

**S.S. N.° 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"**  
**RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2**  
**DAL km 41+500 al km 51+500**  
**STRALCIO II - LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2**  
**DAL km 45+700 al km 49+300**

PROGETTO DEFINITIVO

COD.

IMPRESE :



R.T.P. :



PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Ing. Franco Persio Bocchetto - Ordine Ing. Roma n.°8664 -Sez A

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Gianluca De Paolis

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Alessandro Spampinato  
Ordine dei Geologi della Regione Sicilia n° 236

VISTO IL DEC

Arch. Lara Eusanio

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE (CSP):

Ing. Antonino Guglielmino  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Catania n°3276 - Sez A

**INQUADRAMENTO DELL'OPERA**  
**Generale**  
**Relazione illustrativa e tecnica**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0375 D 2301

NOME FILE

T00-EG00-GEN-RE01-A

CODICE ELAB.

T00EG00GENRE01

REVISIONE

SCALA

A

A

EMISSIONE

OTTOBRE 2023 Ing. A. Giampiccolo Ing. C. Santoponte Ing. F.P.Bocchetto

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3. ANALISI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE.....	5
3.1 ANALISI DEL TRACCIATO ATTUALE.....	5
3.2 DESCRIZIONE DEL CONTESTO E INTERFERENZE.....	6
3.3 OPERE PRESENTI LUNGO IL TRACCIATO ATTUALE .....	6
4. INTERVENTI IN PROGETTO.....	8
4.1 DESCRIZIONE GENERALE (TUTTE LE ALTERNATIVE) .....	8
4.2 VARIANTE PLANIMETRICA: LE TRE ALTERNATIVE.....	9
4.2.1 Alternativa 1.....	9
4.2.2 Alternativa 2.....	11
4.2.3 Alternativa 3.....	12
4.2.4 Confronto sintetico tra le alternative progettuali .....	14
4.3 ALTERNATIVA PRESCELTA (ALTERNATIVA 3).....	17
4.3.1 Tracciato planimetrico .....	17
4.3.2 Profilo altimetrico .....	19
4.3.3 Sezione trasversale.....	19
4.3.4 Pacchetto di pavimentazione .....	21
4.3.5 Barriere di sicurezza .....	21
4.3.6 Opere d'arte maggiori e minori.....	22
4.3.6.1 Struttura paramassi .....	23
4.3.6.2 Tombini idraulici .....	23
4.3.6.3 Muri di sostegno e di controripa .....	25
4.3.6.4 Paratie di micropali.....	27

4.3.6.5	Pareti chiodate .....	28
<b>5.</b>	<b>SINTESI DEGLI ASPETTI ANALIZZATI.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	<b>COMPONENTI AMBIENTALI.....</b>	<b>29</b>
5.1.1	Inquadramento territoriale e ambientale .....	29
5.1.2	Inquadramento Archeologico.....	35
<b>5.2</b>	<b>GEOLOGIA.....</b>	<b>36</b>
5.2.1	Inquadramento geologico .....	37
5.2.2	Inquadramento geomorfologico .....	40
5.2.3	Inquadramento idrogeologico.....	42
5.2.3.1	Analisi dei bacini .....	42
5.2.3.2	Studio idrogeologico.....	44
5.2.4	Modello geologico in asse al tracciato .....	46
5.2.5	Lineamenti generali di modellazione sismica .....	49
<b>5.3</b>	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA.....</b>	<b>50</b>
5.3.1	Analisi delle interferenze idrauliche .....	50
5.3.2	Analisi idrologica .....	51
5.3.3	Idraulica di piattaforma.....	52
<b>5.4</b>	<b>STUDIO DEL TRAFFICO ED ANALISI COSTI BENEFICI.....</b>	<b>54</b>
<b>5.5</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>55</b>
5.5.1	Cantieri principali .....	56
5.5.2	Fasi costruttive .....	57
<b>5.6</b>	<b>GESTIONE TERRE.....</b>	<b>59</b>
5.6.1	Siti di approvvigionamento e di conferimento .....	60
<b>5.7</b>	<b>INTERFERENZE .....</b>	<b>61</b>
<b>5.8</b>	<b>TEMPI REALIZZATIVI.....</b>	<b>61</b>

## 1. PREMESSA

Il presente PROGETTO DEFINITIVO (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 2° stralcio funzionale dell’adeguamento della S.S.685 nel tratto che va dal km 45+700 al km 49+300, 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, 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 2° Stralcio, in relazione ai finanziamenti disponibili, il tratto dal Km 45+700 al km 49+300 (intersezione con la SP 472 “di Vallo di Nera”).

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";
- 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".
- Il 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

L'attività preliminare svolta è consistita dell'analisi del tracciato attuale nel tratto oggetto di intervento.

Sulla base del rilievo topografico eseguito, è stato definito analiticamente l'asse di tracciamento attuale, in modo da individuare correttamente le curve in esercizio, per le quali sono state determinate le velocità di progetto compatibili con i raggi di curvatura.

Nel tratto in progetto sono presenti 19 curve, aventi raggi di curvatura compresi tra 50m e 1500m.

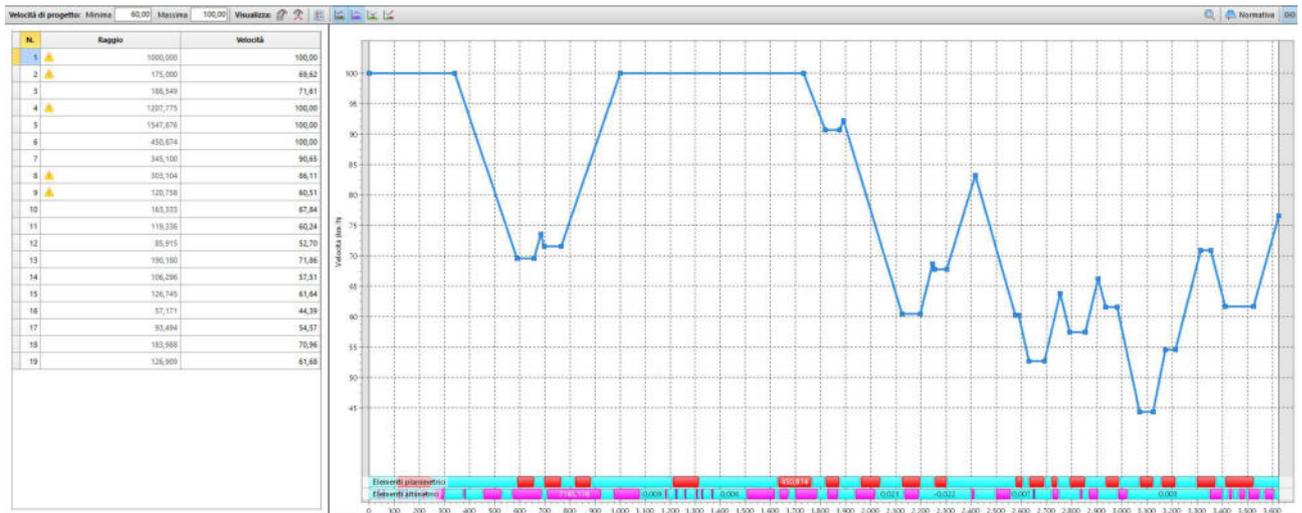


Figura 1 – Tracciato attuale – Diagramma delle velocità

Il tracciato attuale non rispetta i dettami del DM2001 in quanto vi è totale assenza di curve di transizione (clotoidi) e su 19 curve, quattro non garantiscono la velocità minima di progetto pari a 60 km/h (numero 12, 14, 16, 17) limite inferiore nell'intervallo di progetto pari a 60-100 km/h, previsto per le strade di categoria extraurbana secondaria.

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 225m 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 come valore minimo per il quale non è richiesto un allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva, un valore pari a  $45/R$  che, con un raggio pari a 225m porta ad ottenere un valore pari a 0,20m, ritenuto dalla Norma trascurabile e quindi non richiedente l'allargamento.

Per la curva più stretta, la n° 16 ( $R = 57m$ ), l'allargamento richiesto sarebbe pari a 0,79m per ciascuna corsia, ovvero 1,58m complessivi.

La verifica della distanza di visuale libera, riportata nell'elaborato T00\_PS00\_TRA\_DG01 "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.) tuttavia alcune curve, prevalentemente a destra procedendo verso Norcia, attualmente dispongono di una maggiore visuale libera in quanto a lato della sede stradale è

presente una pista ciclopedonale, a quota inferiore, o la striscia erbosa/scarpata tra la strada e la pista, senza alcuna barriera di sicurezza interposta.

Tuttavia, poiché con la riqualificazione del tratto si intende introdurre una barriera di sicurezza che impedisca ai veicoli di invadere la pista in caso di svio, appare più corretto valutare questo aspetto nell'ipotesi di presenza di e quindi che costituisce ostacolo alla visuale.

### 3.2 DESCRIZIONE DEL CONTESTO E INTERFERENZE

Il tratto di strada oggetto di intervento, che corre sul fondovalle del **fiume Nera**, è quasi costantemente a mezza costa, considerando come corpo stradale l'insieme della sede stradale propriamente detta e l'adiacente percorso ciclopedonale che utilizza il sedime della dismessa ferrovia Spoleto-Norcia.

