

PNC – PNRR: Piano Nazionale Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009–2016, Sub–misura A4, "Investimenti sulla rete stradale statale"

S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre": rettifica del tracciato e adeguamento alla sez. tipo C2 dal km 41+500 al km 51+500. Stralcio di completamento: dal km 41+500 al Km 45+700

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - SIPAL - TECNIC - GDG - ICARIA - AMBIENTE

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Luca Nani
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A2445

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Gianluca De Paolis
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1344

IL DEC

Dott. Arch. Lara Eusanio
Ordine degli Architetti P.P.C. della Prov. di L'Aquila n° 859

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott.Ing. N.Granieri
Dott.Ing. V.Truffini
Dott.Ing. T.Berti Nulli
Dott.Arch. A.Bracchini
Dott.Ing. L.Nani
Dott.Ing. E.Bartolocci
Dott.Ing. L.Casavecchia
Dott.Geol. G.Cerquiglini
Dott.Ing. F.Durastanti
Dott.Ing. M.Abram
Dott.Arch. C.Presciutti
Dott. Agr. F.Berti Nulli
Geom. L.Pacioselli

MANDANTI:



Dott. Ing. A. Dipierro
Dott. Ing. S.Terreno
Dott. Ing. A.Comparato



Dott. Ing. D.Carlaccini
Dott. Ing. C.Consorti
Dott. Ing. S.Gervasio
Dott. Ing. S.Sacconi



Consulting Engineers
Prof. Ing. S.Canale
Dott. Ing. C.Sanna
Dott. Ing. C.Nardi
Dott. Ing. F.Volonnino
Dott. Ing. M.Schinco



società di ingegneria
Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. F.Macchioni
Dott. Ing. G.Pulli
Dott. Ing. V.Piunno



consulenza & ingegneria
esperienza per l'ambiente
Dott. Ing. F.Tamburini
Dott.Arch. J.Zaccagna
Dott.Agr. M.T. Colacresi



**01.ELABORATI GENERALI
01.01 GENERALI**

Relazione illustrativa e tecnica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-EG01-GEN-RE01-A			
PG376	F 23	T00EG01GENRE01		A	-
A	Emissione	Ott-23	S.Bracchini	L.Nani	N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	ANALISI DELL’INFRASTRUTTURA ESISTENTE	6
3.1	ANALISI DEL TRACCIATO ATTUALE	6
3.2	DESCRIZIONE DEL CONTESTO ED INTERFERENZE	8
3.2.1	Interferenze Naturali	8
3.2.2	Presenza di Aree di interesse ambientale	9
3.3	OPERE PRESENTI LUNGO IL TRACCIATO ATTUALE.....	10
4	INTERVENTI IN PROGETTO	12
4.1	DESCRIZIONE GENERALE (TUTTE LE ALTERNATIVE).....	12
4.2	VARIANTE PLANIMETRICA: LE TRE ALTERNATIVE	15
4.2.1	Alternativa 1	15
4.2.2	Alternativa 2	17
4.2.3	Alternativa 3	19
4.2.4	Confronto sintetico tra le alternative progettuali.....	21
4.3	ALTERNATIVA PRESCELTA (ALTERNATIVA 3.....	22
4.3.1	Motivazioni dell’opera.....	22
4.3.2	Tracciato planimetrico.....	23
4.3.3	Profilo altimetrico.....	27
4.3.4	Sezione tipo	27
4.3.5	Pacchetto di pavimentazione	31
4.3.6	Barriere di sicurezza	32
4.3.7	Opere d’arte maggiori e minori.....	33
5	SINTESI DEGLI ASPETTI ANALIZZATI	40

5.1 COMPONENTI AMBIENTALI	40
5.1.1 Inquadramento territoriale e ambientale.....	40
5.1.2 Inquadramento Archeologico	40
5.2 GEOLOGIA	42
5.2.1 Inquadramento geologico	42
5.2.2 Inquadramento geomorfologico	42
5.2.3 Inquadramento idrogeologico.....	43
5.2.4 Modello geologico in asse al tracciato	45
5.2.5 Lineamenti generali di modellazione sismica	46
5.3 IDROLOGIA E IDRAULICA	47
5.3.1 Analisi delle interferenze idrauliche.....	47
5.3.2 Analisi idrologica.....	47
5.3.3 Idraulica di piattaforma	51
5.4 STUDIO GEOTECNICO E SISMICO	54
5.5 STUDIO DEL TRAFFICO ED ANALISI COSTI BENEFICI	56
5.6 CANTIERIZZAZIONE	58
5.6.1 Cantieri principali.....	58
5.6.2 Fasi costruttive	62
5.7 GESTIONE DELLE MATERIE	65
5.7.1 Siti di approvvigionamento e di conferimento	66
5.8 INTERFERENZE	68
5.9 TEMPI REALIZZATIVI	69
#	

1 PREMESSA

Il presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) riguarda i *"Lavori di adeguamento alla sez. tipo C2 della S.S. 685 "delle Tre valli umbre" dal km 41+500 al km 51+500"* e costituisce il 3° stralcio funzionale dell'adeguamento della S.S.685 nel tratto che va dal km 41+500 al km 45+650, da attuare nel medio termine.

Nella presente Relazione Generale verranno descritte e messe a confronto tre alternative progettuali, rispetto allo stato attuale dell'infrastruttura.

La finalità generale dell'intervento è quella di **migliorare l'accessibilità all'area** del cosiddetto *"Cratere del terremoto"* o *"Cratere sismico"* (con particolare riferimento alle aree che comprendono i centri di Norcia, Sellano, Cerreto di Spoleto e Visso) dalla viabilità primaria costituita dal tratto della S.S. 685 Spoleto - S. Anatolia di Narco e tramite questo, da Spoleto, dalla S.S. 3 in direzione Foligno - Perugia o Terni - Orte e dalla S.S. 685 in direzione Acquasparta / S.S. 3bis Perugia - Orte (A1).

Il tracciato della S.S.685 preso in esame è quello di fondo valle Nera che va dal km 41+500 (1 km dopo l'abitato di Borgo Cerreto) al km 51+500 (300 m prima dello svincolo con la S.P. 469 in prossimità di Castel San Felice); all'interno di questo è stato individuato come 3° Stralcio, in relazione ai finanziamenti disponibili, il tratto dal Km 41+500 al km 45+650 (circa 2 km prima dell'abitato di Piedipaterno).

L'obiettivo comune alle tre alternative consiste nell'adeguamento alla sezione tipo C2 per le strade extraurbane secondarie prevista dal D.M. del 5 novembre 2001, avente una larghezza complessiva della piattaforma pari a 9,50 m (circa 2,00 m superiore rispetto all'attuale) con le relative prestazioni in termini di intervallo di velocità di progetto, lunghezze minime di visuale libera e di allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per le verifiche di visibilità.

Tale obiettivo deriva dalla volontà di eliminare o mitigare le criticità attualmente presenti nel tratto stradale oggetto di intervento, riassumibili come segue:

- dimensioni della piattaforma, attualmente larga mediamente 7,50 m con corsie da 3,25-3,50 m, che in corrispondenza delle curve di raggio inferiore rappresentano un fattore di rischio elevato quando si incrociano due veicoli pesanti/ingombranti;
- curve con raggio di curvatura inferiori ai 118m (minimi per una strada di categoria C, par. 5.2.4 del DM2001) e che quindi non consentono la velocità di progetto minima prevista per le strade extraurbane secondarie (60 km/h);
- assenza di adeguati allargamenti trasversali della piattaforma per garantire un'adeguata visuale libera in curva, che rappresenta un ulteriore fattore di rischio.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per la progettazione stradale è il D.M. 05/11/01 *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"*.

Poiché il progetto prevede la messa in sicurezza e l'adeguamento di una infrastruttura esistente, si è adottato inoltre il D.M. 22/06/04 e gli studi pre-normativi volti a dare attuazione alle disposizioni da esso dettate, riguardo alla necessità di disciplinare con una normativa specifica gli interventi di adeguamento delle strade esistenti.

Nello sviluppo del progetto, quindi, si è fatto riferimento alla seguente normativa specifica:

- D.M. del 05/11/2001 *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"*;
- D.M. del 22/04/2004 di modifica del decreto 05/11/2001 n. 6792 per l'adeguamento delle strade esistenti;
- Bozza della *"Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti"* del 21/03/2006;
- D.M. del 19/04/2006 *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"*
- D. Lgs. Del 30/04/1992 n. 285 – *"Codice della Strada"* e D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 – *"Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada"* e s.m.i.;
- D.M. del 21/06/2004 *"Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale"*;
- D.M. del 18/02/1992 n. 223 *"Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"*;
- D.M. del 03/06/1998 *"Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione"*;
- D.M. del 11/06/1999 *"Integrazioni e modificazioni al D.M. 3 giugno 1998, recante aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"*;

Relazione Illustrativa e Tecnica

- D.M. del 21/06/2004 n. 2367 *“Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradali”*;
- Direttiva del 25/08/2004 n. 3065 *“Criteri di progettazione, installazione, verifica, e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*;
- Direttiva del 15/11/2007 n.104862 *“Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21/06/2004”*.
- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante *“Norme Tecniche per le Costruzioni”*.
- CEI 11-17 *“Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”*
- CEI 64-7 *“Impianti elettrici di illuminazione pubblica”*
- CEI 64-8 *“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”*
- UNI 11248:2016 *“Selezione delle categorie illuminotecniche”*

3 ANALISI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

3.1 ANALISI DEL TRACCIATO ATTUALE

Il tracciato attuale della S.S. 685 "delle Tre valli umbre" risulta essere particolarmente tortuoso a causa del contesto geomorfologico in cui si inserisce, dato che si ha in sinistra una ripida parete rocciosa ed in destra si snoda il percorso tortuoso del fiume Nera. In sinistra, a protezione della sede stradale, per l'intero sviluppo della viabilità esistente si ha un'alternanza di reti paramassi e muro con al di sopra barriere paramassi che si rendono necessarie vista la notevole acclività del versante.

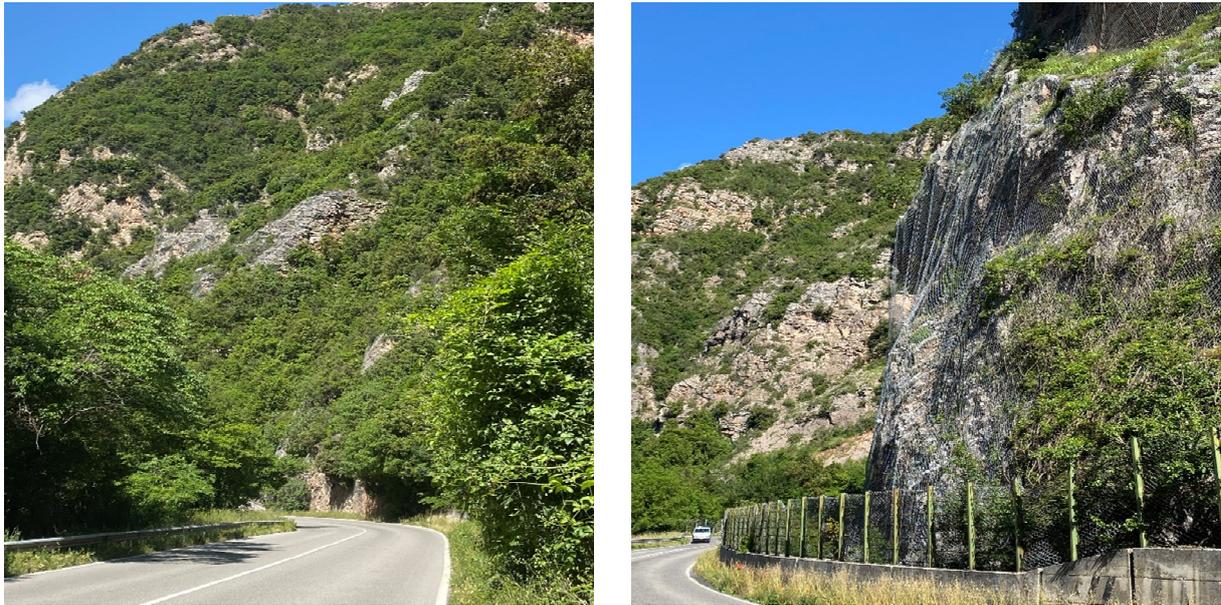


Figura 3.1 Foto stato di fatto

Basandosi sul rilievo eseguito è stato tracciato l'asse dell'attuale sedime stradale in modo tale da poter definire le sue caratteristiche geometriche e dinamiche.

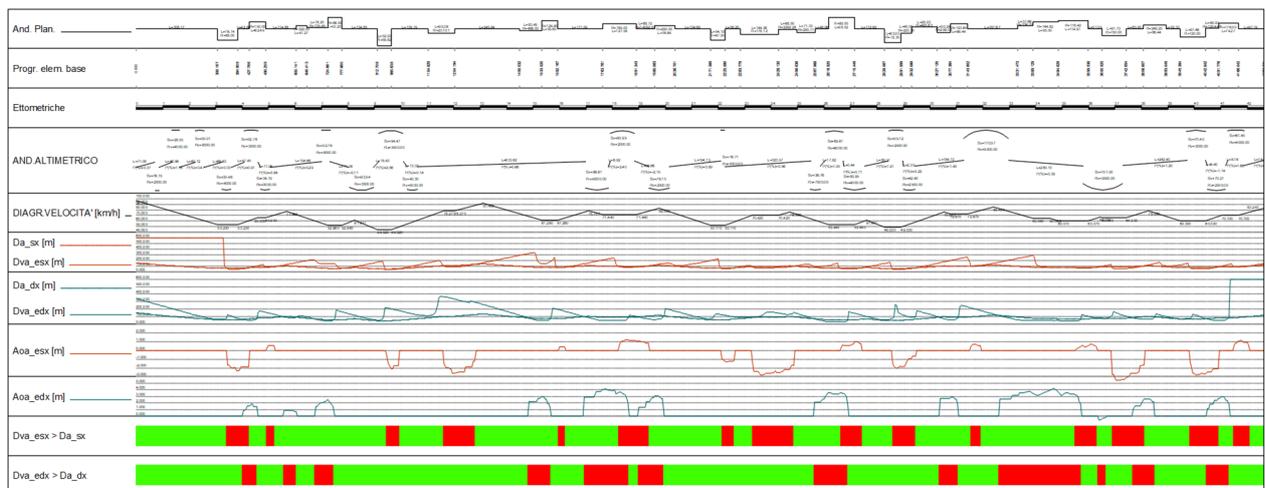


Figura 3.2 Diagramma di velocità e visibilità dello stato attuale

Il tracciato attuale non rispetta i criteri del D.M.2001 in quanto, nel tratto in esame, sono presenti 30 curve con raggi compresi tra 58 m e 2292 m e sei di queste non garantiscono una velocità di progetto pari a 60 km/h, ossia il limite inferiore nell'intervallo di progetto previsto per strade di categoria extraurbana secondaria di 60/100 km/h.

Le curve attuali, pur garantendo una velocità di progetto "dinamica" in curva, nella maggior parte dei casi presentano una totale assenza di visuale libera, che determina quindi una drastica riduzione della velocità consentita, inoltre, tutte le curve aventi raggio inferiore ai 225 m dovrebbero presentare un allargamento dedicato per l'iscrizione dei veicoli in curva, data la probabilità elevata che due veicoli pesanti (autobus, autocarri di grosse dimensioni, autotreni ed autoarticolati) si incrocino lungo la strada statale.

Infatti, il par. 5.2.7 del DM2001 riporta il valore minimo per il quale non è richiesto un allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva, pari a $45/R$ che, con un raggio di 225 m determina un valore pari a 0,20 m, ritenuto dalla Norma trascurabile e quindi non necessariamente da applicare.

Per la curva più stretta, la n° 6 ($R = 58$ m), l'allargamento richiesto sarebbe pari a 0,78 m per ciascuna corsia, ovvero 1,56 m complessivi. La verifica della distanza di visuale libera, riportata nell'elaborato *TOOPSOOTRADG01 "Stato attuale - Diagrammi di velocità e visuale libera"*, mostra proprio la necessità di predisporre un allargamento all'interno della maggior parte delle curve esistenti.

Il diagramma è stato calcolato ipotizzando la presenza di un ostacolo fisso sul ciglio pavimentato (barriera di sicurezza, muro, parete rocciosa ecc.), sia in destra che in sinistra, in considerazione del fatto che l'intervento in oggetto prevede l'applicazione di barriera di sicurezza sull'intera estesa della banchina lato Valle.

3.2 DESCRIZIONE DEL CONTESTO ED INTERFERENZE

Il tratto di strada oggetto di intervento, insiste in spazi molto costretti compresi nel fondovalle del Fiume Nera. Di seguito si riporta un breve excursus delle preesistenze di cui è stato necessario tener conto durante la progettazione.

3.2.1 Interferenze Naturali

Il fiume Nera nasce nelle Marche, a 902 m s.l.m. sui monti Sibillini, nell'omonimo parco nazionale; le sorgenti sono situate nel comune di Castelsantangelo sul Nera, nella frazione di Vallinfante. Percorsi 5 km, presso Visso, il fiume riceve le acque di copiose sorgenti, accrescendo considerevolmente la propria portata. Il settore marchigiano del bacino del Nera comprende i tre comuni di Castelsantangelo sul Nera, Visso ed Ussita, ed è esteso circa 150 km².

A circa venti chilometri dalla sorgente, il Nera entra in Umbria scorrendo nella pittoresca Valnerina (che proprio dal fiume prende il suo nome), limpidissimo e copioso d'acque in ogni stagione (c. 20 m³/s di media annua), nonostante alcune opere idrauliche come il canale che adduce una parte delle sue acque al lago di Piediluco a scopo idroelettrico ne abbiano sensibilmente ridotto la portata.

Presso Triponzo il fiume aumenta più del doppio la propria portata d'acqua (oltre 50 m³/s) grazie al notevole contributo da sinistra del fiume Corno scorrendo per svariati km in una valle quasi incontaminata dove lambisce i centri di Cerreto di Spoleto, Vallo di Nera, Sant'Anatolia di Narco e Scheggino tutti in Provincia di Perugia. Presso la località "Ceselli" il fiume entra poi in Provincia di Terni e da qui proprio per la sua grande valenza ambientale il suo corso è tutelato a "Parco Fluviale del Nera". In questo tratto bagna svariati centri come Sambucheto, Macenano, Ferentillo, Montefranco, Arrone avvicinandosi sempre più all'area urbana di Terni.

Il Nera è un fiume che a dispetto della sua limitata lunghezza ha una fondamentale importanza nel bilancio idraulico del Tevere, in quanto ne costituisce oltre il 50% della sua portata media annua. Il bacino idrografico del Nera infatti è interamente impostato su rocce permeabili e in zone prevalentemente di media e alta montagna il che fornisce al fiume un regime assai regolare con portate minime alla foce che non scendono mai sotto i 70 m³/s. Ciò non di meno la portata nelle massime piene può anche superare i 1.000 m³/s.

3.2.2 Presenza di Aree di interesse ambientale

L'opera progettuale si trova in un contesto costituito dalla presenza di Aree di interesse ambientale e naturalistico, rappresentate nell'immagine a seguire.

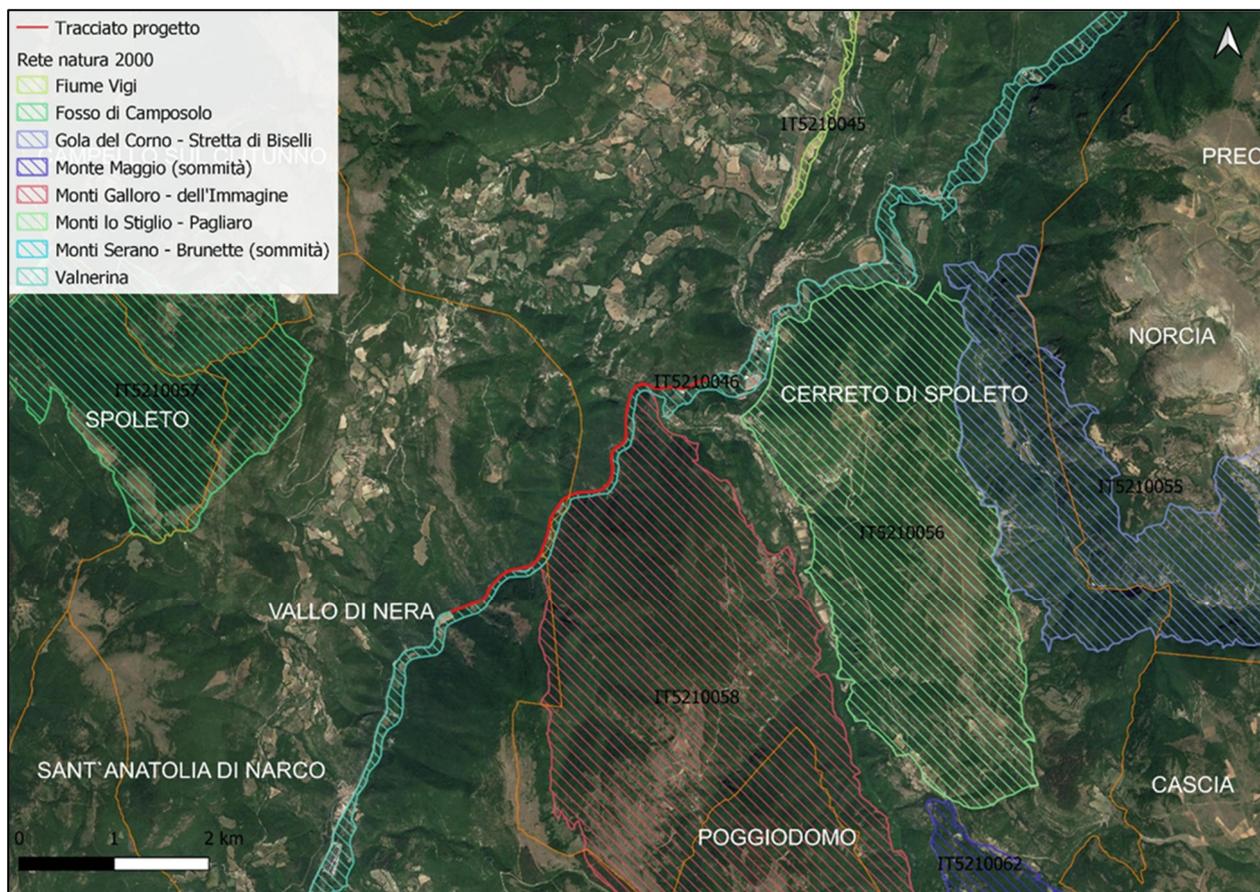


Figura 3.3: Siti Natura 2000 e Aree Naturali protette. In rosso il tracciato di progetto

La tratta in progetto è posta al confine ed intercetta in alcuni punti il sito di Rete Natura 2000 "Valnerina IT5210046". Inoltre, nell'area vasta di progetto è possibile osservare la presenza di numerosi Siti Natura 2000. Nella tabella a seguire si riportano le informazioni di base e le distanze dall'intervento oggetto di studio.

