottosuolo sono state riferite al piano di campagna attuale, mentre nella progettazione delle singole opere la valutazione della categoria deve essere necessariamente eseguita in funzione del profilo finale e soprattutto della tipologia di fondazione scelta. Infatti la normativa prevede che il calcolo del Vs30 deve essere eseguito a partire da:

- piano di imposta per fondazioni superficiali,
- testa dei pali per fondazioni profonde,
- testa dell’opera per opere di sostegno di terreni naturali,
- piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni.

### 7.3 Spettri di risposta elastici

Sono stati definiti gli spettri relativi alle componenti orizzontale e verticale, con riferimento agli stati limite contemplati dalle NTC-18 ed in particolare:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| - SLE Stati limite di esercizio | SLO Stato limite di operatività;              |
|                                 | SLD Stato limite di danno.                    |
| - SLU Stati limite ultimi       | SLV Stato limite di salvaguardia della vita;  |
|                                 | SLC Stato limite di prevenzione del collasso. |

Sono stati definiti i valori di accelerazione spettrali attesi ( $S_d$  [g]) rispetto ad un di periodo di oscillazione di riferimento ( $T$  [s]). Tali valori dovranno essere verificati e puntualizzaie in funzione delle caratteristiche strutturali e dimensionali delle opere.

## 8 INFRASTRUTTURA STRADALE

### 8.1 Dati di traffico

Per quanto riguarda i dati di traffico, si è fatto riferimento ai risultati delle analisi effettuate per la predisposizione dello studio di impatto viabilistico e verifica di compatibilità trasportistica, di cui allo “Studio di Impatto del Traffico”, sviluppato nell’ambito delle attività del Progetto Definitivo (elaborato “STUDIO DEL TRAFFICO-*Relazione sullo studio del traffico*”).

In particolare, per quanto riguarda il TGM (traffico giornaliero medio) corrispondente alla soluzione progettuale sviluppata con il Progetto Definitivo (Scenario di Progetto B), si è fatto riferimento alla tabella seguente, di cui al par. 7.7.3 dello studio svolto, riportante il traffico stimato per il giorno feriale medio del 2030.

<b>Calcolo TGM - Traffico Giornaliero Medio - S.S.4 Salaria km 57+893</b>		
	<b>Leggeri</b>	<b>Pesanti</b>
Direzione Nord	570	90
TGM	7925	1169
Direzione Sud	500	70
TGM	6952	909
Bidirezionale	1070	160
TGM 2030	14876	2079
<b>TGM Bidirezionale 2030</b>		<b>16955</b>

*Figura 7: Traffico giornaliero medio*

Sulla base delle analisi svolte, il TGM bidirezionale risulta di circa 17.000 veicoli/giorno, di cui circa 15.000 leggeri e circa 2.100 pesanti.

### 8.2 Criteri e caratteristiche progettuali

#### 8.2.1 Asse principale

L’infrastruttura stradale della S.S. 4 “Salaria” attuale è costituita da una strada con carreggiata unica a due corsie (una corsia per senso di marcia).

La soluzione progettuale individuata per l’adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza della S.S. 4 “Salaria” nel tratto in oggetto (dal km 56+000 al km 64+000), prevede il potenziamento funzionale dell’infrastruttura esistente mediante modifica della stessa in una infrastruttura a doppia carreggiata con quattro corsie (due corsie per senso di marcia).

L’intervento in progetto si configura come “adeguamento di strada esistente” per il quale la norma cogente di riferimento è costituita dal D.M. 22/04/2004 (“Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”) secondo cui le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al D.M. 05/11/2001 sono limitate alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l’adeguamento di quelle esistenti (art. 1 del D.M. 22/04/2004).

Alla luce dell’attuale quadro normativo che disciplina gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, in linea con l’art. 1 del D.M. 22/04/2004, l’approccio seguito per la definizione geometrico-funzionale è stato finalizzato alla definizione di una soluzione progettuale, compatibile con i vincoli, il più possibile aderenti alle prescrizioni normative e, in ogni caso, rispondente ai criteri e requisiti di sicurezza.

In considerazione dei vincoli e condizionamenti a cui è assoggettato l'intervento di adeguamento, la soluzione progettuale individuata è stata indirizzata a raggiungere il miglior equilibrio tra il rispetto dei vincoli imposti ed il rispetto delle limitazioni ai parametri geometrici.

Per quanto riguarda le caratteristiche geometrico-funzionali, **la soluzione progettuale** individuata è stata indirizzata a raggiungere il **miglior equilibrio tra il rispetto dei numerosi vincoli presenti ed il rispetto delle prescrizioni normative** in materia di progettazione stradale.

Si evidenzia, infatti, che **l'intervento di adeguamento risulta assoggettato a numerosi vincoli e condizionamenti di carattere geomorfologico, idrografico, ambientale e paesaggistico.**

A tal proposito, si segnala che:

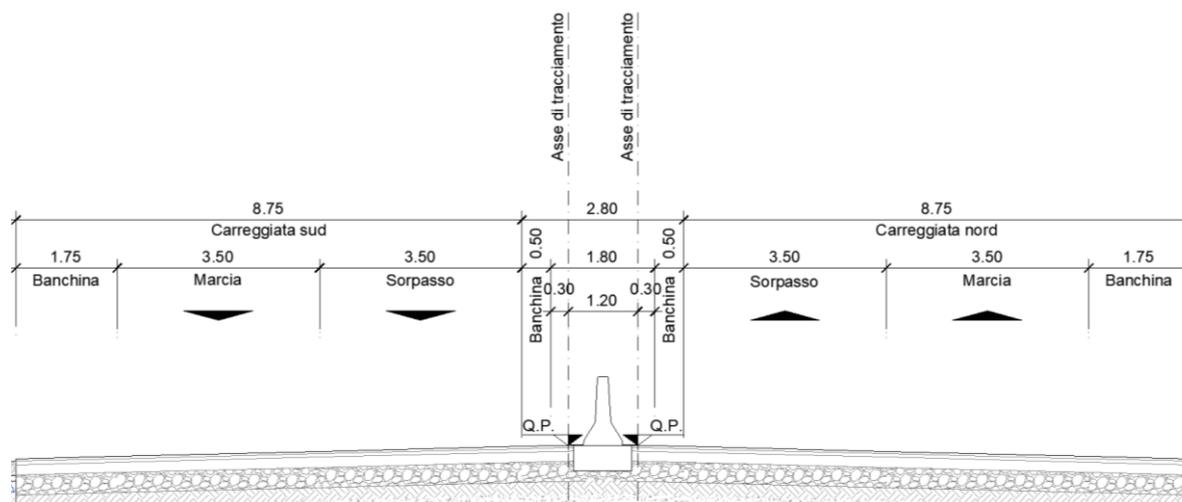
1. la principale criticità connessa con l'intervento di adeguamento deriva dall'orografia del terreno su cui insiste il tracciato stradale esistente il quale si sviluppa in un contesto territoriale caratterizzato da un'**orografia notevolmente acclive** (a tratti scoscesa) **ai lati della piattaforma stradale attuale**. Le scelte progettuali adottate hanno mirato alla riduzione, per quanto possibile, di tagli e trincee sui versanti maggiormente acclivi;
2. una ulteriore criticità riguarda la **presenza di un corso d'acqua (Rio dei Cerri), pressoché parallelo alla strada esistente ed in alcuni tratti in stretta adiacenza alla stessa, con alveo sia in destra che in sinistra rispetto alla strada esistente**. La soluzione progettuale è stata fortemente condizionata dai vincoli imposti di carattere idraulico e di protezione delle fasce ripariali;
3. Le zone interessate dall'intervento di raddoppio hanno una significativa valenza dal punto di vista **ambientale e paesaggistico**, con forte presenza di aree boscate e fasce ripariali in stretta adiacenza della sede stradale. **Nel Progetto Definitivo attualmente in procedura sono stati minimizzati gli impatti contenendo per quanto possibile la dimensione e sviluppo delle opere d'arte principali (viadotti, muri di sostegno, opere di controripa etc.);**
4. Lungo lo sviluppo dell'attuale itinerario sono presenti, inoltre, gli svincoli di Poggio san Lorenzo, Ornaro Alto, Montenero e Ornaro Basso. La soluzione progettuale presentata **ha confermato tutte le relazioni funzionali oggi presenti con l'intento dichiarato di mantenere e migliorare le condizioni di sicurezza e fruibilità del territorio attraversato dall'arteria di progetto.**

In ragione di tutte le **categorie di vincolo** elencate in precedenza, **con l'obiettivo** di:

- **contenere gli impatti limitando al massimo l'ingombro delle opere e minimizzando il consumo di territorio,**
- **limitare l'ingombro delle opere salvaguardando gli aspetti ambientali salienti e caratteristici,**

in fase di impostazione, il Progettista ha operato le seguenti scelte (entrambe consentite dal D.M. 22/04/2004):

- A. adozione di un intervallo di progetto (70-100) in luogo di (70-120);
- B. adozione di una sezione tipo ristretta con corsie da 3,50 m e spartitraffico da 1,80 m.



**Figura 8: Piattaforma stradale di progetto**

La scelta relativa al **punto A**, in virtù della maggiore flessibilità consentita da  $V_{\text{pmax}} = 100$ , ha consentito la definizione di un tracciato ricadente il più possibile sulla sede attuale.

La scelta relativa al **punto B** ha consentito di ottenere un generalizzato contenimento dell'ingombro, con limitazione delle opere di sede, in particolare muri di sostegno lato valle e trincee lato monte la cui altezza, data la forte pendenza trasversale del territorio, è significativamente influenzata dalla larghezza della sede medesima.

Si evidenzia che l'impatto sulla sicurezza stradale corrispondente ai valori adottati della dimensione delle corsie e dello spartitraffico è stato analizzato nella "Relazione ex art. 4 D.M. 22/04/2004".

Le scelte di cui ai punti A e B (ampiezza piattaforma stradale adottata, adozione dell'intervallo di velocità di progetto (70 ÷ 100) km/h), hanno consentito, in definitiva, di addivenire ad una soluzione progettuale caratterizzata dal prevalente riutilizzo della sede stradale esistente (opportunamente ammodernata) come sede di una delle due carreggiate della nuova infrastruttura.

Trattandosi di adeguamento di una strada esistente, il Progettista ha ritenuto ammissibili deviazioni rispetto alle prescrizioni contenute nel D.M. 05/11/2001, prendendo in considerazione criteri di flessibilità in relazione ai seguenti aspetti correlati a prescrizioni di carattere ottico:

- Lunghezza minima rettifili;
- Sviluppo minimo curve circolari;
- Criterio ottico clotoidi;
- Lunghezza massima rettifili di flesso;
- Correlazione raggio curve circolari-lunghezza rettifili;
- Correlazione parametri clotoidi.

Il Progettista **ha ritenuto necessario rispettare le prescrizioni contenute nel D.M. 05/11/2001** relativamente agli **aspetti di sicurezza**, ossia:

- **successione degli elementi geometrici mirati ad ottenere un diagramma di velocità conforme ai contenuti del DM 05/11/2001;**
- **rispetto del raggio minimo delle curve circolari in funzione della velocità;**
- **rispetto del parametro di scala delle clotoidi con riferimento al criterio per la limitazione del contraccolpo (criterio 1);**
- **rispetto della limitazione della sovrappendenza delle linee di estremità della carreggiata (criterio 2).**
- **pendenza trasversale adottata conforme alle prescrizioni normative.**

In linea con le prescrizioni contenute nell'art. 4 del D.M. 22/04/2004, per il progetto dell'intervento di adeguamento è stata svolta, attraverso specifica relazione “Relazione ex art. 4 D.M. 22/04/2004” una analisi degli aspetti di sicurezza stradale con dimostrazione che l'intervento di adeguamento comporta un innalzamento del livello di sicurezza rispetto all'infrastruttura esistente ed un miglioramento funzionale della circolazione garantendo la continuità di esercizio dell'infrastruttura.

Gli elementi generali di carattere geometrico-funzionale, conferiti al progetto dell'infrastruttura, in grado di elevare il livello di sicurezza offerto all'utenza riguardano:

- ampliamento della sezione trasversale ad una infrastruttura a doppia carreggiata con conseguente incremento di una corsia per senso di marcia ed ampliamento della piattaforma stradale da una a due carreggiate;
- successione degli elementi geometrici con parametri conformi alle prescrizioni correlate al soddisfacimento dei criteri di sicurezza contenuti nel D.M. 05/11/2001;
- tracciato caratterizzato da prestazioni in termini di visibilità per l'arresto, con adozione, ove necessario, di ampliamenti della carreggiata;

**Ulteriori interventi, finalizzati ad elevare il livello di sicurezza, hanno riguardato l'impiego di dispositivi stradali di ritenuta rispondenti alle prescrizioni normative e la realizzazione di nuova sovrastruttura stradale.**

La geometrizzazione dell'infrastruttura stradale è avvenuta definendo due assi di tracciamento (uno per ciascuna carreggiata) a cui sono state riferite le caratteristiche geometriche plano-altimetriche. Tali assi, collocati a 30 cm rispetto alle estremità delle banchine in sinistra, costituiscono il riferimento per le quote di progetto e per la rotazione della carreggiata stradale.

La convenzione utilizzata è stata dettata dalla necessità di garantire uno spazio con andamento orizzontale per il posizionamento della barriera spartitraffico.

L'andamento plano-altimetrico del tracciato della soluzione progettuale adottata, ed in particolare il mutuo distanziamento tra gli assi delle due carreggiate, è conseguito dal rispetto congiunto delle condizioni di visibilità richieste (che hanno reso necessario l'introduzione di ampliamenti della carreggiata lungo i tratti curvilinei) e dell'adozione di elementi geometrici conformi ai parametri geometrici limite secondo i criteri progettuali adottati. In altri termini, la soluzione progettuale

adottata è scaturita da un legame di interdipendenza dell’assetto della sezione trasversale (presenza di allargamenti) dai valori dei parametri geometrici (conformità ai criteri progettuali adottati).

In linea con le prescrizioni contenute nell’art. 4 del D.M. 22/04/2004, per il progetto dell’intervento di adeguamento è stata svolta, attraverso specifica relazione “Relazione ex art. 4 D.M. 22/04/2004”, a cui si rimanda, una analisi degli aspetti di sicurezza stradale con dimostrazione che l’intervento di adeguamento comporta un innalzamento del livello di sicurezza rispetto all’infrastruttura esistente ed un miglioramento funzionale della circolazione garantendo la continuità di esercizio dell’infrastruttura.

Per i dettagli sulla successione degli elementi planimetrici ed altimetrici e sulle verifiche svolte si rimanda alla “Relazione tecnica stradale - Asse principale” (T01PS00TRARE01).

### 8.2.2 Intersezioni a raso

Nell’ambito del progetto del 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) è prevista una intersezione a raso a rotatoria denominata “Rotatoria 1” il cui ambito, nomenclatura e bracci convergenti sono riassunti nella tabella seguente.

**Tabella 8 - Ambito e bracci convergenti Rotatoria 1**

Ambito	Rotatoria	Bracci	
Inizio intervento	Rotatoria 1	1	Asse principale di progetto
		2	Via Salaria esistente
		3	Via Salaria Vecchia (esistente)

Si rileva che l’ubicazione delle rotatorie e la disposizione dei bracci sono stati condizionati dai vincoli progettuali derivanti dalla congruenza con i tratti stradali esistenti e/o di progetto interconnessi, nonché dai vincoli e condizionamenti imposti dal contesto orografico e territoriale.

La rotatoria prevista in progetto è riferita alla tipologia corrispondente alle “rotatorie convenzionali” (diametro esterno compreso tra 40 m e 50 m) secondo il par. 4.5.1 del D.M. 19/04/2006.

### 8.2.3 Viabilità secondaria di accesso pk 0+375

Nell’ambito del progetto del 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) è prevista una viabilità secondaria denominata “Viabilità secondaria di accesso pk 0+375”.

Tale viabilità riguarda il ripristino della viabilità locale di accesso alla proprietà privata in affiancamento all’asse principale, con accesso ubicato in corrispondenza della progr. 0+440 circa dell’Asse principale Carreggiata Sud, con collegamento alla SR 314 “Licinese”.

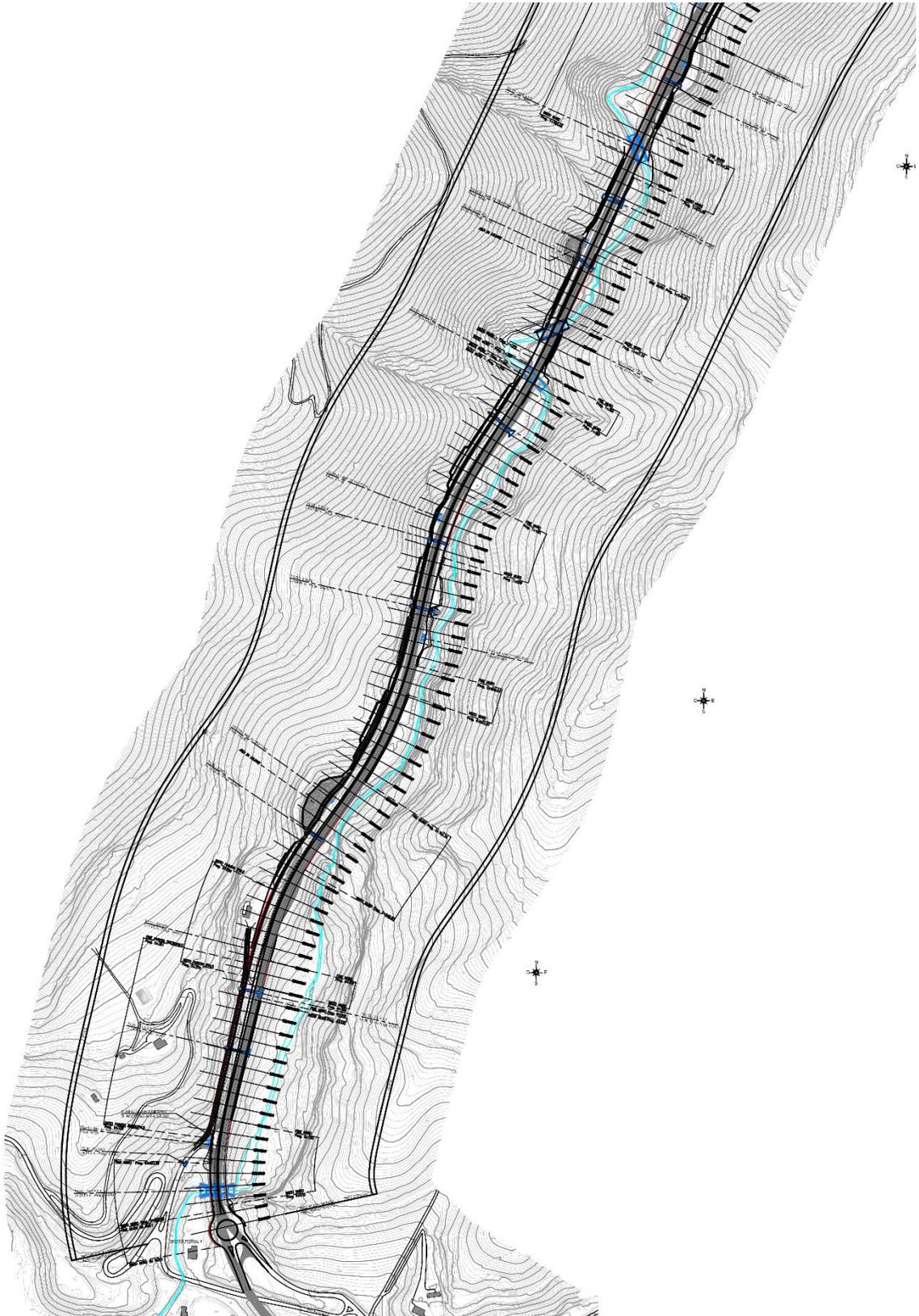
## 8.3 Descrizione dell’infrastruttura stradale

Il 1° stralcio funzionale è compreso tra progr. 0+000 e progr. 1+900, estendendosi per uno sviluppo complessivo pari a 1,9 km.

In sede di progettazione esecutiva è stata approfondita, sulla base delle risultanze del Progetto Definitivo, la progettazione del tracciato e delle opere d’arte. La progettazione del tracciato è stata sviluppata ripercorrendo il corridoio previsto nel

Progetto Definitivo e sulla base delle medesime caratteristiche funzionali e geometriche. Le opere d'arte sono state definite e sviluppate definendone le specifiche caratteristiche e dettagli.