L'interferenza principale di cui tenere conto nelle ipotesi di allargamento è costituita dalla presenza del fiume Nera, che si affianca lungo tutto il tracciato dalla chilometrica 45+650 alla 48+690.

Per tutto questo tratto le aree a valle del rilevato sono interessate da un rischio di allagamento da moderato ad elevato; l'area esondabile si estende, in sostanza, fino al piede del rilevato.

Di conseguenza, in tale tratto, per la maggior parte del suo sviluppo non sono state considerate fattibili delle varianti di tracciato completamente fuori sede sul lato di valle, che inevitabilmente insisterebbero su tali aree esondabili e necessiterebbero quindi di importanti opere di difesa.

Tuttavia, essendo necessario effettuare degli allargamenti minimi della carreggiata in brevi tratti ed in particolare presso la località di Piedipaterno per migliorarne l'accessibilità, si interverrà con delle opere di sostegno che saranno contenute al piede della scarpata del rilevato attuale in modo da non modificare le sezioni idrauliche corrispondenti all'alveo di piena.

Procedendo secondo le progressive di progetto (ovvero da S. Anatolia di Narco verso Cerreto di Spoleto), a destra della strada è costantemente presente un **percorso ciclopedonale**: inizialmente in affiancamento alla piattaforma in allargamento (fino circa alla pk 0+300), per poi divergere verso il fiume Nera attraversandolo alla pk 0+650 circa, nei pressi del centro ittico "Ittica Tranquilli srl".

Successivamente la pista si attesta in sponda sinistra del fiume fino al termine del tratto in progetto, ricollegandosi alla S.S.685 nei pressi dell'abitato di Piedipaterno (pk 1+195).

Il dislivello tra strada e pista è variabile, con un massimo di circa 2m; a seconda dei casi, tra le due è presente una scarpata in terra, una striscia erbosa pressoché pianeggiante o in un breve tratto un muretto di contenimento.

Al di sotto della pista che fiancheggia la strada è presente un **gasdotto** (gestito da Valnerina Servizi S.C.p.A.) consistente in una tubazione DN100 in acciaio, con pressione di esercizio 12 bar e insistente sulla ex sede ferroviaria dalla palina 306 alla palina 304.

### 3.3 OPERE PRESENTI LUNGO IL TRACCIATO ATTUALE

Lungo il tracciato sono presenti, sul lato di monte (sinistro secondo le progressive di progetto) numerosi muri di controripa in cls, portanti talvolta delle barriere paramassi.



Figura 2 – Muri di controripa esistenti con rete paramassi

Relazione illustrativa e tecnica

Sono inoltre presenti degli interventi di stabilizzazione dei versanti rocciosi, quali reti e chiodature.



Figura 3 – Interventi di stabilizzazione dei versanti rocciosi

Nel ciglio verso valle, sono inoltre presenti dei muri di contenimento in c.a. per limitare l'interferenza con l'alveo del fiume Nera.



Figura 4 – Muri di contenimento lato valle

Oltre a tali opere di sostegno, sono presenti alcuni attraversamenti idraulici della S.S. 685, costituiti in genere da chiavicotti con soffitto a volta in pietra (pk di progetto 2+120 e 2+775) o da tubazioni circolari in cemento.



Figura 5 – Attraversamenti idraulici con soffitti a volta

Alla pk di progetto 1+200, nei pressi dell'abitato di Piedipaterno è ubicata l'opera di attraversamento idraulico consistente in un ponticello in c.a. di luce pari a circa 7m. A monte di questo è presente in altro attraversamento idraulico circa di pari dimensioni. Le due opere sono separate tra loro e sui due lati proseguono con muri d'ala, anch'essi in pietra.



Figura 6 – Attraversamento idraulico abitato di Piedipaterno su S.S. 685 (a sx) e interno al paese (a dx)

## 4. INTERVENTI IN PROGETTO

### 4.1 DESCRIZIONE GENERALE (TUTTE LE ALTERNATIVE)

Alla luce del quadro esigenziale e dei vincoli precedentemente indicati, sono state definite tre alternative di tracciato, riportate nell’elaborato T00\_EG00\_GEN\_CO01 “Corografia generale delle alternative di tracciato”.

Le tre alternative sono accomunate dall’ eliminazione delle curve maggiormente critiche – le curve n. 16 e 17 – mediante l’adozione di un tracciato di variante a monte della strada attuale e dall’adeguamento in sede della restante parte del tracciato attuale, ampliando la sezione a 9,50 m, incrementando i raggi di curvatura più bassi e inserendo gli allargamenti necessari per la visuale libera e la corretta iscrizione dei veicoli in curva.

Le stesse differiscono limitatamente al tracciato in variante proposto.

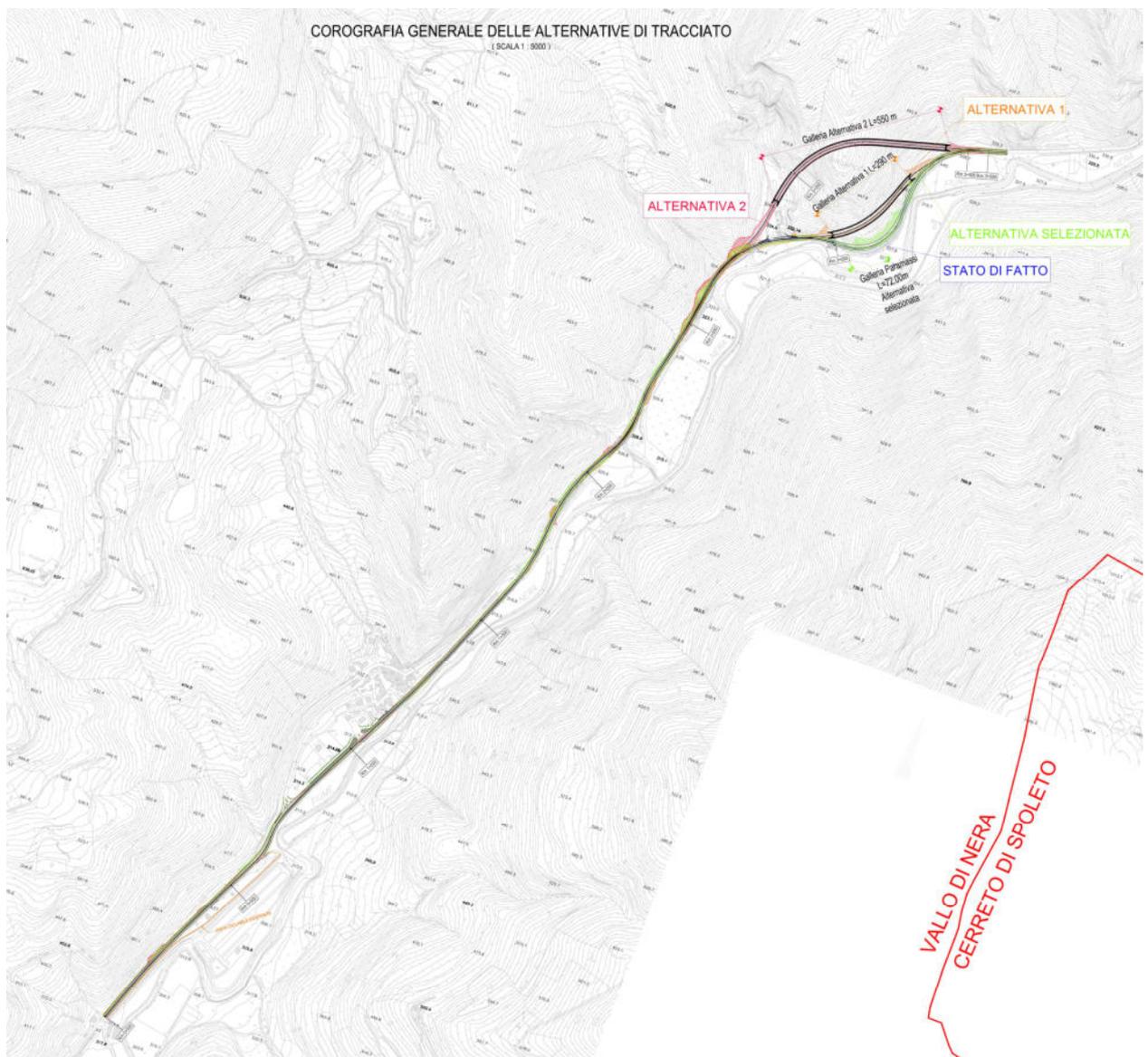


Figura 7 – Corografia delle alternative progettuali

Le alternative 1 e 2 sono soluzioni che garantiscono per l'intero sviluppo una velocità di progetto di 80 km/h, ad eccezione del tratto urbano sul quale è imposta una velocità di 60 km/h.