Nome sito	ID sito	Distanza
Valnerina	IT5210046	0 m
Monti Galloro	IT5210058	720 m
Monti lo Stiglio	IT5210056	537 m
Fiume Vigi	IT5210045	>1km
Fosso di camposolo	IT5210057	>1km
Gola del Corno – Stretta di Biselli	IT5210055	>1km

3.3 OPERE PRESENTI LUNGO IL TRACCIATO ATTUALE

Lungo il tracciato esistente sono presenti lato monte (lato sinistro per le progressive di progetto) numerosi muri di controripa in calcestruzzo aventi spesso barriere paramassi al di sopra di essi.



Figura 3.4 - Muri di controripa con rete paramassi

Sempre lato monte sono presenti numerosi interventi di stabilizzazione come reti e pareti chiodate.



Figura 3.5 - Interventi di stabilizzazione dei versanti

Relazione Illustrativa e Tecnica

È presente anche un attraverso idraulico in corrispondenza della progressiva di progetto 1+840.00 circa, in pietra con soffitto a volta.



Figura 3.6 Attraversamento idraulico

4 INTERVENTI IN PROGETTO

4.1 DESCRIZIONE GENERALE (TUTTE LE ALTERNATIVE)

Sulla base del contesto naturalistico in cui il tracciato si inserisce ed alla luce dei vincoli presenti sono state definite tre alternative di tracciato, illustrate nell'elaborato T00EG00GENCO01 "Corografia generale delle alternative di tracciato".

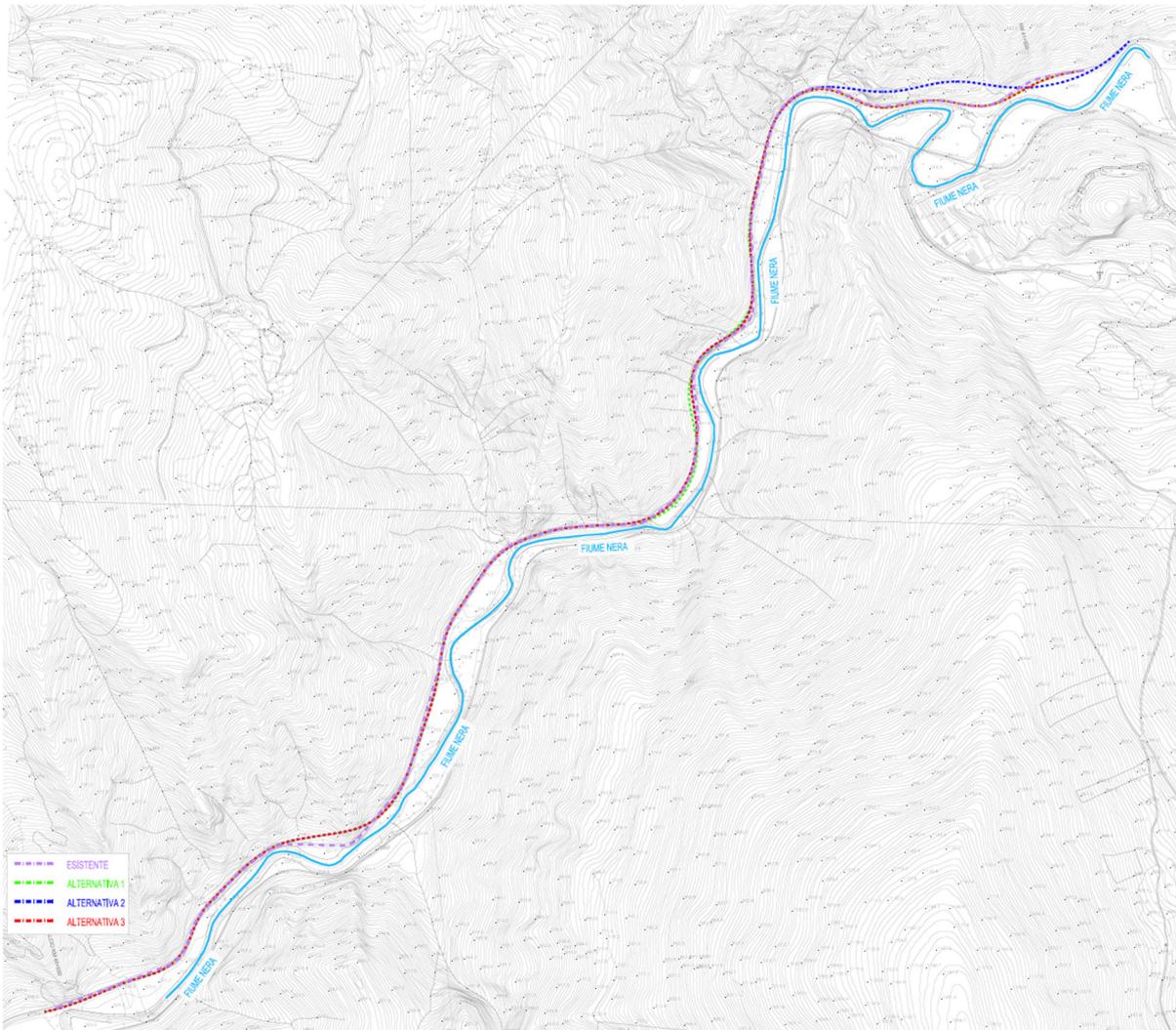


Figura 4.1 inquadramento delle tre alternative

Per tutte e tre le alternative di tracciato, in primo luogo si è cercato di seguire l'andamento dell'attuale sedime stradale ma, a partire dalle curve esistenti, si è aumentato il loro raggio per quanto possibile e sono stati inseriti raccordi clotoidici.

Per tali raccordi le verifiche sono state condotte considerando una velocità di progetto massima pari a 80km/h e laddove questa non permetteva il soddisfacimento delle suddette verifiche, la velocità di progetto massima considerata è stata abbassata a 60 km/h. Ci sono poi anche dei tratti

in cui è risultato necessario scostarsi dal tracciato esistente inserendo nuovi tratti in rettilineo o nuove curve di transizione.

Le tre alternative seguono lo stesso andamento piano altimetrico per la maggiore parte del loro sviluppo, nel tratto iniziale è presente una galleria paramassi esistente. Inoltre, tra la progressiva 0+875.00 e 1+000.00, si ha per tutte e tre le alternative una galleria naturale dallo sviluppo di 70 m con galleria artificiale a valle di 20 m, mentre a monte di 25 m, per uno sviluppo totale dell'opera di 115 m.



Figura 4.2 Inquadramento galleria comune alle tre alternative

Si hanno poi dei leggeri scostamenti tra le alternative 1 e 2, che coincidono, e l'alternativa 3 tra le progressive 2+125.00 e 3+350.00 di quest'ultima. Da qui le tre restano coincidenti per un breve tratto per poi differenziarsi nuovamente. Si ha una coincidenza delle alternative 1 e 3, che seguono il sedime attuale, mentre l'alternativa 2 si stacca da tale percorso traslando verso nord e si prevede la realizzazione di una galleria naturale, dallo sviluppo di 380 m, con annesse due gallerie artificiali, entrambe dallo sviluppo di 20 m, per una lunghezza totale dell'opera di 420 m. Anche la riconnessione con la viabilità non oggetto di intervento rimane uguale per le alternative 1 e 3, mentre l'alternativa due si allaccia alla viabilità esistente alcuni metri più avanti.

Relazione Illustrativa e Tecnica



Figura 4.3 Inquadramento galleria alternativa 2

Per tutte e tre le alternative studiate lungo il loro percorso, è necessario prevedere, lato monte (sinistra delle progressive di progetto) muri controripa, pareti chiodate e paratie di pali, mentre lato valle si ha la necessità di muri di sostegno e solette a sbalzo.

Planimetrie e profili delle tre alternative sono riportate negli elaborati grafici dedicati, nei quali sono riportati anche gli sviluppi delle varie opere previste.

4.2 VARIANTE PLANIMETRICA: LE TRE ALTERNATIVE

4.2.1 Alternativa 1

Lo sviluppo complessivo del tracciato è pari a 4234 m a fronte della lunghezza del tracciato attuale di 4250 m, con un accorciamento di 16 m.

Il tracciato in esame segue per gran parte del suo sviluppo l'andamento plano-altimetrico del sedime esistente, a meno degli allargamenti necessari per l'inserimento della sezione trasversale tipologica relativa ad una viabilità di categoria C2.

In alcuni tratti c'è uno scostamento tra i due assi, il primo si ha tra la progressiva 0+798.00 e 0+995.00, dove l'asse di progetto è traslato verso nord rispetto alla viabilità esistente e si sviluppa in parte in galleria, mentre il secondo scostamento si ha tra la progressiva 2+498.00 e 2+652.00, in cui l'asse dell'alternativa di progetto viene anche in questo caso traslato verso nord per poter inserire una curva con idoneo raccordo clotoidico. Questa traslazione porta con sé la necessità di andare a realizzare in tale tratto una parete chiodata.

Per l'intero tracciato è stata considerata una velocità di progetto pari a 80 km/h, tranne che in cinque curve (n° 13 – 14 – 17 – 18 – 19) delle 21 che caratterizzano l'asse, per le quali è stata imposta una velocità di progetto di 60 km/h, questo ha permesso di poter inserire curve con raccordi clotoidici che fossero allo stesso tempo sia compatibili con il sedime esistente che verificati dal punto di vista normativo.

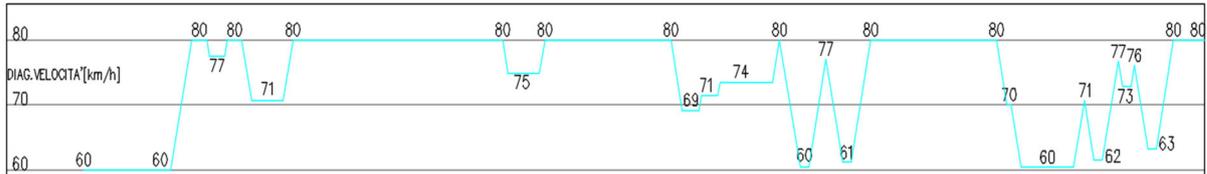


Figura 4.4 Diagramma velocità di progetto alternativa 1

Lungo lo sviluppo dell'alternativa 1 sono presenti diverse opere d'arte, che vengono riassunte nella tabella seguente:

Alternativa 1		
L [m]	Tipologia	Lato
200	Muro di controripa	sx
75	Muro di sostegno	dx
310	Muro di controripa	sx
120	Muro di sostegno	dx
25	Parete chiodata	sx
60	Muro di controripa	sx
20	Parete chiodata	sx
10	Parete chiodata	sx
80	Soletta a sbalzo	dx
35	Muro di controripa	sx

Relazione Illustrativa e Tecnica

85	Paratia di pali	sx
20	Galleria artificiale	-
70	Galleria naturale	-
25	Galleria artificiale	-
145	Muro di controripa	sx
170	Muro di sostegno	dx
55	Muro di controripa	sx
20	Muro di controripa	sx
80	Soletta a sbalzo	dx
155	Soletta a sbalzo	dx
25	Muro di controripa	sx
185	Muro di controripa	sx
160	Soletta a sbalzo	dx
45	Muro di controripa	sx
50	Parete chiodata	sx
100	Muro di controripa	sx
230	Muro di sostegno	dx
160	Muro di controripa	sx
155	Parete chiodata	sx
100	Soletta a sbalzo	dx
50	Muro di controripa	sx
20	Muro di controripa	sx
150	Parete chiodata	sx
100	Muro di sostegno	dx
90	Parete chiodata	sx
130	Muro di controripa	sx
120	Soletta a sbalzo	dx
40	Muro di controripa	sx
190	Muro di controripa	sx
55	Muro di sostegno	dx
95	Muro di sostegno	dx
110	Soletta a sbalzo	dx
175	Muro di sostegno	dx
4295		

Dal punto di vista altimetrico l'asse di progetto segue l'andamento dello stato di fatto, fatta eccezione per i tratti in ingresso ed in uscita della galleria, dove però il tracciato si discosta dalla sede attuale. La quota di inizio intervento si attesta a 329.042 m.s.l.m. mentre quella di fine intervento è di 352.695 m.s.l.m. La massima pendenza longitudinale raggiunta è pari al 3,34 % ed il profilo della viabilità è formato da 17 raccordi verticali, di cui 8 convessi e 9 concavi. Il massimo raggio, sia per i raccordi convessi che per quelli concavi è pari a 5000 m.

4.2.2 Alternativa 2

Lo sviluppo complessivo del tracciato è pari a 4369 m a fronte della lunghezza del tracciato attuale di 4250 m, con un allungamento di 119 m.

Il tracciato in esame segue per gran parte del suo sviluppo l'andamento plano-altimetrico del sedime esistente, a meno degli allargamenti necessari per l'inserimento della sezione trasversale tipologica relativa ad una viabilità di categoria C2. In alcuni tratti c'è uno scostamento tra i due assi, il primo si ha tra la progressiva 0+797.00 e 1+000.00, dove l'asse di progetto è traslato verso nord rispetto alla viabilità esistente e si sviluppa in parte in galleria, mentre il secondo scostamento si ha tra la progressiva 3+550.00 e la fine dell'intervento, progressiva 4+369.00, in cui l'asse dell'alternativa di progetto viene anche in questo caso traslato verso nord e per una seconda volta la viabilità in esame si sviluppa in galleria.

Per l'intero tracciato è stata considerata una velocità di progetto pari a 80 km/h, tranne che in quattro curve (n° 16 – 17 – 18 – 21) delle 25 che caratterizzano l'asse, per la quale è stata imposta una velocità di progetto di 60 km/h, questo ha permesso di poter inserire un clotoide di flesso che soddisfa le verifiche previste da normativa, traslando il tracciato verso nord ed evitando la necessità di inserire opere di sostegno lato valle data la presenza dell'alveo del fiume Nera.



Figura 4.5 Diagramma velocità di progetto alternativa 2

Lungo lo sviluppo dell'alternativa 2 sono presenti diverse opere d'arte, che vengono riassunte nella tabella seguente:

Alternativa 2		
L [m]	Tipologia	Lato
200	Muro di controripa	sx
75	Muro di sostegno	dx
310	Muro di controripa	sx
120	Muro di sostegno	dx
25	Parete chiodata	sx
60	Muro di controripa	sx
20	Parete chiodata	sx
10	Parete chiodata	sx
80	Soletta a sbalzo	dx
35	Muro di controripa	sx
85	Paratia di pali	sx
20	Galleria artificiale	-
70	Galleria naturale	-

Relazione Illustrativa e Tecnica

25	Galleria artificiale	-
145	Muro di controripa	sx
170	Muro di sostegno	dx
55	Muro di controripa	sx
20	Muro di controripa	sx
80	Soletta a sbalzo	dx
155	Soletta a sbalzo	dx
25	Muro di controripa	sx
185	Muro di controripa	sx
95	Soletta a sbalzo	dx
45	Muro di controripa	sx
50	Parete chiodata	sx
100	Muro di controripa	sx
70	Muro di sostegno	dx
100	Parete chiodata	sx
100	Parete chiodata	sx
80	Paratia di pali	sx
80	Muro di controripa	sx
70	Soletta a sbalzo	dx
115	Parete chiodata	sx
100	Muro di sostegno	dx
90	Parete chiodata	sx
130	Muro di controripa	sx
170	Soletta a sbalzo	dx
120	Muro di controripa	sx
20	Galleria artificiale	-
380	Galleria naturale	-
20	Galleria artificiale	-
210	Muro di sostegno	dx
80	Parete chiodata	sx
4195		

Dal punto di vista altimetrico l'asse di progetto segue l'andamento dello stato di fatto, fatta eccezione per i tratti in galleria, dove però l'asse si discosta dalla sede attuale.

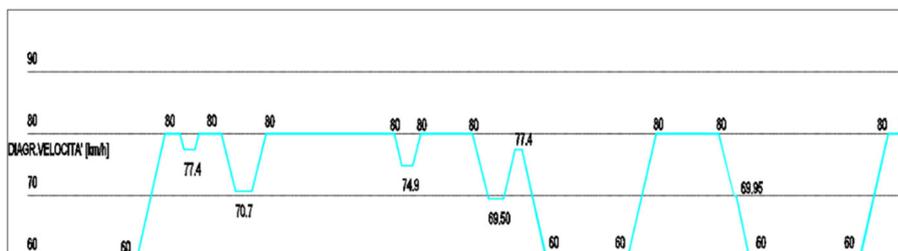
La quota di inizio intervento si attesta a 329.042 m.s.l.m. mentre quella di fine intervento è di 353.047 m.s.l.m. La massima pendenza longitudinale raggiunta è pari al 2.58 % ed il profilo della viabilità è formato da 12 raccordi verticali, di cui 6 convessi e 6 concavi. Il massimo raggio per i raccordi convessi è pari a 8000 m, mentre per i raccordi concavi è pari a 10000m.

4.2.3 Alternativa 3

Lo sviluppo complessivo del tracciato è pari a 4225 m a fronte della lunghezza del tracciato attuale di 4250 m, con un accorciamento di 25 m.

Il tracciato in esame segue per gran parte del suo sviluppo l'andamento plano-altimetrico del sedime esistente, a meno degli allargamenti necessari per l'inserimento della sezione trasversale tipologica relativa ad una viabilità di categoria C2. In un tratto c'è uno scostamento tra i due assi, tra la progressiva 0+798.00 e 0+995.00, dove l'asse di progetto è traslato verso nord rispetto alla viabilità esistente e si sviluppa in parte in galleria.

Per l'intero tracciato è stata considerata una velocità di progetto pari a 80 km/h, tranne che in quattro curve (n° 11 – 12 – 15 – 17) delle 19 che caratterizzano l'asse, per le quali è stata imposta una velocità di progetto di 60 km/h, questo ha permesso di poter inserire curve con raccordi clotoidici che fossero allo stesso tempo sia compatibili con il sedime esistente che verificati dal punto di vista normativo.



Lungo lo sviluppo dell'alternativa 3 sono presenti diverse opere d'arte, che vengono riassunte nella tabella seguente:

Alternativa 3		
L [m]	Tipologia	Lato
200	Muro di controripa	sx
75	Muro di sostegno	dx
310	Muro di controripa	sx
120	Muro di sostegno	dx
25	Parete chiodata	sx
60	Muro di controripa	sx
20	Parete chiodata	sx
10	Parete chiodata	sx
80	Soletta a sbalzo	dx
35	Muro di controripa	sx
85	Paratia di pali	sx
20	Galleria artificiale	-
70	Galleria naturale	-
25	Galleria artificiale	-
145	Muro di controripa	sx
170	Muro di sostegno	dx

Relazione Illustrativa e Tecnica

55	Muro di controripa	sx
20	Muro di controripa	sx
80	Soletta a sbalzo	dx
155	Soletta a sbalzo	dx
25	Muro di controripa	sx
185	Muro di controripa	sx
95	Soletta a sbalzo	dx
45	Muro di controripa	sx
50	Parete chiodata	sx
100	Muro di controripa	sx
70	Muro di sostegno	dx
100	Parete chiodata	sx
120	Muro di controripa	sx
80	Paratia di pali	sx
80	Muro di controripa	sx
70	Soletta a sbalzo	dx
115	Parete chiodata	sx
100	Muro di sostegno	dx
90	Parete chiodata	sx
130	Muro di controripa	sx
120	Soletta a sbalzo	dx
40	Muro di controripa	sx
55	Muro di sostegno	dx
190	Muro di controripa	sx
95	Muro di sostegno	dx
110	Soletta a sbalzo	dx
175	Muro di sostegno	dx
4000		

Dal punto di vista altimetrico l'asse di progetto segue l'andamento dello stato di fatto, fatta eccezione per i tratti in ingresso ed in uscita della galleria, dove però il tracciato si discosta dalla sede attuale.

La quota di inizio intervento si attesta a 329.042 m.s.l.m. mentre quella di fine intervento è di 352.680 m.s.l.m. La massima pendenza longitudinale raggiunta è pari al 2.58 % ed il profilo della viabilità è formato da 12 raccordi verticali, di cui 8 convessi e 4 concavi. Il massimo raggio per i raccordi convessi è pari a 8000 m, mentre per i raccordi concavi è pari a 10000m.