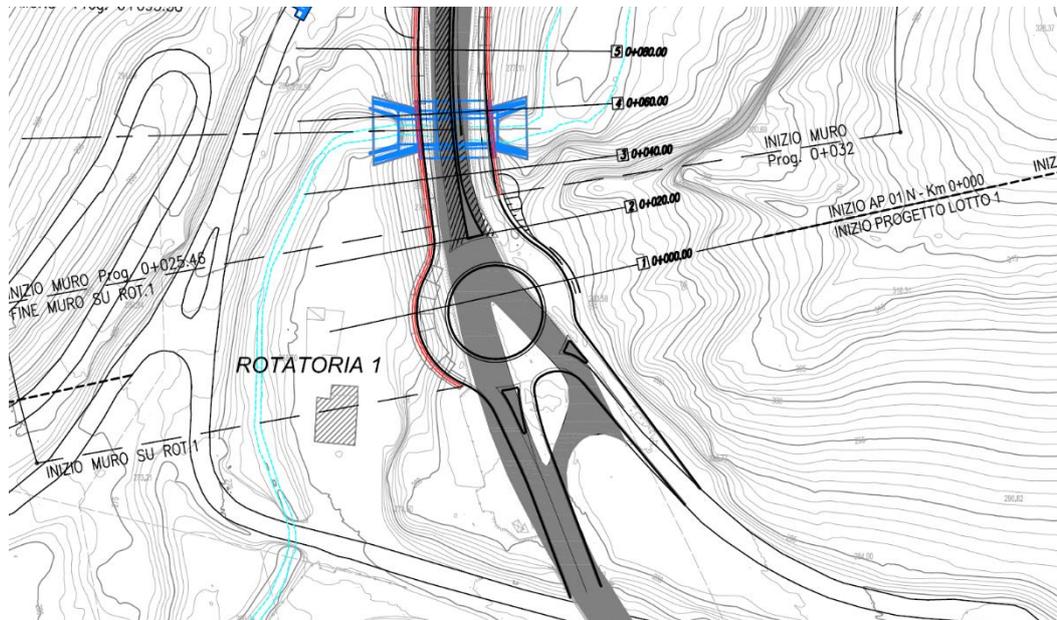
Nella figura seguente è illustrato il tratto di tracciato del Progetto Esecutivo riferito al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900).



**Figura 9: Tracciato del Progetto Esecutivo riferito al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900).**

L’area attraversata dal tracciato risulta fortemente caratterizzata dal paesaggio naturale prevalentemente boschivo e dall’interferenza idraulica con il Rio dei Cerri che la attraversa interamente.

La progressiva iniziale di tracciato è posizionata in corrispondenza della connessione con la via Salaria Vecchia, in località “Ponte Buida”. Il progetto di adeguamento prevede la realizzazione della connessione con la Salaria Vecchia mediante l’inserimento di una rotatoria denominata “Rotatoria 1”.

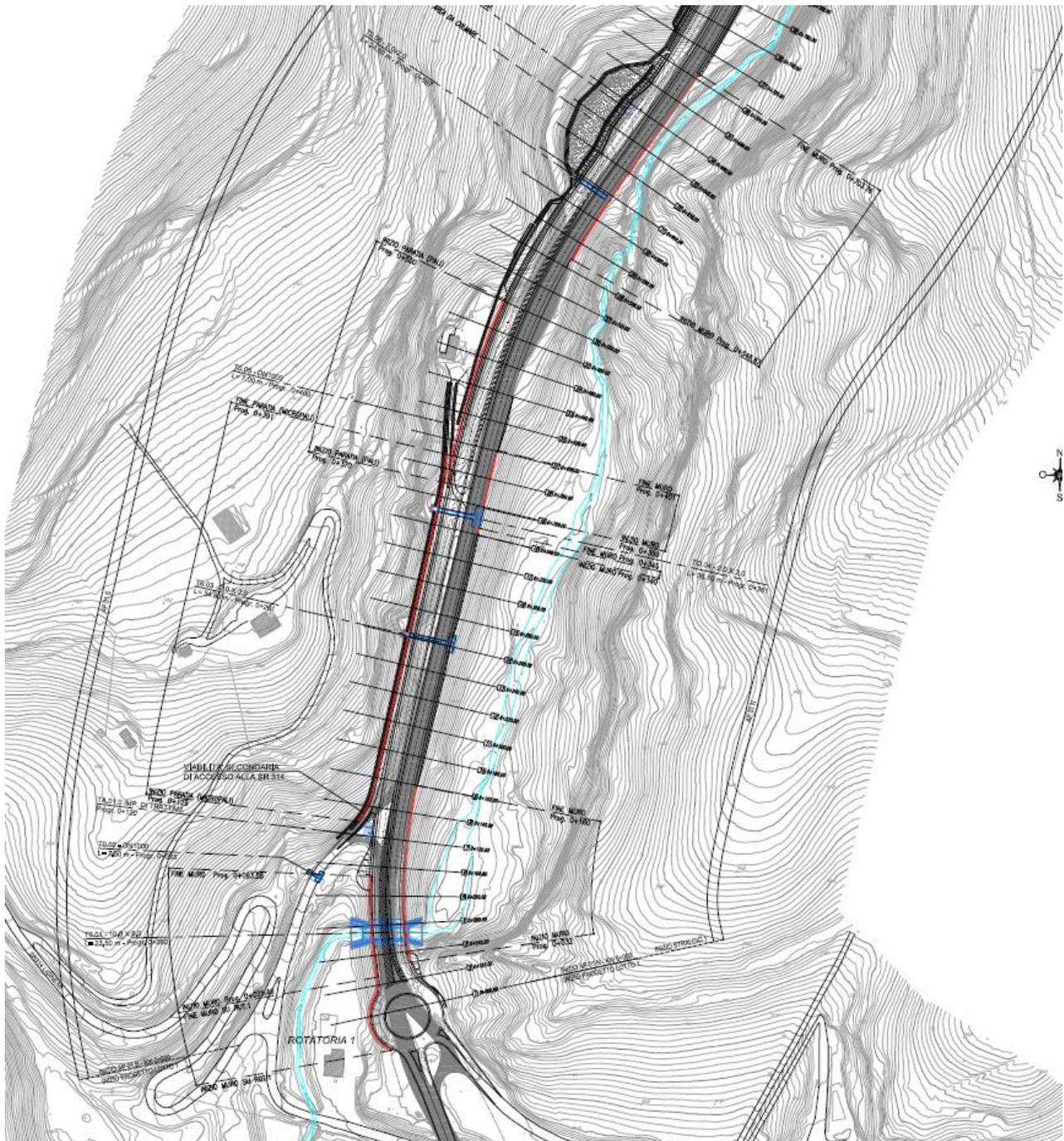


**Figura 10: Progetto Esecutivo riferito al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) – Rotatoria 1**

L’ubicazione e disposizione dei bracci della rotatoria sono stati condizionati dai vincoli progettuali derivanti dalla congruenza con i tratti stradali esistenti e/o di progetto interconnessi, nonché dai vincoli e condizionamenti imposti dal contesto orografico e territoriale.

A partire dalla “Rotatoria 1”, la carreggiata nord si sviluppa in sovrapposizione al tracciato esistente, mentre la carreggiata sud viene realizzata in sinistra, dal lato opposto a quello del Rio dei Cerri che scorre pressoché parallelamente all’attuale SS4 Salaria. Conseguentemente la carreggiata nord occupa l’area di sedime del tracciato esistente, mentre la carreggiata sud viene realizzata prevalentemente in trincea, eccetto alcuni tratti in rilevato all’inizio del tracciato e a cavallo della progressiva 0+600.

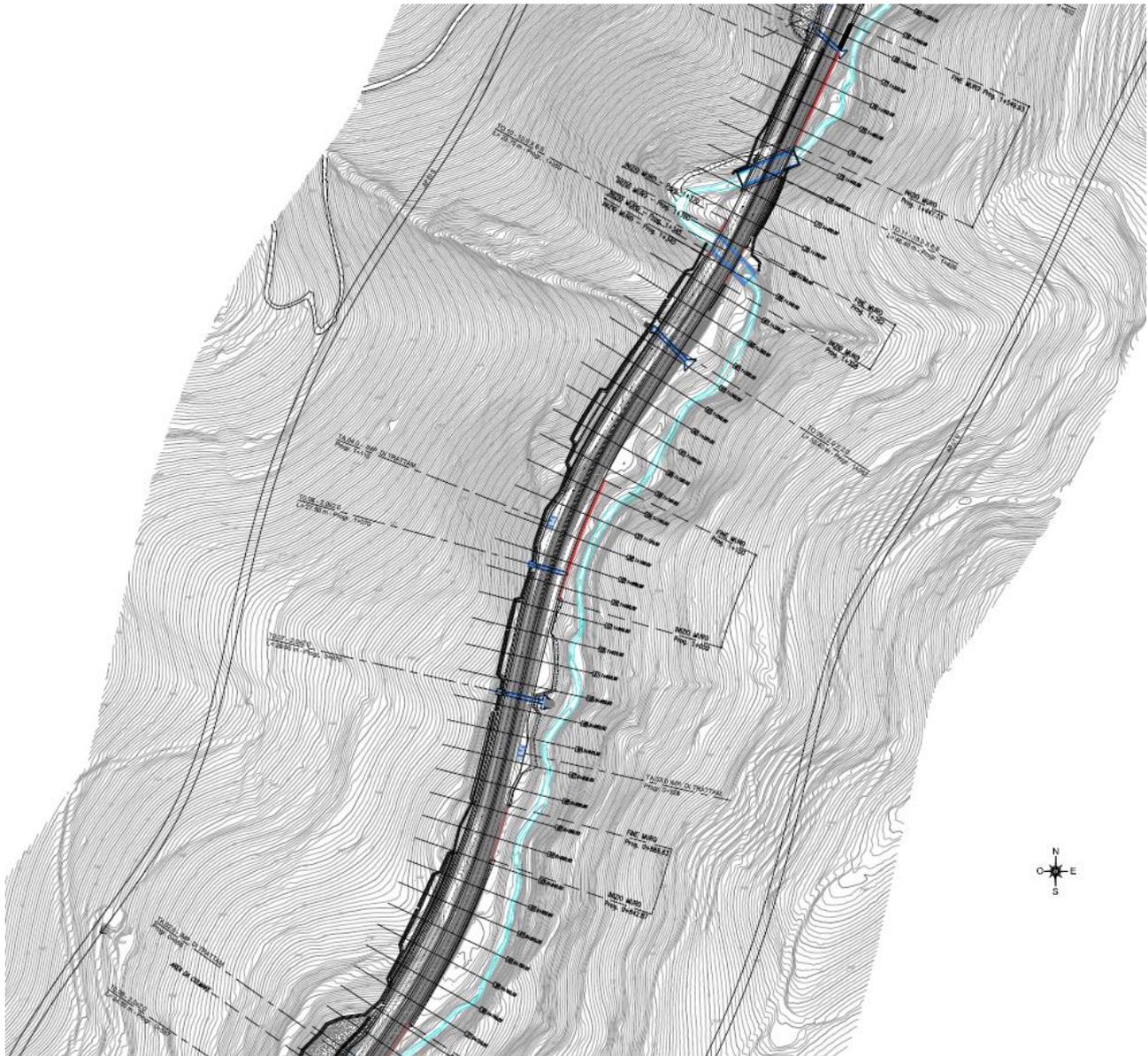
In corrispondenza del tratto compreso tra progr. 0+120 circa e progr. 0+440 circa è prevista, in adiacenza alla Carreggiata Sud, una viabilità secondaria denominata “Viabilità secondaria di accesso pk 0+375”. Tale viabilità riguarda il ripristino della viabilità locale di accesso alla proprietà privata in affiancamento all’asse principale, con accesso ubicato in corrispondenza della progr. 0+440 circa dell’Asse principale Carreggiata Sud, con collegamento alla SR 314 “Licinese”.



**Figura 11: Progetto Esecutivo riferito al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) – Tratto tra progr. 0+000 e progr. 0+720**

Lo scavo delle trincee per l’inserimento della carreggiata sud, parallela al pendio, comporta la realizzazione di scarpate artificiali di altezze variabili. In funzione dell’altezza della scarpata è prevista o meno la realizzazione di banche orizzontali necessarie alla stabilizzazione del versante. Le pareti verticali delle scarpate sono rinforzate mediante interventi che prevedono l’inserimento di chiodature e reti metalliche per evitare la caduta di massi e i distacchi superficiali.

Le pareti verticali delle scarpate hanno altezza pari generalmente a 10 m, mentre le banche orizzontali hanno ampiezza pari a circa 4 m. Le pareti verticali del primo livello della scarpata sono rivestite con un paramento in pietra, mentre sulle banche orizzontali e ai restanti livelli sono previste opere di rinverdimento finalizzate a ripristinare la vegetazione rimossa dalle operazioni di scavo. Sul lato del fiume e nei tratti in rilevato sono previste opere di contenimento costituite da muri di sostegno di altezza variabile.



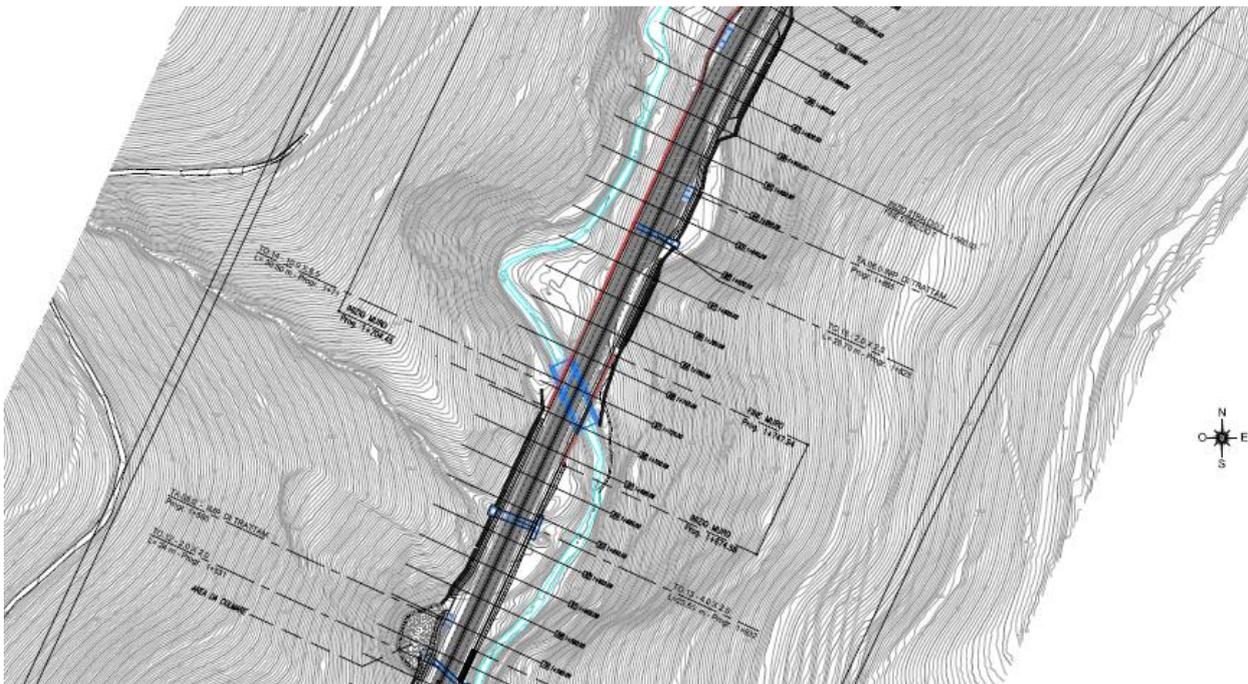
**Figura 12: Progetto Esecutivo riferito al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) – Tratto tra progr. 0+720 e progr. 1+560**

A partire da progr. 1+300, il fiume attraversa in più punti la strada. Alle progressive 1+350 e 1+425 il fiume passa prima alla sinistra e poi di nuovo alla destra del tracciato. Al progr. 1+725 il fiume si sposta ad ovest del tracciato per un tratto di estensione pari a circa 700 m. A progr. 2+425 il fiume è ad est del tracciato per poi deviare nuovamente ad ovest a

progr. 2+835. In funzione della posizione del fiume cambia la posizione della nuova carreggiata di progetto. Più precisamente, nel tratto tra le progressive 1+725 e 1+950, la nuova carreggiata è realizzata tutta alla destra del tracciato esistente.

In corrispondenza degli attraversamenti, inoltre, il progetto di adeguamento ha dovuto prevedere la nuova realizzazione o il prolungamento dei tombini idraulici esistenti.

L’inserimento della nuova carreggiata avviene nuovamente mediante lo scavo di profonde trincee che danno luogo, lato monte, alle scarpate rappresentate sopra, consolidate con reti e chiodi. Di contro, il lato valle è generalmente delimitato da lunghi muri di sostegno.



**Figura 13: Progetto Esecutivo riferito al 1° stralcio funzionale (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) – Tratto tra progr. 1+560 e progr. 1+900**

## 8.4 Caratteristiche geometriche

### 8.4.1 Andamento planimetrico

#### Asse Carreggiata Nord

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l’andamento planimetrico dell’asse della Carreggiata Nord con riferimento all’intervento complessivo (composto dai 4 stralci funzionali) sono riportate nella tabelle seguente.

**Gli elementi geometrici planimetrici riferiti al 1° stralcio funzionale della Carreggiata Nord (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) sono corrispondenti a quelli compresi tra il rettilineo n.1 e la clotoide n.10.**

**Tabella 9 - Andamento planimetrico Asse Carreggiata Nord**

**Asse Carreggiata Nord - Andamento planimetrico**

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	R [m]	A [m]
1	1	rettifilo	0,00	12,08	12,08	∞	-
2	1	curva	12,08	74,75	62,67	300,00	-
3	1	clotoide	74,75	221,75	147,00	variabile	210,00
4	2	rettifilo	221,75	370,56	148,81	∞	-
5	2	clotoide	370,56	473,12	102,56	variabile	210,00
6	2	curva	473,12	531,67	58,55	430,00	-
7	3	clotoide	531,67	640,63	108,96	variabile	216,45
8	4	clotoide	640,63	725,81	85,18	variabile	216,45
9	3	curva	725,81	839,14	113,33	550,00	-
10	5	clotoide	839,14	963,79	124,65	variabile	261,83
11	6	clotoide	963,79	1101,40	137,61	variabile	261,83
12	4	curva	1101,40	1150,55	49,15	498,20	-
13	7	clotoide	1150,55	1262,30	111,75	variabile	235,96
14	8	clotoide	1262,30	1331,90	69,60	variabile	235,96
15	5	curva	1331,90	1378,69	46,79	800,00	-
16	9	clotoide	1378,69	1433,82	55,13	variabile	210,00
17	3	rettifilo	1433,82	1873,50	439,68	∞	-
18	10	clotoide	1873,50	1934,75	61,25	variabile	210,00
19	6	curva	1934,75	1961,73	26,98	720,00	-
20	11	clotoide	1961,73	2022,98	61,25	variabile	210,00
21	4	rettifilo	2022,98	2023,22	0,24	∞	-
22	12	clotoide	2023,22	2130,23	107,01	variabile	212,00
23	7	curva	2130,23	2279,45	149,22	420,00	-
24	13	clotoide	2279,45	2466,12	186,67	variabile	280,00
25	5	rettifilo	2466,12	2505,77	39,65	∞	-
26	14	clotoide	2505,77	2630,13	124,36	variabile	211,58
27	8	curva	2630,13	2668,76	38,63	360,00	-
28	15	clotoide	2668,76	2785,32	116,56	variabile	383,23
29	9	curva	2785,32	2807,49	22,17	280,00	-
30	16	clotoide	2807,49	2899,36	91,87	variabile	340,24
31	10	curva	2899,36	2991,88	92,52	360,00	-
32	17	clotoide	2991,88	3124,97	133,09	variabile	218,89
33	18	clotoide	3124,97	3184,91	59,94	variabile	218,89
34	11	curva	3184,91	3192,75	7,84	799,40	-
35	19	clotoide	3192,75	3292,01	99,26	variabile	281,70
36	6	rettifilo	3292,01	3517,10	225,09	∞	-
37	20	clotoide	3517,10	3720,29	203,19	variabile	262,84
38	12	curva	3720,29	3850,96	130,67	340,00	-
39	21	clotoide	3850,96	3984,72	133,76	variabile	213,26
40	22	clotoide	3984,72	4118,49	133,77	variabile	213,26
41	13	curva	4118,49	4156,88	38,39	340,00	-
42	23	clotoide	4156,88	4318,27	161,39	variabile	234,25
43	7	rettifilo	4318,27	4796,94	478,67	∞	-
44	24	clotoide	4796,94	4904,98	108,04	variabile	275,00
45	14	curva	4904,98	4942,00	37,02	700,00	-
46	25	clotoide	4942,00	5050,03	108,03	variabile	275,00
47	8	rettifilo	5050,03	5058,85	8,82	∞	-
48	26	clotoide	5058,85	5188,48	129,63	variabile	279,03
49	15	curva	5188,48	5258,43	69,95	600,60	-
50	27	clotoide	5258,43	5332,54	74,11	variabile	210,97
51	9	rettifilo	5332,54	5357,84	25,30	∞	-
52	28	clotoide	5357,84	5537,58	179,74	variabile	313,76
53	16	curva	5537,58	5583,98	46,40	547,70	-

**Asse Carreggiata Nord - Andamento planimetrico**

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	R [m]	A [m]
54	29	clotoide	5583,98	5675,72	91,74	variabile	224,16
55	30	clotoide	5675,72	5815,06	139,34	variabile	224,16
56	17	curva	5815,06	5928,77	113,71	360,60	-
57	31	clotoide	5928,77	6057,28	128,51	variabile	215,27
58	10	rettifilo	6057,28	6223,05	165,77	∞	-
59	32	clotoide	6223,05	6371,15	148,10	variabile	298,10
60	18	curva	6371,15	6447,75	76,60	600,00	-
61	33	clotoide	6447,75	6595,85	148,10	variabile	298,10
62	11	rettifilo	6595,85	6661,16	65,31	∞	-
63	34	clotoide	6661,16	6790,87	129,71	variabile	210,00
64	19	curva	6790,87	7143,50	352,63	340,00	-
65	35	clotoide	7143,50	7273,21	129,71	variabile	210,00
66	12	rettifilo	7273,21	7299,66	26,45	∞	-
67	36	clotoide	7299,66	7429,37	129,71	variabile	210,00
68	20	curva	7429,37	7527,16	97,79	340,00	-
69	37	clotoide	7527,16	7656,87	129,71	variabile	210,00
70	13	rettifilo	7656,87	7825,40	168,13	∞	-

La notazione utilizzata nella tabella, per ciascun elemento geometrico, è la seguente:

- N = numero d'ordine progressivo riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- n = numero d'ordine per elemento geometrico omogeneo (rettifilo/curva/clotoide) riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- Elemento = tipo di elemento geometrico;
- Progr. in. = progressiva iniziale;
- Progr. fin. = progressiva finale;
- L = sviluppo;
- R = raggio di curvatura;
- A = parametro di scala delle clotoidi.