Con queste due soluzioni anche se avviene sostanzialmente un miglioramento dal punto di vista prestazionale, si hanno degli scostamenti dalla sede attuale che determinano forti sbancamenti dal lato monte e scostamenti del sedime attuale in direzione valle, in punti in cui in fiume Nera si avvicina molto al piede del rilevato attuale.

Le due alternative si differenziano tra loro per lo sviluppo della galleria naturale, che attraversa il costone in cui attualmente sono presenti le curve più strette del tracciato.

La **prima alternativa** attraversa il costone con una curva sinistrorsa subito dopo la chiesa dell'Eremita (cimitero), prevedendo una galleria naturale di sviluppo pari a circa 290 m.

La **seconda alternativa** prevede di superare il costone entrando a monte del cimitero, con una galleria naturale destrorsa che ha uno sviluppo di circa 550 m, per uscire sulla piattaforma esistente a nord dello stesso.

L'**alternativa 3 selezionata** è stata studiata con un tracciato che rispetti il DM2001, garantendo sempre una velocità di progetto pari a 60 km/h, limite inferiore per una strada extraurbana secondaria.

Tale scelta riduce lo spostamento della nuova sede stradale rispetto all'esistente, con conseguente riduzione degli sbancamenti a monte e nuove opere di sostegno, a valle nell'alveo del fiume Nera, in affiancamento a quelle esistenti.

Mentre le prime due alternative attraversano il costone finale con gallerie naturali di diverso sviluppo, la terza alternativa abbraccia la montagna con un'unica curva avente raggio pari a 119m, determinando uno sbancamento del versante risolto tramite l'inserimento di una struttura "tipo paramassi" di sviluppo pari a 72m e pareti chiodate in entrata ed uscita dalla stessa.

Nell'ambito della riqualificazione in progetto sono previste due opere stradali complementari:

- la **riqualificazione dell'intersezione tra la S.S. 685 e il paese di Piedipaterno** (alla pk di progetto pari a circa 1+050) con la realizzazione di una corsia di accumulo in mezzera per la svolta a sinistra e per l'immissione sulla S.S. 685 e l'inserimento di opportune isole direzionali per l'organizzazione dei flussi di smistamento all'interno dell'abitato;
- la **realizzazione di una complanare di collegamento** tra la suddetta intersezione e le attività e le abitazioni prospicienti la S.S. 685, tra la pk 0+850 e 1+050.

Le planimetrie e i profili delle tre alternative sono riportati negli appositi elaborati grafici, nei quali sono indicate anche le lunghezze delle gallerie previste nei tre casi.

## **4.2 VARIANTE PLANIMETRICA: LE TRE ALTERNATIVE**

### **4.2.1 Alternativa 1**

Lo **sviluppo complessivo del tracciato in variante è pari a 3.551m** a fronte della lunghezza del tracciato attuale di 3.625m, con un accorciamento quindi pari a 74m.

Per tutto il primo tratto fino al superamento con l'abitato di Piedipaterno, l'alternativa 1 prevede un andamento planimetrico del tutto simile all'attuale asse, a meno degli opportuni allargamenti trasversali per l'inserimento di una sezione trasversale di tipologia C2.

Usciti dall'abitato, alla pk 1+900, il tracciato in variante si scosta dall'attuale con l'introduzione di una curva verso monte di raggio  $R = 370m$ , andando ad interferire con il versante roccioso spostando l'asse di tracciamento di circa 7.50m verso monte.

Successivamente, alla pk 2+150 una curva di raggio pari a 252m riporta l'asse della S.S. 685 verso il costone roccioso di circa 8.50m, al fine di ridurre la tortuosità del tracciato esistente.

**Relazione illustrativa e tecnica**

Il successivo scostamento significativo avviene dalla pk 2+500 alla pk 2+900, in cui una serie di curve presenti sull'attuale sede stradale vengono rettificata con alcune clotoidi di flesso e una curva avente raggio  $R = 252m$ .

Tale rettifica crea uno spostamento dell'asse di tracciamento di circa 14m (in alternanza verso valle e verso monte), generando importanti sbancamenti verso il versante ed opere di contenimento troppo prossime all'alveo di fiume Nera.

Successivamente, subito dopo il cimitero, il tracciato prosegue all'interno del costone montuoso, risolto con una galleria naturale di sviluppo pari a 290m e andamento planimetrico pressoché in curva con  $R = 252m$ , per poi ricollegarsi al sedime esistente con il medesimo ingombro plano-altimetrico.

Le opere d'arte presenti nell'alternativa 1 sono le seguenti:

Alternativa 1		
L	TIPO	DOVE
610,35	Parete chiodata	Sx
276,00	Muro sostegno	Dx
108,00	Muro controripa	Sx
511,20	Muro sostegno	Dx
175,20	Muro controripa	Sx
73,50	Parete chiodata	Sx
156,00	Muro controripa	Sx
50,00	Parete chiodata	Sx
283,20	Muro controripa	Sx
100,00	Paratia micropali	Sx
75,00	Parete chiodata	Sx
72,00	Parete chiodata	Sx
100,00	Parete chiodata	Sx
290,00	Galleria naturale	-
240,00	Parete chiodata	Sx
3.120,45		

Figura 8 – Opere d'arte alternativa 1

Dal punto di vista del diagramma delle velocità, l'alternativa prevede il mantenimento degli 80Km/h sull'intero tracciato, tranne il tratto prospiciente all'abitato di Piedipaterno in cui è presente una velocità di progetto pari a 60 Km/h.

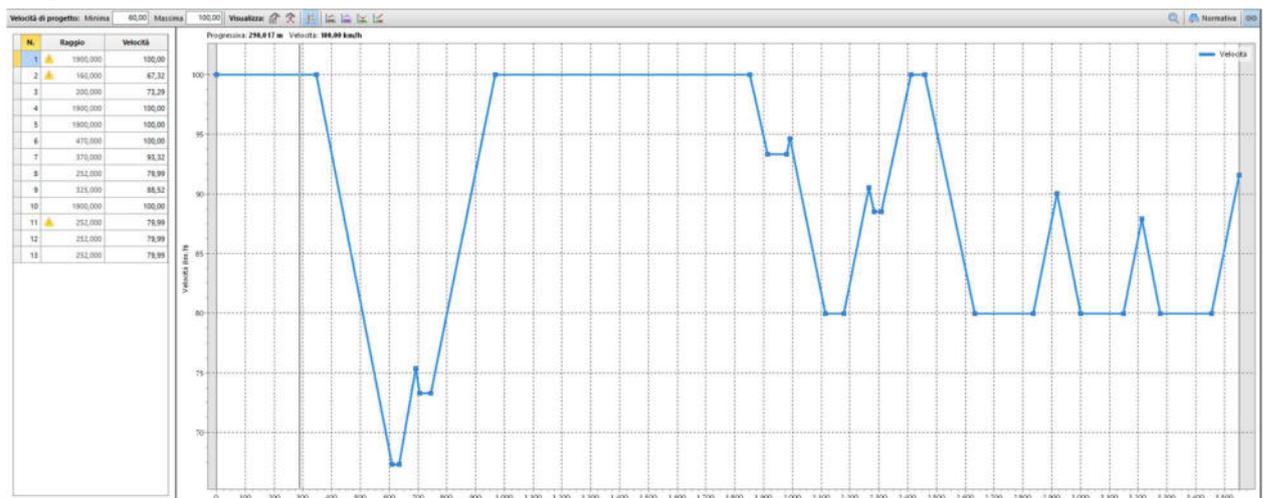


Figura 9 – Diagramma delle velocità alternativa 1

Dal punto di vista del profilo altimetrico, l'asse mantiene pressoché le medesime quote del sedime esistente.

#### 4.2.2 Alternativa 2

Lo sviluppo complessivo del tracciato in variante è pari a 3.606m a fronte della lunghezza del tracciato attuale di 3.625m, con un accorciamento quindi pari a circa 20m.

Per tutto il primo tratto fino al superamento con l'abitato di Piedipaterno, l'alternativa 1 prevede un andamento planimetrico del tutto simile all'attuale asse, a meno degli opportuni allargamenti trasversali per l'inserimento di una sezione trasversale di tipologia C2.

Usciti dall'abitato, alla pk 1+925, il tracciato in variante si scosta dall'attuale con l'introduzione di una curva verso monte di raggio R = 370m, andando ad interferire con il versante roccioso spostando l'asse di tracciamento di circa 7.50m verso monte.

Successivamente, alla pk 2+150 una curva di raggio pari a 252m riporta l'asse della S.S. 685 verso il costone roccioso di circa 8.50m, al fine di ridurre la tortuosità del tracciato esistente.

Il successivo scostamento significativo avviene dalla pk 2+575 in cui una serie di curve presenti sull'attuale sede stradale vengono rettificata con alcune clotoidi di flesso e una curva avente raggio R = 252m. Tale rettifica crea uno spostamento dell'asse di tracciamento di circa 14m, generando importanti sbancamenti verso il versante.

Successivamente, subito prima del cimitero, il tracciato prosegue all'interno del costone montuoso, risolto con una galleria naturale di sviluppo pari a 550m e andamento planimetrico pressoché in curva con R = 252m, per poi ricollegarsi al sedime esistente con il medesimo ingombro plano-altimetrico.