4.2.4 Confronto sintetico tra le alternative progettuali

Il primo aspetto da valutare confrontando le tre alternative è che l'alternativa 1 e 3 comportano una riduzione dello sviluppo complessivo della viabilità rispetto allo stato di fatto, mentre l'alternativa 2 risulta avere uno sviluppo maggiore rispetto all'esistente. Inoltre, a tale maggiore sviluppo, è associata anche la presenza di una galleria dalla lunghezza complessiva di 420 m.

Per quanto riguarda le opere, ad eccezione della galleria appena citata, le tre alternative sono perfettamente paragonabili, in quanto l'una dall'altra hanno solo leggeri scostamenti, come è possibile notare dall'immagine riportata sotto, dove in verde si ha l'alternativa 1, in blu l'alternativa 2 ed in rosso l'alternativa 3.



Figura 4.7 Confronto alternative

Analizzando i diagrammi di velocità è possibile notare come questi siano molto simili tra loro, l'unica differenza importante riguarda il tratto terminale, dove per l'alternativa 1 si riesce a garantire per uno sviluppo della viabilità maggiore rispetto alle altre due alternative una velocità di 80 km/h.

4.3 ALTERNATIVA PRESCELTA (ALTERNATIVA 3)

4.3.1 Motivazioni dell'opera

La finalità generale dell'intervento è quella di migliorare l'accessibilità all'area del cosiddetto "Cratere del terremoto" (con particolare riferimento alle aree che comprendono i centri di Norcia, Sellano, Cerreto di Spoleto, Visso) dalla viabilità primaria costituita dal tratto della S.S. 685 Spoleto-S. Anatolia di Narco e tramite questo, da Spoleto, dalla S.S. 3 in direzione Foligno-Perugia o Terni-Orte e dalla S.S. 685 in direzione Acquasparta / S.S. 3bis Perugia-Orte (A1).

Il tracciato della S.S.685 preso in esame è quello di fondo valle Nera che va dal km 41+500 (1 km dopo l'abitato di Borgo Cerreto) al km 51+500 (300 m prima dello svincolo con la S.P. 469 in prossimità di Castel San Felice); all'interno di questo è stato individuato come 3° Stralcio, in relazione ai finanziamenti disponibili, il tratto dal Km 41+500 al km 45+650 (circa 2 km prima dell'abitato di Piedipaterno).

L'obiettivo comune alle tre alternative consiste nell'adeguamento alla sezione tipo C2 per le strade extraurbane secondarie prevista dal D.M. del 5 novembre 2001, avente una larghezza complessiva della piattaforma pari a 9,50 m (circa 2,00 m superiore rispetto all'attuale) con le relative prestazioni in termini di intervallo di velocità di progetto, lunghezze minime di visuale libera e di allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per le verifiche di visibilità.

Tale obiettivo deriva dalla volontà di eliminare o mitigare le criticità attualmente presenti nel tratto stradale oggetto di intervento, riassumibili come segue:

dimensioni della piattaforma, attualmente larga mediamente 7,50 m con corsie da 3,25-3,50 m, che in corrispondenza delle curve di raggio inferiore rappresentano un fattore di rischio elevato quando si incrociano due veicoli pesanti/ingombranti;

curve con raggio di curvatura inferiori ai 118m (minimi per una strada di categoria C, par. 5.2.4 del DM2001) e che quindi non consentono la velocità di progetto minima prevista per le strade extraurbane secondarie (60 km/h);

assenza di adeguati allargamenti trasversali della piattaforma per garantire un'adeguata visuale libera in curva, che rappresenta un ulteriore fattore di rischio.

4.3.2 Tracciato planimetrico

In prima fase è stato modificato il tracciato partendo dalle curve esistenti, aumentandone il raggio quanto possibile ed inserendo raccordi clotoidici per un intervallo da sezione tipo C2 (60-100 km/h), con la verifica dei primi due parametri delle clotoidi, tarata per una velocità massima di 80 km/h e dove non è stato possibile mantenere l'andamento dello stato di fatto, il nuovo tracciato ha previsto l'inserimento di tratti in rettilineo o nuove curve complete di transizione, verificate con i stessi criteri di cui sopra.

Per 4 curve (n° 11-12-15-17), delle 19 del nuovo tracciato, non è stato possibile rispettare il limite massimo di 80 km/h, pertanto, alla luce del contesto, sono state tarate con i primi due parametri delle clotoidi che verificano per una velocità di 60 km/h.

Ciò ha consentito di evitare notevoli sbancamenti a monte dell'infrastruttura che avrebbero comportato un forte impatto realizzativo oltre che ambientale dell'adeguamento, inoltre tali deviazioni del tracciato hanno consentito di mantenere alcune opere di sostegno esistenti al confine dell'alveo del fiume Nera.

Con tali modifiche si è ottenuto il diagramma di velocità riportato nella figura seguente.

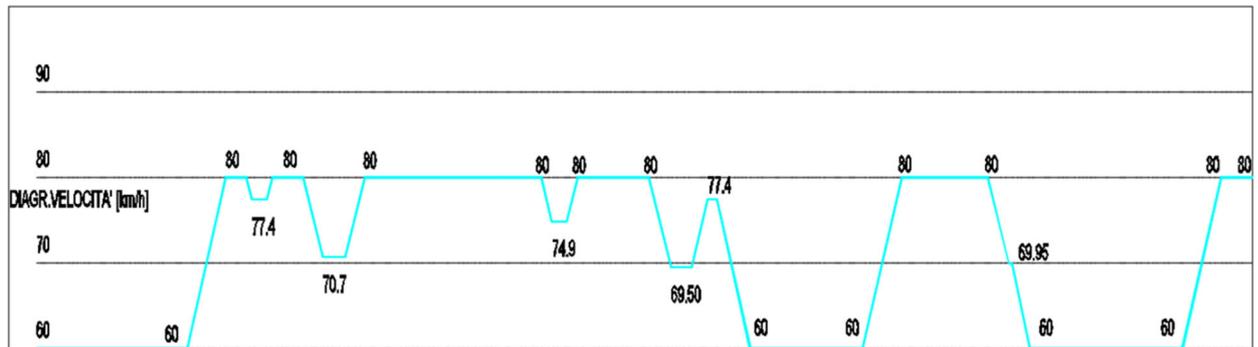


Figura 4.8 Diagramma della velocità di progetto

Come visualizzato nel diagramma, il tracciato dell'alternativa selezionata permette una velocità sempre compresa nei limiti dell'intervallo per la sezione tipo C2 presentando in alcuni tratti, per entrambi i sensi di circolazione, alcune disomogeneità.

In direzione nord, secondo l'andamento crescente delle progressive:

1. tra la pk 0+000 si passa dalla velocità di progetto massima di 100 km/h alla V_p di 66 Km/h e la pk 0+294, con una differenza di velocità ΔV superiore al massimo previsto dalla norma ($34 \geq 10$ km/h)
2. tra la pk 1+361 (rettilineo) con 100 km/h e la pk 1+531 (curva) con 80 km/h ($20 \geq 10$ km/h)
3. tra la pk 2+449 (curva) con 84 km/h e la pk 2+607 (curva) con 62 km/h ($22 \geq 20$ km/h)
4. tra la pk 3+983 (curva) con 64 km/h e la pk 4+175 (curva) con 89 km/h ($25 \geq 20$ km/h)

In direzione sud:

1. tra la pk 1+297 (rettilineo) con 100 km/h e la pk 1+056 (curva) con 71 km/h ($29 \geq 10$ km/h)

Relazione Illustrativa e Tecnica

2. tra la pk 2+607 (curva) con 84 km/h e la pk 2+449 (curva) con 62 km/h ($22 \geq 20$ km/h)
3. tra la pk 4.175 (curva) con 64 km/h e la pk 3+ (curva) con 89 km/h ($25 \geq 20$ km/h)

Inoltre, con questo diagramma di velocità diversi elementi del tracciato non rispettano i dettami del DM2001 e per tale motivo, l'andamento avrebbe dovuto subire ulteriori modifiche non compatibili con i vincoli al contorno.

Come già esposto in precedenza, nell'ottica di voler ridurre l'impatto delle modifiche in un ambito fortemente vincolato e con l'obiettivo primario di migliorare le caratteristiche di sicurezza dell'attuale infrastruttura, è stato previsto un progetto di adeguamento all'interno del range di velocità di progetto 80-60 Km/h.

I motivi di tale scelta progettuale sono dettati in particolar modo al delicato contesto ambientale e antropico in cui si inserisce l'infrastruttura in progetto, nonché dai vincoli "fisici" presenti o imposti, come elencati a seguire:

- pochi metri prima dell'inizio dell'intervento è presente una galleria paramassi, e quindi, anche in considerazione delle limitazioni alla velocità del lotto precedente apportata alla fine del tracciato, si ritiene opportuna la limitazione della velocità di progetto a 60 km/h;
- il tratto successivo, presenta alcune limitazioni della velocità di progetto comprese tra 80-60 Km/h, al fine di limitare gli sbancamenti lato monte e l'occupazione dell'area golenale del Fiume Nera.

Ai fini della sicurezza, la verifica delle visibilità è stata condotta con il diagramma delle velocità con limitazioni al limite superiore di 80 km/h, (*TOOPS03TRADG01*) e gli allargamenti necessari per garantire la visibilità in curva sono riassunti di seguito:

Progressiva	Allargamento DX [m]	Allargamento SX [m]
0+345.00	-	1.11
0+460.00		
0+635.00	3.43	-
0+790.00		
1+005.00	-	3.7
1+255.00		
1+470.00	2.66	-
1+590.00		
1+705.00	3.56	-
1+970.00		
2+220.00	-	4.21
2+575.00		
2+540.00	3.02	-
2+725.00		

Relazione Illustrativa e Tecnica

2+845.00	-	3.76
3+030.00		
3+705.00	-	3.26
3+825.00		
3+285.00	3.96	-
3+570.00		
3+990.00	-	3.36
4+130.00		
4+0.85.00	1.45	-
4+155.00		

Con tali ipotesi è stato possibile ottenere un tracciato che verifica tutti i valori minimi e massimi di riferimento per il DM 2001 per un intervallo $60 \leq V_p \leq 80$ km/h, ad eccezione di alcuni casi di seguito elencati e contenuti nei tabulati delle verifiche planimetriche allegate alla presente relazione tecnica stradale:

- lunghezza minima di alcuni rettifili (Rettifili 1*,2, 5, 6, 9, 13 e 14) (1* è un rettifilo fittizio, necessario all'allaccio con il tracciato del lotto precedente);
- lunghezza del raccordo circolare minimo per una corretta percezione (Raccordo 2, 11, 22,23,24);
- criterio ottico di alcune clotoidi (Clotoide 1,2,3,4,9,10,15,16) e rapporto tra clotoidi (Clotoide 30).

Per una visione completa del tracciato in progetto è possibile fare riferimento ai tabulati di tracciamento plano-altimetrici e alle verifiche plano-altimetriche allegate alla presente relazione tecnica.

Sarà quindi necessario introdurre un'adeguata segnaletica verticale con i seguenti limiti amministrativi di velocità, nonché prevedere degli interventi di mitigazione esposti al par. 4.2.1 della *Relazione Tecnica di tracciamento - POOPS03TRARE01*.

Per quanto riguarda invece gli allargamenti per iscrizione in curva, come accennato precedentemente, la presenza di raggi di curvatura uguali o inferiori a 225m comporta la necessità di inserire opportuni allargamenti della carreggiata per l'iscrizione dei veicoli in curva.

Il par. 5.2.7 del DM 2001 riporta il valore minimo per il quale non è richiesto un allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva, pari a $45/R$ che, con un raggio di 225 m determina un valore pari a 0,20 m, ritenuto dalla norma trascurabile e quindi non necessariamente da applicare.

Nel tracciato in progetto è necessario applicare tale allargamento alle seguenti curve:

Relazione Illustrativa e Tecnica

Progressiva	Raggio [m]	Allargamento [m]
0+301.00	150	0.3
0+387.00		
0+468.00	195	0.23
0+495.00		
0+984.00	180	0.25
1+056.00		
1+786.00	210	0.21
1+830.00		
2+202.00	172	0.26
2+266.00		
2+614.00	130	0.35
2+650.00		
2+653.00	124	0.36
2+703.00		
2+805.00	120	0.38
2+858.00		
3+384.00	175	0.26
3+432.00		
3+450.00	120	0.38
3+540.00		
3.678.00	126	0.36
3+688.00		
3+831.00	195	0.23
3+839.00		
3+392.00	135	0.33
3+976.00		

4.3.3 Profilo altimetrico

Il profilo altimetrico di progetto segue l'andamento del profilo dello stato di fatto, con qualche miglioramento in termini di continuità di elementi altimetrici e prevedendone una certa regolarizzazione.

Unici tratti dove questa logica non è stata applicata sono:

- in corrispondenza della Galleria naturale di Progetto alle pk 0+900 e 0+970 e tratti di raccordo adiacenti, poiché il progetto si discosta dalla sede stradale attuale;
- in corrispondenza delle pk 4+420 e 4+450, dove per inserire adeguati elementi di raccordo tra curve di flesso, la nuova sede attuale si discosta da quella esistente lato.

La pendenza longitudinale massima raggiunta è pari al 2,58% ed i raccordi altimetrici adottati risultano sempre superiori ai minimi richiesti, al fine di garantire la distanza di visuale libera per la determinata velocità di progetto nei vari tratti.

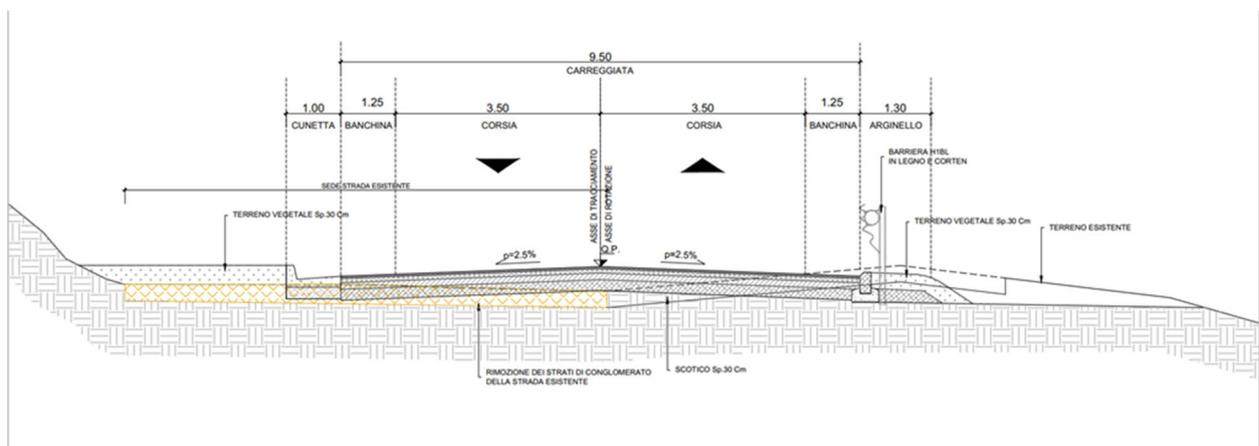
Per le verifiche si rimanda ai tabulati allegati alla *Relazione Tecnica di tracciamento - POOPS03TRARE01*.

4.3.4 Sezione tipo

La piattaforma stradale (nei tratti in cui non sono previsti allargamenti delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e della banchina interno curva, per garantire una sufficiente visuale libera) sarà così composta:

- corsie: n. 2, larghezza 3,50 m
- banchine: n. 2, larghezza 1,25 m
- larghezza totale piattaforma: 9,50 m
- larghezza arginello: 1,30 m
- larghezza cunetta: 1,00 m

La carreggiata è a doppia falda a "schiena d'asino", con pendenza trasversale in rettilo al 2.50%, variabile da 2.50 fino ad un Massimo del 7.00% in curva, come da figure di cui sotto:



Relazione Illustrativa e Tecnica

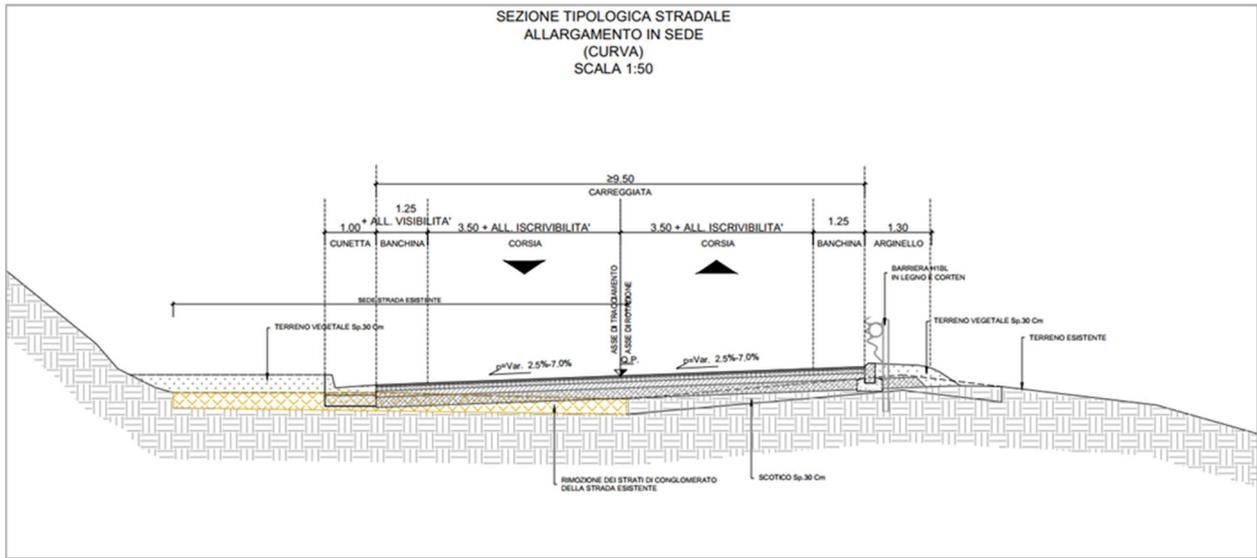
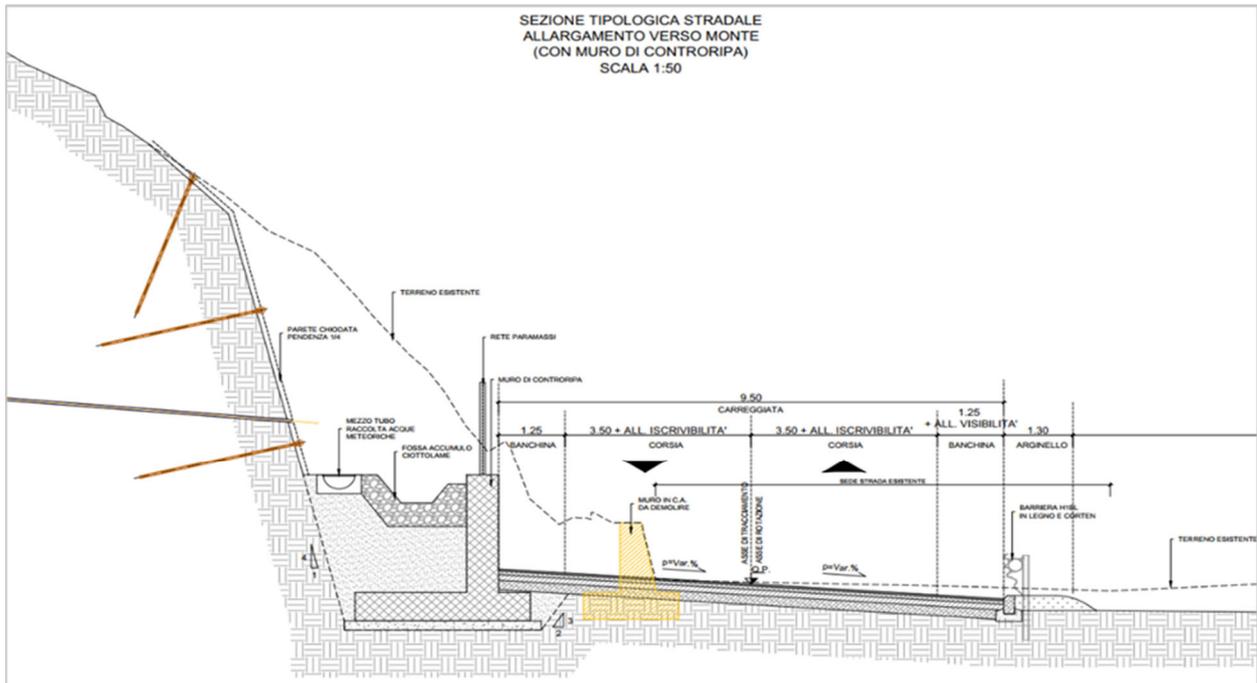


Figura 4.9 Sezioni tipo

Nel tratto in progetto sono previste sezioni in mezzacosta, in cui nel lato di valle è prevista un'opera di contenimento o semplicemente scarpata inerbita, mentre, lato monte, sono previste, quando necessarie, opera di sostegno o pareti chiodate a sostegno del versante.

In ogni caso è prevista la sostituzione dell'opera di controripa esistente, con un nuovo muro di controripa e relativa rete paramassi.