### Asse Carreggiata Sud

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l'andamento planimetrico dell'asse della Carreggiata Sud con riferimento all'intervento complessivo (composto dai 4 stralci funzionali) sono riportate nella tabella seguente.

**Gli elementi geometrici planimetrici riferiti al 1° stralcio funzionale della Carreggiata Sud (tra progr. 0+000 e progr. 1+902,45) sono corrispondenti a quelli compresi tra il rettilineo n.15 e la clotoide n.28).**

*Tabella 10 - Andamento planimetrico Asse Carreggiata Nord*

#### Asse Carreggiata Sud - Andamento planimetrico

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	R [m]	A [m]
1	1	rettilineo	7822,67	7693,55	129,12	∞	-
2	1	clotoide	7693,55	7601,67	91,88	variabile	210,00
3	1	curva	7601,67	7372,36	229,31	480,00	-
4	2	clotoide	7372,36	7280,49	91,87	variabile	235,70
5	2	rettilineo	7280,49	7279,88	0,61	∞	-
6	3	clotoide	7279,88	7137,53	142,35	variabile	217,89
7	2	curva	7137,53	6817,85	319,68	340,00	-
8	4	clotoide	6817,85	6623,68	194,17	variabile	217,89
9	3	rettilineo	6623,68	6536,98	86,70	∞	-
10	5	clotoide	6536,98	6448,6	88,38	variabile	249,29
11	3	curva	6448,60	6357,24	91,36	502,00	-
12	6	clotoide	6357,24	6268,87	88,37	variabile	210,38
13	4	rettilineo	6268,87	6087,03	181,84	∞	-
14	7	clotoide	6087,03	5884,42	202,61	variabile	210,38
15	4	curva	5884,42	5815,62	68,80	356,90	-
16	8	clotoide	5815,62	5669,51	146,11	variabile	210,00
17	9	clotoide	5669,51	5574,79	94,72	variabile	210,00
18	5	curva	5574,79	5482,9	91,89	550,60	-
19	10	clotoide	5482,90	5401,18	81,72	variabile	210,00
20	5	rettilineo	5401,18	5349,19	51,99	∞	-
21	11	clotoide	5349,19	5230,44	118,75	variabile	210,00
22	6	curva	5230,44	5194,57	35,87	598,80	-
23	12	clotoide	5194,57	5040,75	153,82	variabile	210,00
24	6	rettilineo	5040,75	5036,23	4,52	∞	-
25	13	clotoide	5036,23	4946,82	89,41	variabile	245,00
26	7	curva	4946,82	4889,66	57,16	700,00	-
27	14	clotoide	4889,66	4800,26	89,40	variabile	216,84
28	7	rettilineo	4800,26	4483,38	316,88	∞	-
29	15	clotoide	4483,38	4293,92	189,46	variabile	400,59
30	8	curva	4293,92	4230,74	63,18	600,00	-
31	16	clotoide	4230,74	4044,53	186,21	variabile	417,34
32	17	clotoide	4044,53	3715,92	328,61	variabile	235,09
33	9	curva	3715,92	3689,91	26,01	340,00	-
34	18	clotoide	3689,91	3560,21	129,70	variabile	235,09
35	8	rettilineo	3560,21	3274,79	285,42	∞	-
36	19	clotoide	3274,79	3210,82	63,97	variabile	226,29
37	10	curva	3210,82	3200,39	10,43	800,60	-
38	20	clotoide	3200,39	3131,36	69,03	variabile	210,00
39	21	clotoide	3131,36	2976,24	155,12	variabile	334,26
40	11	curva	2976,24	2928,95	47,29	356,30	-
41	22	clotoide	2928,95	2795,74	133,21	variabile	334,26
42	12	curva	2795,74	2789,99	5,75	280,00	-
43	23	clotoide	2789,99	2667,26	122,73	variabile	337,15
44	13	curva	2667,26	2642,58	24,68	356,30	-

**Asse Carreggiata Sud - Andamento planimetrico**

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	R [m]	A [m]
45	24	clotoide	2642,58	2510,61	131,97	variabile	250,17
46	9	rettifilo	2510,61	2436,52	74,09	∞	-
47	25	clotoide	2436,52	2259,97	176,55	variabile	250,17
48	14	curva	2259,97	2176,1	83,87	340,00	-
49	26	clotoide	2176,10	2046,4	129,70	variabile	303,50
50	10	rettifilo	2046,40	2025,4	21,00	∞	-
51	27	clotoide	2025,40	1963,72	61,68	variabile	266,66
52	15	curva	1963,72	1937,77	25,95	715,00	-
53	28	clotoide	1937,77	1876,1	61,67	variabile	212,12
54	11	rettifilo	1876,10	1437,34	438,76	∞	-
55	29	clotoide	1437,34	1382,14	55,20	variabile	228,36
56	16	curva	1382,14	1317,06	65,08	798,80	-
57	30	clotoide	1317,06	1261,85	55,21	variabile	228,36
58	12	rettifilo	1261,85	1259,1	2,75	∞	-
59	31	clotoide	1259,10	1170,79	88,31	variabile	268,91
60	17	curva	1170,79	1072,8	97,99	501,20	-
61	32	clotoide	1072,80	984,49	88,31	variabile	210,63
62	13	rettifilo	984,49	973,51	10,98	∞	-
63	33	clotoide	973,51	866,36	107,15	variabile	210,63
64	18	curva	866,36	722,94	143,42	580,00	-
65	34	clotoide	722,94	641,09	81,85	variabile	256,94
66	35	clotoide	641,09	530,98	110,11	variabile	220,00
67	19	curva	530,98	477,34	53,64	431,20	-
68	36	clotoide	477,34	348,51	128,83	variabile	210,00
69	14	rettifilo	348,51	219,79	128,72	∞	-
70	37	clotoide	219,79	73,37	146,42	variabile	210,00
71	20	curva	73,37	14,26	59,11	301,20	-
72	15	rettifilo	14,26	0,000	14,26	∞	-

La notazione utilizzata nelle tabelle, per ciascun elemento geometrico, è la seguente:

- N = numero d'ordine progressivo riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- n = numero d'ordine per elemento geometrico omogeneo (rettifilo/curva/clotoide) riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- Elemento = tipo di elemento geometrico;
- Progr. in. = progressiva iniziale;
- Progr. fin. = progressiva finale;
- L = sviluppo;
- R = raggio di curvatura;
- A = parametro di scala delle clotoidi.

#### 8.4.2 Andamento altimetrico

##### Asse Carreggiata Nord

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l'andamento altimetrico dell'asse della Carreggiata Nord con riferimento all'intervento complessivo (composto dai 4 stralci funzionali) sono riportate nella tabella seguente.

**Gli elementi geometrici altimetrici riferiti al 1° stralcio funzionale della Carreggiata Nord (tra progr. 0+000 e progr. 1+900) sono corrispondenti a quelli compresi tra la livelletta n.1 ed il raccordo n.20.**

*Tabella 11 - Andamento altimetrico Asse Carreggiata Nord*

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	i [%]	R [m]
1	1	livelletta	0,00	66,08	66,08	2,909	∞
2	1	raccordo concavo	66,08	193,24	127,16	variabile	7981,662
3	2	livelletta	193,24	712,77	519,53	4,502	∞
4	2	raccordo convesso	712,77	734,32	21,55	variabile	146128,419
5	3	livelletta	734,32	778,34	44,03	4,487	∞
6	3	raccordo concavo	778,34	779,34	1,00	variabile	20000,000
7	4	livelletta	779,34	839,87	60,54	4,492	∞
8	4	raccordo concavo	839,87	859,92	20,04	variabile	5793,572
9	5	livelletta	859,92	880,44	20,53	4,838	∞
10	5	raccordo convesso	880,44	891,96	11,52	variabile	4384,599
11	6	livelletta	891,96	901,09	9,13	4,575	∞
12	6	raccordo concavo	901,09	940,03	38,94	variabile	11786,852
13	7	livelletta	940,03	1010,26	70,23	4,245	∞
14	7	raccordo convesso	1010,26	1046,89	36,63	variabile	3018,961
15	8	livelletta	1046,89	1132,08	85,19	3,032	∞
16	8	raccordo concavo	1132,08	1150,39	18,30	variabile	8213,314
17	9	livelletta	1150,39	1196,33	45,94	3,254	∞
18	9	raccordo convesso	1196,33	1224,76	28,43	variabile	5392,672
19	10	livelletta	1224,76	1287,48	62,72	2,727	∞
20	10	raccordo concavo	1287,48	1324,47	36,99	variabile	4986,160
21	11	livelletta	1324,47	1463,91	139,44	3,469	∞
22	11	raccordo convesso	1463,91	1487,75	23,85	variabile	7564,735
23	12	livelletta	1487,75	1519,91	32,15	3,154	∞
24	12	raccordo concavo	1519,91	1545,27	25,37	variabile	4065,475
25	13	livelletta	1545,27	1569,37	24,09	3,778	∞
26	13	raccordo concavo	1569,37	1571,20	1,84	variabile	3575,359
27	14	livelletta	1571,20	1584,35	13,15	3,829	∞
28	14	raccordo convesso	1584,35	1597,12	12,76	variabile	4215,494
29	15	livelletta	1597,12	1606,46	9,34	3,526	∞
30	15	raccordo concavo	1606,46	1644,92	38,46	variabile	1982,359
31	16	livelletta	1644,92	1649,52	4,61	5,466	∞
32	16	raccordo convesso	1649,52	1674,88	25,35	variabile	1962,390
33	17	livelletta	1674,88	1704,47	29,59	4,175	∞
34	17	raccordo concavo	1704,47	1733,04	28,57	variabile	3972,746
35	18	livelletta	1733,04	1788,14	55,11	4,894	∞
36	18	raccordo convesso	1788,14	1812,95	24,80	variabile	9382,162
37	19	livelletta	1812,95	1880,01	67,06	4,629	∞
38	19	raccordo convesso	1880,01	1904,33	24,33	variabile	2578,000
39	20	livelletta	1904,33	1916,20	11,87	3,686	∞
40	20	raccordo concavo	1916,20	1957,08	40,88	variabile	3070,288
41	21	livelletta	1957,08	1986,59	29,51	5,018	∞
42	21	raccordo convesso	1986,59	2068,76	82,17	variabile	7032,433
43	22	livelletta	2068,76	2080,51	11,75	3,849	∞

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	i [%]	R [m]
44	22	raccordo concavo	2080,51	2118,92	38,41	variabile	2910,634
45	23	livelletta	2118,92	2125,54	6,62	5,169	∞
46	23	raccordo convesso	2125,54	2161,14	35,60	variabile	4848,204
47	24	livelletta	2161,14	2256,03	94,89	4,434	∞
48	24	raccordo concavo	2256,03	2284,80	28,76	variabile	5049,010
49	25	livelletta	2284,80	2322,63	37,83	5,004	∞
50	25	raccordo convesso	2322,63	2347,57	24,94	variabile	6591,048
51	26	livelletta	2347,57	2351,97	4,40	4,626	∞
52	26	raccordo concavo	2351,97	2369,75	17,78	variabile	3432,510
53	27	livelletta	2369,75	2381,58	11,83	5,144	∞
54	27	raccordo convesso	2381,58	2397,88	16,30	variabile	3067,026
55	28	livelletta	2397,88	2469,34	71,45	4,612	∞
56	28	raccordo concavo	2469,34	2497,57	28,23	variabile	3718,248
57	29	livelletta	2497,57	2509,85	12,28	5,372	∞
58	29	raccordo convesso	2509,85	2546,15	36,30	variabile	2869,328
59	30	livelletta	2546,15	2708,75	162,60	4,107	∞
60	30	raccordo concavo	2708,75	2761,84	53,09	variabile	4143,743
61	31	livelletta	2761,84	2785,11	23,27	5,388	∞
62	31	raccordo convesso	2785,11	2820,18	35,07	variabile	4130,050
63	32	livelletta	2820,18	2868,82	48,65	4,539	∞
64	32	raccordo concavo	2868,82	2920,23	51,40	variabile	3672,179
65	33	livelletta	2920,23	2967,83	47,61	5,938	∞
66	33	raccordo convesso	2967,83	3003,39	35,56	variabile	3477,507
67	34	livelletta	3003,39	3036,01	32,61	4,916	∞
68	34	raccordo convesso	3036,01	3114,91	78,90	variabile	5336,760
69	35	livelletta	3114,91	3164,32	49,41	3,437	∞
70	35	raccordo concavo	3164,32	3233,12	68,80	variabile	4009,178
71	36	livelletta	3233,12	3254,18	21,06	5,153	∞
72	36	raccordo convesso	3254,18	3356,17	102,00	variabile	5880,259
73	37	livelletta	3356,17	3418,89	62,72	3,419	∞
74	37	raccordo concavo	3418,89	3456,14	37,25	variabile	3961,370
75	38	livelletta	3456,14	3546,55	90,40	4,359	∞
76	38	raccordo convesso	3546,55	3561,82	15,27	variabile	4589,367
77	39	livelletta	3561,82	3597,11	35,30	4,027	∞
78	39	raccordo concavo	3597,11	3650,69	53,57	variabile	16296,606
79	40	livelletta	3650,69	3722,11	71,42	4,355	∞
80	40	raccordo concavo	3722,11	3749,17	27,07	variabile	7903,538
81	41	livelletta	3749,17	3857,87	108,69	4,698	∞
82	41	raccordo convesso	3857,87	3863,64	5,77	variabile	5000,000
83	42	livelletta	3863,64	4347,51	483,88	4,582	∞
84	42	raccordo convesso	4347,51	4383,33	35,81	variabile	4058,221
85	43	livelletta	4383,33	4398,19	14,87	3,700	∞
86	43	raccordo concavo	4398,19	4470,85	72,66	variabile	3742,859
87	44	livelletta	4470,85	4490,82	19,96	5,641	∞
88	44	raccordo convesso	4490,82	4556,01	65,20	variabile	3731,905
89	45	livelletta	4556,01	4573,62	17,61	3,894	∞
90	45	raccordo concavo	4573,62	4626,11	52,48	variabile	3947,462
91	46	livelletta	4626,11	4640,91	14,80	5,224	∞
92	46	raccordo convesso	4640,91	4679,65	38,75	variabile	4861,668
93	47	livelletta	4679,65	4752,06	72,41	4,427	∞
94	47	raccordo concavo	4752,06	4773,85	21,79	variabile	14050,225
95	48	livelletta	4773,85	4814,71	40,86	4,582	∞
96	48	raccordo concavo	4814,71	4849,96	35,25	variabile	4813,951
97	49	livelletta	4849,96	4863,63	13,67	5,314	∞
98	49	raccordo convesso	4863,63	4931,78	68,16	variabile	4937,284
99	50	livelletta	4931,78	4952,66	20,88	3,934	∞
100	50	raccordo concavo	4952,66	4986,28	33,62	variabile	5161,825

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	i [%]	R [m]
101	51	livelletta	4986,28	5072,93	86,65	4,585	∞
102	51	raccordo convesso	5072,93	5120,38	47,45	variabile	4886,621
103	52	livelletta	5120,38	5132,84	12,45	3,614	∞
104	52	raccordo concavo	5132,84	5161,11	28,28	variabile	1311,302
105	53	livelletta	5161,11	5180,28	19,17	5,771	∞
106	53	raccordo convesso	5180,28	5226,55	46,27	variabile	4344,928
107	54	livelletta	5226,55	5263,43	36,87	4,706	∞
108	54	raccordo convesso	5263,43	5314,90	51,47	variabile	11260,874
109	55	livelletta	5314,90	5371,34	56,44	4,249	∞
110	55	raccordo concavo	5371,34	5397,73	26,39	variabile	4975,155
111	56	livelletta	5397,73	5407,54	9,81	4,779	∞
112	56	raccordo convesso	5407,54	5455,86	48,32	variabile	4995,491
113	57	livelletta	5455,86	5469,37	13,51	3,812	∞
114	57	raccordo concavo	5469,37	5518,15	48,78	variabile	3854,609
115	58	livelletta	5518,15	5525,60	7,45	5,077	∞
116	58	raccordo convesso	5525,60	5629,08	103,47	variabile	4664,246
117	59	livelletta	5629,08	5649,86	20,78	2,950	∞
118	59	raccordo concavo	5649,86	5658,68	8,82	variabile	5000,000
119	60	livelletta	5658,68	5742,68	84,00	3,126	∞
120	60	raccordo concavo	5742,68	5774,37	31,68	variabile	5020,728
121	61	livelletta	5774,37	5777,15	2,78	3,757	∞
122	61	raccordo convesso	5777,15	5876,11	98,96	variabile	10130,126
123	62	livelletta	5876,11	5904,81	28,70	2,781	∞
124	62	raccordo concavo	5904,81	5936,36	31,55	variabile	8144,352
125	63	livelletta	5936,36	5992,89	56,53	3,168	∞
126	63	raccordo concavo	5992,89	6023,73	30,85	variabile	5019,851
127	64	livelletta	6023,73	6036,67	12,94	3,782	∞
128	64	raccordo convesso	6036,67	6063,59	26,92	variabile	3564,538
129	65	livelletta	6063,59	6108,83	45,24	3,027	∞
130	65	raccordo concavo	6108,83	6186,16	77,33	variabile	5004,357
131	66	livelletta	6186,16	6313,334	127,18	4,572	∞
132	66	raccordo convesso	6313,33	6342,78	29,44	variabile	3689,16
133	67	livelletta	6342,78	6354,18	11,40	3,774	∞
134	67	raccordo concavo	6354,18	6398,63	44,45	variabile	2475,207
135	68	livelletta	6398,63	6412,89	14,26	5,570	∞
136	68	raccordo convesso	6412,89	6447,08	34,19	variabile	3096,542
137	69	livelletta	6447,08	6511,02	63,95	4,466	∞
138	69	raccordo concavo	6511,02	6514,26	3,24	variabile	10000,000
139	70	livelletta	6514,26	6524,85	10,59	4,498	∞
140	70	raccordo concavo	6524,85	6544,64	19,79	variabile	51750,928
141	71	livelletta	6544,64	6749,69	205,05	4,537	∞
142	71	raccordo concavo	6749,69	6769,29	19,60	variabile	57773,135
143	72	livelletta	6769,29	6875,24	105,95	4,571	∞
144	72	raccordo convesso	6875,24	6889,98	14,74	variabile	3019,218
145	73	livelletta	6889,98	6962,31	72,33	4,082	∞
146	73	raccordo concavo	6962,31	6987,32	25,01	variabile	4303,208
147	74	livelletta	6987,32	7091,61	104,28	4,664	∞
148	74	raccordo convesso	7091,61	7535,08	443,47	variabile	5346,000
149	75	livelletta	7535,08	7825,00	289,92	-3,632	∞

La notazione utilizzata nella tabella, per ciascun elemento geometrico, è la seguente:

- N = numero d'ordine progressivo riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- n = numero d'ordine per elemento geometrico omogeneo (livelletta/raccordo concavo/raccordo convesso) riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- Elemento = tipo di elemento geometrico;

- Progr. in. = progressiva iniziale;
- Progr. fin. = progressiva finale;
- L = sviluppo;
- i = pendenza;
- R = raggio di curvatura.

### Asse Carreggiata Sud

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l'andamento altimetrico dell'asse della Carreggiata Sud con riferimento all'intervento complessivo (composto dai 4 stralci funzionali) sono riportate nella tabella seguente.