Le opere d'arte presenti nell'alternativa 2 sono le seguenti:

Alternativa 2		
L	TIPO	DOVE
610,35	Parete chiodata	Sx
276,00	Muro sostegno	Dx
108,00	Muro controripa	Sx
511,20	Muro sostegno	Dx
175,20	Muro controripa	Sx
73,50	Parete chiodata	Sx
156,00	Muro controripa	Sx
50,00	Parete chiodata	Sx
283,20	Muro controripa	Sx
100,00	Paratia micropali	Sx
75,00	Parete chiodata	Sx
100,00	Parete chiodata	Sx
550,00	Galleria naturale	-
3.068,45		

Figura 10 – Opere d'arte alternativa 2

Dal punto di vista del diagramma delle velocità, l'alternativa prevede il mantenimento degli 80Km/h sull'intero tracciato, tranne il tratto prospiciente all'abitato di Piedipaterno in cui è presente una velocità di progetto pari a 60 Km/h.



Figura 11 – Diagramma delle velocità alternativa 2

Dal punto di vista del profilo altimetrico, l’asse mantiene pressoché le medesime quote del sedime esistente.

#### 4.2.3 Alternativa 3

Il tracciato in progetto dell’alternativa selezionata si sviluppa a partire da sud all’altezza della di scuola Vallo di Nera al km 49+300, per poi proseguire in direzione nord fino al Km 45+650, per uno **sviluppo complessivo di 3.605m**, a fronte della lunghezza del tracciato attuale di 3.625m, con un accorciamento quindi pari a circa 20m.

Nella parte iniziale la piattaforma di nuova realizzazione mantiene il ciglio più interno espandendosi verso valle oltre la carreggiata esistente, in affiancamento alla pista ciclabile che verrà mantenuta inalterata nella posizione attuale, in quanto si realizzerà un muro di sostegno lungo tutto il ciglio per circa 275m fino ad incontrare il muro esistente. Lato monte, invece, verrà realizzata una parete chiodata di sviluppo pari a 610m, necessaria per contenere il modesto sbancamento che si realizzerà verso il ciglio sinistro.

Proseguendo, lungo il tracciato, si incontrano le prime due intersezioni esistenti, la prima di accesso al centro ittico “Ittica Tranquilli srl” in destra verso valle (pk 0+625) e la seconda, in sinistra, per accedere alla S.S. 395 (Strada Statale Forca di Cerro) verso monte (pk 0+777) entrambe di tipologia a “T” e con corsia di accumulo per la svolta in sinistra.

In questo tratto, esattamente di fronte alla seconda intersezione la strada si allarga verso valle andando oltre il limite del ciglio esistente ed anche in questa occasione è necessario realizzare un muro di sostegno per mantenere il piede della scarpata lontano dal fiume Nera in continuità con un muro di sostegno esistente che viene mantenuto inalterato tra le progressive 0+660 e di 0+690.

Nel tratto compreso tra gli assi delle due intersezioni, nasce un muro di controripa di sviluppo pari a circa 110m sul lato di monte, per contenere l’allargamento della piattaforma stradale in C2.

All’altezza del centro urbano di Piedipaterno, al fine di regolare l’entrata e l’uscita dell’utenza alla zona urbana frequentata in particolar modo dal servizio pubblico di trasporto urbano e dagli utenti delle attività commerciali di ristorazione e bar oltre che agli abitanti della zona che devono accedere alle proprie abitazioni, è stata studiata **una nuova intersezione a “T”** con lo scopo di ridurre al massimo l’interferenza tra l’utenza di accesso al centro urbano ed il traffico di percorrenza sulla S.S. 685.

L’intersezione prevede una **corsia di accumulo per la svolta in sinistra** per l’utenza che arriva da Spoleto e degli allargamenti di accomodamento per la svolta in destra per chi deve entrare da Norcia.

Tale soluzione ha determinato un allargamento della carreggiata verso il fiume Nera, contenuto grazie alla realizzazione di un muro di sostegno di sviluppo pari a 512m (fondato su pali Ø800), che nasce a partire dal muro esistente alla progressiva 0+690 fino alla progressiva 1+201, dove si prevede l'adeguamento di uno scatolare esistente in prossimità dell'attraversamento della pista ciclabile verso via Valnerina di accesso al paese.

Inoltre, al fine di migliorare le condizioni dell'abitato di Piedipaterno rispetto alla situazione idraulica e idrologia dell'area, verrà realizzato un muretto di sostegno lato paese dello sviluppo di circa 250m.

Proseguendo, sul lato a valle a partire dalla progressiva 1+290 circa è necessario realizzare un muro di sostegno per uno sviluppo di 283m (fondato su pali Ø800), per poi ripartire con un altro muro di sostegno di lunghezza pari a 84m fino alla progressiva 1+675. Sul lato sinistro, invece, nasce un muro di controripa di sviluppo pari a 50m.

Il tracciato prosegue mantenendosi quanto possibile adeso all'esistente, cercando di ridurre il numero di curve e addolcirne l'andamento, restando sempre all'interno dei muri esistenti (soprattutto a valle, per evitare interferenze con il fiume Nera) ed aumentando ove necessario le zone di scavo a monte, inserendo opportune opere di stabilizzazione e protezione massi.

In particolare, la serie di curve planimetriche comprese tra la pk 1+675 e la pk 2+400, è stata rettificata con una serie di curve aventi raggi più ampi, spostandosi verso il versante e inserendo una serie di opere di contenimento: un muro di controripa di sviluppo pari a 125m, una parete chiodata di sviluppo pari a 74m, un muro di controripa da 156m, una parte chiodata da 50m ed un muro di controripa da 285m (tutti lato monte) e un muro di sostegno da 169m, lato valle.

Inoltre, alla pk 2+115 verrà demolito un attraversamento idraulico esistente e costruito un primo ponticello aventi dimensioni 9.00x3.00m.

Dalla pk 2+400, sono state rettificate una serie di "S" planimetriche al fine di aumentare gli standard di sicurezza dell'infrastruttura, spostandosi verso sinistra grazie all'inserimento di una paratia di micropali da 100m, di una prima parete chiodata da 75m e di una seconda da 66m.

Alla pk 2+770 verrà realizzato un secondo ponticello aventi dimensioni 9.00x3.00m, in sostituzione dell'attraversamento idraulico esistente.

Alla pk 2+800 è presente **l'accesso al cimitero di Piedipaterno presso la chiesa dell'Eremita**, per il quale è stata prevista una riorganizzazione delle corsie di entrata/uscita e la geometrizzazione di alcune isole divisionali, al fine di ottimizzare la distribuzione dei modesti flussi interessati e migliorare la sicurezza degli utenti.

Subito dopo la chiesa dell'Eremita ed il cimitero di Piedipaterno, tra la pk 3+050 e la pk 3+127, sarà prevista una **struttura paramassi a sbalzo di sviluppo pari a 72m**, preceduta da un muro di sostegno sul ciglio destro di sviluppo pari a 106m (fondato su pali Ø800) e seguita da una parete chiodata di sviluppo pari a 103m.

Il tracciato di progetto termina nei pressi della galleria paramassi esistente, alla pk 3+605, preceduto da un breve tratto in allargamento verso valle, che prevede un muro di sostegno lato destro di sviluppo pari a 142m.

Dal punto di vista del diagramma delle velocità, l'alternativa prevede il mantenimento dei 60Km/h sull'intero tracciato, tranne alcuni brevi tratti in cui si può raggiungere la velocità di progetto di 80 Km/h.



Figura 12 – Diagramma delle velocità alternativa 3

Dal punto di vista del profilo altimetrico, l’asse mantiene pressoché le medesime quote del sedime esistente. Nei pressi dell’abitato di Piedipaterno, il sedime stradale è stato innalzato di massimo 70cm dalla pk 0+875 alla pk 1+175 al fine di migliorare la sicurezza idraulica dell’abitato, rispetto alle venute di piena del vicino fiume Nera (per maggiori approfondimenti, si rimanda al paragrafo di dettaglio sugli aspetti di natura idraulica).

#### 4.2.4 Confronto sintetico tra le alternative progettuali

Come si evince dai diagrammi delle velocità riportati nei precedenti paragrafi, le tre alternative di tracciato differiscono dalla tratta finale in uscita dall’abitato di Piedipaterno: le alternative 1 e 2 prevedono una velocità di progetto pari ad 80 Km/h, rispetto ai 60 Km/h dell’alternativa 3.

Tale innalzamento della velocità va però a discapito degli ingenti sbancamenti che interessano soprattutto lo scavo delle gallerie naturali: circa 50.000 mc per l’alternativa 1 e circa 92.000 mc per l’alternativa 2.

Le operazioni di sterro delle 3 alternativa infatti sono riassumibili come segue:

	ALT 1	ALT 2	ALT 3
Scavi in esterno [m³]	76.816	73.325	79.914
Scavi gallerie [m³]	48.430	91.850	-
<b>TOTALE SCAVI [m³]</b>	<b>125.246</b>	<b>165.175</b>	<b>79.914</b>

Figura 13 – Mc totali di scavo delle 3 Alternative

che determina un’ingente movimentazione di materie per le alternative 1 e 2, in termini anche di disponibilità di cave e discariche e traffico generato dai mezzi di cantiere sull’intera arteria stradale.