Di seguito sono riportate le situazioni, sopra descritte, presenti nell'intervento:



Relazione Illustrativa e Tecnica

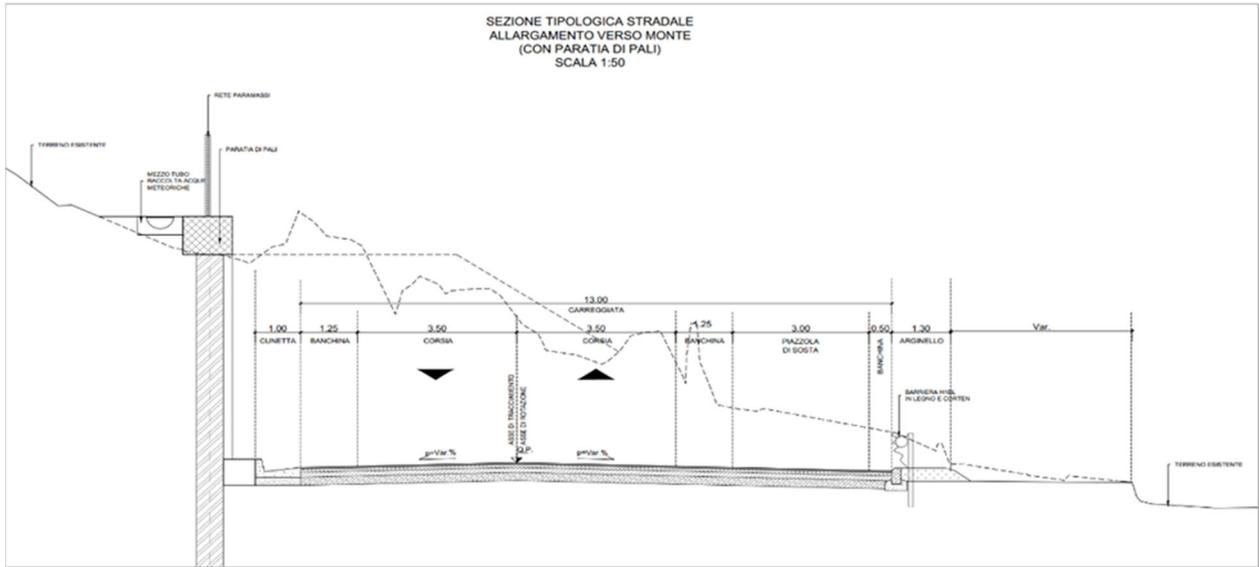
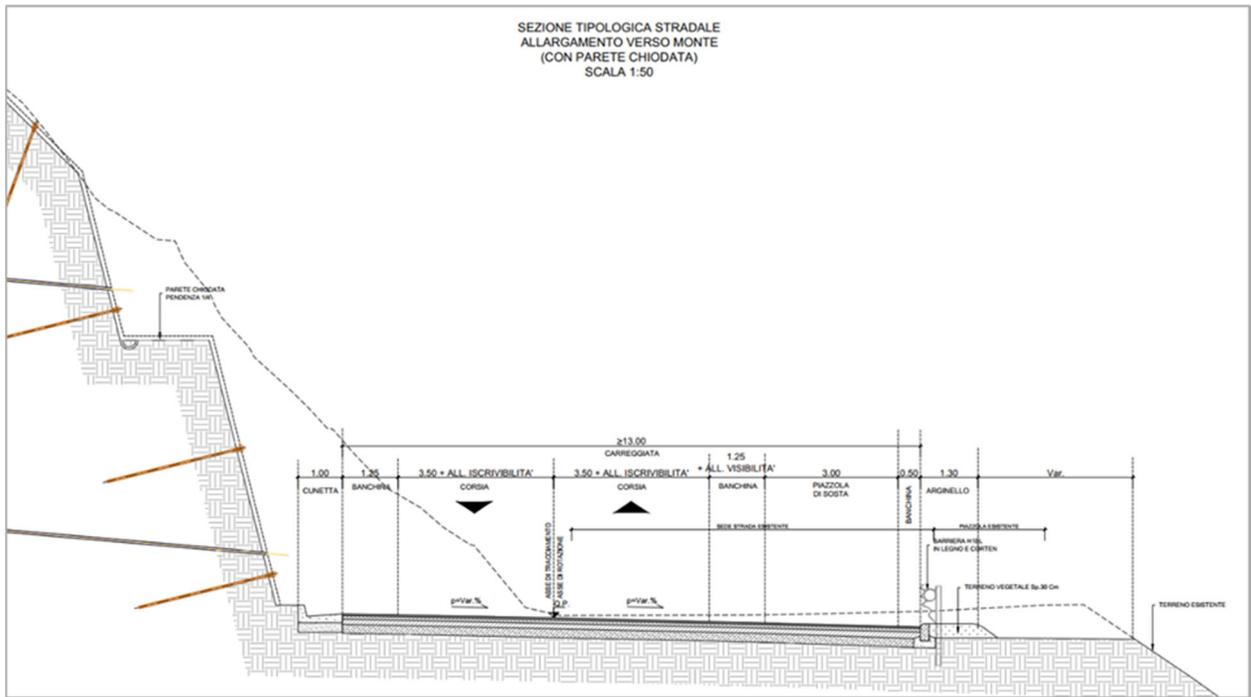


Figura 4.10 Sezioni tipo



Relazione Illustrativa e Tecnica

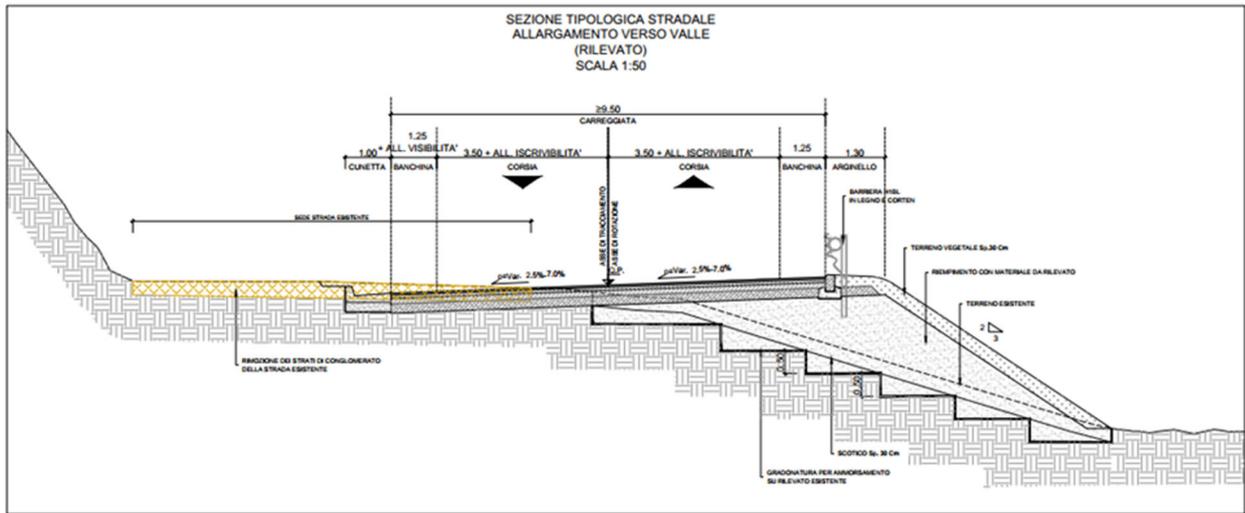
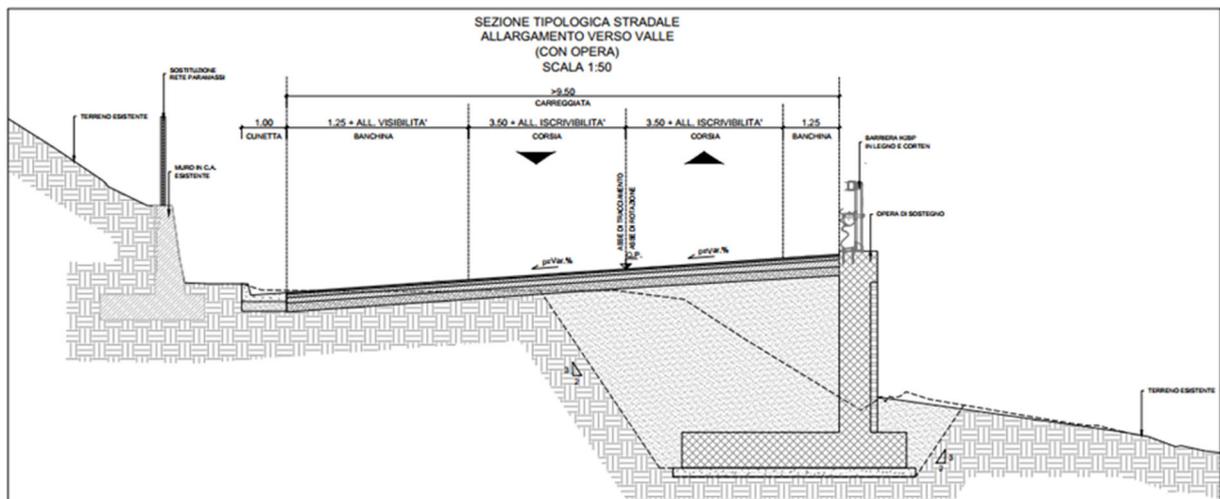


Figura 4.11 Sezioni tipo



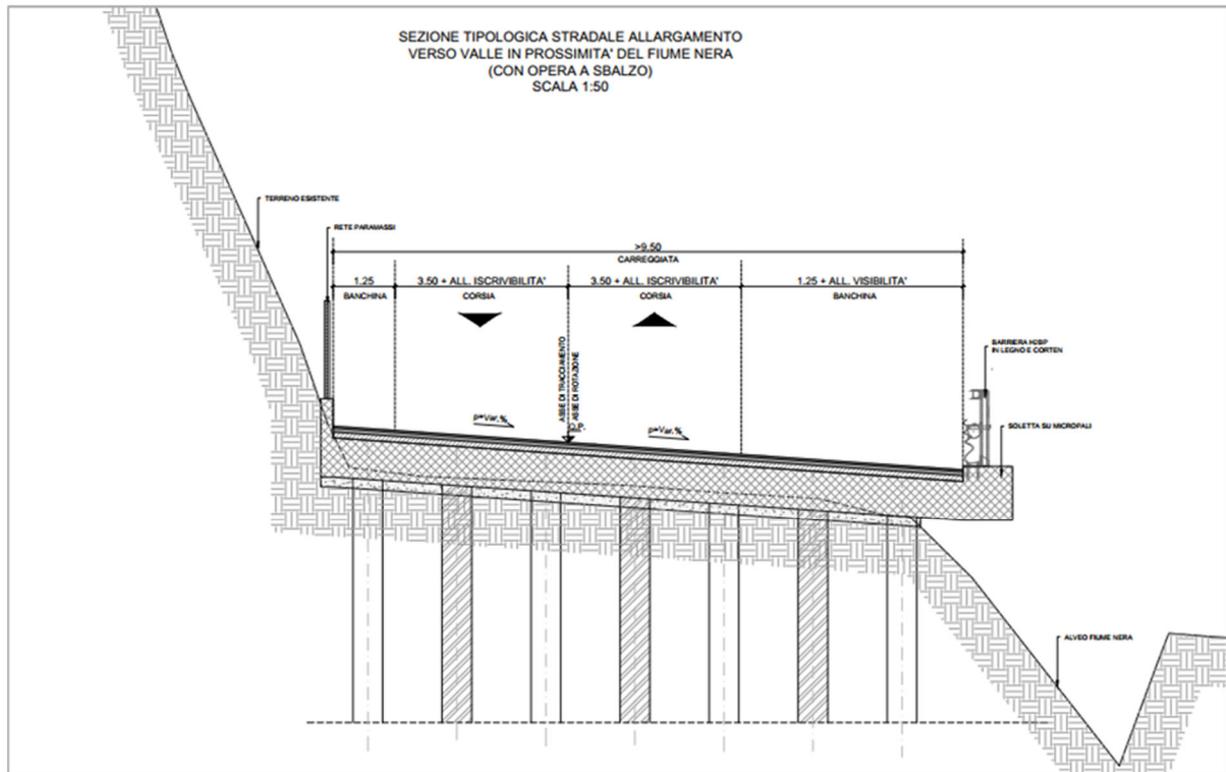


Figura 4.12 Sezioni tipo

4.3.5 Pacchetto di pavimentazione

A seguito dell'allargamento della piattaforma stradale e della regolarizzazione altimetrica, sulla sede attuale è previsto il rifacimento degli strati superficiali in conglomerato bituminoso, con adeguamento in quota della fondazione stradale, mentre nella porzione in allargamento e nei tratti in variante planimetrica è previsto il seguente pacchetto di pavimentazione:

- Strato di usura con bitumi modificati "Hard", sp. 4 cm
- Strato di collegamento (binder) con bitumi modificati "Hard", sp. 8 cm
- Strato di base con bitumi modificati "Hard", sp. 12 cm
- Fondazione stradale in misto granulare non legato, sp. 20 cm
- Rilevato in roccia calcarea frantumata proveniente dagli scavi, sp. minimo 20 cm.

4.3.6 Barriere di sicurezza

Lungo tutto il tracciato, sul lato di valle, è prevista l'installazione di una barriera di sicurezza, lato Valle. Per i tratti del tracciato nei quali è previsto un muro di sostegno, la barriera di sicurezza è del tipo da bordo ponte, installata sul cordolo di coronamento dell'opera.

Per quanto riguarda il traffico che interessa l'infrastruttura in progetto, il TGM cumulato nelle due direzioni è pari a poco più di 3.228 v/g, di cui circa 175 veicoli di massa superiore a 3,5 ton (pari al 5.42% \geq 5% del totale).

Con tali valori, in base alle norme vigenti, si è in presenza di un traffico tipo II (TGM > 1.000 e % veicoli pesanti compresa tra 5% e 15%), con il quale per le strade extraurbane secondarie è richiesta una barriera di classe H2 nel caso di bordo ponte ed H1 per il bordo laterale. In considerazione del contesto paesaggistico nel quale è inserita l'infrastruttura, è previsto l'impiego di barriere in legno e Corten, sia per la H2 BP che per la H1 BL.

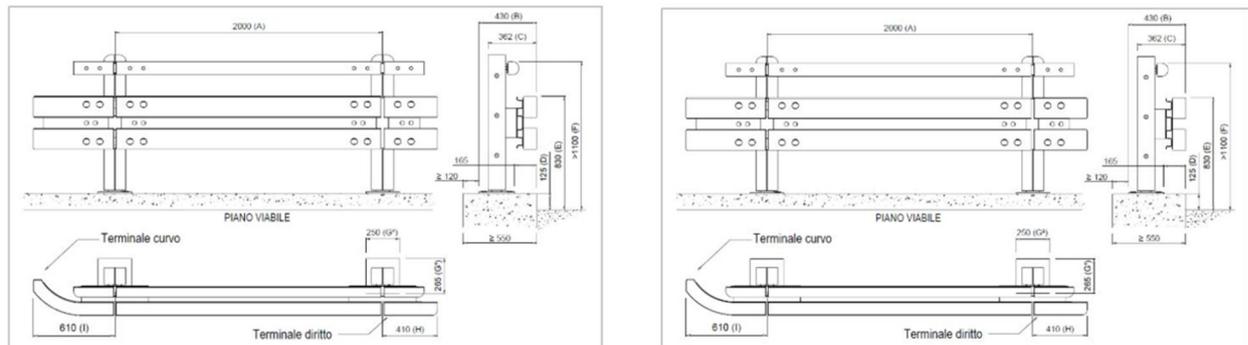


Figura 4.13 Pianta, prospetto e sezione tipo della barriera H1 BL e H2 BP in legno e Corten

4.3.7 Opere d'arte maggiori e minori

Per quanto riguarda le tipologie di opere d'arte principali e secondarie, il progetto prevede:

- Galleria artificiale paramassi;
- Galleria naturale;
- Muri di controripa, paratie di pali e muri di sostegno per contenere il rilevato stradale, insieme a solette a sbalzo;
- Pareti chiodate;
- Ponti idraulici;
- Tombini idraulici sia scatolari che circolari per risolvere le interferenze con il reticolo idrografico.

4.3.7.1 Galleria naturale

Lungo il tracciato si prevede la realizzazione di una galleria naturale estesa dalla pk 0+880 alla pk 0+995. La lunghezza totale della galleria (L_{tot}), comprensiva dei tratti in artificiale, è dunque pari a 115 m. La copertura massima della galleria (H_{max}) è pari a 33 m.

Visto l'andamento planimetrico del tracciato che, lungo la galleria, non si presenta sempre in rettilineo, si prevedono degli allargamenti per visibilità. Ciò implica che la sezione di scavo della galleria non è costante lungo il tracciato ma presenta la larghezza della piattaforma maggiore delle dimensioni *standard* lungo lo sviluppo della galleria. Nel caso in esame, la sezione stradale in rettilineo presenta una piattaforma stradale corrente con due corsie da 3.50 m e banchine larghe 1.25 m. I tratti in curva sono invece caratterizzati da una piattaforma stradale con corsie di larghezza 3.75 m, banchina di larghezza pari a 1.25 m e presentano un allargamento per visibilità di larghezza variabile (massimo pari a 3.3 m). Su entrambe i lati della piattaforma stradale è previsto un profilo redirettivo in c.a. a tergo del quale sono inseriti i cavidotti per l'alloggiamento degli impianti.

Dal punto di vista geologico la galleria è scavata completamente all'interno della formazione dei calcari marnosi rossi. In affioramento sono altresì presenti dei detriti di frana che possono potenzialmente interessare lo scavo del tratto in artificiale della galleria naturale mediante il distacco di blocchi e la caduta di massi.

Le paratie di imbocco, viste le buone caratteristiche dei materiali presenti e considerata anche la morfologia e l'accessibilità delle zone, sono costituite da pareti chiodate di altezza variabile, con chiodi di lunghezza pari a 8 m, posti in opera con maglia 3 x 3 m. Pur considerando la presenza delle pareti chiodate, tenuto conto del possibile distacco di blocchi e della presenza di detriti in affioramento, si prevede la realizzazione di una galleria paramassi. La seguente Figura 4-14 rappresenta una configurazione tipo della paratia di imbocco.

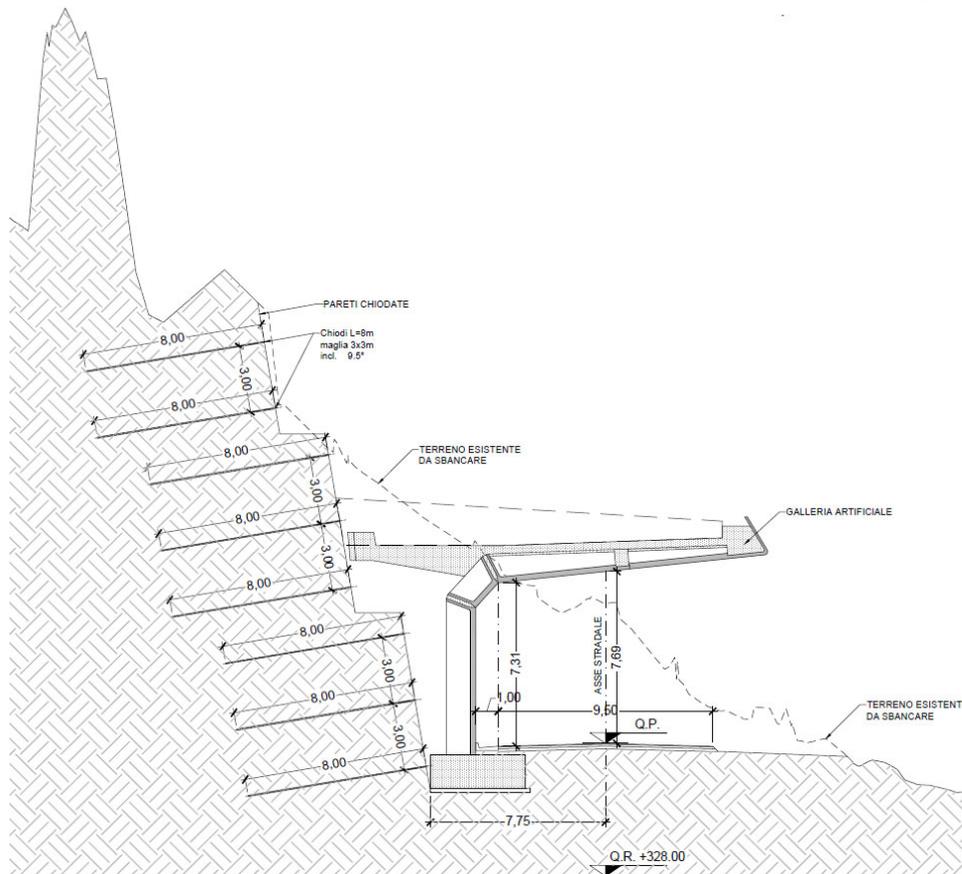


Figura 4-14: Imbocchi gallerie naturali, sezione tipologica

Per lo scavo della galleria sono state definite 2 tipologie di sezioni di scavo e consolidamento da applicare, rispettivamente, in corrispondenza dell'imbocco e nel tratto al di fuori di essi. In questa fase tali sezioni tipo sono state definite in corrispondenza della sezione che presenta il massimo allargamento per visibilità. Per quanto riguarda la sezione di imbocco (sezione tipo C), questa è una sezione troncoconica, con ombrello di infilaggi metallici al contorno e preconsolidamento del fronte con elementi VTR. La sezione è caratterizzata da un prerivestimento costituito da una coppia di centine IPN 200, passo 1.0 m e spritz beton di spessore pari a 25 cm. Il rivestimento definitivo è realizzato in calcestruzzo armato con spessore variabile tra 50 e 80 cm in calotta e pari a 70 cm in arco rovescio. La sezione di imbocco viene impiegata per 1 campo (pari a 8 m) o comunque fintanto che la copertura non supera il diametro-diametro e mezzo della galleria.