**Gli elementi geometrici altimetrici riferiti al 1° stralcio funzionale della Carreggiata Sud (tra progr. 0+000 e progr. 1+902,45) sono corrispondenti a quelli compresi tra il raccordo n.58 e la livelletta n.77.**

*Tabella 12 - Andamento altimetrico Asse Carreggiata Sud*

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	i [%]	R [m]
1	1	livelletta	7822,67	7964,08	2,40	∞
2	1	raccordo concavo	7902,69	7949,87	variabile	3806,27
3	2	livelletta	7532,34	7902,69	3,64	∞
4	2	raccordo convesso	7096,38	7532,34	variabile	5280,00
5	3	livelletta	7000,15	7096,38	-4,62	∞
6	3	raccordo concavo	6947,77	7000,15	variabile	8000,00
7	4	livelletta	6895,42	6947,77	-3,96	∞
8	4	raccordo convesso	6868,36	6895,42	variabile	5000,00
9	5	livelletta	6722,60	6868,36	-4,50	∞
10	5	raccordo convesso	6626,76	6722,60	variabile	271843,81
11	6	livelletta	6557,28	6626,76	-4,54	∞
12	6	raccordo concavo	6445,91	6557,28	variabile	80000,00
13	7	livelletta	6442,46	6445,91	-4,40	∞
14	7	raccordo convesso	6406,33	6442,46	variabile	3200,00
15	8	livelletta	6391,61	6406,33	-5,53	∞
16	8	raccordo concavo	6344,80	6391,61	variabile	2500,00
17	9	livelletta	6341,28	6344,80	-3,66	∞
18	9	raccordo convesso	6304,66	6341,28	variabile	4000,00
19	10	livelletta	6178,78	6304,66	-4,57	∞
20	10	raccordo concavo	6101,60	6178,78	variabile	5000,00
21	11	livelletta	6054,22	6101,60	-3,03	∞
22	11	raccordo convesso	6031,45	6054,22	variabile	3000,00
23	12	livelletta	6016,19	6031,45	-3,79	∞
24	12	raccordo concavo	5985,69	6016,19	variabile	5000,00
25	13	livelletta	5920,06	5985,69	-3,18	∞
26	13	raccordo concavo	5901,70	5920,06	variabile	5000,00
27	14	livelletta	5861,80	5901,70	-2,81	∞
28	14	raccordo convesso	5842,40	5861,80	variabile	5000,00
29	15	livelletta	5816,45	5842,40	-3,20	∞
30	15	raccordo convesso	5786,56	5816,45	variabile	5000,00
31	16	livelletta	5770,06	5786,56	-3,79	∞
32	16	raccordo concavo	5737,10	5770,06	variabile	5000,00
33	17	livelletta	5656,27	5737,10	-3,14	∞
34	17	raccordo concavo	5645,27	5656,27	variabile	5000,00
35	18	livelletta	5626,42	5645,27	-2,92	∞

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	i [%]	R [m]
36	18	raccordo convesso	5516,68	5626,42	variabile	5000,00
37	19	livelletta	5515,29	5516,68	-5,11	∞
38	19	raccordo concavo	5459,33	5515,29	variabile	4000,00
39	20	livelletta	5455,01	5459,33	-3,71	∞
40	20	raccordo convesso	5401,30	5455,01	variabile	5000,00
41	21	livelletta	5392,60	5401,30	-4,79	∞
42	21	raccordo concavo	5365,77	5392,60	variabile	5000,00
43	22	livelletta	5308,02	5365,77	-4,25	∞
44	22	raccordo convesso	5264,73	5308,02	variabile	10000,00
45	23	livelletta	5227,40	5264,73	-4,68	∞
46	23	raccordo convesso	5171,58	5227,40	variabile	5000,00
47	24	livelletta	5155,65	5171,58	-5,80	∞
48	24	raccordo concavo	5126,24	5155,65	variabile	1286,01
49	25	livelletta	5121,55	5126,24	-3,51	∞
50	25	raccordo convesso	5068,03	5121,55	variabile	5000,00
51	26	livelletta	4980,63	5068,03	-4,58	∞
52	26	raccordo concavo	4946,53	4980,63	variabile	5000,00
53	27	livelletta	4928,21	4946,53	-3,90	∞
54	27	raccordo convesso	4853,50	4928,21	variabile	5000,00
55	28	livelletta	4850,12	4853,50	-5,39	∞
56	28	raccordo concavo	4809,50	4850,12	variabile	5000,00
57	29	livelletta	4762,62	4809,50	-4,58	∞
58	29	raccordo concavo	4746,36	4762,62	variabile	10000,00
59	30	livelletta	4675,24	4746,36	-4,42	∞
60	30	raccordo convesso	4634,40	4675,24	variabile	5000,00
61	31	livelletta	4621,50	4634,40	-5,24	∞
62	31	raccordo concavo	4562,93	4621,50	variabile	4000,00
63	32	livelletta	4558,10	4562,93	-3,77	∞
64	32	raccordo convesso	4481,12	4558,10	variabile	4000,00
65	33	livelletta	4468,08	4481,12	-5,70	∞
66	33	raccordo concavo	4389,86	4468,08	variabile	3800,00
67	34	livelletta	4383,40	4389,86	-3,64	∞
68	34	raccordo convesso	4326,08	4383,40	variabile	5000,00
69	35	livelletta	4138,19	4326,08	-4,78	∞
70	35	raccordo concavo	4104,52	4138,19	variabile	18586,25
71	36	livelletta	3747,31	4104,52	-4,60	∞
72	36	raccordo concavo	3732,46	3747,31	variabile	5000,00
73	37	livelletta	3630,12	3732,46	-4,31	∞
74	37	raccordo concavo	3615,48	3630,12	variabile	5000,00
75	38	livelletta	3563,66	3615,48	-4,01	∞
76	38	raccordo convesso	3546,00	3563,66	variabile	5000,00
77	39	livelletta	3457,61	3546,00	-4,37	∞
78	39	raccordo concavo	3419,71	3457,61	variabile	4000,00
79	40	livelletta	3356,84	3419,71	-3,42	∞
80	40	raccordo convesso	3246,40	3356,84	variabile	6000,00
81	41	livelletta	3238,04	3246,40	-5,26	∞
82	41	raccordo concavo	3165,06	3238,04	variabile	4000,00
83	42	livelletta	3114,35	3165,06	-3,44	∞
84	42	raccordo convesso	3043,62	3114,35	variabile	5000,00
85	43	livelletta	3013,40	3043,62	-4,85	∞
86	43	raccordo convesso	2967,39	3013,40	variabile	4000,00
87	44	livelletta	2921,76	2967,39	-6,00	∞
88	44	raccordo concavo	2871,28	2921,76	variabile	3600,00
89	45	livelletta	2823,30	2871,28	-4,60	∞
90	45	raccordo convesso	2788,46	2823,30	variabile	4000,00
91	46	livelletta	2765,46	2788,46	-5,47	∞
92	46	raccordo concavo	2712,49	2765,46	variabile	4000,00

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	i [%]	R [m]
93	47	livelletta	2551,93	2712,49	-4,14	∞
94	47	raccordo convesso	2512,58	2551,93	variabile	3000,00
95	48	livelletta	2508,20	2512,58	-5,46	∞
96	48	raccordo concavo	2473,86	2508,20	variabile	4000,00
97	49	livelletta	2406,65	2473,86	-4,60	∞
98	49	raccordo concavo	2383,92	2406,65	variabile	4000,00
99	50	livelletta	2377,46	2383,92	-5,17	∞
100	50	raccordo concavo	2354,39	2377,46	variabile	3500,00
101	51	livelletta	2353,17	2354,39	-4,51	∞
102	51	raccordo convesso	2335,72	2353,17	variabile	4000,00
103	52	livelletta	2289,76	2335,72	-4,94	∞
104	52	raccordo concavo	2261,01	2289,76	variabile	5000,00
105	53	livelletta	2165,95	2261,01	-4,37	∞
106	53	raccordo convesso	2126,72	2165,95	variabile	5000,00
107	54	livelletta	2122,23	2126,72	-5,15	∞
108	54	raccordo concavo	2081,36	2122,23	variabile	3000,00
109	55	livelletta	2071,32	2081,36	-3,79	∞
110	55	raccordo convesso	2049,24	2071,32	variabile	5000,00
111	56	livelletta	2036,40	2049,24	-4,23	∞
112	56	raccordo convesso	1997,49	2036,40	variabile	5000,00
113	57	livelletta	1959,01	1997,49	-5,01	∞
114	57	raccordo concavo	1918,56	1959,01	variabile	3000,00
115	58	livelletta	1908,82	1918,56	-3,66	∞
116	58	raccordo convesso	1879,30	1908,82	variabile	3000,00
117	59	livelletta	1808,26	1879,30	-4,65	∞
118	59	raccordo convesso	1796,62	1808,26	variabile	5000,00
119	60	livelletta	1757,43	1796,62	-4,88	∞
120	60	raccordo convesso	1752,27	1757,43	variabile	5000,00
121	61	livelletta	1743,95	1752,27	-4,98	∞
122	61	raccordo concavo	1702,39	1743,95	variabile	5000,00
123	62	livelletta	1678,06	1702,39	-4,15	∞
124	62	raccordo convesso	1650,38	1678,06	variabile	2000,00
125	63	livelletta	1648,90	1650,38	-5,53	∞
126	63	raccordo concavo	1608,17	1648,90	variabile	2000,00
127	64	livelletta	1602,65	1608,17	-3,50	∞
128	64	raccordo convesso	1586,05	1602,65	variabile	5000,00
129	65	livelletta	1554,78	1586,05	-3,83	∞
130	65	raccordo concavo	1521,01	1554,78	variabile	5000,00
131	66	livelletta	1485,48	1521,01	-3,15	∞
132	66	raccordo convesso	1469,40	1485,48	variabile	5000,00
133	67	livelletta	1327,47	1469,40	-3,48	∞
134	67	raccordo concavo	1289,93	1327,47	variabile	5000,00
135	68	livelletta	1226,17	1289,93	-2,72	∞
136	68	raccordo convesso	1200,56	1226,17	variabile	5000,00
137	69	livelletta	1150,30	1200,56	-3,24	∞
138	69	raccordo concavo	1139,28	1150,30	variabile	5000,00
139	70	livelletta	1048,42	1139,28	-3,02	∞
140	70	raccordo convesso	1011,56	1048,42	variabile	3000,00
141	71	livelletta	934,79	1011,56	-4,25	∞
142	71	raccordo convesso	921,34	934,79	variabile	5000,00
143	72	livelletta	898,57	921,34	-4,51	∞
144	72	raccordo convesso	881,72	898,57	variabile	5000,00
145	73	livelletta	860,16	881,72	-4,85	∞
146	73	raccordo concavo	843,30	860,16	variabile	5000,00
147	74	livelletta	629,01	843,30	-4,51	∞
148	74	raccordo concavo	615,01	629,01	variabile	30000,00
149	75	livelletta	414,57	615,01	-4,47	∞

N	n	Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	i [%]	R [m]
150	75	raccordo convesso	399,50	414,57	variabile	50000,00
151	76	livelletta	194,83	399,50	-4,50	∞
152	76	raccordo concavo	67,55	194,83	variabile	7969,31
153	77	livelletta	0,00	67,55	-2,90	∞

La notazione utilizzata nella tabella, per ciascun elemento geometrico, è la seguente:

- N = numero d'ordine progressivo riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- n = numero d'ordine per elemento geometrico omogeneo (livelletta/raccordo concavo/raccordo convesso) riferito al verso di percorrenza della carreggiata;
- Elemento = tipo di elemento geometrico;
- Progr. in. = progressiva iniziale;
- Progr. fin. = progressiva finale;
- L = sviluppo;
- i = pendenza;
- R = raggio di curvatura.

## 8.5 Sezioni tipo

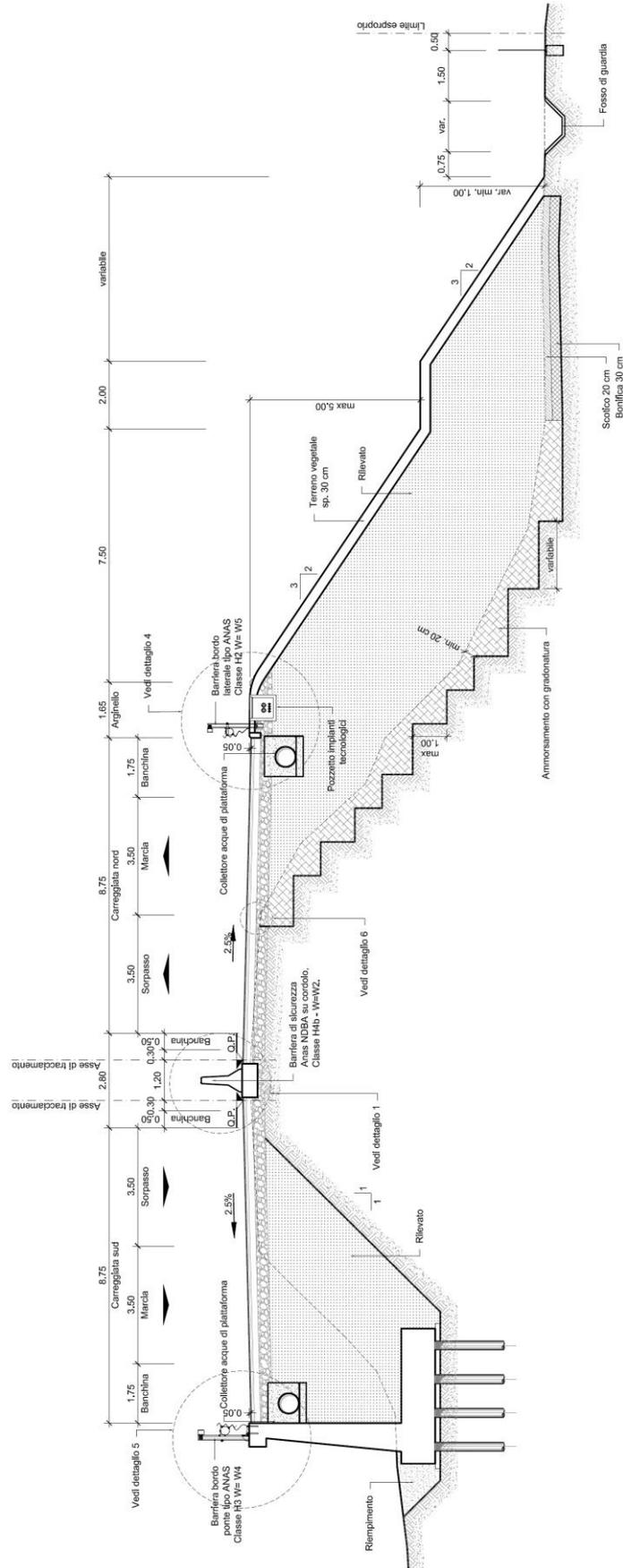
La sezione trasversale stradale adottata per l'asse principale è relativa ad una infrastruttura a doppia carreggiata con quattro corsie (due corsie per senso di marcia) con sezione stradale, assimilabile per caratteristiche tecniche alla Cat. B, di larghezza complessiva pari a 20,30 m. Tale configurazione prevede due carreggiate con ciascuna carreggiata costituita da una corsia di marcia normale pari a 3,50 m, una corsia di sorpasso pari a 3,50 m, banchina in destra pari a 1,75 m, banchina in sinistra pari a 0,50 m, margine interno pari a 2,80 m e spartitraffico pari a 1,80.

Nei tratti in curva, ove necessario, sono stati previsti allargamenti della carreggiata per la visibilità in corrispondenza del margine laterale per le curve in destra ed in corrispondenza del margine interno per le curve in sinistra.

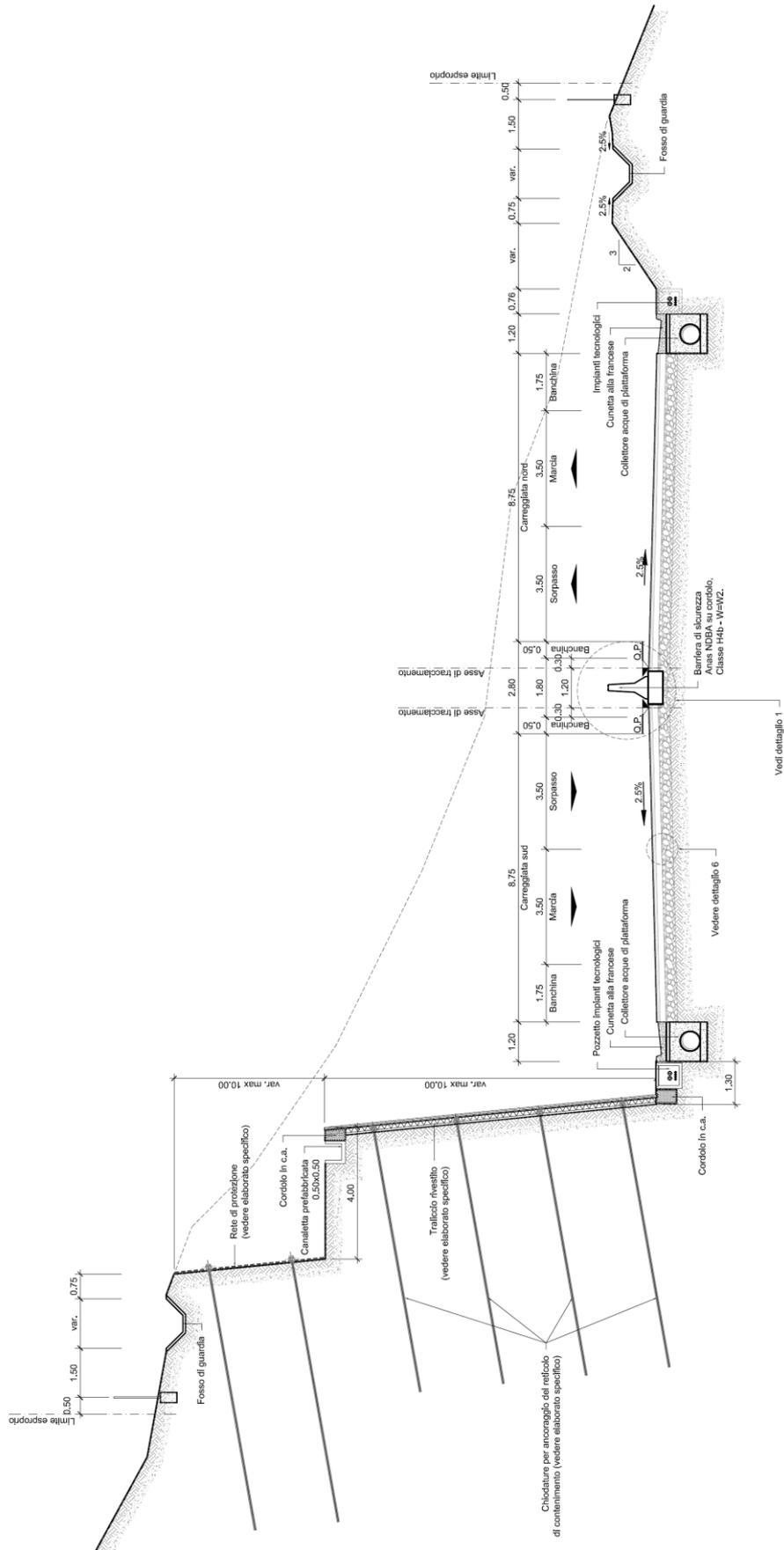
Allo scopo di garantire un agevole smaltimento delle acque meteoriche interessanti la piattaforma stradale, nei tratti in rettilineo la piattaforma presenta, per ciascuna carreggiata, un'unica falda inclinata verso l'esterno con pendenza pari a 2,5%, mentre nei tratti in curva la piattaforma presenta, per ciascuna carreggiata, un'unica falda inclinata nella direzione del centro della curva con pendenza variabile, in funzione del raggio della curva.

Il corpo stradale si sviluppa prevalentemente in sede naturale, con configurazioni in rilevato ed in trincea secondo le tipologie principali illustrate nelle figure seguenti.

Per i dettagli sulle sezioni tipo si rimanda agli elaborati grafici “Sezioni tipo” ottenute nella sezione “PROGETTO INFRASTRUTTURA – GENERALE”.



**Figura 14: Sezione tipo in rilievo**



**Figura 15: Sezione tipo in trincea**

## 8.6 Sovrastruttura stradale

Per la sovrastruttura stradale sono previste le seguenti configurazioni:

### Asse principale

- usura in conglomerato bituminoso: 4 cm;
- collegamento (binder) in conglomerato bituminoso: 6 cm;
- base in conglomerato bituminoso: 15 cm;
- fondazione in misto granulare: 35 cm.

### Viabilità secondaria di accesso pk 0+375 e Rotatoria 1

- usura in conglomerato bituminoso: 4 cm;
- collegamento (binder) in conglomerato bituminoso: 5 cm;
- base in conglomerato bituminoso: 12 cm;
- fondazione in misto granulare: 15 cm.

## 8.7 Dispositivi stradali di ritenuta

### **Barriere di sicurezza longitudinali**

Sono state previste le seguenti barriere di sicurezza longitudinali.

TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE BARRIERE DI SICUREZZA LONGITUDINALI										
BARRIERA	CLASSE	DESTINAZIONE	NOTE	TIPOLOGIA	Wn		Dn [m]	VIn		ASI
					[m]			[m]		
H2BL-Anas	H2	bordo laterale	-	TIPO ANAS	1,7	W5	1,6	2,3	VI7	A
H2BP-Anas	H2	bordo ponte	-	TIPO ANAS	1,2	W4	1	1	VI3	B
NDBA spartitraffico concrete-Anas	H4b	spartitraffico	spartitraffico monofilare installata su cordolo	TIPO ANAS	0,77	W2	0,1	2,1	VI6	B

### **Transizioni**

In funzione delle barriere longitudinali adottate, le seguenti tipologie di transizione.

TIPOLOGIA E LUNGHEZZA TRANSIZIONI			
Tipo transizione	Barriere collegate	Lunghezza minima [m]	Lunghezza adottata [m]
T1	H2BL-Anas – H2BP-Anas	7,5	8
T2	H2BL-Anas – NDBA spartitraffico concrete-Anas	19,43	20

### **Terminali**

Sono stati previsti terminali semplici a protezione dei seguenti punti singolari:

- sezione di fine impianto delle barriere longitudinali lungo l'asse principale.