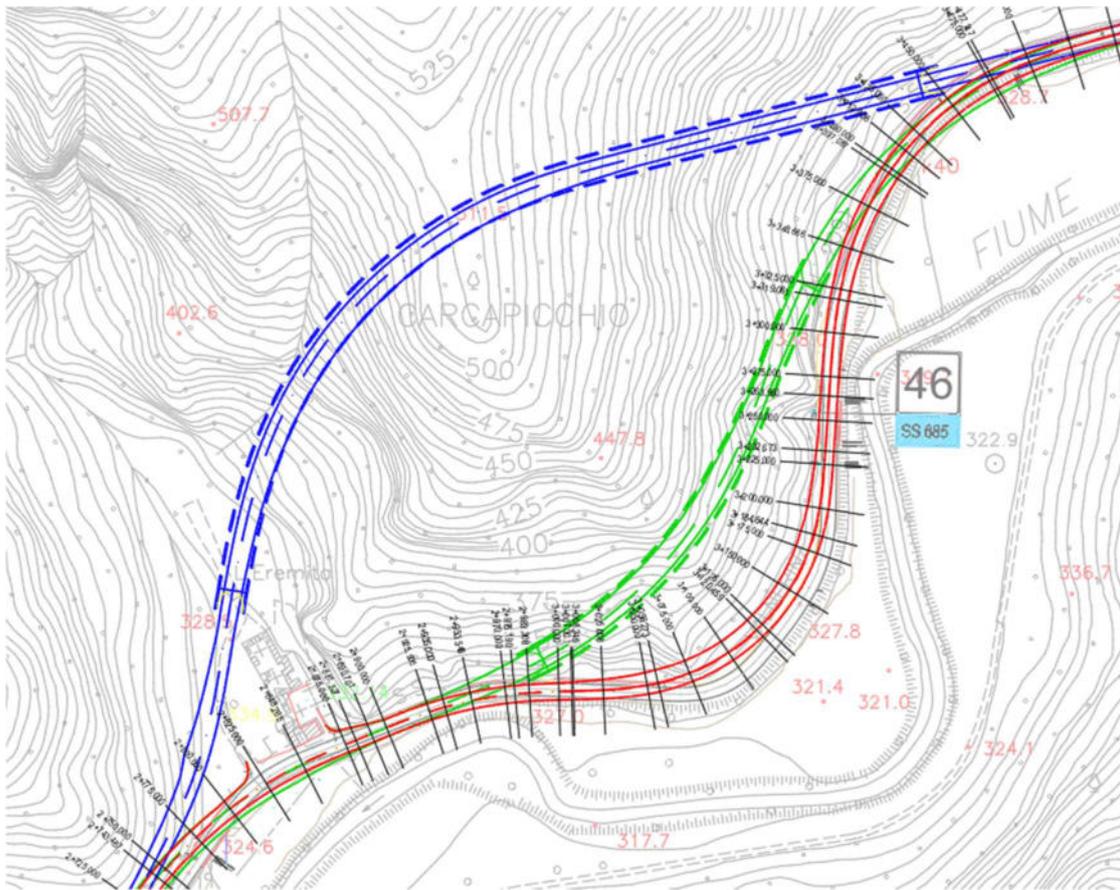


Figura 14 – Confronto delle alternative nei tratti in galleria naturale

Inoltre, le alternative 1 e 2 per rispettare la velocità di progetto pari a 80 Km/h necessitano di due importanti sbancamento verso monte.

Il primo dalla pk 2+100 alla pk 2+250, in cui le prime due alternative (in VERDE l'alternativa 1 e in BLU l'alternativa 2 nell'immagine) si avvicinano di 5.20m in più verso il versante montuoso rispetto alla soluzione 3 (in ROSSO nell'immagine).



Figura 15 – Confronto delle alternative dalla pk 2+100 alla pk 2+250

Relazione illustrativa e tecnica

Il secondo tratto è tra la pk 2+575 e la pk 2+675, in cui le prime due alternative (in VERDE l'alternativa 1 e in BLU alternativa 2 nell'immagine) si avvicinano di 3.50m in più verso il versante montuoso rispetto alla soluzione 3 (in ROSSO nell'immagine).

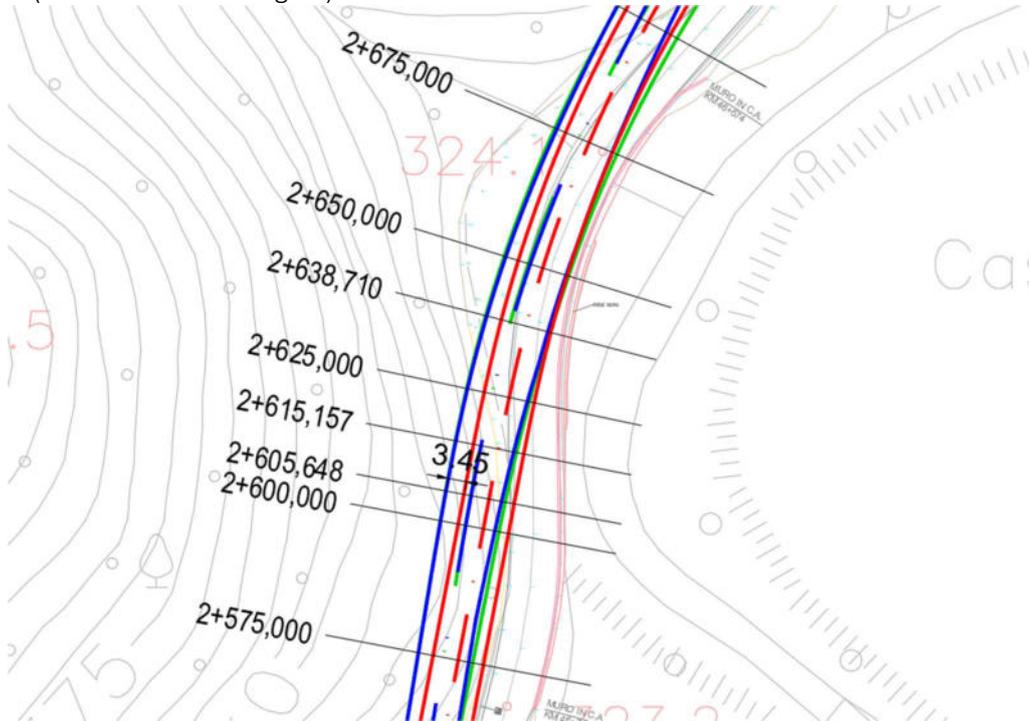


Figura 16 – Confronto delle alternative dalla pk 2+575 alla pk 2+675

Riguardo all'interferenza con la Chiesa dell'Eremita alla pk 2+875, l'alternativa 1 passa in galleria e la bypassa completamente, mentre le alternative 2 e 3 passano di fronte, con l'alternativa 3 (in ROSSO) che sposta meno il ciglio a valle, in una zona ove il tracciato del fiume Nera si avvicinato di molto al rilevato stradale.

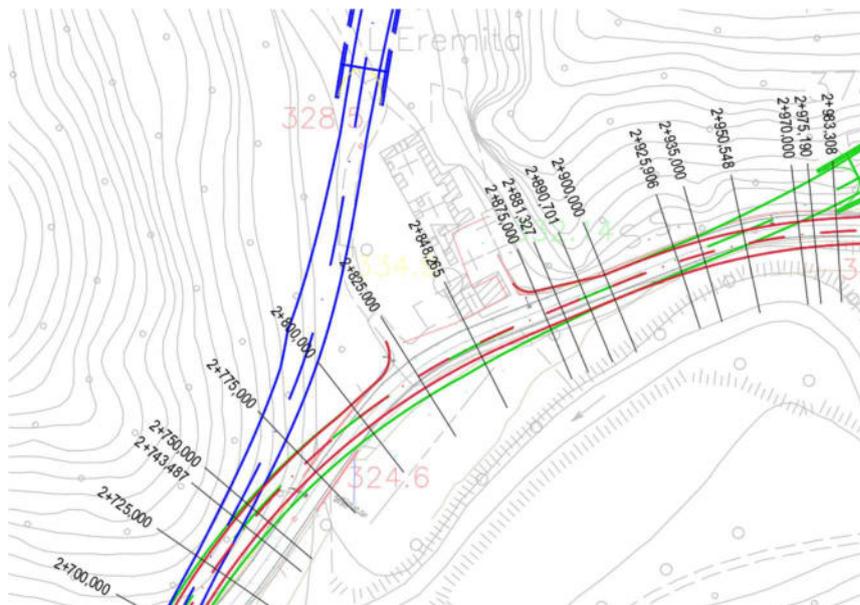


Figura 17 – Confronto delle alternative nei pressi del cimitero

**Relazione illustrativa e tecnica**

Inoltre, l'alternativa 3 prevede un innalzamento di circa 70cm della livelletta stradale nei pressi dell'abitato di Piedipaterno, al fine di mettere in sicurezza il paese dagli eventi di piena del fiume Nera (per maggiore dettaglio si rimanda al paragrafo sull'idraulica).