La sezione di scavo e consolidamento da applicare al di fuori della zona di imbocco (sezione tipo A) è una sezione conica, caratterizzata da un prerivestimento costituito da una coppia di centine IPN 200, passo 1.0 m e spritz beton di spessore pari a 25 cm. Il rivestimento definitivo è realizzato in calcestruzzo armato con spessore pari a 60 cm in calotta e pari a 70 cm in arco rovescio.

Le figure seguenti rappresentano le due sezioni tipo di scavo della galleria. Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici relativi alla galleria in esame.

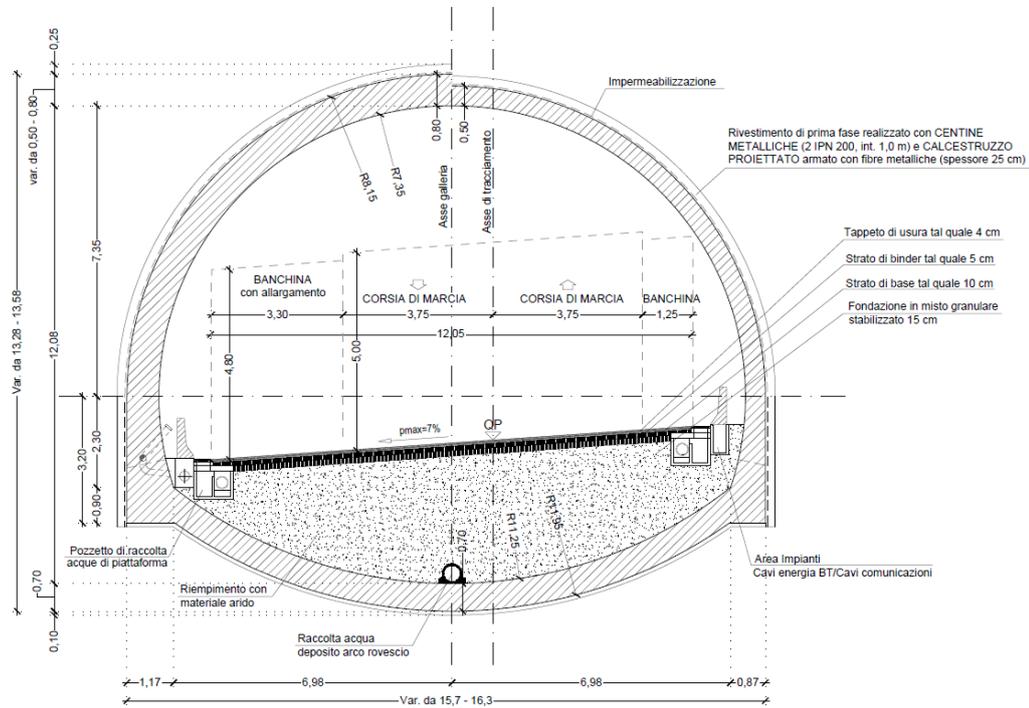


Figura 4-15: Galleria naturale, sezione tipo C

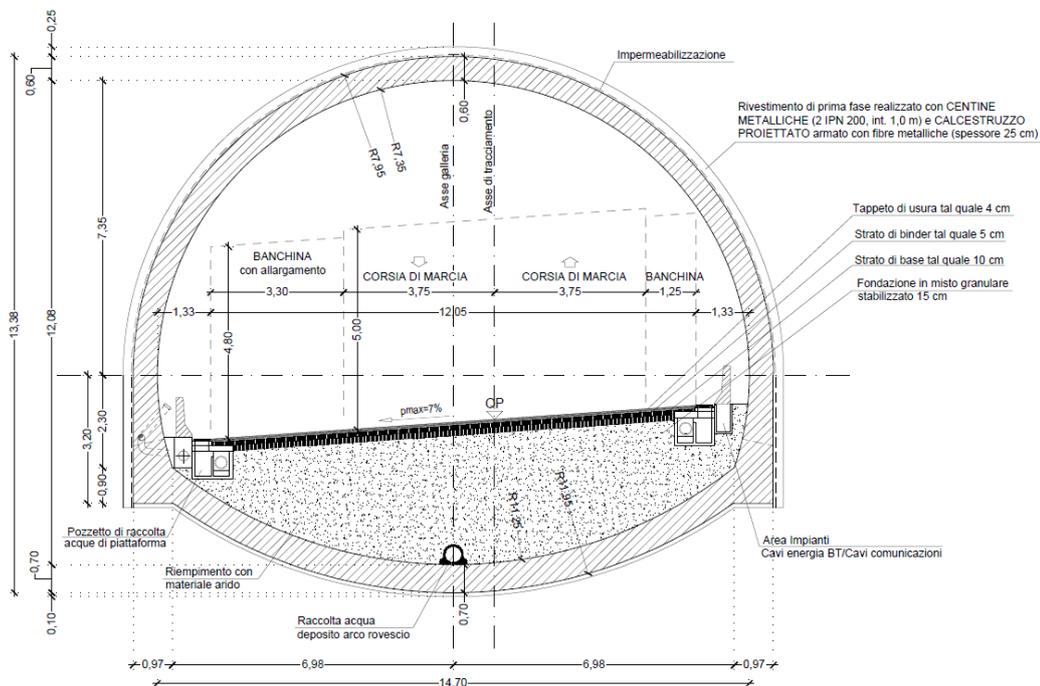


Figura 4-16: Galleria naturale, sezione tipo A

4.3.7.2 Muri di sostegno, di controripa e solette a sbalzo

Lungo il margine sinistro della viabilità di progetto a causa della presenza del ripido versante montuoso si prevedono muri di controripa in calcestruzzo armato gettati in opera:

- Muro di controripa in sx da pk 0+089.74 a pk 0+291.41 per uno sviluppo totale L = 200.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 0+325.32 a pk 0+636.33 per uno sviluppo totale L = 310.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 0+661.91 a pk 0+697.00 per uno sviluppo totale L = 60.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 0+763.72 a pk 0+797.65 per uno sviluppo totale L = 35.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 0+969.65 a pk 1+141.47 per uno sviluppo totale L = 140.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 1+203.21 a pk 1+258.92 per uno sviluppo totale L = 55.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 1+484.53 a pk 1+503.83 per uno sviluppo totale L = 20.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 1+864.75 a pk 1+887.33 per uno sviluppo totale L = 25.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 1+919.71 a pk 2+102.09 per uno sviluppo totale L = 185.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 2+111.28 a pk 2+156.45 per uno sviluppo totale L = 45.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 2+207.46 a pk 2+309.46 per uno sviluppo totale L = 100.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 2+411.02 a pk 2+537.03 per uno sviluppo totale L = 120.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 2+606.52 a pk 2+687.23 per uno sviluppo totale L = 80.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 3+081.07 a pk 3+211.71 per uno sviluppo totale L = 130.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 3+503.84 a pk 3+538.45 per uno sviluppo totale L = 40.00 m;
- Muro di controripa in sx da pk 3+562.99 a pk 3+759.34 per uno sviluppo totale L = 190.00 m.

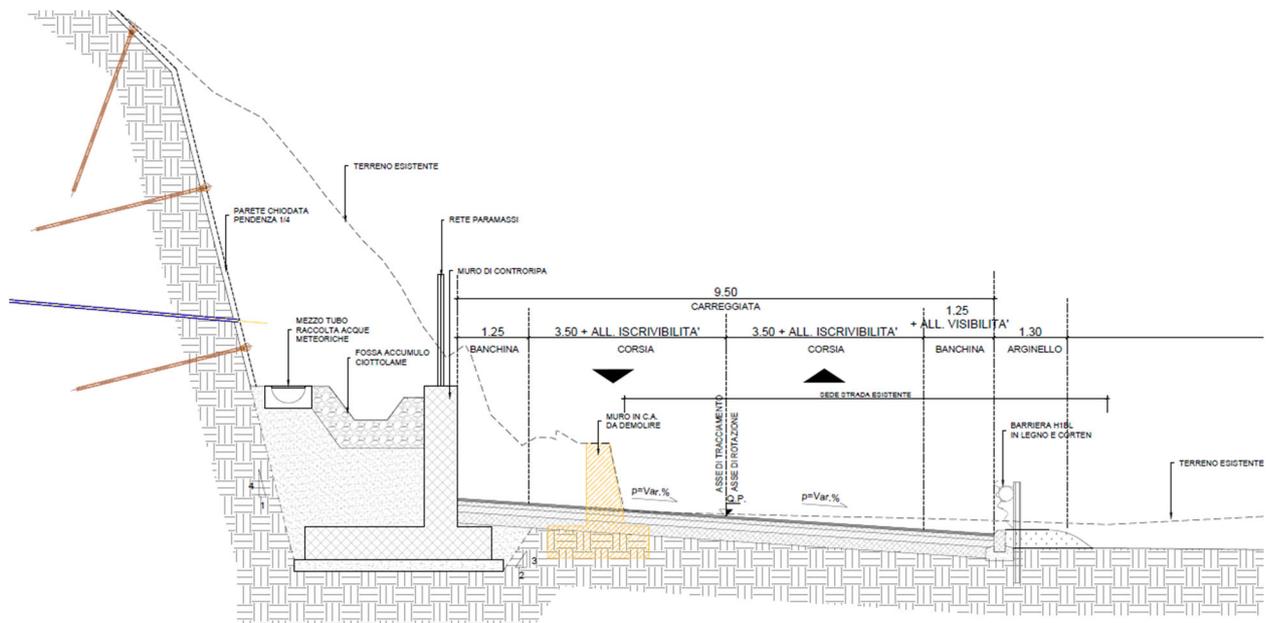


Figura 4.17 Sezione tipologica muro controripa

Invece lungo il margine destro della viabilità, data la vicinanza dell'alveo del fiume Nera sono stati previsti muri di sostegno (calcestruzzo armato gettato in opera) e delle solette a sbalzo (calcestruzzo armato gettato in opera) che possano accogliere l'allargamento della sede rispetto alle dimensioni della sede esistente:

- **Muro di sostegno**

- Muro di sostegno in dx da pk 0+273.00 a pk 0+348.00 per uno sviluppo totale L = 75.00 m;
- Muro di sostegno in dx da pk 0+376.76 a pk 0+497.45 per uno sviluppo totale L = 120.00 m;
- Muro di sostegno in dx da pk 0+997.52 a pk 1+166.08 per uno sviluppo totale L = 170.00 m;
- Muro di sostegno in dx da pk 2+219.88 a pk 2+286.67 per uno sviluppo totale L = 70.00 m;
- Muro di sostegno in dx da pk 2+902.74 a pk 3+000.30 per uno sviluppo totale L = 100.00 m;
- Muro di sostegno in dx da pk 3+591.06 a pk 3+647.60 per uno sviluppo totale L = 55.00 m;
- Muro di sostegno in dx da pk 3+668.70 a pk 3+760.28 per uno sviluppo totale L = 95.00 m;
- Muro di sostegno in dx da pk 4+04.50 a pk 4+179.75 per uno sviluppo totale L = 175.00 m.

- **Soletta a sbalzo**

- Soletta a sbalzo in dx da pk 0+690.89 a pk 0+776.76 per uno sviluppo totale L = 80.00 m;
- Soletta a sbalzo in dx da pk 1+505.78 a pk 1+590.81 per uno sviluppo totale L = 80.00 m;
- Soletta a sbalzo in dx da pk 1+817.83 a pk 1+978.02 per uno sviluppo totale L = 155.00 m;
- Soletta a sbalzo in dx da pk 2+066.31 a pk 2.160.94 per uno sviluppo totale L = 95.00 m;
- Soletta a sbalzo in dx da pk 2+622.84 a pk 2+694.84 per uno sviluppo totale L = 70.00 m;
- Soletta a sbalzo in dx da pk 3+362.36 a pk 3+491.39 per uno sviluppo totale L = 120.00 m;
- Soletta a sbalzo in dx da pk 3+760.28 a pk 3+874.34 per uno sviluppo totale L = 110.00 m.

Relazione Illustrativa e Tecnica

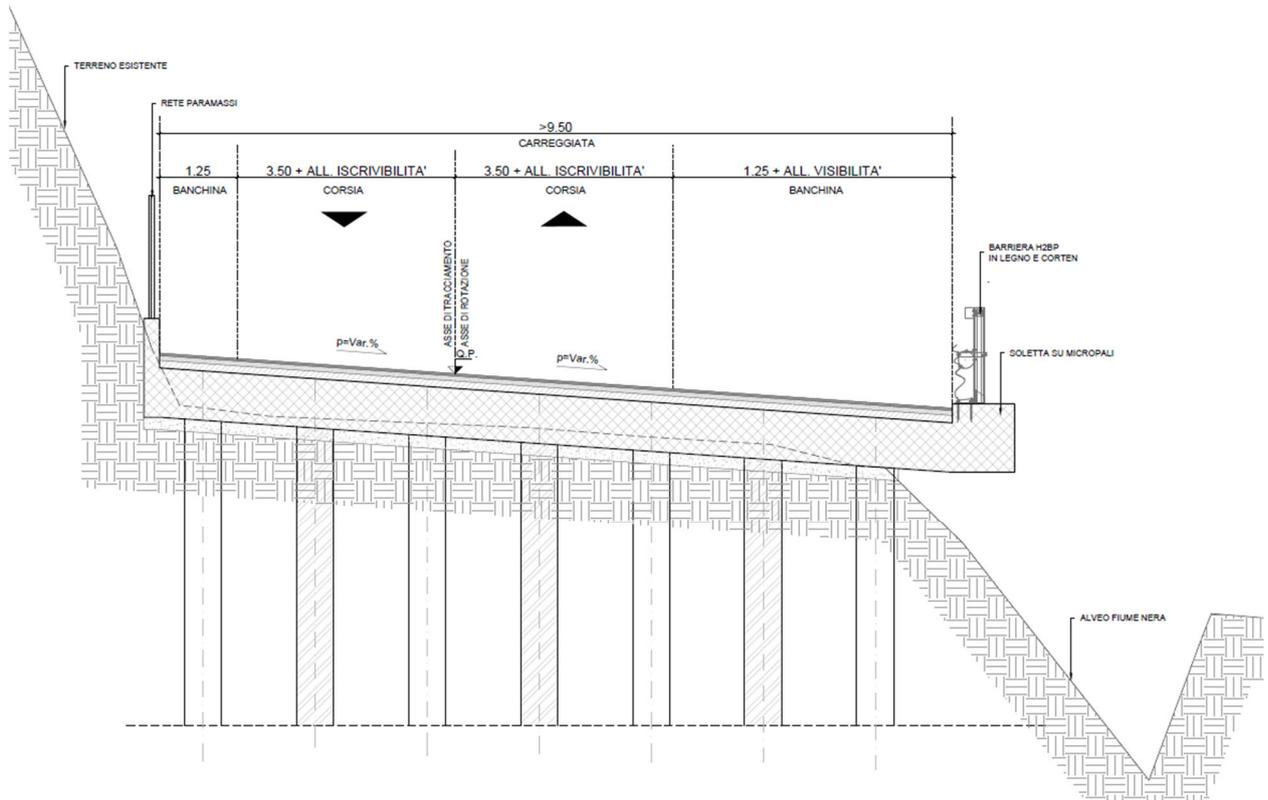


Figura 4.18 Sezione tipologica soletta a sbalzo

4.3.7.3 Paratie di pali

Lungo il margine sinistro della viabilità di progetto a causa della presenza del ripido versante montuoso si prevedono anche due paratie di pali:

- Paratia di pali in sx da pk 0+797.65 a pk 0+854.65 per uno sviluppo totale L = 85.00 m;
- Paratia di pali in sx da pk 2+537.03 a pk 0+2+606.52 per uno sviluppo totale L = 80.00 m.

4.3.7.4 Pareti chiodate

Queste pareti chiodate verranno utilizzate in alcuni tratti lungo il margine sinistro della viabilità per contenere la trincea stradale nei tratti il cui le formazioni geologiche sono di natura litoide:

- Parete chiodata in sx da pk 0+636.33 a pk 0+661.91 per uno sviluppo totale L = 25.00 m;
- Parete chiodata in sx da pk 0+723.64 a pk 0+738.19 per uno sviluppo totale L = 20.00 m;
- Parete chiodata in sx da pk 0+756.12 a pk 0+763.72 per uno sviluppo totale L = 10.00 m;
- Parete chiodata in sx da pk 2+156.45 a pk 2+207.46 per uno sviluppo totale L = 50.00 m;
- Parete chiodata in sx da pk 2+309.05 a pk 2+411.02 per uno sviluppo totale L = 100.00 m;
- Parete chiodata in sx da pk 2+812.12 a pk 2+940.57 per uno sviluppo totale L = 115.00 m;
- Parete chiodata in sx da pk 2+993.12 a pk 3+081.07 per uno sviluppo totale L = 90.00 m.

5 SINTESI DEGLI ASPETTI ANALIZZATI

5.1 COMPONENTI AMBIENTALI

5.1.1 Inquadramento territoriale e ambientale

L'area oggetto del progetto intaccherà in parte il sedime del tracciato dell'ex ferrovia Spoleto Norcia. Il survey non ha prodotto risultati significativi per la mancanza di visibilità del suolo per la presenza di vegetazione e per la presenza di aree inaccessibili, recintate. Il sopralluogo non ha dunque consentito di trarre informazioni ulteriori rispetto a quanto dedotto dall'analisi d'archivio, dei siti noti e della cartografia storica. Dalla tavola dei siti archeologici noti si evince la presenza di 3 siti archeologici nelle vicinanze a circa 700 m dalle aree d'intervento e precisamente il sito n.2,3 e il sito n. 4.

Si tratta di materiali di reimpiego presenti nella Chiesa di Santa Maria Assunta a Borgo Cerreto (una base di colonna e un labrum) e di una necropoli in località Ponte sempre a Borgo Cerreto. Mentre nel comune di Vallo di Nera vi sono i resti di un insediamento d'altura preromano dove è stata rinvenuta anche una cisterna per la conservazione dei cereali. Pertanto si può affermare al momento, in base ai soli dati raccolti da bibliografia, dallo studio sulla documentazione aerofotografica e cartografica, dalla morfologia del terreno e dalle risultanze della ricognizione, un rischio basso.

5.1.2 Inquadramento Archeologico

Appare evidente come in realtà la val di Narco, almeno per tutta l'età protostorica e probabilmente anche per tutta quella romana, non ebbe un ruolo di direttrice di penetrazione principale così come il suo popolamento non fu uniforme. In effetti, se si guarda ai principali rinvenimenti archeologici di età preromana e romana, ci si accorge come si distribuiscano in stretta connessione con le aree in cui la valle del Nera interseca altri assi viari, come nei casi di Scheggino-S. Anatolia, Vallo di Nera, Ponte e Triponzo. È dunque probabile che la viabilità di fondovalle, seppure esistente, dovette avere una frequentazione disomogenea, sicuramente più intensa nei tratti che consentivano i collegamenti tra l'area settentrionale (p.es. la piana di Colfiorito) e quella sud-orientale (Norcia, Cascia, Monteleone), mentre è assai probabile che nel tratto di fondovalle tra Piedipaterno e Ponte non esistesse alcun tipo di strada a causa delle condizioni estremamente disagiate della vallata (abbiamo già visto come la via Nursina seguisse un percorso a mezzacosta tra Geppa e Macchia per poi ridiscendere a Cerreto di Spoleto).

Per quanto riguarda invece il tratto iniziale (Terni-S. Anatolia di Narco) e quello terminale (Triponzo-Visso) della val di Narco, possiamo ipotizzare che nel primo caso la strada, almeno per quel che concerne l'età preromana, superata la stretta della Marmore attraverso il percorso Terni-S. Liberatore-Collestatte-Caprarecce, proseguisse risalendo il corso del fiume Nera non più, come accade oggi con la s.s. 209, lungo la sponda destra ma lungo quella sinistra del fiume, costeggiando

Relazione Illustrativa e Tecnica

gli specchi lacustri di Castel di Lago e Ferentillo (tutti i maggiori centri medievali si trovano in effetti lungo questa sponda). Per il tratto terminale è invece assai probabile che la viabilità moderna ricalchi quella antica, la quale riusciva probabilmente anche ad attraversare le Gole della Valnerina presso Visso grazie agli accumuli detritici disposti lungo la sponda destra del fiume. Viabilità La via Nursina, ricordata in un passo di Svetonio (lo stesso in cui si fa menzione della villa di Vespasia posta a sei miglia da Norcia), congiunge la città di Spoleto a Norcia attraversando la Valle del Nera all'altezza di Triponzo. La viabilità antica solo in parte è stata ricalcata da quella moderna e ciò accade nel tratto iniziale Spoleto-Grotti (un tempo strada trafficatissima, oggi decaduta al rango di viabilità secondaria a causa dell'apertura del traforo Eggi-S. Anatolia di Narco) e in quello terminale Serravalle-Norcia. L'itinerario toccava le seguenti località: Spoleto-F.ca di Cerro-Grotti-Geppa-Meggiano-Macchia-Cerreto di Spoleto-Triponzo-Nortosce-F.ca Vespia-Serravalle-Norcia.