Sono stati previsti terminali speciali testati a protezione dei seguenti punti singolari:

- sezione di avvio impianto delle barriere longitudinali lungo l'asse principale: protezione con terminale speciale testato di classe P2;

- sezioni di avvio e fine impianto delle barriere longitudinali lungo i tratti stradali bidirezionali di connessione alle rampe di svincolo: protezione con terminale speciale testato di classe P1.

### **Barriere rimovibili chiusure varchi**

Al fine di garantire il passaggio dei veicoli da una carreggiata ad un'altra, in presenza di situazioni di emergenza, nonché di esigenze di transito temporaneo (manutenzione), sono stati previsti varchi in corrispondenza dello spartitraffico in corrispondenza della progressiva 1+825.

## **8.8 Segnaletica stradale**

Il progetto della segnaletica orizzontale e verticale è stato sviluppato coerentemente alle prescrizioni contenute nel “Nuovo Codice della Strada D.L. n. 285 del 30/04/1992” (Artt. 38, 39, 40, 41, 42) e nel “Regolamento d’esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. n. 495 del 16/12/1992”.

Per i dettagli sui dispositivi stradali di ritenuta e sulla segnaletica stradale si rimanda alla “Relazione tecnica stradale - Asse principale” (T01PS00TRARE01) ed agli specifici elaborati grafici contenuti nella sezione “SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA”.

## 9 OPERE D'ARTE

Il progetto prevede opere d'arte costituite da tombini, opere di sostegno (muri e paratie) e trincee.

Nel seguito si riportano le caratteristiche principali delle opere, rimandando per i dettagli agli specifici elaborati contenuti nella sezione "OPERE D'ARTE MINORI".

### 9.1 Tombini

I tombini idraulici in progetto si dividono in due tipologie:

1. Adeguamento ed allungamento delle opere esistenti di attraversamento del Rio dei Cerri (in cui rientrano i tombini TM01-TM10-TM11-TM14)
2. Adeguamento di tombini stradali e o realizzazione di nuovi tombini per il recapito delle acque meteoriche.

Le opere previste sono elencate nella tabella seguente.

**Tabella 13 - Tombini**

TM01	Tombino pk 0+060
TM02	Tombino pk 0+100
TM03	Tombino 2x2 pk 0+270
TM04	Tombino 2x2 pk 0+350
TM06	Tombino 2x2 pk 0+596.68
TM07	Tombino 2x2 pk 0+969.53
TM08	Tombino 2x2 pk 1+070.33
TM09	Tombino 2x2 pk 1+267.04
TM10	Tombino pk 1+349
TM11	Tombino pk 1+423
TM12	Tombino 2x2 pk 1+530.85
TM13	Tombino 4x2 pk 1+632.26
TM14	Tombino pk 1+716
TM15	Tombino 2x2 pk 1+824.91

La prima tipologia di opere, che deve consentire il deflusso delle portate idrauliche, anche a carattere torrentizio, del Rio dei Cerri, è caratterizzato da tombini di dimensioni interne significative (10x8/10x6.5) e vanno a sostituire i tombini attualmente presenti lungo la S.S.4 che risultano insufficienti da un punto di vista idraulico. L'allargamento della sede in stradale richiede, inoltre, un maggiore sviluppo longitudinale ai tombini

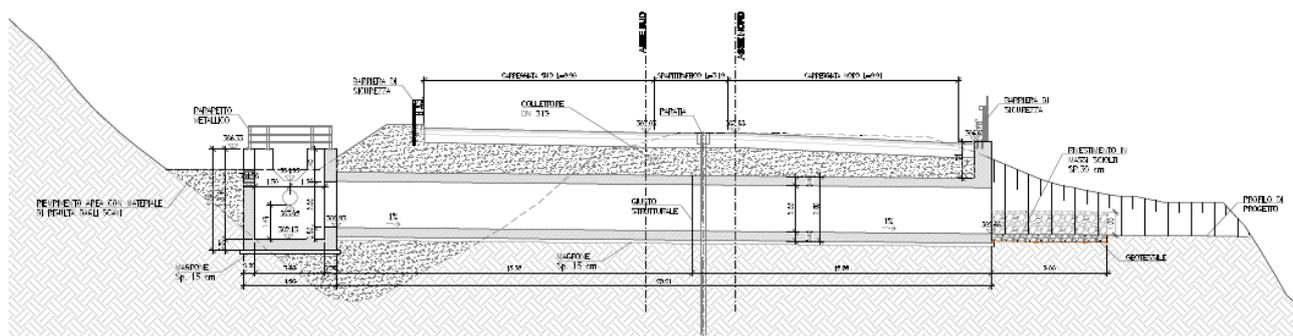
La demolizione delle opere esistenti e la realizzazione delle nuove opere richiede, quindi, la necessità di numerose opere provvisorie di particolare importanza da realizzarsi in differenti fasi realizzative al fine di lasciare sempre attivo il traffico lungo la strada.

Nello specifico è prevista la realizzazione di una cortina di pali (TM01) o micropali (TM10-11-14) collegate in testa da un solettone in c.a. di altezza 1.30m. La modalità esecutiva prevede, dopo l'esecuzione delle sottofondazioni, la realizzazione del solettone superiore, lo scavo a foro cieco dal basso e la demolizione del tombino esistente. Dopo di che si procederà con i lavori di sistemazione del terreno e la realizzazione del nuovo tombino.

Sono, inoltre, previste berlinesi di micropali per la demolizione e successiva ricostruzione delle opere di imbocco eventualmente esistenti.

Si riportano, a titolo di esempio, i principali disegni di carpenteria dei tombini TM01 e TM10.. Per ulteriori dettagli si rimanda agli specifici elaborati.





## 9.2 Muri di sostegno

I muri di sostegno previsti lungo il tracciato hanno, generalmente, lo scopo di sostenere il corpo del rilevato della sede stradale di progetto lato fiume. La tabella seguente riporta una sintesi dei muri previsti in progetto.

**Tabella 14 - Opere di sostegno**

OS01	Muro in dx dal km 0+032 al Km 0+156
OS02	Muro in sx da Rotatoria 1 al Km 0+096
OS05	Muro in dx dal km 0+340 al km 0+400
OS06	Muro in dx dal km 0+546 al km 0+594
OS07	Muro in dx dal Km 0+598 al km 0+703
OS08	Muro in dx dal km 0+842 al km 0+887
OS09	Muro in dx dal km 1+049 al km 1+149
OS10	Muro in dx dal km 1+328 al km 1+362
OS11	Muro in sx dal km 1+342 al km 1+374
OS12	Muro in dx dal km 1+447 al km 1+526
OS13	Muro in dx dal km 1+529 al km 1+550
OS14	Muro in dx dal km 1+675 al km 1+748
OS15	Muro in sx dal km 1+704 al Km 1+900

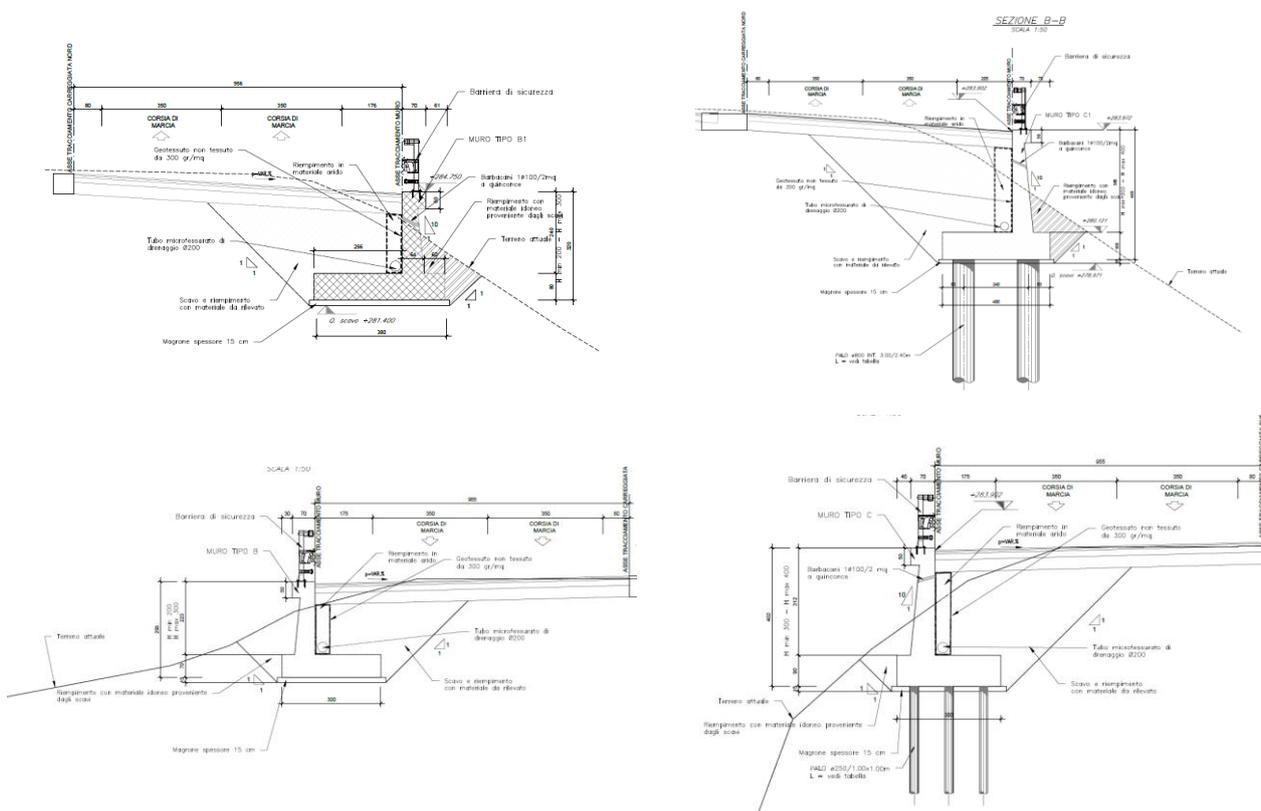
Le tipologie di muri di sostegno adottate sono state determinate da caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno e dall'altezza del muro. Nella tabella di seguito sono riassunte le tipologie strutturali cui appartengono i muri di sostegno previsti, indicando caratteristiche geometriche e tipologia di fondazione.

**Tabella 15: Tipologie strutturali Muri di sostegno**

Tipo	Paramento		Fondazione		
	Hmin [m]	Hmax [m]	B [m]	s [m]	Tipo -
A	1.0	2.0	2.7	0.6	DIRETTA
B	2.0	3.0	3.0	0.7	DIRETTA
C	3.0	4.0	3.0	0.9	MICROPALI
D	4.0	5.0	4.0	1.0	MICROPALI
E	5.0	6.0	4.6	1.1	MICROPALI
F	6.0	7.0	5.5	1.2	MICROPALI
G	7.0	8.0	5.5	1.2	MICROPALI
H	8.0	9.0	6.4	1.3	MICROPALI

Tipo	Paramento		Fondazione		
	Hmin [m]	Hmax [m]	B [m]	s [m]	Tipo -
A0	0.5	1.5	2.7/3	0.4/0.6	DIRETTA
A1	1.0	2.0	3.2	0.7	DIRETTA
B1	2.0	3.0	3.8	0.8	DIRETTA
C1	3.0	4.0	4.0	1.0	PALI
D1	4.0	5.0	4.0	1.0	PALI
E1	5.0	6.0	6.4	1.2	PALI
F1	6.0	7.0	6.5	1.3	PALI
G1	7.0	8.0	8.0	1.4	PALI
H1	8.0	9.0	8.0	1.4	PALI
I1	9.0	10.0	9.6	1.6	PALI

Nelle figure seguenti sono mostrate alcune sezioni delle tipologie più ricorrenti.



**Figura 18: Sezioni tipo ricorrenti dei muri di sostegno**

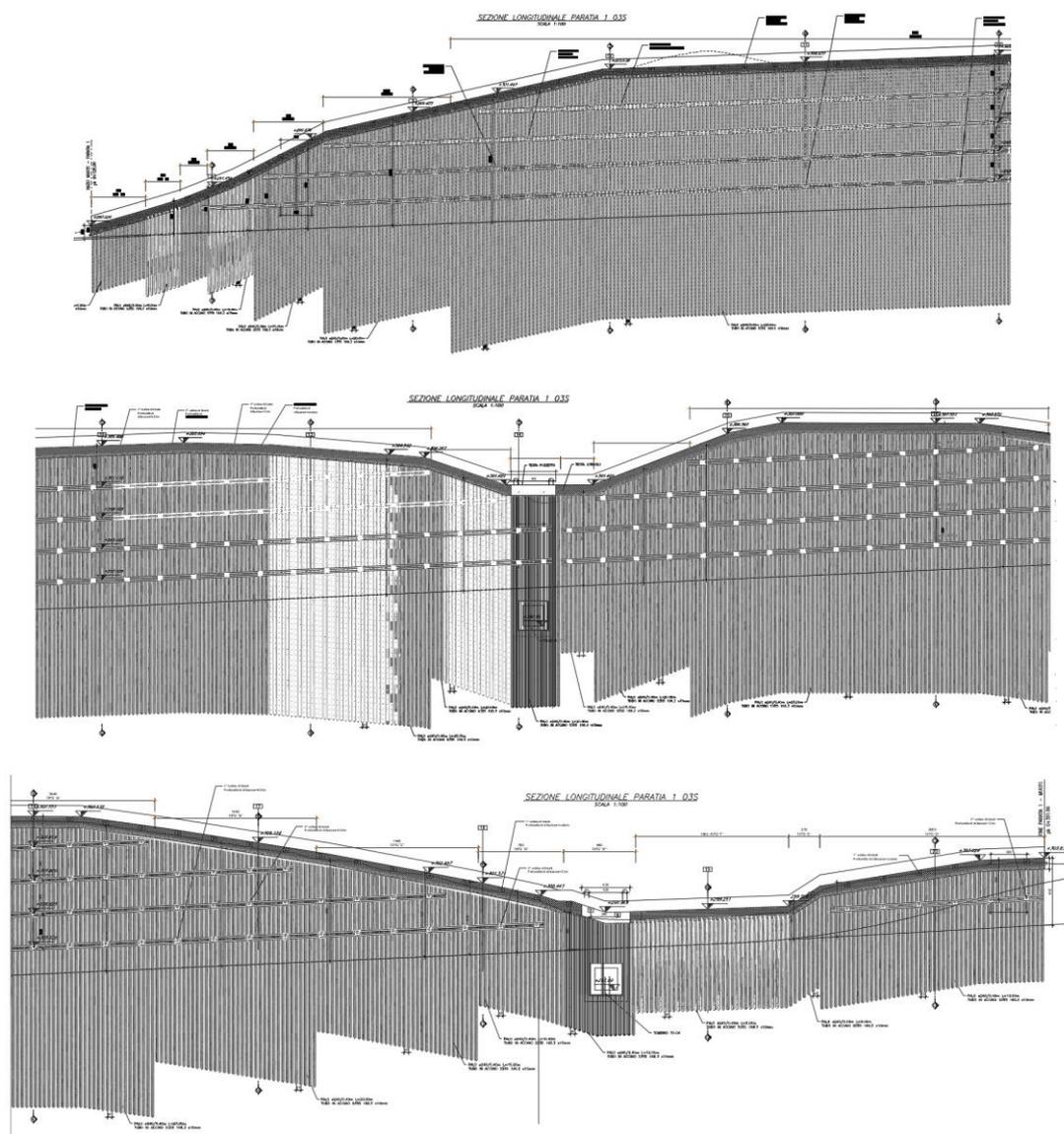
Si segnala che per le opere OS01 e OS11 sono previste delle berlinesi provvisorie a sostegno degli scavi durante le fasi realizzative.

### 9.3 Paratie

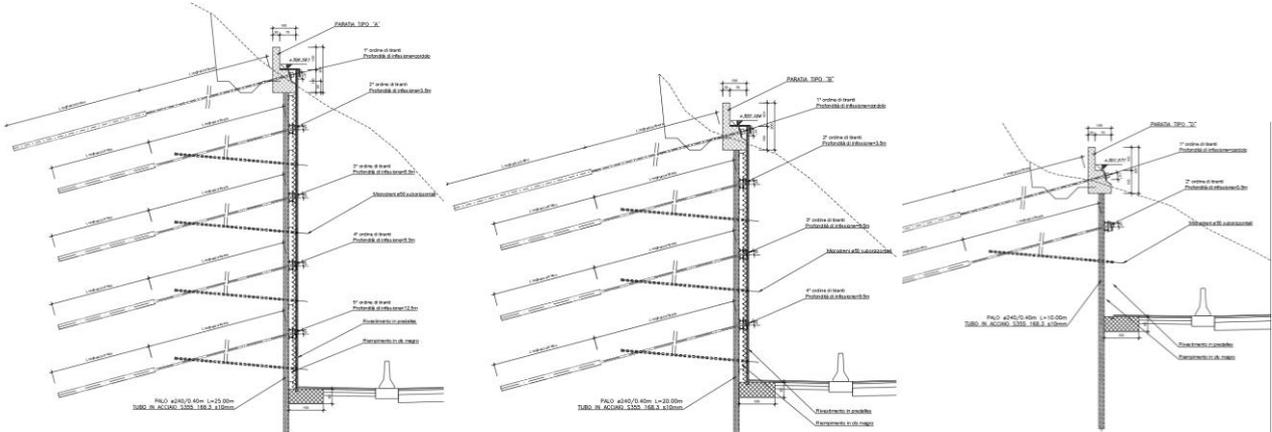
Nello sviluppo della Progettazione Esecutiva, a valle della campagna di indagini geognostiche integrativa, si è resa necessaria la progettazione di due paratie ad inizio lotto lato Carr. Sud, in quanto le condizioni geologiche, geotecniche e geomorfologiche non consentono di realizzare delle trincee con pareti chiodate a sezione obbligata.

OS03	Berlinese di micropali in sx dal km 0+128 al km 0+391
OS04	Paratia di pali in sx dal km 0+391 al km 0+503

La berlinese di micropali OS03 si sviluppa tra la pk 0+128 e la pk 0+391 ed è costituita da micropali  $\varnothing 240/0.40\text{m}$  di lunghezza variabile da 6 a 25 m, generalmente vincolate da ordini tiranti (massimo 5 ordini), in funzione dell'altezza di scavo. L'opera prevede un pannello in calcestruzzo con rivestimento in pietra, reso permeabile mediante la formazione di dreni perforati sub-orizzontali. La scelta di utilizzare i micropali è dettata da necessità di cantierizzazione, con lo scopo di limitare la larghezza della pista di cantiere da realizzare a monte della scarpata esistente per la perforazione dei pali

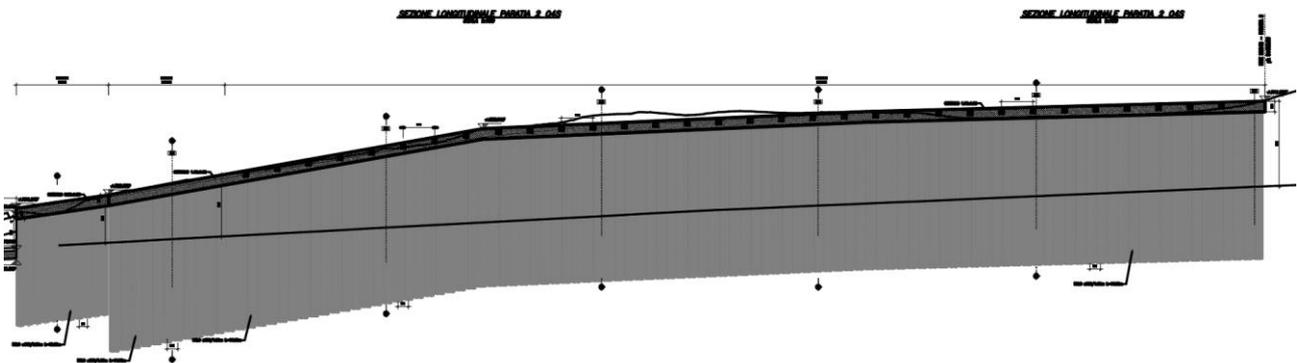


**Figura 19: Sviluppata paratia OS03**

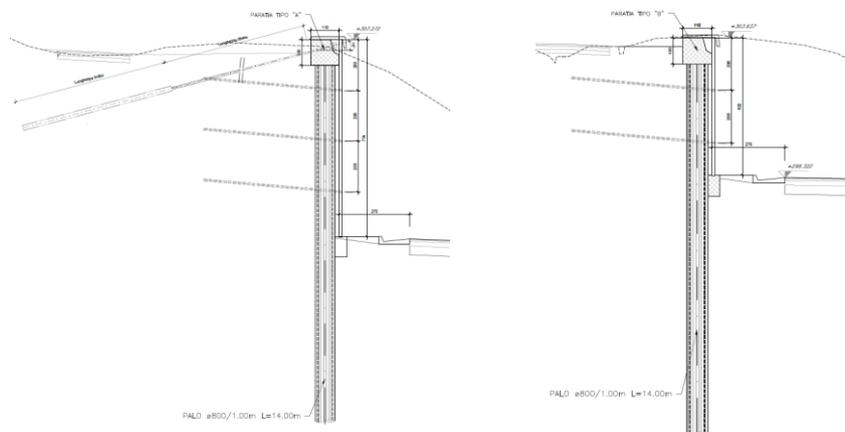


**Figura 20: Sezioni trasversali ricorrenti OS03**

La paratia di pali OS04 si sviluppa tra la pk 0+391 e la pk 0+503 ed è costituita, in un primo tratto, da pali  $\phi 600/0.80\text{m}$  di lunghezza pari a 10 m ed in un secondo tratto da pali  $\phi 800/1.0\text{m}$  di lunghezza pari a 14 m, vincolati da un ordine di tiranti nella zona di scavo massimo. L'opera prevede un pannello in calcestruzzo con rivestimento in pietra, reso permeabile mediante la formazione di dreni perforati sub-orizzontali.