Per i motivi sopra esposti, **l'alternativa 3 appare preferibile sotto l'aspetto tecnico**, in quanto:

- migliora la sicurezza dell'infrastruttura esistente grazie agli opportuni allargamenti geometrici e di visibilità;
- non stravolge il contesto ambientale, limitando gli sbancamenti verso monte sia nei depositi detritici (necessari di maggiori attenzioni dal punto di vista realizzativo) che negli affioramenti rocciosi;
- migliora le condizioni idrauliche e idrologiche nei confronti del fiume Nera, prevedendo un innalzamento della livelletta nei pressi dell'abitato di Piedipaterno per la messa in sicurezza rispetto agli eventi di piena.

Nella pagina che segue è riportata la stima sommaria dei lavori (sviluppata sulla base dei prezzi del listino ANAS 2022, revisione 2) nelle tre ipotesi alternative, da cui si evince che l'alternativa 3 è anche la meno onerosa, vista l'assenza di gallerie naturali ed un minor sbancamento per la realizzazione delle opere minori quali paratie, muri di sostegno e pareti chiodate.

La ridotta onerosità, unita al miglioramento del tracciato attuale dal punto di vista plano-altimetrico, ha quindi permesso di valutare l'alternativa 3 come soluzione prescelta.

ALTERNATIVA 1	SVILUPPO [m]	COSTO [€]
GALLERIA NATURALE	290	7.482.000,00 €
MURI - PARATIE - PARETI CHIODATE	2830	8.604.000,00 €
TOMBINI SCATOLARI E CIRCOLARI	281	573.000,00 €
ALLARGAMENTO SEDE STRADALE		4.972.000,00 €
MOVIMENTI DI MATERIA		3.600.000,00 €
		<b>25.231.000,00 €</b>
ALTERNATIVA 2	SVILUPPO [m]	COSTO [€]
GALLERIA NATURALE	550	14.190.000,00 €
MURI - PARATIE - PARETI CHIODATE	2518	8.997.000,00 €
TOMBINI SCATOLARI E CIRCOLARI	281	573.000,00 €
ALLARGAMENTO SEDE STRADALE		5.049.000,00 €
MOVIMENTI DI MATERIA		4.430.000,00 €
		<b>33.239.000,00 €</b>
ALTERNATIVA 3	SVILUPPO [m]	COSTO [€]
GALLERIA PARAMASSI	72	1.216.876,68 €
MURI - PARATIE - PARETI CHIODATE	3495	9.323.690,08 €
TOMBINI SCATOLARI E CIRCOLARI	281	717.804,92 €
ALLARGAMENTO SEDE STRADALE	3605	4.476.716,87 €
MOVIMENTI DI MATERIA		2.901.469,26 €
		<b>18.636.557,81 €</b>

Figura 18 – Confronto economico fra le alternative di progetto

### 4.3 ALTERNATIVA PRESCelta (ALTERNATIVA 3)

#### 4.3.1 Tracciato planimetrico

Il tracciato planimetrico di progetto comprende 14 curve circolari, raccordate ai rettilinei o alle curve contigue di senso opposto con curve a raggio variabile (clotoidi) quando non si sia fatto riferimento alla

Relazione illustrativa e tecnica

bozza della "Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" del 21/03/2006, che consente in alcuni casi l'utilizzo di curve senza curve di transizione, a fronte del tracciato attuale nel quale sono presenti 18 curve con totale assenza di curve di transizione.

La lunghezza complessiva del tracciato di progetto, inclusi i tratti iniziale e finale di raccordo alla sede attuale, è di 3605,13 m a fronte di 3625,38 m del tracciato attuale.

Il diagramma delle velocità del tracciato di progetto è il seguente:



Figura 19 – Diagramma di velocità dell'alternativa prescelta

Il progetto è verificato per una velocità di progetto pari a 60 km/h (limite minimo della velocità di progetto per una sezione di categoria C2), consentendo quindi una velocità amministrativa di 50 km/h in ogni parte del tracciato, in quanto oltre alla dinamica del veicolo è verificata lungo tutto il tracciato la visuale libera per l'arresto, come è possibile constatare dal diagramma di visibilità in quanto sono presenti gli allargamenti di adeguata dimensione lungo tutte le curve.

RAGGIO [m]	LATO	DA	A	ALLARGAMENTO (m)
160	sx	0+610,61	0+635,80	0,60
200	dx	0+705,94	0+744,99	0,30
470	sx	1+651,01	1+723,852	0,60
370	dx	1+925,01	1+986,02	0,90
119	sx	3+056,27	3+184,644	2,40
170	dx	3+348,67	3+477,147	0,80

Figura 20 – Allargamento nelle curve di progetto per l'alternativa prescelta

Dal punto di vista della segnaletica verticale, lungo tutto il tracciato saranno previsti dei limiti di velocità, si rimandando alla relazione tecnica stradale per tale aspetto, si può anticipare che è previsto un limite amministrativo pari a 50 km/h, nel tratto urbano dell'abitato di Piedipaterno.

Inoltre, nei pressi dell'attraversamento della pista ciclabile esistente (alla pk 1+195) verso la via Valnerina di accesso al centro del paese di Piedipaterno, sarà posizionato un semaforo a chiamata al fine di favorire l'attraversamento ciclabile verso l'abitato.

#### 4.3.2 Profilo altimetrico

Il profilo altimetrico di progetto segue ovviamente quello attuale, tuttavia è stato impostato prevedendo una certa regolarizzazione del profilo attuale.

La pendenza longitudinale massima è pari al 3,38%.

I raccordi altimetrici adottati risultano sempre superiori ai minimi richiesti, al fine di garantire la distanza di visuale libera richiesta per la determinata velocità di progetto nei vari tratti.

#### 4.3.3 Sezione trasversale

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

Nel tratto in progetto sono previste sezioni in mezzacosta, in cui nel lato di valle è presente un muro di sostegno (esistente o in progetto) o la pista ciclabile esistente.

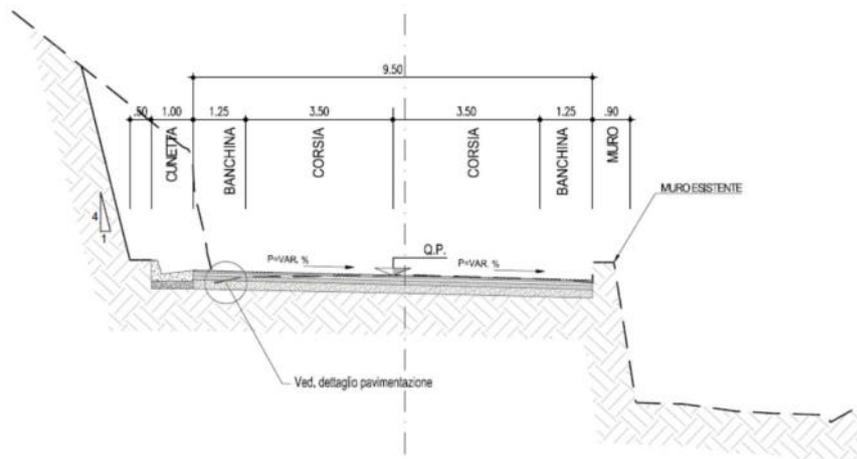


Figura 21 – Sezione tipo con muro esistente e pista ciclabile esistente (lato valle)

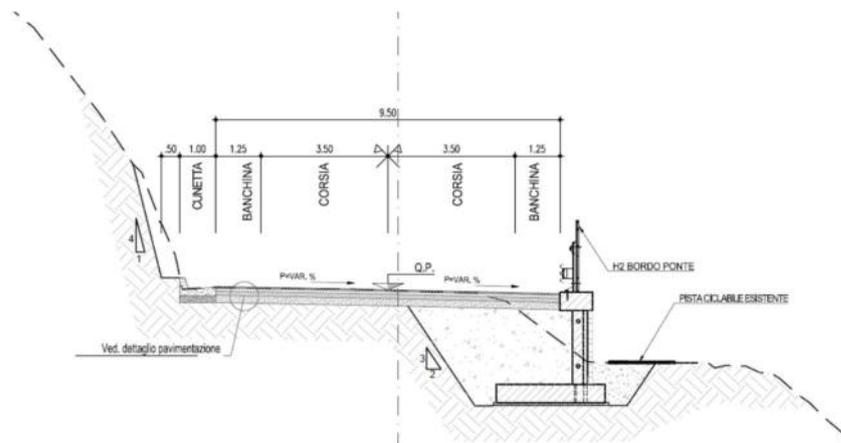


Figura 22 – Sezione tipo con muro in progetto e pista ciclabile esistente (lato valle)

Relazione illustrativa e tecnica

Nei pressi dell’abitato di Piedipaterno, sarà presente una sezione tipologica con muro di contenimento lato valle e un muretto verso l’abitato al fine di migliorare la sicurezza del paese dagli eventi di piena.