È questo un percorso che, nel tratto compreso tra Geppa e Serravalle, non ha mancato di sollevare numerosi dubbi e discussioni tra gli studiosi che se ne sono occupati. All'altezza di Geppa si diparte invece il diverticolo che, sceso a fondovalle all'altezza di Piedipaterno e attraversato il fiume Nera all'altezza di Castel S. Felice (o forse di Vallo di Nera), giungeva a S. Anatolia di Narco da cui, risalendo lungo il fianco Sudovest del M. Coscerno e toccando i centri di Caso e Gavelli, giungeva in breve tempo fino a Monteleone di Spoleto. Un secondo diverticolo è inoltre da identificarsi con la strada di fondovalle che, partendo da Sant'Anatolia, discendeva verso la parte meridionale della Valle del fiume Nera attraverso gli attuali abitati di Scheggino e Ferentillo. Per quanto concerne l'area oggetto della presente relazione, pur in mancanza di studi specifici, appare piuttosto probabile ipotizzare che tale asse viario si snodasse lungo il versante sinistro del Nera congiungendo i due centri medievali di Sant'Anatolia e Scheggino, entrambi ubicati su questo versante della valle. Non è chiaro, infine, se da Scheggino si staccasse un ulteriore diverticolo il quale, risalendo il tratto inferiore della Val Casana, andava a ricongiungersi all'altezza del piccolo abitato di Caso al diverticolo Sant'Anatolia – Monteleone di Spoleto. Nel Medioevo la Via Nursina, come altre strade di montagna, cessò in molti tratti di essere strada carrozzabile per diventare mulattiera, strada più pratica ed economica.

5.2 GEOLOGIA

5.2.1 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico il territorio in cui è collocato il tracciato stradale oggetto di intervento è rappresentato da unità geologiche riferibili alla porzione superiore della successione del bacino umbro-marchigiano, successione stratigrafica marina di età mesozoica e terziaria che caratterizza l'intero settore meridionale dell'Appennino umbro-marchigiano. In particolare nell'area di progetto affiorano sedimenti pelagici, con caratteristiche omogenee, depositi dal Giurassico superiore al Paleogene, piegati e sollevati durante la formazione della catena appenninica. Dal più recente al più antico in successione: Scaglia Variegata, Scaglia Rossa, Scaglia Bianca, Marne a Fucoidi, Maiolica, con età dal Tortoniano inferiore - Aptiano inferiore all' Eocene medio - Eocene superiore. Posti in discordanza sui depositi marini sono presenti facies continentali pleistocenici, costituiti da depositi di frana, coltri Eluvio-Colluviali, detriti di falda, depositi alluvionali recenti e attuali, travertini.

A partire dal Miocene medio avviene l'evoluzione e la strutturazione della catena umbro-marchigiana, partendo dai settori più interni, migrando successivamente verso E, fino all'avampaese Adriatico. Dapprima esplicitata attraverso fasi compressive con formazione di pieghe anticlinali e sinclinali, sovrascorrimenti e faglie trascorrenti e traspressive; successivamente si attua una tettonica di tipo estensionale tramite faglie dirette orientate NE-SW che dislocano la sinclinale della Valnerina in tutta la porzione centro-settentrionale, dove sono presenti anche faglie trascorrenti di limitata estensione. Si osserva la formazione di bacini intermontani delimitati dalle linee tettoniche che formano delle geometrie "half-graben", spesso sede di importanti terremoti.

5.2.2 Inquadramento geomorfologico

L'assetto geomorfologico dell'area deriva dall'intensa attività tettonica, che ha fortemente condizionato la geometria dei versanti montuosi e condizionato lo sviluppo dei processi di erosione, subordinati alla natura dei litotipi affioranti ed al differente grado di alterazione e fratturazione presente, unitamente alla presenza delle lineazioni tettoniche, che hanno condizionato anche la distribuzione dell'idrografia superficiale. Il tracciato stradale in oggetto si trova nella porzione mediana della Valnerina, attraversata dal Fiume Nera che scorre con andamento generale da NNE verso SSW. In questo tratto la valle risulta profondamente incisa. Lungo la valle, nel tratto d'interesse, sono presenti numerosi impluvi e torrenti con andamento circa perpendicolare al corso del fiume Nera, allineati conformemente alle numerose faglie dirette e trascorrenti con andamento circa NO-SE o NNW-SSE.

I torrenti e gli impluvi presentano, nella loro porzione di raccordo alla piana alluvionale, sviluppati conoidi alluvionali e con di detrito, che in parte occupano anche l'area di piana. I rilievi che delimitano l'attuale tracciato bordano la valle con quote massime tra i 700-950 m s.l.m. e

presentano versanti con pendenze elevate e caratterizzati dalla presenza di diffuse coperture detritiche e di numerosi fenomeni gravitativi.

Dalla consultazione delle cartografie a piccola scala del Piano di Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale (ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere) e Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi d’Italia di Ispra-SNPA), relativamente all’assetto idrogeologico per il rischio frane, nell’area di intervento si individuano numerosi e differenti fenomeni.

5.2.3 Inquadramento idrogeologico

Lo studio idrogeologico realizzato per la presente fase di progettazione, fornisce una ricostruzione preliminare dello scenario idrogeologico lungo il tracciato di progetto, permettendo la definizione delle caratteristiche idrogeologiche dell’area. Nell’area d’interesse progettuale affiora una porzione della tipica serie umbro-marchigiana, costituita da una successione sedimentaria sottilmente stratificata di ambiente pelagico, a sua volta deformata dalle fasi tettoniche successive che hanno portato all’attuale assetto strutturale, complesso ed articolato.

Queste fasi tettoniche hanno apportato elementi strutturali al territorio che giocano un ruolo idrogeologico determinante nell’assetto idro-strutturale ed in particolare nella delimitazione dei grandi acquiferi regionali, nella circolazione delle acque sotterranee, che si sviluppa sia secondo direttrici parallele ai più importanti elementi strutturali sia trasversalmente al loro asse.

I rapporti stratigrafici e le caratteristiche strutturali del dominio umbro-marchigiano hanno dato origine ad un assetto idrogeologico regionale caratterizzato dall'esistenza di acquiferi separati, variamente articolati e con possibili reciproche interconnessioni idrauliche locali.

Sulla base dei dati geologico-strutturali, bibliografici e idrogeologici è stato possibile definire cinque complessi idrogeologici, distinti sulla base delle diverse caratteristiche litologiche delle formazioni, delle differenti caratteristiche di permeabilità, in base al tipo di circolazione idrica che li caratterizza, sia per confronto con gli altri complessi adiacenti. I complessi sono descritti seguendo uno schema basato sull’assetto geologico e litologico dell’area in esame.

L’area in esame risulta infatti caratterizzata da formazioni che presentano condizioni di permeabilità differenti, sia in relazione alla varietà dei termini costituenti la successione stratigrafica, sia alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all’interno delle singole unità che compongono tale successione.

Le ben note formazioni della successione umbro-marchigiana, intensamente corrugate dall’orogenesi appenninica, ed i “terreni” quaternari, riscontrati lungo il tracciato sono stati raggruppati nei diversi complessi idrogeologici descritti nel seguito:

- Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali, travertinosi e gravitativi (CI-AG)

Questo complesso comprende i depositi alluvionali torrentizi, di conoide, di debris flow, i depositi di versante e dei travertini. Caratterizzato da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi permeabili, con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose. L'acquifero principale è sempre in collegamento con l'asta fluviale e la sua ricarica può avvenire dalla superficie o da contributi sotterranei provenienti dagli acquiferi calcarei adiacenti. La permeabilità di questo complesso è di tipo primario per porosità. Per questo complesso, in assenza di prove specifiche ed in via preliminare, sulla scorta di conoscenze bibliografiche pregresse sviluppate dall'analisi di litologie simili ricadenti in contesti geologici analoghi, si stima un coefficiente di permeabilità k variabile tra 10^{-5} e 10^{-3} m/s.

- Complesso idrogeologico a prevalente componente calcareo marnosa (CI-CM)

Il complesso è costituito da marne, marne argillose, marne calcaree per uno spessore variabile tra 80 e 100 m circa. Il complesso è caratterizzato da permeabilità di tipo misto primaria (per porosità) e secondaria (per fratturazione). Per questo complesso, in assenza di prove specifiche ed in via preliminare, sulla scorta di conoscenze bibliografiche pregresse sviluppate dall'analisi di litologie simili ricadenti in contesti geologici analoghi, si stima un coefficiente di permeabilità k variabile tra 10^{-9} e 10^{-6} m/s.

- Complesso idrogeologico a prevalente componente calcarea - scaglia (CI-C)

Il complesso è costituito da formazioni per lo più calcaree della Scaglia Rossa e bianca (spessore 140 m circa) ed è delimitato al tetto dal Complesso acquiclude della Scaglia Variegata e al letto da quello delle Marne a Fucoidi. Il complesso è quindi costituito da calcari micritici alternati a interstrati pelitici molto sottili, calcari marnosi e marne e da calcilutiti a stratificazione medio sottile (10-40 cm) Il complesso acquifero è caratterizzato da valori di permeabilità secondaria bassa derivanti dalla fratturazione pervasiva e da localizzati fenomeni di carsismo più frequenti nelle formazioni a maggior contenuto calcareo (Scaglia Rossa). Per questo complesso, in assenza di prove specifiche ed in via preliminare, sulla scorta di conoscenze bibliografiche pregresse sviluppate dall'analisi di litologie simili ricadenti in contesti geologici analoghi, si stima un coefficiente di permeabilità k variabile tra 10^{-7} e 10^{-6} m/s.

- Complesso idrogeologico delle marne a fucoidi (acquiclude) (CI-MF)

Si tratta di un livello acquiclude a scala regionale (data la sua continuità stratigrafica), costituito da alternanze di strati sottili di marne, marne argillose calcaree e calcari marnosi costituenti la formazione delle marne a fucoidi; solamente la porzione superiore del litotipo è più francamente calcarea. Tale formazione rappresenta il livello di separazione fra il complesso acquifero della Scaglia (CI-C) e il sottostante acquifero della Maiolica (CI-M).

La permeabilità, da bassa a molto bassa, è di tipo sia primario per porosità sia secondario essenzialmente per fratturazione.

Per questo complesso, in assenza di prove specifiche ed in via preliminare, sulla scorta di conoscenze bibliografiche pregresse sviluppate dall'analisi di litologie simili ricadenti in contesti geologici analoghi, si stima un coefficiente di permeabilità k variabile tra 10^{-9} e 10^{-6} m/s.

La potenza di questo complesso nell'area studiata è ridotta, circa 50 m.

- Complesso idrogeologico della maiolica (CI-M)

Questo complesso idrogeologico, sede di un acquifero profondo, comprende la formazione della maiolica, rappresentata da rocce calcaree, nello specifico calcari micritici a grana fine, organizzati in strati regolari di ridotto spessore (da 10 a 50 cm), con presenza locale di sottili interstrati argillosi.

Questo complesso, caratterizzato da permeabilità da bassa a media, può ospitare un acquifero indipendente o può trovarsi in continuità idraulica con i sottostanti acquiferi, riferibili alle formazioni non affioranti nell'area (acquifero di base della formazione calcare massiccio). Questo complesso risulta delimitato a tetto dall'aquiclud delle marne a fucoidi (CI-MF). La permeabilità, di tipo secondario, sia per fratturazione sia per locali fenomeni di dissoluzione carsica, è variabile in funzione del grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, della persistenza del sistema di fratture e dell'apertura e riempimenti dei giunti o da locali fenomeni di dissoluzione delle componenti carbonatiche. Per questo complesso, in assenza di prove specifiche ed in via preliminare, sulla scorta di conoscenze bibliografiche pregresse sviluppate dall'analisi di litologie simili ricadenti in contesti geologici analoghi, si stima un coefficiente di permeabilità k variabile tra 10^{-7} e 10^{-5} m/s. La potenza di questo complesso, nell'area studiata, può raggiungere i 130 m di potenza.

5.2.4 Modello geologico in asse al tracciato

Attraverso l'osservazione sul terreno è stato possibile riconoscere, distinguere e cartografare le diverse unità geologiche e stimare gli spessori indicativi delle tratte che attraversano i conoidi detritici, i detriti di falda e gli affioramenti alluvionali.

L'area interessata dal tracciato in progetto è caratterizzata da un substrato roccioso affiorante riferibile all'unità della Scaglia Rossa (SAA). Questa unità risulta costituita da calcari micritici di colore variabile da rosa a biancastri, spesso intercalati ad interstrati pelitici sottili; a luoghi, all'interno dell'unità si riconoscono bancate di calcari marnosi e marne di colore rosso-rosa, caratterizzate dalla presenza di noduli di selce o liste. Nel complesso gli strati hanno potenza media di circa 30-40 cm, con stratificazione ben evidente e marcata e si presentano fittamente piegati e tettonizzati. Il substrato, in diffusi tratti del tracciato, è mascherato da fasce detritiche di vario ordine e grado e da corpi di frana distribuite lungo i versanti orientali di alcuni rilievi appartenenti al massiccio del Monte Galene, verso la valle del Fiume Nera.

Sono riscontrabili faglie dirette e affioramenti di pieghe, localizzate prevalentemente nella Scaglia Rossa con formazione di fasce detritiche spesso sede di dissesti gravitativi. In alcuni tratti

di versante le scarpate rocciose del versante sono state consolidate mediante interventi attivi, quali reti e funi chiodate, al fine della protezione dal possibile distacco di cunei litoidi anche di grosse dimensioni. Ai fini della definizione dell'assetto geostrutturale degli ammassi e la raccolta delle necessarie informazioni geomeccaniche sono state realizzate, su affioramenti rocciosi rinvenuti nell'intorno del tracciato in progetto, n. 11 stazioni strutturali di dettaglio finalizzate alla classificazione geomeccanica degli ammassi, eseguite con sistematicità su tutte le famiglie di fratture.

5.2.5 Lineamenti generali di modellazione sismica

La sismicità storica dell'Appennino Umbro Marchigiano è diretta conseguenza della disposizione di zone sismogenetiche ed alle loro caratteristiche geologico-strutturali, ma anche agli effetti di sito. Nell'area di progetto risulta di livello molto alto sia in termini di intensità che di frequenza dei terremoti, ricadendo il tracciato di progetto nei territori comunali di Vallo di Nera e Cerreto di Spoleto. Dalla distribuzione delle sorgenti sismogenetiche si evince una 'clusterizzazione' lungo l'asse della catena ('direzione appenninica'), in diversi sistemi che hanno prevalente direzione NNW-SSE. Il riferimento ufficiale è il DISS (*Database of Individual Seismogenetic Sources*) ovvero una banca dati continuamente aggiornata, a cura dell'INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia), nel quale vengono suddivise: 'sorgente sismogenetica individuale', 'sorgente sismogenetica composita' e 'sorgente sismogenetica dibattuta'. Sempre a cura del medesimo Ente, dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) è consultabile la storia sismica dei comuni di Vallo di Nera e Cerreto di Spoleto con eventi a partire dall'anno 1000. I dati evidenziano i risentimenti MCS la cui massima intensità è riferibile agli eventi della Valnerina del 1328, 1703 e del 1979 in occasione delle quali è stata stimata una intensità che oscilla tra il VII e il IX grado MCS che, come noto, ha comportato gravi danni di tipo strutturale agli edifici. Da evidenziare anche gli eventi sismici recenti che hanno colpito il centro Italia negli anni 2016 e 2017 con epicentri situati fra l'alta valle del Tronto, i Monti Sibillini, i Monti della Laga e i monti dell'Alto Aterno con una magnitudo massima di 6,5 raggiunta dalla scossa del 30 ottobre 2016 e associati notevoli effetti risentiti nei territori dei due comuni oggetto del presente studio. Inoltre sulla base dei dati registrati nel Catalogo dei Terremoti a partire dall'inizio secolo scorso sono disponibili informazioni sulla zonazione sismogenetica, studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo (microzonazione sismica) e dalle valutazioni di a_{max} (accelerazione massima attesa), con determinati tempi di ritorno. L'IAEA (Agenzia internazionale per l'energia nucleare) ha introdotto nel 1991 la definizione di "faglia capace", e in base al reale stato delle conoscenze si parla di "segmenti" capaci. In aggiunta esiste un database denominato ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), a cura dell'ISPRA che fornisce lo stato delle conoscenze sulla distribuzione nel territorio nazionale della presenza di faglie attive superficiali, con dati quali giacitura, geometria, cinematica, terremoti associati e tasso di deformazione medio, e una cartografia di dettaglio gestita in ambiente webGIS.

5.3 IDROLOGIA E IDRAULICA

5.3.1 Analisi delle interferenze idrauliche

Il tracciato in oggetto della SS685 si sviluppa seguendo il corso del fiume Nera per l'intero tratto di intervento. Inoltre, il tracciato interferisce con alcuni fossi e corsi d'acqua, nella totalità a regime torrentizio, affluenti al fiume Nera stesso.

Per quanto riguarda le interferenze dell'infrastruttura con il fiume Nera, sono state analizzate le cartografie del PAI redatte dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

L'analisi ha permesso di individuare un'interferenza con l'infrastruttura tra le progressive di progetto 4+025 e 4+225, prevalentemente con la fascia C, alla quale corrisponde la piena cinquecentennale (pericolosità P1 – bassa probabilità di accadimento). Il resto dell'infrastruttura viene lambito dalle fasce di esondazione senza mai interferire.

Per risolvere le interferenze con il reticolo idrografico sono state inserite in progetto, delle opere di attraversamento idraulico, suddivise in opere maggiori e opere minori.

Le verifiche di compatibilità idraulica sono condotte nel rispetto delle NTC 2018, valutando il franco idraulico tra l'intradosso delle opere di attraversamento e il livello del tirante idrico per la portata con $Tr = 200$ anni.

5.3.2 Analisi idrologica

Lo studio idrologico è articolato nelle seguenti fasi:

- Analisi dei bacini idrografici interferenti con il tracciato di progetto finalizzata alla determinazione delle relative caratteristiche geomorfologiche (area del bacino, curva ipsografica, lunghezza e pendenza media dell'asta principale, quota massima, minima e media) e dei conseguenti tempi di corrivazione;

- Determinazione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica;
- Determinazione delle altezze di pioggia lorde per i bacini di interesse;
- Determinazione delle portate di progetto per tempi di ritorno di 25, 50, 100 e 200 anni.

I bacini idrografici sono individuati utilizzando la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

Per la stima dei deflussi lungo i corsi d'acqua oggetto dello studio si è proceduto alla delimitazione dei bacini imbriferi contribuenti ed al calcolo dei parametri fisici fondamentali:

A = superficie del bacino (km²)

L = lunghezza del percorso idraulico più lungo (km)

H_{max} = quota massima (m s.l.m.)

H_{min} = quota minima (m s.l.m.)

H_{med} = quota media (m s.l.m.)

Relazione Illustrativa e Tecnica

Hmaxasta = quota massima dell'asta fluviale (m s.l.m.)

imed= pendenza media dell'asta fluviale (%)

Dallo studio è stata riscontrata l'interferenza con 9 corpi idrici, sono quindi stati individuati 9 bacini idrografici principali (indicati con la lettera B) e 10 bacini idrografici secondari (indicati con la lettera S) che tengono conto della canalizzazione delle acque di versante verso le opere di attraversamento idraulico.