**Figura 21: Sviluppata paratia OS04**



**Figura 22: Sezioni trasversali ricorrenti OS04**

#### 9.4 Trincee con pareti chiodate

Lungo il tracciato l'ampliamento della carreggiata ha reso necessario il taglio dei rilievi a monte della nuova carreggiata. Ciò ha comportato la realizzazione di scarpate di lunghezza e altezza variabili. Tali tagli riguardano quasi sempre ammassi rocciosi con coltre superficiale di spessore pari a qualche metro.

Lo scavo prevede scarpate con pendenza pari al 10% e altezza massima 10 m, interrotte da banche di larghezza 4 m.

In funzione dell'altezza della trincea necessaria all'inserimento della carreggiata di progetto, si possono distinguere lungo il tracciato quattro principali tipologie di intervento:

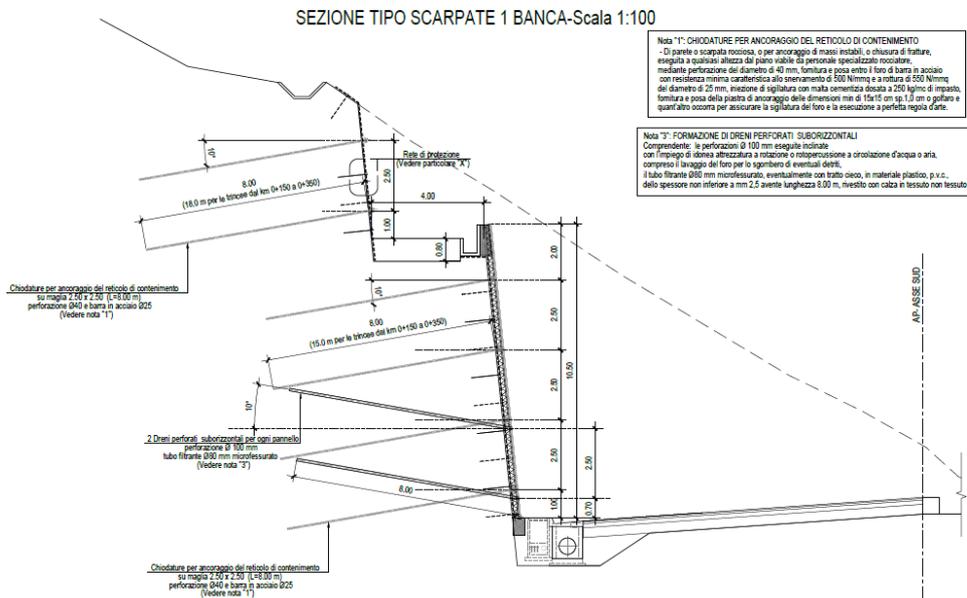
- Scarpate a 1 e a 2 banche;
- Scarpate a 1 e a 2 banche con preconsolidamenti a monte dell'intervento.

Le opere previste sono elencate nella tabella seguente.

WBS	progressive		CARR.	INTERVENTI												
	inizio	fine		INTERVENTO SU SCARPATE DI PROGETTO					PRECONSOLIDAMENTO A MONTE							
				TIPOLOGIA	SCARPATA	MQ	n.chiodi	Lchiodi	TIPOLOGIA	n.chiodi	Lchiodi	MQ				
OM01	0+500	0+593	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5.0m L=8m Dp=70mm Barra φ25mm	1	790	127	8								
					2	520	84	8								
					3	65	10	8								
OM02	0+709	0+850	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5.0m L=8m Dp=70mm Barra φ25mm	1	1275	205	8								
					2	930	150	8								
					3	335	56	8								
OM03	0+868	0+957	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5.0m L=8m Dp=70mm Barra φ25mm	1	980	157	8								
					2	165	28	8								
OM04	0+975	1+073	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5.0m L=8m Dp=70mm Barra φ25mm	1	890	149	8								
					2	305	49	8								
OM05	1+130	1+270	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5.0m L=10-30m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	1	1310	55	10	Maglia 3x3 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 3x6m L=21m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	15	21	630				
							53	13								
							51	16								
					2	950	49	18		Maglia 3x3 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 3x6m L=27m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	70		27			
							46	18								
							42	21								
				3	200	36	24	Maglia 3x3 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 3x6m L=21m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	29	21						
						20	27									
						17	27									
OM06	1+275	1+341	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5m L=10-27m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	1	600	27	10	Maglia 3x3 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 3x6m L=21m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	37	21	180				
							25	13								
							24	16								
					2	305	17	18								
							14	21								
							10	24								
				5	27											
				OM07	1+370	1+420	NORD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5.0m L=8m Dp=70mm Barra φ25mm	1	320	53		8			
				OM08	1+440	1+514	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5m L=10-16m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	1	485	30		10	Maglia 3x3 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 3x6m L=18m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	53	18
26	13															
19	16															
1	18															
OM09	1+581	1+695	SUD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5m L=10-13m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	1	535	50	10	Maglia 3x3 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 3x6m L=16m Dp=90mm Barra φ40mm Tipo Dywidag Y1050H	84	16	360				
							45	13								

WBS	progressive		CARR.	INTERVENTI										
	inizio	fine		INTERVENTO SU SCARPATE DI PROGETTO					PRECONSOLIDAMENTO A MONTE					
				TIPOLOGIA	SCARPATA	MQ	n.chiodi	Lchiodi	TIPOLOGIA	n.chiodi	Lchiodi	MQ		
				Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5m L=10-13m Dp=90mm Barra $\phi$ 40mm Tipo Dywidag Y1050H			13	16			Maglia 3x3 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 3x6m L=16m Dp=90mm Barra $\phi$ 40mm Tipo Dywidag Y1050H			
OM10	1+750	1+815	NORD	Maglia 2.5x2.5 a quinconce Reti e funi a maglia romboidale 2.5x5.0m L=8m Dp=70mm Barra $\phi$ 25mm	1	245	41	8						

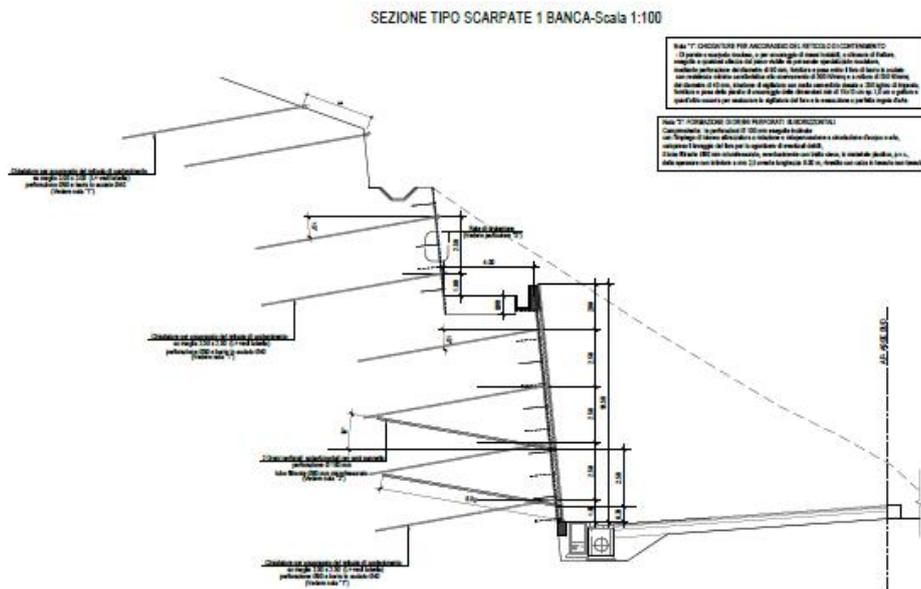
Nella prima tipologia, le scarpate (OM01-02-03-04-07-10) sono consolidate mediante reti di protezione metalliche ancorate tramite chiodature, costituite da barre in acciaio  $\phi 25$  di lunghezza pari a 8 m. La prima scarpata viene ulteriormente protetta mediante un pannello in calcestruzzo con rivestimento in pietra, reso permeabile mediante la formazione di dreni perforati sub-orizzontali. Di seguito viene riportato un dettaglio della tipologia di intervento descritta. Le banche e le scarpate superiori sono oggetto di interventi di mitigazione ambientale che prevedono l'inserimento di opere di rinverdimento, dettagliatamente illustrate nel capitolo relativo agli interventi di mitigazione.



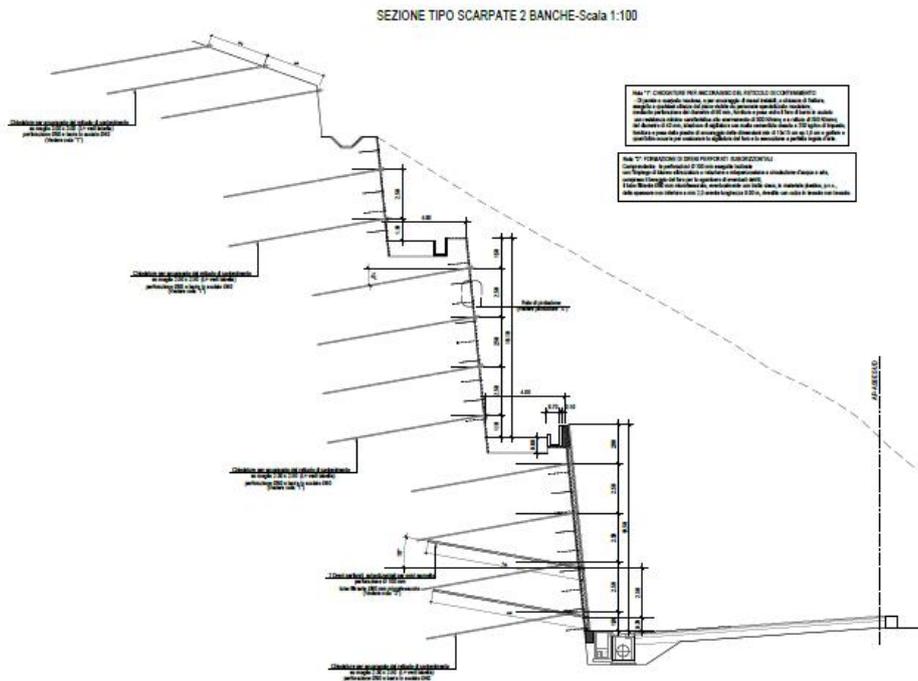
**Figura 23: Sezione tipo scarpate a 1 banca**



Le scarpate rientranti nella seconda tipologia (OM05-06-08-09) sono quelle caratterizzate dalle condizioni geologiche e geomorfologiche più complesse (pendii rocciosi esistenti con strati a franapoggio e/o in cui sono riconoscibili episodi di crollo presumibilmente innescati dagli scavi eseguiti per realizzare l'attuale sede della S.S.4). Tali condizioni hanno richiesto la necessità di prevedere chiodature lungo le scarpate più performanti rispetto a quelle utilizzate nella prima tipologia ed un consolidamento preventivo del pendio a monte dello scavo, per consentire la realizzazione della scarpata in sicurezza.

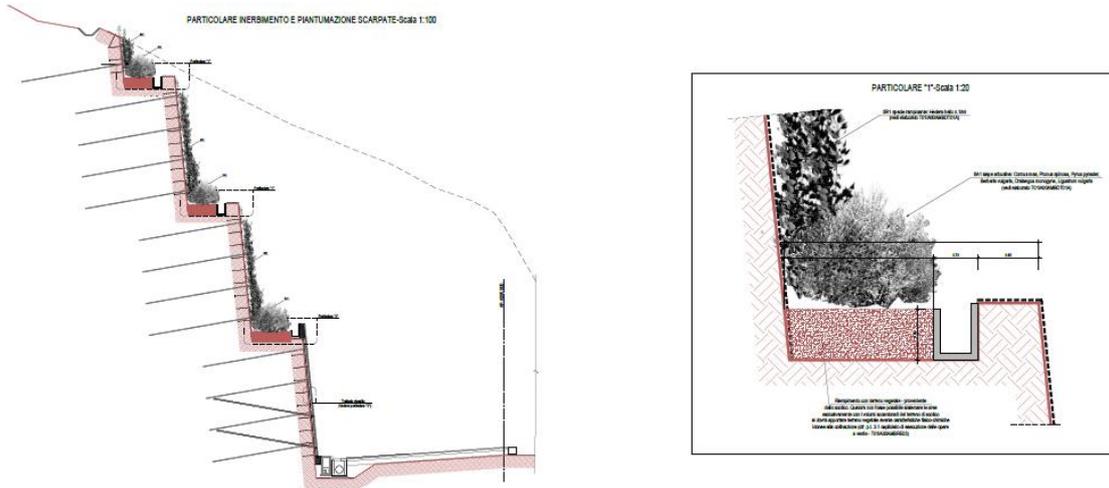


**Figura 26: Sezione tipo scarpate a 1 banca con preconsolidamenti a monte dell'intervento**



**Figura 27: Sezione tipo scarpate a 2 banche con preconsolidamenti a monte dell'intervento**

In generale tutte le banche e le scarpate superiori sono oggetto di interventi di mitigazione ambientale che prevedono l’inserimento di opere di rinverdimento, dettagliatamente illustrate nel capitolo relativo agli interventi di mitigazione ambientale.



*Figura 28: Particolare inerbimento e piantumazione scarpate*

## 10 INTERFERENZE ED ESPROPRI

### 10.1 Interferenze

Il progetto si inserisce nell'ambito di un contesto territoriale caratterizzato dalla presenza delle seguenti interferenze:

- Linee elettriche (alta, media e bassa tensione);
- Linee tecnologiche;
- Gasdotti;
- Acquedotti.

In fase di progettazione è stato effettuato il censimento e l'individuazione planimetrica delle interferenze. L'ubicazione ed il tipo di interferenze rilevate è riportata negli elaborati "Planimetria individuazione delle interferenze".

Con riferimento alle linee di servizi interferenti con le opere in progetto, sono stati definiti gli interventi risolutivi, come riportato negli elaborati "Planimetria con indicazione risoluzione interferenze".

Per i dettagli relativi alle interferenze si rimanda agli specifici elaborati contenuti nella sezione "INTERFERENZE ED ESPROPRI - INTERFERENZE".

### 10.2 Espropri

Nell'ambito delle attività svolte con il Progetto Definitivo sono state definite le occupazioni temporanee e definitive e sono stati determinati i relativi oneri.

Tale documentazione è contenuta negli specifici elaborati, contenuti nella sezione "INTERFERENZE ED ESPROPRI - ESPROPRI", a cui si rimanda.

## **11 CANTIERIZZAZIONE E FASI REALIZZATIVE**

E' stato definito e sviluppato il sistema di cantierizzazione delle opere e sono state definite le fasi realizzative dell'infrastruttura in progetto. I dettagli degli studi e valutazioni svolte sono contenuti negli specifici elaborati contenuti nella sezione “CANTIERIZZAZIONE E FASI REALIZZATIVE” (sottosezioni “CANTIERI, AREE DI STOCCAGGIO E AREE TECNICHE”, “PISTE DI CANTIERE”, “FASI ESECUTIVE TRINCEE”, “BOE” e “PIANO UTILIZZO TERRE”) a cui si rimanda.

## 12 PIANO DI UTILIZZO TERRE

Il piano di Utilizzo Terre è stato redatto nell'ambito della Progettazione Definitiva dell'intervento in conformità a quanto previsto dall'allegato 5 al D.P.R. 120 /2017 ed include quindi indicazioni in merito agli aspetti di seguito illustrati:

- ubicazione dei siti di produzione delle terre e rocce da scavo con l'indicazione dei relativi volumi in banco suddivisi nelle diverse litologie
- ubicazione dei siti di destinazione e individuazione dei cicli produttivi di destinazione delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti, con l'indicazione dei relativi volumi di utilizzo suddivisi nelle diverse tipologie e sulla base della provenienza dai vari siti di produzione.
- le modalità di esecuzione e le risultanze della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo eseguita precisando: i risultati dell'indagine conoscitiva dell'area di intervento con particolare attenzione alle attività antropiche svolte nel sito o di caratteristiche geologiche- idrogeologiche naturali dei siti che possono comportare la presenza di materiali con sostanze specifiche; le modalità di campionamento, preparazione dei campioni e analisi con indicazione del set dei parametri analitici considerati; eventuale necessità di ulteriori approfondimenti in corso d'opera e i relativi criteri generali da seguire
- l'ubicazione degli eventuali siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, anche alternativi tra loro, con l'indicazione della classe di destinazione d'uso urbanistica e i tempi del deposito per ciascun sito;
- i percorsi previsti per il trasporto delle terre e rocce da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione

Si precisa quanto segue:

1. L'intervento complessivo sulla ss4 Salaria dal km 56+00 al km 70+90 è suddiviso in due lotti:

- lotto 1 RM 180 dal km 56+000 al km 64+000
- lotto 2 RM 364 dal km 64+000 al km 70+900

2. per motivi legati alla cantierizzazione delle opere ed al contenimento del disturbo al traffico veicolare ordinario, ciascuno dei due lotti di cui al punto 1 è stato suddiviso in stralci di estensione contenuta.

3. La logica della suddivisione in stralci consiste nella realizzazione a scacchiera degli stralci al fine di limitare il tempo di perturbazione al flusso di traffico ordinario.

In particolare il lotto 1 è stato suddiviso in 4 stralci. (lotto 2: 3 stralci)

La lunghezza dei tratti di suddivisione è legata, oltre che alla necessità di limitare il tempo di percorrenza di un veicolo ordinario in presenza di lavori, anche alle condizioni morfologiche del territorio ed alla efficienza delle fasi esecutive.

Gli stralci individuati per i due lotti vanno pertanto intesi come suddivisione temporale dei lavori, ed è fatta salva dunque l'unitarietà di ciascuno dei due lotti.

Il cronoprogramma generale del lotto 1 prevede la realizzazione iniziale degli stralci 1 e 3 e successivamente, con sovrapposizione marginale, degli stralci 2 e 4.

Come da indicazioni Commissariali il lotto 1 viene affidato ad unico appaltatore in regime di accordo quadro lavori; all'appaltatore aggiudicatario, su disposizione del RUP verranno attivati in successione i vari stralci individuati.

Per quanto sopra riportato, il progetto della cantierizzazione - **comprensiva del PUT** - deve ritenersi unitario per il lotto 1 al di là della suddivisione in stralci; cionostante all'interno del documento si riporta il bilancio materie anche per il singolo stralcio 1.

## **13 BONIFICA ORDIGNI BELLICI**

Sono state individuate e definite le aree corrispondenti alla bonifica da ordigni bellici, ovvero ad interventi di perforazione che, in funzione delle opere in progetto, sono previste alle seguenti profondità:

- Profondità 3,00 m - garanzia 4,00 m;
- Profondità 7,00 m - garanzia 8,00 m.

Le aree sono individuate negli specifici elaborati planimetrici "Planimetria BOE" da tav. 1 a tav. 5 contenuti nella sezione "CANTIERIZZAZIONE".

## 14 IMPIANTI TECNOLOGICI

Nell’ambito delle opere di progetto è prevista l’illuminazione della zona di interesse corrispondente alla Rotatoria 1 al km 56+000 (ponte Buida).

I pali utilizzati per l’illuminazione della rotatoria hanno un’altezza di 6, 8 e 10 metri in relazione alla larghezza della sede stradale da illuminare. I corpi illuminanti sono tipo Disano 3472 Giovi M1 stradale (64 LED 4K CLD GRAFITE) da 125 W, o equivalente.

I quadri elettrici di alimentazione previsti sono disposti come riportato negli specifici elaborati planimetrici.

Sono inoltre previste le sole predisposizioni impiantistiche lungo tutto il tratto interessato dal progetto di adeguamento, al fine di consentire la successiva installazione della infrastruttura tecnologica del progetto Smart Road; le suddette predisposizioni consiste in una dorsale che corre su di un lato della infrastruttura stradale (con molteplici passaggi lato nord a sud e viceversa per necessità di coesistenza con i vari manufatti di tracciato), composta da n. 4 tubi  $\varnothing$  110 mm e due tri-tubi  $\varnothing$  50 mm e relativi pozzetti di ispezione; sono previste anche le opere civili per la realizzazione dei plinti con pozzetto su cui poggeranno i futuri pali su cui verranno montati gli apparati attivi propri del progetto Smart Road.

I principali riferimenti normativi applicabili alla progettazione oggetto della presente relazione sono riportati di seguito.

- UNI 11248:2016 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3: 2016 Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4: 2016 Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI EN 11095: 2021 Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali;
- Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente.

Nella situazione in analisi, la rotatoria può essere considerata come “zone di conflitto”, e per i requisiti illuminotecnici è necessario rifarsi alla categoria illuminotecnica C.