Tale muretto servirà anche per limitare la complanare in progetto e inserire gli opportuni dispositivi di sicurezza quali barriere stradali.

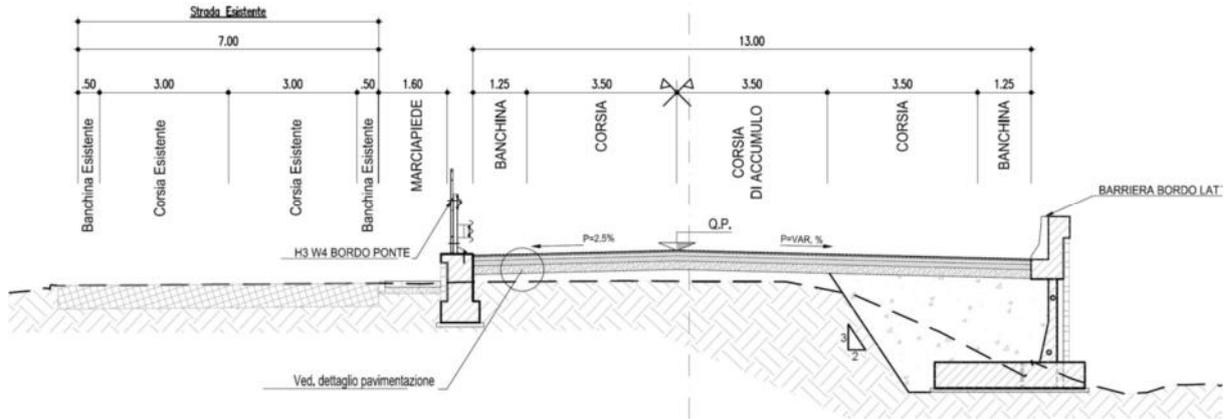


Figura 23 – Sezione tipo abitato Piedipaterno (lato monte)

Sul lato di monte, a seconda dei tratti, a lato della banchina possono essere presenti:

- muro di controripa;
- pareti chiodate;
- paratie di micropali;
- soluzione prefabbricate

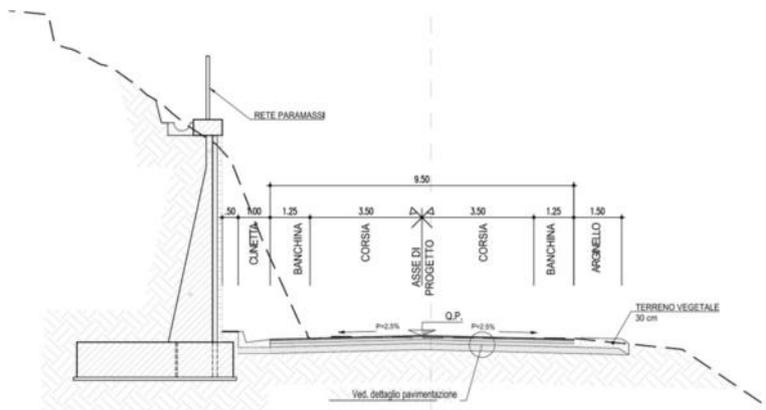


Figura 24 – Sezione tipo con muro di controripa in progetto (lato monte)

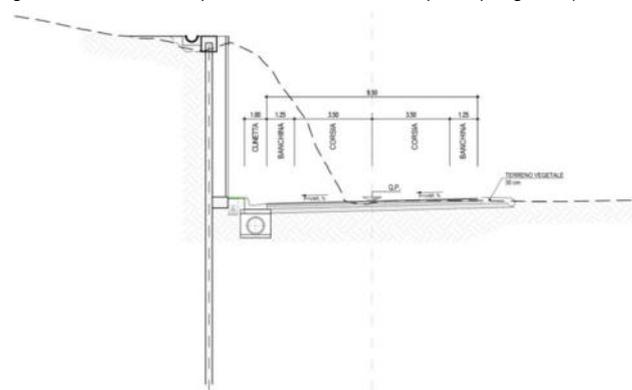


Figura 25 – Sezione tipo con paratia di micropali in progetto (lato monte)

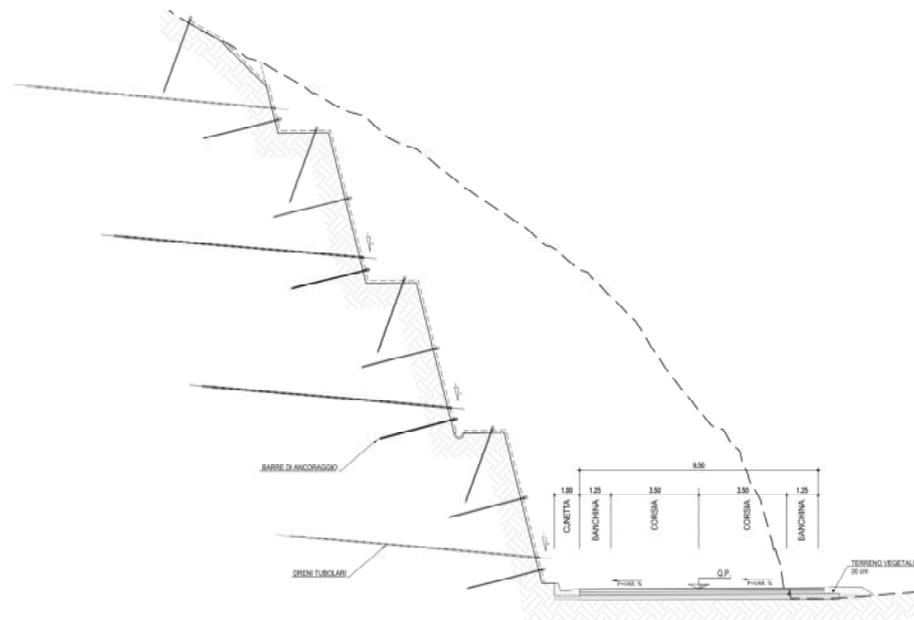


Figura 26 – Sezione tipo con parete chiodata (lato monte)

#### 4.3.4 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.

#### 4.3.5 Barriere di sicurezza

Lungo tutto il tracciato, sul lato di valle, è prevista l'installazione di una barriera di sicurezza, anche a protezione del percorso ciclopedonale costituito dal sedime della ex ferrovia Spoleto-Norcia che corre parallelamente alla S.S. 685 sul lato di valle.

Poiché lungo la quasi totalità del tracciato è previsto un muro di sostegno, la barriera di sicurezza è del tipo da bordo ponte, installata sul cordolo di coronamento del muro.

Inoltre, nei pressi dell'abitato di Piedipaterno verrà installata tale barriera anche verso il centro abitato, sul muro di sostegno a contenimento del rilevato stradale verso la nuova complanare di collegamento.

Per quanto riguarda il traffico che interessa l'infrastruttura in progetto, il TGM cumulato nelle due direzioni è pari a 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.

**Relazione illustrativa e tecnica**

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.

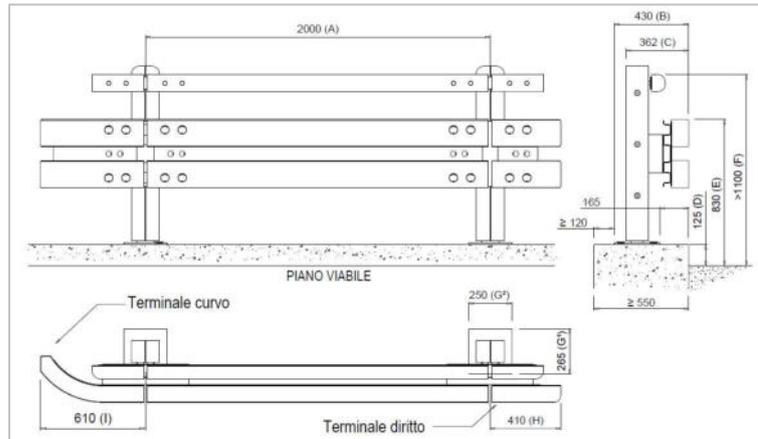


Figura 27 – Pianta, prospetto e sezione tipo della barriera H2 BP in legno e Corten

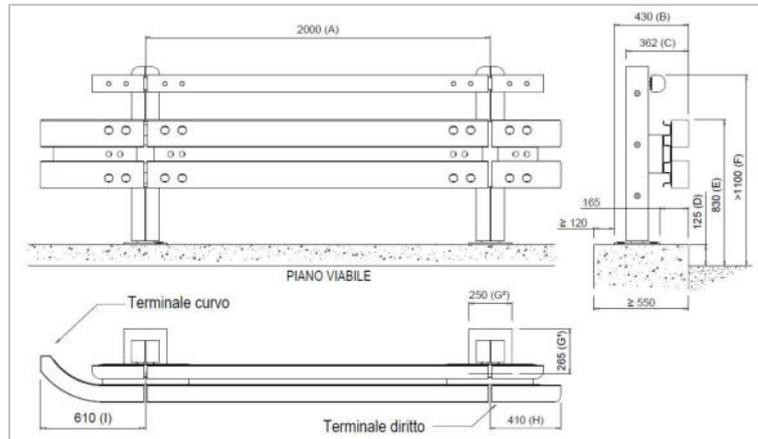


Figura 28 – Pianta, prospetto e sezione tipo della barriera H1 BL in legno e Corten

**4.3.6 Opere d'arte maggiori e minori**

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

- una struttura a sbalzo prefabbricata aperta dalla pk 3+050 alla pk 3+127, per uno sviluppo di 72m;
- scatolari idraulici 2.50x2.50, 5.00x2.50 e ponticelli 9.00x3.00, per le interferenze con il reticolo idrografico;
- tombini circolari DN1200 e DN1500, per le interferenze con il reticolo idrografico;
- muri di sostegno e di sottoscampa, per contenere il rilevato stradale;
- pareti chiodate nei tratti in cui la geologia presenta materiali di tipo litoide, per favorire l'inserimento ambientale dell'opera;
- paratie di micropali opportunamente intirantate, nei tratti in cui la geologia della zona necessita di opere di contenimento più performanti.