Sez. di chiusura	Bacini	L asta (m)	Area bacino (kmq)	l media asta (m/m)	H0 (m slm)	Hmax (m slm)	Hmedia (m slm)	Hmax asta (m slm)
1	S1	-	0.20	-	-	-	-	-
2	B1	835.0	0.28	0.56	350.0	900.0	625.0	815.0
3	B2	214.0	0.10	0.82	340.0	805.0	572.5	515.0
4	B3	300.0	0.07	0.67	340.0	730.0	535.0	540.0
5	S2	-	0.11	-	-	-	-	-
6	B4	643.0	0.66	0.51	345.0	935.0	640.0	670.0
7	S3	-	0.05	-	-	-	-	-
8	B5	2948.0	2.07	0.18	340.0	1010.0	675.0	870.0
9	S4	-	0.06	-	-	-	-	-
10	S5	-	0.04	-	-	-	-	-
11	S6	-	0.18	-	-	-	-	-
12	S7	-	0.08	-	-	-	-	-
13	B6	3022.0	1.86	0.16	360.0	1040.0	700.0	845.0
14	S8	-	0.08	-	-	-	-	-
15	B7	484.0	0.20	0.57	355.0	715.0	535.0	630.0
16	S9	-	0.06	-	-	-	-	-
17	S10	-	0.01	-	-	-	-	-
18	B8	490.0	0.12	0.52	365.0	712.0	538.5	620.0
19	B9	280.0	0.09	0.64	360.0	712.0	536.0	540.0

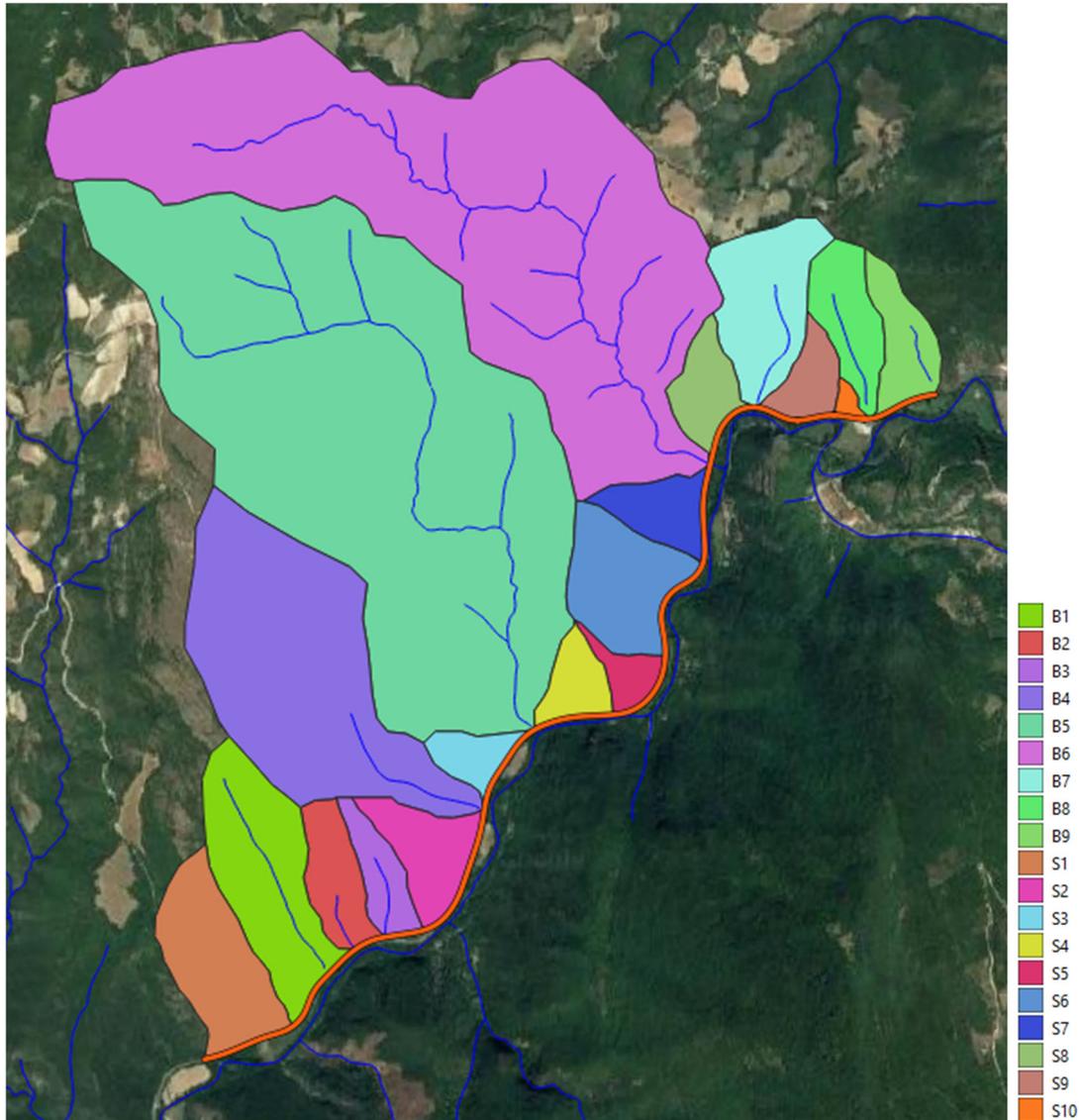


Figura 5-1 – Bacini interferenti con il tracciato di progetto

La definizione delle curve di possibilità pluviometrica relative al territorio di interesse per l'infrastruttura in progetto è eseguita attraverso la procedura regionalizzazione delle piogge intense elaborata per la Regione Umbria.

Nei successivi paragrafi sono riportati gli elementi utili alla definizione delle curve di possibilità climatica secondo ciascuno il metodo adottato, utilizzando una relazione monomia a due parametri del tipo:

$$h = a d n$$

- con h = altezza di precipitazione;
d = durata;
a, n = parametri caratteristici della curva.

Relazione Illustrativa e Tecnica

Tale relazione presenta l'inconveniente di fornire valori di intensità di pioggia tendenti all'infinito per le basse durate. A questa incongruenza si è ovviato considerando per a e n valori diversi per i vari campi di applicazione: un valore per l'intervallo 1-24 ore e un altro per durate inferiori all'ora.

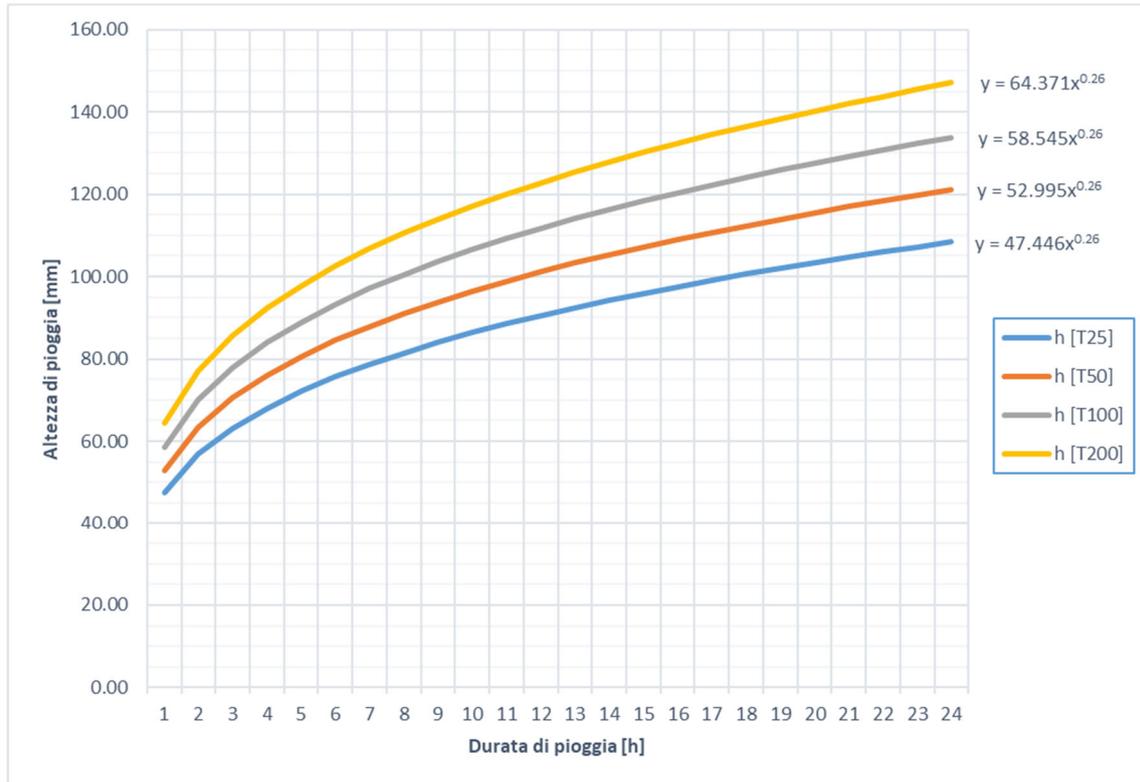


Figura 5-2 – Curve di possibilità pluviometrica

Il calcolo della portata al colmo deve essere determinato sulla base di una forma predefinita di idrogramma e quindi uguagliando l'apporto meteorico efficace al volume di deflusso.

Nel caso in esame i bacini studiati, che contribuiscono all'apporto della portata di progetto nei vari corpi idrici, hanno dimensioni notevolmente differenti ma caratteristiche morfologiche simili poiché si tratta di corsi d'acqua a regime torrentizio.

Relazione Illustrativa e Tecnica

Sez. di chiusura	Bacini	Area bacino (mq)	Tr = 200 anni			
			Rtot (mm)	Re (mm)	Cd	Qp (mc/s)
1	S1	201000	36.22	11.42	0.32	2.55
2	B1	278300	36.22	12.68	0.35	3.92
3	B2	98153	36.22	11.42	0.32	1.25
4	B3	71381	36.22	11.42	0.32	0.91
5	S2	113600	36.22	11.42	0.32	1.44
6	B4	660200	36.22	12.04	0.33	8.82
7	S3	52576	36.22	11.42	0.32	0.67
8	B5	2071000	43.89	17.42	0.40	26.11
9	S4	63355	36.22	11.42	0.32	0.80
10	S5	42723	36.22	11.42	0.32	0.54
11	S6	176300	36.22	11.42	0.32	2.24
12	S7	83154	36.22	11.42	0.32	1.06
13	B6	1859000	45.46	19.37	0.43	24.03
14	S8	80573	36.22	12.68	0.35	1.14
15	B7	196600	36.22	13.34	0.37	2.91
16	S9	61553	36.22	12.68	0.35	0.87
17	S10	10457	36.22	14.71	0.41	0.17
18	B8	118900	36.22	12.04	0.33	1.59
19	B9	87932	36.22	11.42	0.32	1.12

Figura 5-3 Portate di progetto per Tr = 200 anni

5.3.3 Idraulica di piattaforma

Gli schemi della rete di drenaggio e di smaltimento sono stati studiati in modo da consentire lo scarico a gravità delle acque verso i recapiti finali, costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e dal corso d'acqua naturale limitrofo al tracciato.

È prevista la realizzazione di un sistema di smaltimento di tipo aperto, dedicato allo smaltimento sia delle acque di versante che delle acque di piattaforma, che andrà a convogliare i deflussi idrici direttamente presso il recapito finale.

In merito al dimensionamento, una volta tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, è opportuno assumere dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio.

Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto dovrà essere quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni; per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

I criteri progettuali adottati sono stati i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;
- protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;
- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

5.3.3.1 Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nell'allontanamento delle acque di piattaforma mediante collettore in PEAD interrato al margine della carreggiata. La raccolta delle acque sarà realizzata mediante pozzetti con caditoia grigliata disposti ad interasse di 15 m.

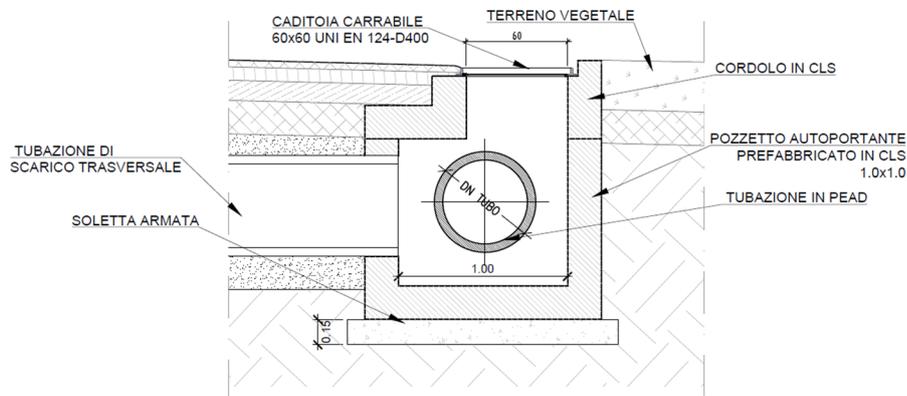


Figura 5-4 – Schema drenaggio in rilevato

5.3.3.2 Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza 1.0 m, con eventuale sottostante tubazione di collettamento in PEAD. Le acque raccolte dalla cunetta, saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse pari a 20 m, protette da griglie carrabili sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento. Per i particolari costruttivi dei pozzetti di raccolta si rimanda ai relativi allegati grafici. Nel caso in cui sia previsto un muro di controripa, verrà realizzata una canaletta a tergo del muro per la raccolta delle acque scolanti lungo la scarpata stessa.

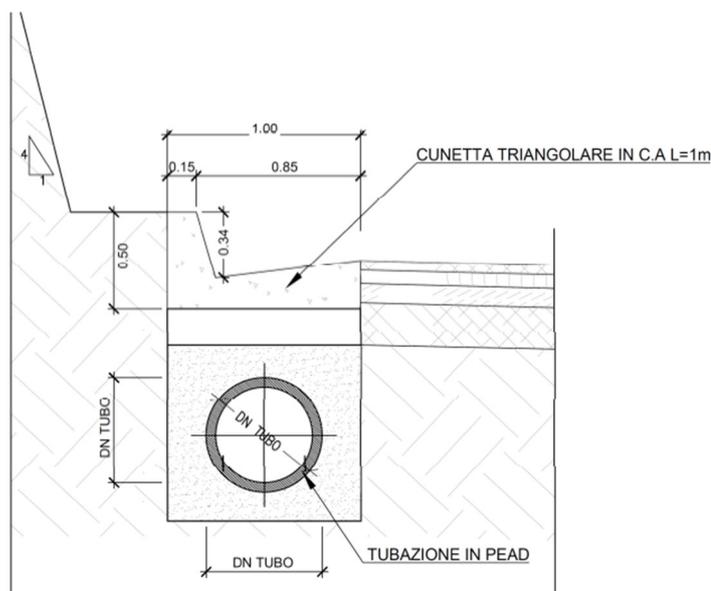


Figura 5-5 – Schema di drenaggio in trincea

5.3.3.3 Sezioni in corrispondenza dei muri di sostegno

In corrispondenza dei muri la raccolta delle acque di piattaforma sarà effettuata mediante collettore in PEAD interrato al margine della carreggiata. Il collettore riceverà le acque meteoriche mediante pozzetti con caditoia grigliata disposti ad interasse di 15m. Questo consente di recapitare in posizione opportuna senza in generale interferire con l'opera di sostegno di progetto.

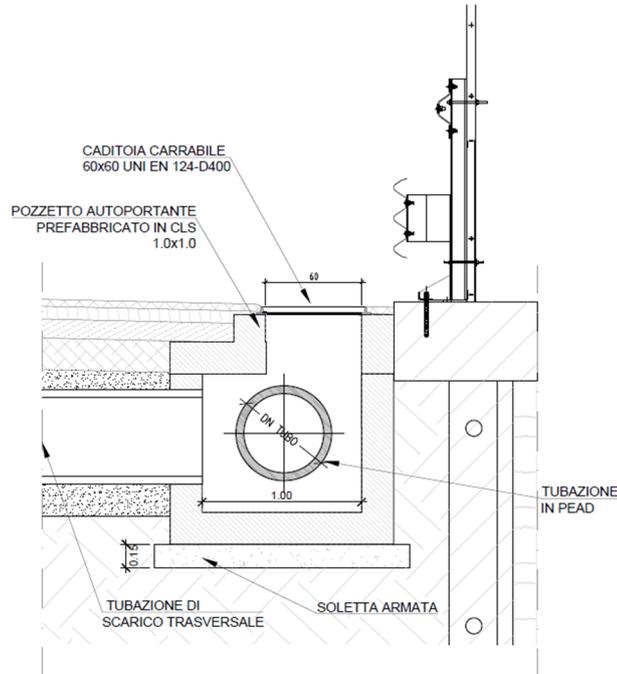


Figura 5-6 – Schema di drenaggio in corrispondenza dei muri di sostegno

5.3.3.4 Sezioni in galleria

La sezione tipo in galleria, pur non essendo soggetta ad afflusso diretto di acque meteoriche, prevede, comunque, l'esecuzione di cunette alla francese in cls di larghezza 1.0 m per collettare possibili sversamenti accidentali e la frazione di precipitazione che i veicoli provenienti dal tratto all'aperto trascinano con sé.

5.4 STUDIO GEOTECNICO E SISMICO

Per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche delle unità geotecniche interessate dalla realizzazione dell’opera si è fatto riferimento ai risultati della campagna di indagine svoltasi nel 2023. In particolare essa si compone di una accurata campagna di rilievo geomeccanico di superficie, con l’individuazione di 11 stazioni geomeccaniche, opportunamente ubicate rispetto alle principali opere esistenti, che permettono di fornire un quadro circa le caratteristiche meccaniche delle unità litoidi presenti.

In particolare, sulla base delle formazioni geologiche individuate lungo il tracciato e, in considerazione dell’interpretazione delle indagini e prove a disposizione, sono state definite le seguenti unità geotecniche interessanti il progetto in esame:

- **Unità geotecnica SAA:** formazione calcari marnosi rossi e grigio verdi in strati sottili (2-20 cm) alternati a marne e marne argillose rosse e grigio-verdi.
- **Unità geotecnica a3a:** detriti di falda;
- **Unità geotecnica all:** depositi alluvionali;

L’unità geotecnica **all** non interagisce significativamente con le opere in progetto e, pertanto, non sono state oggetto di caratterizzazione.

L’unità **SAA** è stata caratterizzata a partire dalle 11 stazioni geomeccaniche eseguite lungo il tracciato.

Dall’insieme dei dati al momento a disposizione, è stato ricavato il seguente modello geotecnico:

Tabella 1: Riepilogo caratteristiche meccaniche delle unità geotecniche.

Unità geotecnica	γ (kN/m^3)	σ_f [MPa]	GSI	m_i	E' [MPa]	ν
SAA	24 - 26	35 - 56	49 - 73	7 - 9	10000 - 18000	0.3-0.4

Per quanto riguarda gli aspetti sismici, la definizione della “pericolosità sismica di base” è avvenuta utilizzando il foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. I parametri di ingresso utili alla determinazione delle azioni sismiche, oltre alle coordinate di riferimento del sito, sono:

- Vita nominale V_N 50 anni
- Classe d’uso IV C_U 2
- Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U = 100$ anni

Si è proceduto quindi con l’individuazione delle coordinate del sito in gradi sessadecimali e nel sistema di riferimento ED50. Per la valutazione delle azioni sismiche sono state investigate 4 differenti coordinate appartenenti a parti del tracciato di progetto. Di seguito per i 4 stati limite

Relazione Illustrativa e Tecnica

sismici definiti dalla normativa, SLO, SLD, SLV, SLC, vengono forniti i parametri fondamentali a_g , F_0 , T^*C con riferimento ad uno dei 4 punti considerati, ubicato nei pressi dell'inizio del tracciato (maggiori dettagli su tutto il tracciato sono forniti nella relazione geotecnica).

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,108	2,359	0,282
SLD	101	0,136	2,323	0,289
SLV	949	0,314	2,376	0,341
SLC	1950	0,395	2,395	0,353

Figura 5-7: Parametri sismici fondamentali.

5.5 STUDIO DEL TRAFFICO ED ANALISI COSTI BENEFICI

In assenza di variazioni significative di tracciato e di cambiamenti nell’assetto di rete si ha un impatto trascurabile in termini di variazione della domanda tra situazione di progetto e situazione senza progetto, dato che non si possono ipotizzare impatti a livello di rete e/o di generazione di domanda aggiuntiva. In considerazione di quanto sopra, lo studio del traffico si limita ad una previsione del tasso di crescita sulla base di stime macroeconomiche e l’analisi costi/benefici si focalizza sui benefici in termini di tempo e di minore incidentalità. Gli altri aspetti, quali ad esempio quelli ambientali, sono comunque trattati per valutare comunque il loro impatto in termini socio-economici.

La previsione della domanda di traffico è quindi partita dall’analisi della domanda esistente sulla S.S. 685, dallo studio dei trend recenti ed è arrivata all’elaborazione di un modello di previsione esteso fino al 2052 (30 anni a partire dall’anno corrente 2023) basato su possibili scenari di sviluppo del PIL. La crescita della domanda di traffico è esposta nella tabella seguente.

Anno	ΔPIL nazionale	Δtraffico	Leggeri (Veic/giorno)	Pesanti (Veic/giorno)	Totale (Veic/giorno)	Anno	ΔPIL nazionale	Δtraffico	Leggeri (Veic/giorno)	Pesanti (Veic/giorno)	Totale (Veic/giorno)
2023	1,67%	2,01%	3048	120	3168	2038	0,73%	0,88%	3508	138	3646
2024	0,96%	1,15%	3083	121	3205	2039	0,74%	0,89%	3539	139	3678
2025	0,81%	0,97%	3113	123	3236	2040	0,76%	0,92%	3571	141	3712
2026	0,80%	0,96%	3143	124	3267	2041	0,79%	0,95%	3605	142	3747
2027	0,81%	0,98%	3174	125	3298	2042	0,82%	0,98%	3641	143	3784
2028	0,83%	0,99%	3205	126	3331	2043	0,85%	1,02%	3678	145	3823
2029	0,82%	0,98%	3237	127	3364	2044	0,89%	1,07%	3717	146	3864
2030	0,80%	0,96%	3268	129	3396	2045	0,93%	1,11%	3759	148	3907
2031	0,78%	0,94%	3299	130	3428	2046	0,97%	1,16%	3802	150	3952
2032	0,76%	0,92%	3329	131	3460	2047	1,01%	1,21%	3848	152	4000
2033	0,75%	0,90%	3359	132	3491	2048	1,04%	1,25%	3897	153	4050
2034	0,73%	0,88%	3388	133	3522	2049	1,08%	1,30%	3947	155	4103
2035	0,72%	0,87%	3418	135	3552	2050	1,12%	1,34%	4000	158	4158
2036	0,72%	0,87%	3447	136	3583	2051	1,16%	1,39%	4056	160	4215
2037	0,72%	0,87%	3477	137	3614	2052	1,19%	1,43%	4114	162	4276

Tabella 5-2 Crescita della domanda di traffico sulla S.S. 685 fino all’anno 2052 (Fonte: elaborazione da dati ANAS e OCSE)

Relazione Illustrativa e Tecnica

Come è possibile vedere dalla tabella precedente, in base alle ipotesi fatte sul tasso di crescita del PIL e sull'elasticità della domanda ipotizzata pari a 1,2 si avrebbe un periodo abbastanza lungo di crescita del traffico di poco inferiore all'1% annuo (dal 2025 al 2046 inclusi, colonne "Δtraffico"). Si intravede quindi un periodo di crescita costante ma non eccessivamente marcata.