La categoria illuminotecnica in ingresso individuata è la M2. Sottoponendo la strada all’analisi dei rischi è possibile attenersi alla categoria illuminotecnica M3, che per le zone di conflitto ci porterà ad individuare la categoria C3.

**Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi**

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	
<p>1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792<sup>[10]</sup>.</p> <p>2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).</p> <p>3) Vedere punto 6.3.</p> <p>4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada”.</p>			

Figura 29: Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Per i dettagli riguardanti gli impianti tecnologici si rimanda agli specifici elaborati contenuti nella sezione “IMPIANTI TECNOLOGICI”.

## 15 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE

Sulla base della lettura degli effetti dell'intervento sulle attuali caratteristiche dei luoghi, fra cui la loro eventuale reversibilità, si sono individuate le misure di mitigazione, finalizzate a ridurre o migliorare l'impatto degli interventi sui caratteri del contesto paesaggistico e dell'area di intervento.

L'analisi degli impatti sulla componente Paesaggio ha evidenziato le parti dell'opera, che presentano maggiori impatti visivi, differenziato i casi in cui le opere risultano visibili da più punti e da distanze diversificate rispetto ai casi in cui la visibilità è confinata in bacini di dimensioni minori.

Gli interventi funzionali al "mascheramento" delle opere si sono pertanto concentrati nei casi in cui il fenomeno dell'Intrusione, ovvero dell'inserimento, nel sistema paesaggistico esistente, di elementi estranei ed incongrui ai suoi caratteri peculiari compositivi, percettivi o simbolici, è particolarmente evidente. In questi casi sono stati previsti interventi caratterizzati da formazioni lineari di tipo arbustivo o arboreo arbustivo che consentono di costituire, anche in tempi rapidi, barriere con un'efficace funzione schermante che incide positivamente sia sugli impatti della componente paesaggistica che di quella ambientale in senso lato. In particolare per le scarpate in roccia è prevista la messa a dimora, al piede della scarpata e su ogni berna, previa posa di uno strato di terreno vegetale, di specie rampicanti e specie arbustive; per i muri di sostegno fasce arboreo arbustive a sviluppo lineare.

Le fasce di vegetazione a struttura lineare svolgono, infatti, importanti funzioni, sia in termini di regolazione delle condizioni microclimatiche che dei flussi materici, abiotici e biotici, rappresentando un connettivo diffuso, in una rete di microcorridoi e di piccole unità di habitat.

Le opere di mitigazione previste si fondano, in sintesi sul principio che ogni intervento deve essere finalizzato ad un miglioramento della qualità paesaggistica complessiva dei luoghi, o, quanto meno, deve garantire che non vi sia una diminuzione delle sue qualità, pur nelle trasformazioni.

Attraverso specifica analisi della vegetazione reale e potenziale, sono stati selezionati i tipologici ambientali, differenziati non solo per specie di appartenenza ma anche per valori significativi di distribuzione, in percentuale, delle stesse.

Le scelte hanno inseguito obiettivi ecologici, naturalistici e progettuali compositivi nel segno di una forte attenzione ai costi di gestione e manutenzione delle opere in progetto. La puntuale disamina delle differenti pezzature degli arbusti e degli alberi da impiantare, oltre alla ragionata disamina dei differenti e possibili sestri d'impianto, ha permesso di individuare le distanze sulla fila e nell'interfila in grado di garantire non solo il raggiungimento di una copertura in tempi relativamente brevi, ma anche di assicurare una riduzione dei costi di gestione e manutenzione delle opere di mitigazione. Sono stati definiti, infatti, sestri d'impianto capaci di ottimizzazione gli interventi di manutenzione, fondamentali per il corretto sviluppo delle specie di progetto. Inoltre, i sestri d'impianto definiti per gli arbusti, relativamente fitti, configurano una serie di fasce sostanzialmente chiuse che non richiederanno al loro interno, dopo pochi anni, alcun intervento di sfalcio e di pulizia.

A ciascun tipologico, assemblabile con gli altri tipologici o con multipli dello stesso tipologico, è affidato il compito di garantire funzione compositiva e mitigativa.

Sono stati previsti i seguenti tipologici:

**Tabella 16: Tipologici sestì di impianto**

COD.	TIPOLOGICO
GAA	Gruppo arboreo arbustivo
GA01	Gruppo arbustivo tipo 1
GA02	Gruppo arbustivo tipo 2
SA1	Siepe arbustiva
SR1	Specie rampicanti
R1	Rotatoria Ø m 30
R2	Rotatoria Ø m 24
R3	Rotatoria Ø m 11
ID	Idrosemina
SP	Semina a spaglio
RC	Ripristino ambientale delle aree di cantiere

La posizione dei moduli ha tenuto in considerazione il massimo sviluppo altimetrico raggiungibile a maturità degli alberi impiegati, nel rispetto dell'art. 26 comma 3 del DPR 16 dicembre 1992, n. 495 – Nuovo Codice della Strada, nonché dell'art. 892 del Codice Civile (distanze dai confini) che prescrive di garantire una distanza minima di piantumazione delle specie arboree, almeno pari all'altezza che assumerà l'esemplare una volta raggiunta la maturità vegetativa, per evitare che un'eventuale caduta accidentale dell'esemplare stesso, possa interessare la carreggiata stradale e conseguentemente determinare pericolo per l'utenza automobilistica.

Per quanto attiene alla sistemazione a verde delle rotatorie le piante sono state posizionate ad una distanza maggiore di 2,5 m a partire dal ciglio interno pavimentato. Tale posizione è in linea con i requisiti di distanza richiesti dal parag. 4.6 del DM 19/04/2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

#### **Gruppo arboreo arbustivo (GAA)**

Il modulo d'impianto, di superficie pari a 225 mq, è costituito da un quadrato di dimensione 15,00 m x 15,00 in cui si prevede la messa a dimora di n. 9 alberi e n. 50 arbusti disposti, a piccoli gruppi monospecifici distanziati.

Gli alberi sono distribuiti con sestì di impianto variabili in funzione della specie, da 4m a 6m, la distribuzione è di tipo casuale per garantire un effetto naturalistico della formazione, le distanze dalle interfile tengono conto anche della necessità di accesso alle aree di piantagione per le attività di manutenzione, soprattutto per gli sfalci del cotico erboso.

La disposizione degli arbusti, prevista per gruppi monospecifici, presenta numerosi vantaggi in termini di riduzione della competitività interspecifica, sviluppo armonico, visibilità degli esemplari secondo il gradiente di crescita, resa paesaggistica e soprattutto per gli effetti positivi sulla manutenzione.

Si prevede, inoltre, l'inerbimento a mano o con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo, con miscuglio così come da tipologico Semina a spaglio.

Si riportano di seguito l'elenco delle specie vegetali utilizzate:

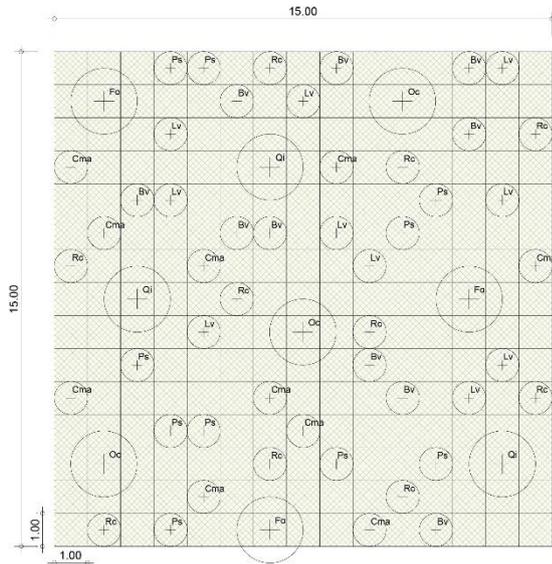
### Tipo GAA

#### Gruppo arboreo arbustivo

MODULO 225,00 mq (15,00 m x 15,00 m)

Specie arboree	n. /Modulo	Dimensione d'impianto
<i>Fraxinus ornus</i>	3	Circ. fusto cm 10-12
<i>Quercus ilex</i>	3	Circ. fusto cm 10-12
<i>Ostrya carpinifolia</i>	3	Circ. fusto cm 10-12
Specie arbustive		
<i>Prunus spinosa</i>	10	H. 0,80 -1,20 m
<i>Rosa canina</i>	10	H. 0,80 -1,20 m
<i>Berberis vulgaris</i>	10	H. 1,00 -1,20 m
<i>Ligustrum vulgaris</i>	10	H. 1,00 -1,20 m
<i>Cornus mas</i>	10	H. 0,80 -1,20 m
	<b>59</b>	

GAA - GRUPPO ARBOREO ARBUSTIVO  
SCALA 1:100



MODULO 225,00 mq (15,00m x 15,00m)

GAA - Gruppo arboreo - arbustivo		N°MODULO
<b>SPECIE ARBOREE</b>		
Fo	Fraxinus ornus	3
Qi	Quercus ilex	3
Oc	Ostrya carpinifolia	3
<b>SPECIE ARBUSTIVE</b>		
Ps	Prunus spinosa	10
Rc	Rosa canina	10
Bv	Berberis vulgaris	10
Lv	Ligustrum vulgare	10
Cma	Comus mas	10



SEZIONE scala 1:100

**Figura 30: Pianta e sezione gruppo arboreo-arbustivo**

La formazione interessa più tratti del tracciato, la distribuzione ha tenuto conto delle caratteristiche dell'infrastruttura stradale e del contesto. Il principale obiettivo è rappresentato dalla mitigazione visiva della strada, il cui mascheramento contribuisce notevolmente a garantire un'efficace soluzione d'inserimento paesaggistico dell'opera. Oltre ad incidere positivamente sugli impatti della componente paesaggistica, attraverso il mascheramento visivo, l'intervento in esame, in associazione con altri tipologici (gruppi arbustivi), garantisce anche una riduzione degli impatti ambientali. In particolare, al pari delle strutture vegetali di tipo lineare (filari, siepi, sieponi), i gruppi arboreo-arbustivi assolvono ad importanti funzioni ecologiche, sia in termini di regolazione delle condizioni microclimatiche che dei flussi materici, abiotici e biotici.

Ulteriori benefici sono indotti sugli impatti relativi alla componente aria per la capacità rimediante delle fitomasse nel controllare i flussi d'aria ed assorbire gli inquinanti.

Gli impianti arboreo-arbustivi, infatti, esercitano un'azione di captazione delle polveri, con una intensità che varia in funzione dei caratteri fisici e morfologici delle specie impiegate, della localizzazione e dell'andamento dei fattori meteorologici. Le piante agiscono come filtri purificatori dell'aria intercettando quota parte dei contaminanti gassosi e del particolato trasportati dal vento. In particolare, il monossido di carbonio, il biossido d'azoto, l'anidride solforosa e l'ozono sono assorbiti dalle foglie, mentre polveri e particolati sono trattenute dai peli e dai composti cerosi presenti sulla superficie di queste ultime o dalle rugosità della corteccia, del tronco e dei rami.

Il gruppo arboreo-arbustivo è il tipologico utilizzato, prevalentemente, nelle aree intercluse della viabilità. E' inoltre utilizzato anche per il ripristino del tratto di viabilità dismessa, in prossimità della galleria naturale di progetto; le specie che costituiscono il gruppo sono state infatti scelte in relazione al repertorio vegetale delle fitocenosi rilevate nelle aree circostanti il tratto in esame, in maniera da garantire la ricucitura vegetazionale tra la parte a monte e a valle della viabilità dismessa.

### **Gruppo arbustivo tipo 1 (GA01)**

Il modulo d'impianto, di superficie pari a 16 mq, è costituito da un quadrato di dimensione 4,00 m x 4,00 in cui si prevede la messa a dimora di n. 12 arbusti disposti con sesto di impianto paria a ca. 1m.

La disposizione degli arbusti prevista, per gruppi monospecifici, presenta numerosi vantaggi in termini di riduzione della competitività interspecifica, sviluppo armonico, visibilità degli esemplari secondo il gradiente di crescita, resa paesaggistica e soprattutto per gli effetti positivi sulla manutenzione.

Si prevede, inoltre, l'inerbimento a mano o con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo, con miscuglio così come da tipologico Semina a spaglio.

Si riportano di seguito l'elenco delle specie vegetali utilizzate:

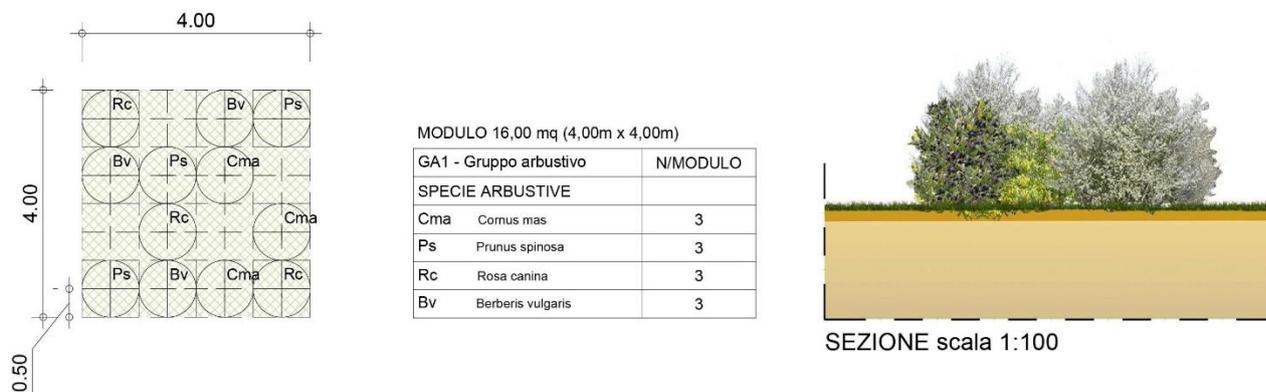
#### **Tipo GA1**

#### **Gruppo arbustivo tipo 1**

MODULO 16,00 mq (4,00 m x 4,00 m)

<b>Specie arbustive</b>	<b>n. /Modulo</b>	<b>Dimensione d'impianto</b>
<i>Prunus spinosa</i>	3	H. 0,80 -1,20 m
<i>Rosa canina</i>	3	H. 0,80 -1,20 m
<i>Berberis vulgaris</i>	3	H. 1,00 -1,20 m
<i>Cornus mas</i>	3	H. 0,80 -1,20 m
	<b>12</b>	

**GA1 - GRUPPO ARBUSTIVO**  
scala 1:100



**Figura 31: Pianta e sezione gruppo arbustivo tipo 1**

La formazione arbustiva è il tipologico utilizzato per la caratterizzazione paesaggistica delle aree intercluse nei punti dove le distanze di sicurezza dal ciglio stradale non consentono la messa a dimora di alberature. Presenta arbusti con altezza massima di sviluppo pari a circa 4 m.

Si prevede, inoltre, l'inerbimento a mano o con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo, con miscuglio così come da tipologico Semina a spaglio.

**Gruppo arbustivo tipo 2 (GA2)**

Il modulo d'impianto, di superficie pari a 18,00 mq, è costituito da un rettangolo di dimensione 6,00 m x 3,00 in cui si prevede la messa a dimora di n. 14 arbusti disposti con sesto di impianto pari a ca. 1 m.

La disposizione degli arbusti prevista, per gruppi monospecifici, presenta numerosi vantaggi in termini di riduzione della competitività interspecifica, sviluppo armonico, visibilità degli esemplari secondo il gradiente di crescita, resa paesaggistica e soprattutto per gli effetti positivi sulla manutenzione.

Si prevede, inoltre, l'inerbimento a mano o con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo, con miscuglio così come da tipologico Semina a spaglio.

Si riportano di seguito l'elenco delle specie vegetali utilizzate:

**Tipo GA2**

**Gruppo arbustivo tipo 2**

MODULO 8,00 mq (4,00 m x 2,00 m)



**Figura 32: Pianta e sezione gruppo arbustivo tipo 2**

La formazione arbustiva è il tipologico utilizzato per la caratterizzazione paesaggistica delle aree intercluse dello svincolo nei punti dove le distanze di sicurezza dal ciglio stradale non consentono la messa a dimora di alberature o di alberelli. Presenta arbusti con altezza massima di sviluppo pari a circa 4 m. Il tipologico, vista la forma in pianta e la relativa aggregazione è stato utilizzato in progetto per la individuazione anche di formazioni di tipo lineare.

Si prevede l'inerbimento a mano o con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo, con miscuglio così come da tipologico Semina a spaglio.

### **Fascia arbustiva (FA)**

La fascia arbustiva è di tipo polispecifico, il modulo è costituito da numero 24 arbusti disposti in successione lineare, su di un'area di lunghezza 8,00 m e larghezza 3.00 m (modulo 24,00 mq).

Si prevede l'impiego di sei specie arbustive disposte su tre file, con sesto di impianto pari a 1,00 m.

E' previsto, inoltre, l'inerbimento a mezzo semina a spaglio con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo.

Si riportano di seguito gli elenchi delle specie vegetali utilizzate:

## Tipo FA

### Fascia arbustiva

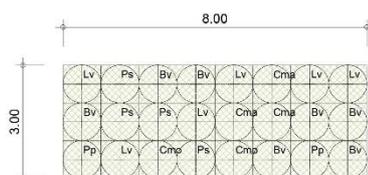
MODULO 24,00mq (8,00m x 3,00m)

#### Specie arbustive

<i>Prunus spinosa</i>	4	H. 0,80 -1,20 m
<i>Pyrus piraster</i>	2	H. 0,80 -1,20 m
<i>Berberis vulgaris</i>	7	H. 1,00 -1,20 m
<i>Ligustrum vulgaris</i>	6	H. 1,00 -1,20 m
<i>Cornus mas</i>	3	H. 0,80 -1,20 m
<i>Crataegus monogyna</i>	2	H. 0,80 -1,20 m

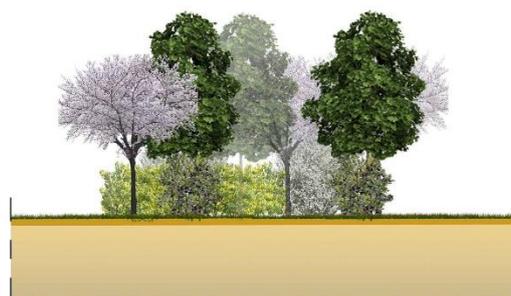
**24**

FA - FASCIA ARBUSTIVA  
scala 1:100



lato verso strada

MODULO 24,00 mq (8,00m x 3,00m)	
FA - Fascia arbustiva	N/MODULO
SPECIE ARBUSTIVE	
Cma	3
Ps	4
Pp	2
Bv	7
Cmo	2
Lv	6



SEZIONE scala 1:100

**Figura 33: Pianta e sezione fascia arbustiva**

La formazione della fascia arbustiva interessa prevalentemente le aree a tergo dei muri di sostegno e di altre opere visivamente impattanti.

### **Siepe arbustiva (SA)**

La siepe arbustiva è di tipo polispecifico, il modulo è costituito da numero 7 arbusti disposti in successione lineare, su di un'area di lunghezza 7,00 m e larghezza 1.00 m (modulo 7,00 mq).

Si prevede l'impiego di sette specie arbustive disposte su una fila, con sesto di impianto pari a 1,00 m.

E' previsto, inoltre, l'inerbimento a mezzo semina a spaglio con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo.

Si riportano di seguito gli elenchi delle specie vegetali utilizzate:

### Tipo SA1

#### Siepe arbustiva

MODULO 7,00mq (7,00m x 1,00m)

#### Specie arbustive

<i>Prunus spinosa</i>	2	H. 0,80 -1,20 m
<i>Pyrus piraster</i>	2	H. 0,80 -1,20 m
<i>Cornus mas</i>	1	H. 0,80 -1,20 m
<i>Crataegus monogyna</i>	2	H. 0,80 -1,20 m

**24**



MODULO 7,00 mq (7,00m x 1,00m)

SA1 - Siepe arbustiva	N/MODULO
SPECIE ARBUSTIVE	
Cma	Cornus mas 1
Ps	Prunus spinosa 2
Pp	Pyrus piraster 2
Cmo	Crataegus monogyna 2

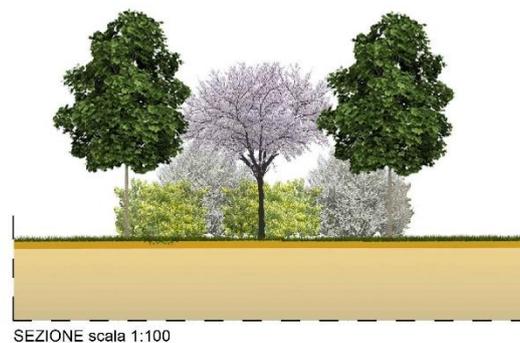


Figura 34: Pianta e sezione Siepe arbustiva

La formazione della siepe arbustiva è stata prevista sulle berne delle scarpate in roccia, per garantire un livello di biodiversità di base sufficiente ad innescare un processo di evoluzione naturale dell'associazione che condurrà ad un grado apprezzabile di naturalizzazione delle pareti sub verticali.

L'intervento di formazione della siepe è associato inoltre alla messa a dimora di specie rampicanti al piede delle singole scarpate.

#### Specie rampicanti (SR1)

Si prevede la messa a dimora di *Hedera helix*, il modulo è costituito da numero 6 piante disposte in successione lineare, su di un'area di lunghezza 6,00 m e larghezza 1,00 m (modulo 6,00 mq).