I risultati dell'analisi costi benefici economica (sviluppata con un tasso di sconto pari al 3% seguendo le indicazioni ministeriali e su un orizzonte temporale di 30 anni a partire dal 2023) sono i seguenti:

- | | |
|------------------------------------|-----------|
| • TRI economico | 3,30% |
| • VAN economico (EUR x 1000) | 1.381,52 |
| • Σbenefici scontati (milioni EUR) | 30826,57 |
| • Σcosti scontati (milioni EUR) | -29445,05 |
| • B/C | 1,05 |

Il risultato è condizionato dal fatto che, trattandosi di un intervento su un'estesa di poco superiore ai 4 km di una strada relativamente poco trafficata si hanno valori non rilevanti nel momento in cui si vanno a monetizzare gli impatti in termini di tempo di viaggio e di effetti sull'ambiente. Il B/C pari a 1,05 è comunque un rapporto benefici/costi superiore, seppure di poco, ad a 1, quindi si ha sicuramente la fattibilità economica dell'investimento.

5.6 CANTIERIZZAZIONE

Il sistema di cantierizzazione delle opere di progetto individua e caratterizza i cantieri principali (base e operativi) ed i cantieri secondari (aree tecniche ed aree di stoccaggio), prevede l'utilizzo principalmente della viabilità esistente e fornisce alcune indicazioni sugli aspetti riguardanti la gestione idrica (fornitura e scarico) ed energetica nei cantieri, la gestione dei rifiuti ed il ripristino delle aree di cantiere.

I criteri di tipizzazione e localizzazione dei cantieri sono dettati da esigenze di tipo operativo, opportunamente calate nel contesto ambientale di intervento, in termini di: accessibilità ai siti, grado di antropizzazione del territorio, tutela paesaggistica, ecc.

L'individuazione delle aree da adibire a cantiere è stata eseguita prendendo in considerazione i seguenti fattori:

- caratteristiche e ubicazione delle opere da realizzare;
- agevole accessibilità dalla rete viaria principale;
- esistenza di una viabilità di collegamento fra le diverse aree di lavoro;
- lavorazioni in sito e stoccaggio temporaneo dei materiali di risulta;
- funzioni e strutture necessarie al normale svolgimento delle attività di cantiere e all'accoglimento del personale;
- impatti ambientali;
- la tipologia e gli aspetti logistici delle aree di cantiere;
- le modalità costruttive degli interventi ed i mezzi d'opera necessari;
- gli aspetti relativi all'approvvigionamento dei materiali;
- l'impatto delle lavorazioni nella fase di cantiere;
- aspetti archeologici del territorio.

5.6.1 Cantieri principali

Per lo sviluppo delle attività lavorative sono state individuate un numero di aree di cantiere proporzionale alla lunghezza del tracciato e di conseguenza alla quantità di opere da realizzare per la costruzione dell'infrastruttura. Sarà previsto quindi l'allestimento di aree per lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere che comprendono in generale:

- **Cantieri Base:** ospitano box prefabbricati e le attrezzature necessarie per il controllo, la direzione dei lavori e tutte le strutture per le maestranze ed il personale di cantiere (servizi igienici, parcheggi dei mezzi). Inoltre le aree dovranno prevedere aree operative e di stoccaggio dei materiali da costruzione e delle terre di scavo. La loro ubicazione è prevista prevalentemente nelle vicinanze di aree antropizzate e a ridosso alle viabilità principali per facilitarne il raggiungimento.

Relazione Illustrativa e Tecnica

- **Cantieri Operativi:** sono aree fisse di cantiere distribuite lungo il tracciato che svolgono la funzione di cantiere-appoggio per tratti d’opera su cui realizzare più manufatti. Al loro interno saranno previste aree logistiche, aree per lo stoccaggio dei materiali da costruzione e di stoccaggio temporaneo delle terre di scavo. Oltre alle normali dotazioni di cantiere, alcune aree saranno dotate di un eventuale impianto di frantumazione.
- **Aree tecniche:** sono le aree in corrispondenza delle opere d’arte che devono essere realizzate, data la loro dimensione e ubicazione, tali cantieri ospiteranno le dotazioni minime di cantiere oltre che aree di stoccaggio materiali da costruzione. Data la loro tipologia e il loro carattere di aree mobili, le aree tecniche si modificheranno e sposteranno parallelamente alla costruzione dell’opera a cui si riferiscono. Principalmente tali aree saranno ubicate nei pressi delle opere d’arte e in avanzamento con la realizzazione del rilevato stradale.
- **Aree di stoccaggio:** non contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo.

Nella tabella seguente si riporta la composizione dei cantieri previsti per il tracciato:

LATO	NOME	PK	COMUNE	SUPERFICIE (mq)	DESCRIZIONE
Valle	AT 1	0+225	Vallo di Nera	200	Area Tecnica 1
Valle	AO 1	0+240	Vallo di Nera	200	Cantiere Operativo 1
Valle	AT 2	0+880	Vallo di Nera	655	Area Tecnica 2
Valle	AT 3	0+975	Vallo di Nera	200	Area Tecnica 3
Valle	AT 4	1+425	Ceretto di Spoleto	200	Area Tecnica 4
Valle	AT 5	1+680	Ceretto di Spoleto	300	Area Tecnica 5
Valle	AO 2	1+700	Ceretto di Spoleto	300	Cantiere Operativo 2
Valle	AT 6	1+850	Ceretto di Spoleto	180	Area Tecnica 6
Monte	AT 7	2+350	Ceretto di Spoleto	160	Area Tecnica 7
Valle	AT 8	2+560	Ceretto di Spoleto	260	Area Tecnica 8
Valle	AO 3	2+750	Ceretto di Spoleto	260	Cantiere Operativo 3
Valle	AT 9	2+850	Ceretto di Spoleto	80	Area Tecnica 9
Valle	AT 10	3+040	Ceretto di Spoleto	40	Area Tecnica 10
Monte	AT 11	3+240	Ceretto di Spoleto	95	Area Tecnica 11
Valle	AT 12	3+975	Ceretto di Spoleto	500	Area Tecnica 12

Figura 2 – Elenco aree di cantiere alternativa selezionata

Per maggiori dettagli circa l’ubicazione di tali aree, si rimanda agli elaborati specifici TOOCA00CANPP01-02 - Planimetria aree di cantiere e viabilità di servizio – Alternativa selezionata.

Per far fronte alla gestione del materiale di **scavo e demolizione della piattaforma stradale esistente e delle opere a margine**, sono state considerate delle aree dedicate, ubicate il più vicino possibile alle aree di scavo o in prossimità dei cantieri operativi. In tal modo sarà possibile gestire tali materiali internamente al cantiere, incidendo meno sulle viabilità locali principali durante tutte le fasi del lavoro.

Il volume di stoccaggio stimato totale è di circa 10000 mc.

LATO	NOME	PK	COMUNE	SUPERFICIE (mq)	DESCRIZIONE
Valle	AS 1	0+260	Vallo di Nera	500	Area Stoccaggio 1
Valle	AS 2	0+850	Vallo di Nera	345	Area Stoccaggio 2
Valle	AS 3	1+740	Ceretto di Spoleto	1000	Area Stoccaggio 3
Monte	AS 4	1+800	Ceretto di Spoleto	230	Area Stoccaggio 4
Valle	AS 5	2+300	Ceretto di Spoleto	290	Area Stoccaggio 5
Valle	AS 6	2+580	Ceretto di Spoleto	225	Area Stoccaggio 6
Valle	AS 7	2+830	Ceretto di Spoleto	190	Area Stoccaggio 7
Valle	AS 8	3+030	Ceretto di Spoleto	85	Area Stoccaggio 8
Valle	AS 9	3+225	Ceretto di Spoleto	245	Area Stoccaggio 9
Monte	AS10	4+060	Ceretto di Spoleto	355	Area Stoccaggio 10
Valle	AS (C.B.)	4+190	Ceretto di Spoleto	450	Area Stoccaggio (C.B.)

Figura 3 – Elenco aree di stoccaggio alternativa selezionata

Per maggiori dettagli circa l'ubicazione di tali aree si rimanda agli elaborati "TOOCA00CANPP0102 - Planimetria delle aree di cantiere e viabilità di servizio - Alternativa selezionata".

Relazione Illustrativa e Tecnica

Si prevede di installare 1 cantiere base, la cui ubicazione è stata vincolata da valutazioni relative al rischio archeologico del territorio e dal sistema vincolistico presente sull'area di interesse.

Il campo base sarà posizionato alla pk 4+190, nel comune di Cerreto di Spoleto, nelle vicinanze della S.S.685.

SCHEMA SINTETICA	
Provincia	Perugia
Comune	Ceretto di Spoleto
Localizzazione	S.S. 685 Km 41+410
Superficie	2400 mq
Presenza vincoli	Nessuna presenza di vincoli
Morfologia	Pianeggiante
Ripristino previsto	Ripristino del sito nelle condizioni originarie





Figura 4 - Localizzazione Campo Base

Le aree in esame, completamente pavimentate, non permetteranno l'infiltrazione delle acque di pioggia nel terreno.

5.6.2 Fasi costruttive

Tutte le attività lavorative saranno precedute dalle seguenti attività preliminari di **FASE 0**:

- espropri;
- risoluzione interferenze a cura degli enti gestori;
- allestimento campo base e cantieri operativi;
- realizzazione delle piste di cantiere.

Ultimate le attività preliminari si procederà con la realizzazione delle opere, ipotizzando 2 cantieri distinti per le opere lato valle e quelle lato monte.

Per le **opere lato monte**, oltre all'allargamento della sede stradale, si dovranno realizzare le seguenti opere d'arte minori:

DA PK	A PK	LUNGH. (mt)	OPERA	POSIZIONE
0+089.28	0+291.41	200	Muro di Controripa	SX
0+325.32	0+636.33	310	Muro di controripa	SX
0+636.33	0+661.91	25	Parete Chiodata	SX
0+661.91	0+723.64	60	Muro di Controripa	SX
0+723.64	0+738.19	20	Parete Chiodata	SX
0+756.12	0+763.72	10	Parete Chiodata	SX
0+763.72	0+797.65	35	Muro di Controripa	SX
0+797.65	0+866.08	70	Paratia di Pali	SX
0+997.52	1+141.47	120	Muro di Controripa	SX
1+203.21	1+258.92	55	Muro di Controripa	SX
1+484.53	1+503.83	20	Muro di Controripa	SX
1+864.75	1+887.33	25	Muro di Controripa	SX
1+919.71	2+102.09	185	Muro di Controripa	SX
2+111.28	2+156.45	45	Muro di Controripa	SX
2+156.45	2+207.46	50	Parete Chiodata	SX
2+207.46	2+309.05	100	Muro di Controripa	SX
2+309.05	2+411.02	100	Parete Chiodata	SX
2+411.02	2+535.03	120	Muro di Controripa	SX
2+535.03	2+606.52	80	Paratia di Pali	SX
2+606.52	2+687.23	80	Muro di Controripa	SX
2+812.12	2+940.57	115	Parete Chiodata	SX
2+940.57	3+081.07	90	Parete Chiodata	SX
3+081.07	3+211.71	130	Muro di Controripa	SX
3+503.84	3+538.45	40	Muro di Controripa	SX
3+562.99	3+759.34	190	Muro di Controripa	SX

Figura 21 – Opere minori lato monte

Per le **opere lato valle**, oltre all'allargamento della sede stradale si dovranno realizzare le seguenti opere d'arte minori, costituite principalmente da muri di sostegno del rilevato stradale:

DA PK	A PK	LUNGH. (mt)	OPERA	POSIZIONE
0+273.15	0+348.00	75	Muro di Sostegno	DX
0+376.76	0+497,45	120	Muro di Sostegno	DX
0+690.89	0+776.76	80	Soletta a Sbalzo	DX
0+997.52	1+166.08	170	Muro di Sostegno	DX
1+505.78	1+590.81	80	Soletta a Sbalzo	DX
1+817.83	1+978.02	155	Soletta a Sbalzo	DX
2+066.31	2+160.94	95	Soletta a Sbalzo	DX
2+219.88	2+286.67	70	Muro di Sostegno	DX
2+622.84	2+694.84	70	Soletta a Sbalzo	DX
2+902.74	3+000.30	100	Muro di Sostegno	DX
3+362.36	3+491,39	120	Soletta a Sbalzo	DX
3+591.06	3+647.60	55	Muro di Sostegno	DX
3+668.70	3+760.28	95	Muro di Sostegno	DX
3+760.28	3+874.34	110	Soletta a Sbalzo	DX
4+004.50	4+179.75	175	Muro di Sostegno	DX

Figura 8 – Opere minori lato valle

In contemporanea con la realizzazione dell'allargamento della piattaforma stradale e delle opere minori, verranno realizzate le sistemazioni idrauliche.

Il cantiere terminerà con la messa in opera della parte impiantistica e con i completamenti, caratterizzati dalle barriere di sicurezza, dalla segnaletica orizzontale e verticale e da tutte le opere di finitura necessari per consegnare l'opera alla Committenza.

5.7 GESTIONE DELLE MATERIE

I volumi complessivi dei movimenti terra relativamente l'alternativa 3 ammontano a **111.180 mc**, nei quali è possibile suddividere il volume dei materiali di risulta prodotti dallo scavo in roccia delle pareti chiodate e quelli appartenenti ai materiali ottenuti dagli scavi della galleria naturale, così ripartiti:

- **98.510 mc** da scavi all'aperto;
- **12.670 mc** da scavi in materiali di altra natura

Per quanto riguarda i fabbisogni dei materiali necessari per i rilevati per l'alternativa 3, è stato calcolato un volume totale necessario di **16.981 mc**, a cui vanno sommati **5.693 mc** da utilizzarsi per la formazione della fondazione stradale.

In base alle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni attraversati, si ritiene che il fabbisogno di materiali per rilevati possa essere coperto totalmente dai materiali provenienti dagli scavi, in modo da movimentare un minor quantitativo di materiale da cava.

In termini di **materiali movimentati**, l'esecuzione dell'alternativa 3 è stimata complessivamente in:

- produzione di circa **111.180 mc di scavi**;
- fabbisogno di **22.674 mc** di materiale per rilevati e fondazione del corpo stradale.

I volumi complessivi dei movimenti terra sono riportati nella seguente tabella in m³:

Scavi	98.510 mc
Scavi galleria	12.670 mc
Fabbisogni per i rilevati	16.981 mc
Scavi rivalorizzati utili per rilevati (100% proveniente dagli scavi)	16.981 mc
Scavi rivalorizzati utili per strato di fondazione (100% proveniente dagli scavi)	9.791 mc
Materiale da rilevato da approvvigionare da cava	0 mc
Materiale da conferire a discarica e/o in impianti di recupero (in banco)	84.408 mc
Materiale da conferire a discarica e/o in impianti di recupero (smosso)	94.537 mc

La valutazione dei volumi complessivi di scavo è stata condotta tenendo conto delle variazioni di volume conseguenti allo scavo, nel passaggio tra volumi in banco e allo stato smosso (*1,12).

L'alternativa 3 prevede quindi un esubero di materiale da conferire a discarica pari a 94.537 mc, a fronte di un approvvigionamento di materiale da rilevato e per la fondazione stradale pari a 0 mc, in quanto totalmente coperto dal materiale valorizzabile proveniente dagli scavi.

Inoltre, l'alternativa 3 necessita di un fabbisogno di calcestruzzo così suddiviso:

- **11.036 mc** di cls per le opere d'arte all'aperto (muri, paratie, ecc.);
- **4.136 mc** di cls per la galleria.

5.7.1 Siti di approvvigionamento e di conferimento

Per l'eventuale approvvigionamento di materiale (quali ad esempio gli inerti per il calcestruzzo), sono stati individuati siti lungo la Valle Umbria (Cava di Moano e Cava di Poreta) e siti localizzati in corrispondenza delle strutture carbonatiche che dividono la Valnerina dalla Valle Umbra (per esempio la cava di La Pura in loc. Sellano).

Si riportano di seguito i dati essenziali relativi ai siti esaminati:

- Cava di Poreta (ID 51164) in loc. Poreta, comune di Spoleto, distante circa 16Km dall'opera in progetto con un residuo pari a 124.000 mc e un giacimento di 126.230 mc per l'approvvigionamento di inerti nel settore edilizio e la produzione di aggregati;
- Cava di Le Pure (ID 4850) in loc. La Pura, comune di Sellano, distante circa 28Km dall'opera in progetto con un residuo pari a 420.000 mc e un giacimento di 847.000 mc, per l'approvvigionamento di sabbia, pietrisco, stabilizzato e misto per calcestruzzo, massi da scogliera e pietra per gabbioni;
- Cava di Moano (ID 18486) in loc. Moano, comune di Foligno, distante circa 28Km dall'opera in progetto con un residuo pari a 110.000 mc e un giacimento di 345.000 mc, per l'approvvigionamento di inerti nel settore edilizio e la produzione di aggregati.

Per lo smaltimento del materiale in esubero, nell'area sono presenti alcuni impianti utili allo smaltimento del materiale derivante dagli scavi in terre e rocce in qualità di rifiuto (CER 17.05.04).

I dati sono stati reperiti prevalentemente attraverso la consultazione del Catasto Rifiuti della Regione Umbria consultabile online nel Sito di ARPA Umbria e riguardano i seguenti impianti:

- Cava di Poreta (ID 51164) in loc. Poreta, comune di Spoleto, distante circa 16Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 18.000 t/anno;
- Cava di Manciano in loc. Manciano, comune di Trevi, distante circa 30Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 150.000 t/anno;
- Cava di Collepezzo in loc. Collepezzo, comune di Giano dell'Umbria, distante circa 41Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 34.500 t/anno;
- Cava di Maratta Bassa in loc. Marrata Bassa, comune di Terni, distante circa 46Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 432.000 t/anno.

Per lo smaltimento del materiale in esubero, nell'area sono presenti alcuni impianti utili allo smaltimento del materiale derivante dagli scavi in terre e rocce in qualità di sottoprodotto.

Tali aree comprendono sia cave in esercizio, che possono essere, al termine o nel corso dell'attività estrattiva e compatibilmente con le fasi produttive, rimodellate con l'apporto delle

terre o rocce di scavo, sia cave inattive, per le quali il riempimento ricondurrà a condizioni morfologiche, propedeutiche al recupero ambientale e paesaggistico previsto per le stesse.

- Cava di Poreta (ID 51164) in loc. Poreta, comune di Spoleto, distante circa 16Km dall'opera in progetto con un volume di riambientamento pari a 300.000mc;
- Cava di Serravalle in loc. Serravalle, comune di Norcia, distante circa 24Km dall'opera in progetto con un volume di riambientamento pari a 132.000mc;
- Cava di Moano (ID 18486) in loc. Moano, comune di Foligno, distante circa 28Km dall'opera in progetto con un volume di riambientamento pari a 110.000mc.

Per lo smaltimento del materiale da demolizione dei manufatti esistenti, proveniente dalla demolizione dei muri esistenti e dei manufatti idraulici, nell'area sono presenti i seguenti impianti per il recupero di tale materiale (CER 17.01.07):

- Edilcave srl in loc. Molinaccio, comune di Orvieto, distante circa 34Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 49.500 t/anno;
- Gruppo Biagioli in loc. Molinaccio, comune di Orvieto, distante circa 34Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 360.000 t/anno e in grado di eseguire anche dei pretrattamenti (eliminazione metalli, triturazione e vagliatura).

Infine, per lo smaltimento del materiale da demolizione della pavimentazione stradale esistente, proveniente dalla demolizione della piattaforma della S.S. 685, nell'area sono presenti i seguenti impianti per il recupero di tale materiale (CER 17.03.02):

- Ecocave srl in loc. San Martino in Campo, Perugia, distante circa 70Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 783.258 t/anno e in grado di eseguire anche dei pretrattamenti (triturazione e vagliatura).

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "T00-GE01-GEO-RE01 - Relazione gestione materie" e per i particolari sull'ubicazione delle cave e i possibili percorsi consultare la tavola "T00-GE01-GEO-SG01 – Corografia ubicazione cave e scariche".

Si precisa che l'elenco è da ritenersi non esaustivo e non vincolante, ma è stato redatto esclusivamente nell'ottica di verificare se sul territorio sia disponibile una quantità di materiale sufficiente alla realizzazione delle opere in progetto. Qualora si prevedano tempi lunghi per l'esecuzione dei lavori, prima dell'apertura del cantiere stesso in ogni caso sarà necessario verificare l'effettiva disponibilità dei quantitativi e dei siti prescelti.

5.8 INTERFERENZE

Dai sopralluoghi effettuati e dalla corrispondenza con i vari Enti gestori dei sottoservizi si è evidenziato che le opere da realizzare non sono strettamente interferenti con i sottoservizi. Tuttavia dovendosi realizzare, per i tratti di adeguamento in sede, opere di sostegno anche di una certa rilevanza, in fase esecutiva, prima dell'esecuzione dei lavori, dovrà essere individuata tramite appositi saggi (scavo cauto) l'esatta posizione di eventuali tubazioni e dovranno essere prese le opportune cautele per non danneggiare le stesse nel corso degli scavi.

Qualora le tubazioni risultassero, invece, interferenti con la fondazione dell'opera di sostegno suddetta, dovrà essere valutato se modificare localmente quest'ultima o procedere preventivamente a brevi deviazioni locali dei sottoservizi.

Per ogni impianto interferente si dovrà concordare con l'Ente di riferimento il tipo di intervento o eventuale riposizionamento prima dell'inizio dei lavori tali da non essere interessati dai successivi interventi.

5.9 TEMPI REALIZZATIVI

Si prevedono, in via preliminare, dei **tempi di realizzazione** pari a:

- 234gg, per le indagini preliminari
- 569gg, per il lato di monte
- 599gg, per il lato di valle

Considerando le sovrapposizioni temporali, l'intera opera verrà realizzata in 792gg naturali e consecutivi, considerando 30gg per le condizioni meteo sfavorevoli.

Per maggiori dettagli sui tempi di esecuzione delle lavorazioni si rimanda all'elaborato "TOOCA00CANCRO1-Cronoprogramma".