Si prevede l'impiego di sei piante disposte su una fila, con sesto di impianto pari a 1,00 m.

E' previsto, inoltre, l'inerbimento a mezzo semina a spaglio con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo.

Si riportano di seguito gli elenchi delle specie vegetali utilizzate:

**Tipo RA**

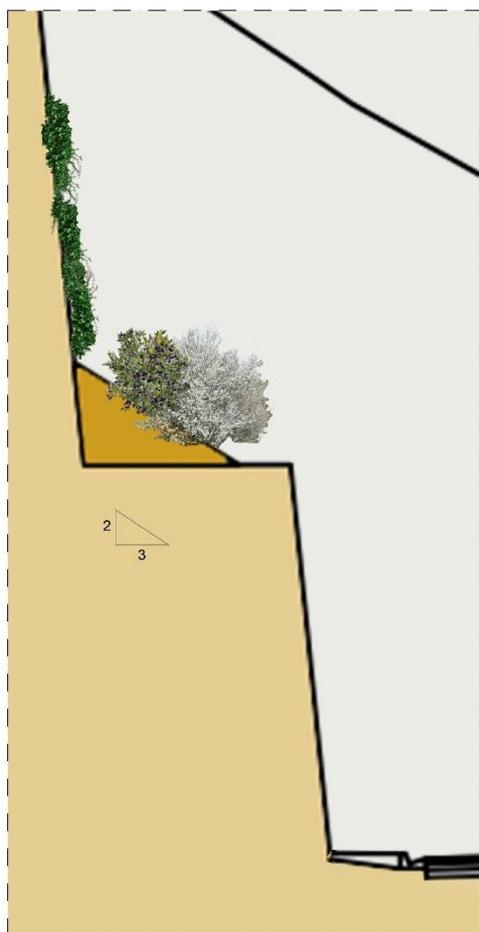
**Rampicanti**

MODULO 6,00mq (6,00m x 1,00m)

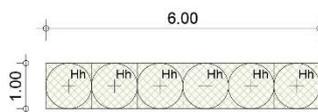
**Specie rampicanti**

*Hedera helix* 6 H. 1,50 -2,00 m

6



SR1 - SPECIE RAMPICANTI  
scala 1:100



MODULO 6,00 mq (6,00m x 1,00m)

SR1 - Specie rampicanti	N/MODULO
SPECIE ARBUSTIVE	
Hh Hedera helix	6

SEZIONE scala 1:100

**Figura 35: Pianta e sezione rampicanti**

La messa a dimora dei rampicanti è prevista sulle berne delle scarpate in roccia, per potenziarne il grado di naturalità e migliorare l'inserimento paesaggistico complessivo del pendio.

**Rotatorie (R1-R2-R3)**

Il progetto prevede la sistemazione a verde delle rotatorie con l'impianto di specie arboree e arbustive.

Le specie arboree sono collocate nella parte centrale della rotatoria per garantire la distanza di sicurezza dal ciglio stradale, distanza maggiore dell'altezza di massimo sviluppo dell'albero.

La restante parte della rotatoria è sistemata con gruppi arbustivi, posizionati ad una distanza maggiore di 2,5 m a partire dal ciglio interno pavimentato. Tale posizione è in linea con i requisiti di distanza richiesti dal parag. 4.6 del DM 19/04/2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

Nell'intento di massimizzare ed evidenziare il valore ornamentale della sistemazione sono state individuate quelle specie e/o cultivar caratterizzate da portamenti, habitus, colorazione della fioritura e colorazione autunnale differenti e vari, in quanto la sistemazione a verde è stata immaginata come elemento utile alla “segnalazione” delle rotatorie, in modo da offrire dei punti “riconoscibili” per la presenza di essenze arbustive che per colore o portamento potessero offrire elementi di riferimento visuali.

La disposizione degli arbusti, prevista per gruppi monospecifici, presenta numerosi vantaggi in termini di riduzione della competitività interspecifica, sviluppo armonico, visibilità degli esemplari secondo il gradiente di crescita, resa paesaggistica e soprattutto per gli effetti positivi sulla manutenzione.

Si prevede, inoltre, l'inerbimento a mano o con mezzi meccanici dell'area d'incidenza del modulo, con miscuglio così come da tipologico Semina a spaglio.

Si riportano di seguito l'elenco delle specie vegetali utilizzate.

Il tipologico varia in funzione delle dimensioni delle rotatorie, nel dettaglio sono previste le seguenti tipologie:

#### **Tipo R1**

##### **Rotatoria Ø m 30**

<b>Specie arboree</b>	<b>n. /Modulo</b>	<b>Dimensione d'impianto</b>
<i>Quercus ilex</i>	3	Circ. fusto cm 10-12
<b>Specie arbustive</b>		
<i>Prunus spinosa</i>	20	H. 0,80 -1,20 m
<i>Ligustrum vulgaris</i>	75	H. 1,00 -1,20 m
<i>Cornus mas</i>	20	H. 0,80 -1,20 m
<b>118</b>		

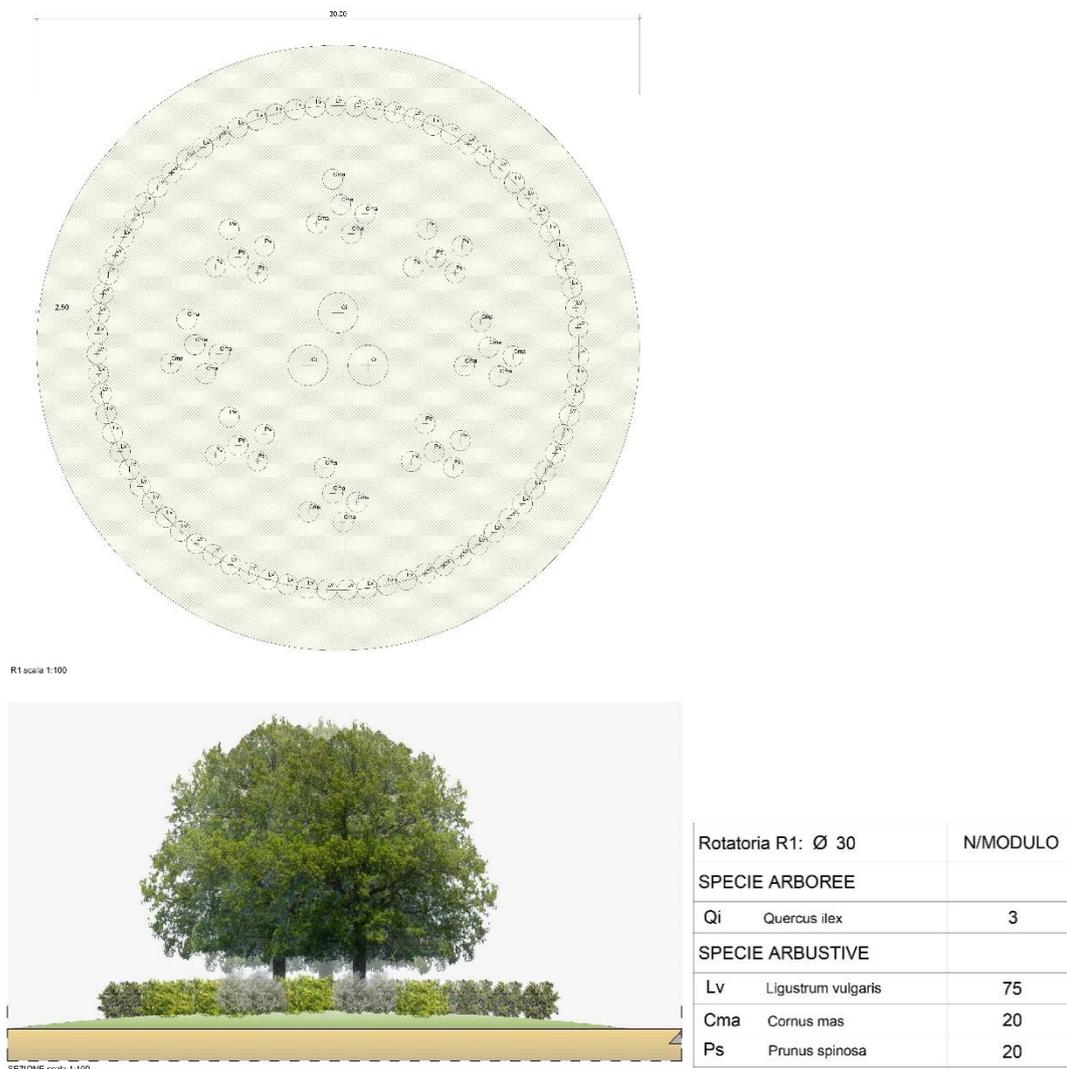
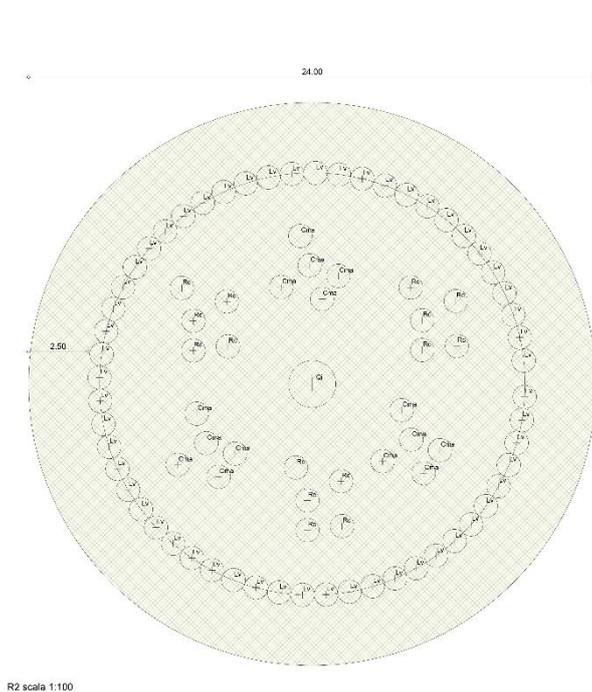


Figura 36: Pianta e sezione Rotatoria R1

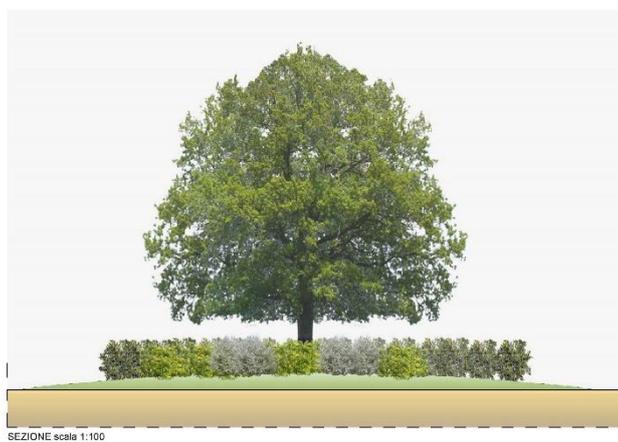
## Tipo R2

### Rotatoria Ø m 24

Specie arboree	n. /Modulo	Dimensione d'impianto
<i>Quercus ilex</i>	1	Circ. fusto cm 10-12
<b>Specie arbustive</b>		
<i>Rosa canina</i>	15	H. 0,80 -1,20 m
<i>Ligustrum vulgaris</i>	65	H. 1,00 -1,20 m
<i>Cornus mas</i>	15	H. 0,80 -1,20 m
	<b>59</b>	



Rotatoria R2: Ø 24		N/MODULO
SPECIE ARBOREE		
Qi	Quercus ilex	1
SPECIE ARBUSTIVE		
Lv	Ligustrum vulgare	65
Cma	Cornus mas	15
Rc	Rosa canina	15

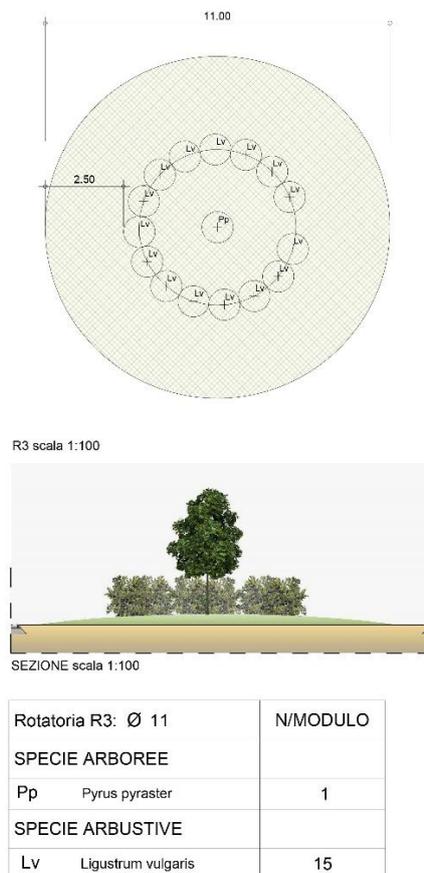


**Figura 37: Pianta e sezione Rotatoria R2**

### Tipo R3

#### Rotatoria Ø m 11

Specie arboree	n. /Modulo	Dimensione d'impianto
<i>Pyrus pyraeaster</i>	1	Circ. fusto cm 10-12
<b>Specie arbustive</b>		
<i>Ligustrum vulgare</i>	15	H. 1,00 -1,20 m
	16	



**Figura 38: Pianta e sezione Rotatoria R3**

### **Semina a spaglio (SP)**

Il progetto prevede, preliminarmente alla messa a dimora delle piante arboree e arbustive, la copertura del suolo con prato polifita. L'affermazione, nelle prime fasi, di un prato polifita determinerà una stabilizzazione superficiale del suolo e l'attivazione della fertilità agronomica dello stesso (apporto di materiale organico, essudati radicali, detriti vegetali da sfalci, etc). Tale operazione costituirà la prima fase delle operazioni di riqualificazione ambientale vere e proprie e sarà seguita dalla piantagione delle specie arboree e arbustive.

Si propone l'utilizzo di una miscela mista di semi di *Poaceae* e *Fabaceae*, perché le prime offrono il vantaggio di una rapida crescita e, quindi un rapido rinverdimento, le seconde, grazie alla loro attività di azotofissatrici, garantiscono un naturale apporto di elementi azotati.

Si prevedono di utilizzare i seguenti miscugli di specie erbacee:

SPECIE ERBACEA	%
<i>Lolium perenne</i>	25
<i>Agrostis tenuis</i>	25
<i>Festuca ovina</i>	25
<i>Cynodon dactylon</i>	10
<i>Trifolium repens</i>	10

Si è ritenuto necessario proporre un miscuglio ricco in specie in modo da poter disporre di elementi con caratteristiche biologiche e biotecniche diversificate che, integrandosi, possono massimizzare i vantaggi di ciascuna specie con un effetto sinergico.

In particolare si sono indicate:

- Specie con architetture diverse, cioè forme di crescita scapose miste a forme cespitose e reptanti, in modo da rendere ottimale l'occupazione dello spazio e minimizzare gli eccessi di competitività;
- Specie con apparati radicali superficiali assieme a specie con sviluppo ipogeo più profondo, per migliorare l'effetto di consolidazione del substrato;
- Specie che hanno fenologie precoci e specie a sviluppo più tardivo, al fine di garantire una copertura continua nell'arco della stagione vegetativa;
- Specie annuali, che germinano facilmente e garantiscono una rapida copertura, ma non è certo che si ripresentino nello stesso spazio l'anno successivo, con specie perenni che assicurano invece un'occupazione stabile e continuativa dello spazio di loro pertinenza.

La copertura erbacea sarà realizzata attraverso la tecnica della semina a spaglio o meccanica.

I principali effetti positivi della semina del cotico erboso negli interventi di rinaturalizzazione sono i seguenti.

- Aumento della portanza del terreno. La presenza del cotico erboso e la migliore stabilità della struttura conferiscono al terreno una maggiore resistenza al calpestamento causato dalle macchine di lavorazione/manutenzione.
- Effetto pacciamante del cotico erboso. La presenza di una copertura erbosa ha un effetto di volano termico, riducendo le escursioni termiche negli strati superficiali. In generale i terreni inerbiti sono meno soggetti alle gelate e all'eccessivo riscaldamento.
- Aumento della permeabilità. La presenza di graminacee prative ha un effetto di miglioramento della struttura grazie agli apparati radicali fascicolati. Questo aspetto si traduce in uno stato di permeabilità più uniforme nel tempo: un terreno inerbito ha una minore permeabilità rispetto ad un terreno appena lavorato, tuttavia la conserva stabilmente per tutto l'anno. La maggiore permeabilità protratta nel tempo favorisce l'infiltrazione dell'acqua piovana, riducendo i rischi di ristagni superficiali e di scorrimento superficiale.

- Protezione dall'erosione. I terreni, come nel caso specifico anche leggermente declivi, inerbiti sono meglio protetti dai rischi dell'erosione grazie al concorso di due fattori: da un lato la migliore permeabilità del terreno favorisce l'infiltrazione dell'acqua, da un altro la copertura erbosa costituisce un fattore di scabrezza che riduce la velocità di deflusso superficiale dell'acqua.
- Aumento del tenore in sostanza organica. Nel terreno inerbito gli strati superficiali non sono disturbati dalle lavorazioni pertanto le condizioni di aerazione sono più favorevoli ad una naturale evoluzione del tenore in sostanza organica e dell'umificazione. Quest'aspetto si traduce in una maggiore stabilità della struttura e, contemporaneamente, in un'attività biologica più intensa di cui beneficia la fertilità chimica del terreno.
- Sviluppo superficiale delle radici assorbenti. Negli arboreti lavorati le radici assorbenti si sviluppano sempre al di sotto dello strato lavorato pertanto è sempre necessario procedere all'interramento dei concimi fosfatici e potassici. Nel terreno inerbito le radici assorbenti si sviluppano fin sotto lo strato organico, pertanto gli elementi poco mobili come il potassio e il fosforo sono facilmente disponibili anche senza ricorrere all'interramento.
- Migliore distribuzione degli elementi poco mobili lungo il profilo. La copertura erbosa aumenta la velocità di traslocazione del fosforo e del potassio lungo il profilo. Gli elementi assorbiti in superficie dalle piante erbacee sono traslocati lungo le radici e portati anche in profondità in breve tempo, mettendoli poi a disposizione delle radici arboree dopo la mineralizzazione.

### **Idrosemia (ID)**

L'idrosemia è prevista sulle scarpate dei rilevati.

L'operazione si rende necessaria onde evitare fenomeni di erosione superficiale del suolo in pendenza. L'affermazione di una copertura erbacea determinerà una stabilizzazione superficiale del suolo e l'attivazione della fertilità agronomica dello stesso (apporto di materiale organico, essudati radicali, detriti vegetali da sfalci, ecc).

Tale intervento svolge, inoltre, sia una funzione ambientale, impedendo la crescita e lo sviluppo di specie a carattere infestante e ruderale, e favorendo la creazione di habitat adatti all'insediamento della microfauna e al futuro sviluppo di forme di vegetazione più evolute (arbusteti e arboreti), che una funzione estetica, migliorando l'inserimento paesaggistico delle scarpate.

Si propone l'utilizzo di una miscela mista di semi di Graminacee e Fabaceae, perché le prime offrono il vantaggio di una rapida crescita e, quindi un rapido rinverdimento, le seconde, grazie alla loro attività di azotofissatrici, garantiscono un naturale apporto di elementi azotati.

Per l'inerbimento a mezzo idrosemia si cercherà di ricostituire la prateria tipica dei luoghi indagati utilizzando le seguenti specie erbacee autoctone:

Tabella 17: Specie erbacee autoctone

SPECIE ERBACEA	%
<i>Brachypodium pinnatum</i>	15
<i>Dactylis glomerata</i>	20
<i>Lolium perenne</i>	15
<i>Bromus erectus</i>	10
<i>Agrostis tenuis</i>	10
<i>Festuca ovina</i>	10
<i>Anthyllis vulneraria</i>	5
<i>Poa bulbosa</i>	5
<i>Cynodon dactylon</i>	5
<i>Trifolium repens</i>	5

In relazione alla scelta delle specie e delle sementi da utilizzare si ritiene opportuno sottolineare la necessità di assicurarsi sulla provenienza delle sementi, per evitare l'inquinamento floristico che potrebbe essere fonte di malattie, attacchi fungini, ecc.

La copertura erbacea sarà realizzata attraverso la tecnica dell'idrosemina, distribuendo miscele eterogenee in veicolo acquoso costituite da miscuglio di sementi (40 g/mq) - concime organico minerale (100 gr/mq) - humus (200 gr/mq) - collante (15 gr/mq) - mulch (150 gr/mq).

## **16 CRONOPROGRAMMA**

Il cronoprogramma lavori riporta la suddivisione in settori e la successione di realizzazione delle opere con la relativa durata ed è contenuto nello specifico elaborato “Cronoprogramma lavori” contenuto nella sezione “CANTIERIZZAZIONE E FASI REALIZZATIVE”.

## **17 DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA**

L'importo delle opere è stato valutato con computo metrico estimativo redatto con il software Primus e sulla base della WBS concordata con ANAS. L'elenco prezzi applicato è quello ANAS 2021.

Per quanto riguarda la documentazione tecnico-economica, sono stati redatti gli specifici elaborati per i quali si rimanda alla sezione “DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA”.