#### 4.3.6.1 Struttura paramassi

Nel tratto finale del tracciato, tra la pk 3+050 e la pk 3+127, si è deciso di prevedere l'inserimento di una galleria aperta prefabbricata, che presenta un ottimo effetto panoramico grazie alla totale assenza di pilastri nel lato di valle.

Tale soluzione è costituita da una successione di elementi prefabbricati predisposti per collegarsi a opportuni tiranti d'ancoraggio che assicurano la stabilità dell'opera. Il particolare disegno degli elementi prefabbricati permette il trasporto e il montaggio anche in spazi limitati,

Tale procedimento costruttivo può essere utilizzato anche per tracciati in curva, adottando appositi elementi prefabbricati a pianta trapezoidale.

La struttura a sbalzo è progettata per reggere sia il carico eccezionale di grandi accumuli di terra in seguito a franamenti, sia l'urto dovuto alla caduta di massi, anche da grande altezza.

Le caratteristiche dei materiali, in via preliminare, saranno le seguenti:

- Calcestruzzo fondazione e soletta: classe di resistenza C25/30
- Acciaio: armatura B450C e incidenza fondazioni 75 Kg/mc, soletta 100 Kg/mc

#### 4.3.6.2 Tombini idraulici

Gli **scatolari di natura idraulica** saranno di tre tipologie:

- **opere a sezione scatolare prefabbricate**, aventi dimensioni 2.50x2.50 e 5.00x2.50
- **ponticelli gettati in opera**, aventi dimensioni 9.00x3.00
- **opere a sezione circolare**, aventi dimensioni DN1200 e DN1500

I tombini presenti in progetti sono i seguenti:

- TO01 - tombino circolare DN1200
- TO02 - tombino circolare DN1500
- TO03 - tombino circolare DN1500
- TO04 - tombino circolare DN1200
- TO05 - tombino scatolare 5.00x2.50
- TO06 - tombino scatolare 2.50x2.50
- TO07 - tombino scatolare 5.00x2.50
- TO08 - tombino circolare DN1500
- TO09 - tombino circolare DN1500
- PO01 – ponticello 9.00x3.00
- TO10 - tombino circolare DN1500
- TO11 - tombino circolare DN1500
- TO12 - tombino circolare DN1200
- TO13 - tombino scatolare 2.50x2.50
- PO02 – ponticello 9.00x3.00
- TO14 - tombino circolare DN1500
- TO15 - tombino circolare DN1500

Le tipologie scatolari saranno dotate di passaggi fauna laterali la fine di permettere le connessioni faunistiche interrotte dall'opera e presenteranno muri di imbocco prefabbricati, per gestire il raccordo con la morfologia esistente.

Le caratteristiche dei materiali, in via preliminare, saranno le seguenti:

Relazione illustrativa e tecnica

- Calcestruzzo fondazioni: classe di resistenza C25/30
- Calcestruzzo elevazioni, soletta e cordoli: classe di resistenza C28/35
- Acciaio: armatura B450C e incidenza 80 Kg/mc (fondazioni, elevazioni e cordoli)

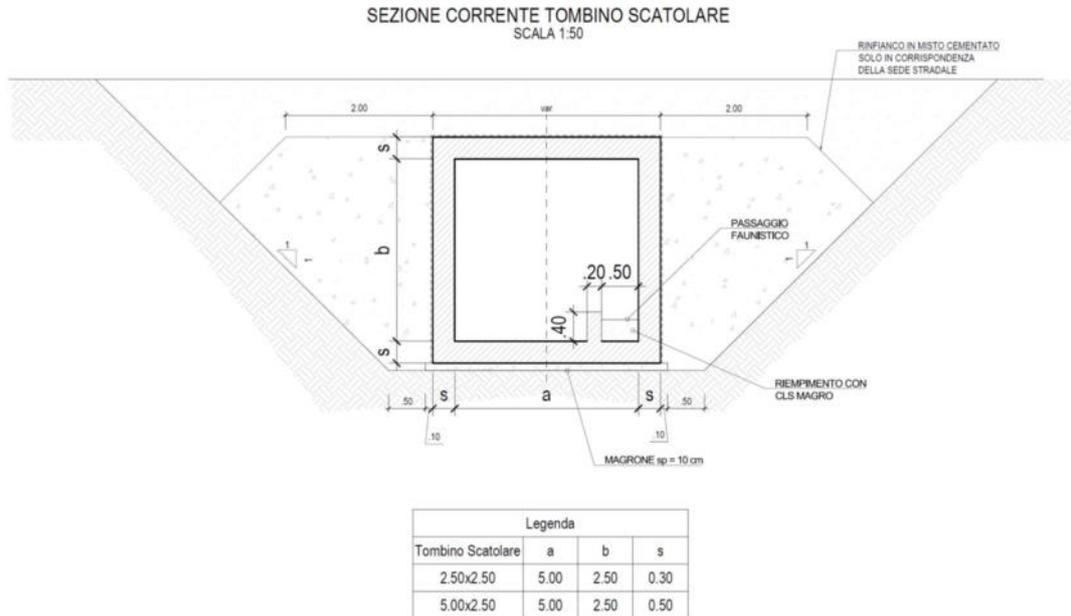


Figura 29 – Sezione trasversale scatolari idraulici

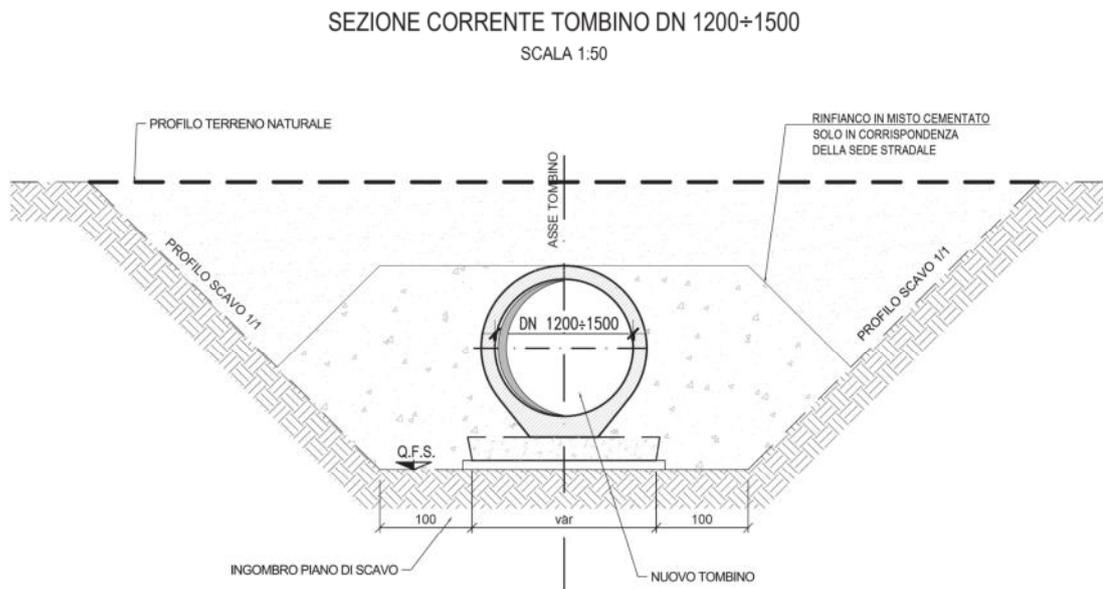


Figura 30 – Sezione trasversale tombini circolari

I ponticelli saranno costituiti da spalle in c.a. di altezza 3.00m e un impalcato in travi in c.a.p. di altezza 60cm con una soletta in predalles di spessore 25cm.

Le caratteristiche dei materiali, in via preliminare, saranno le seguenti:

- Calcestruzzo: classe di resistenza C28/35
- Acciaio: armatura B450C e incidenza 80 Kg/mc (fondazioni spalle) 100 Kg/mc (elevazioni)

Relazione illustrativa e tecnica

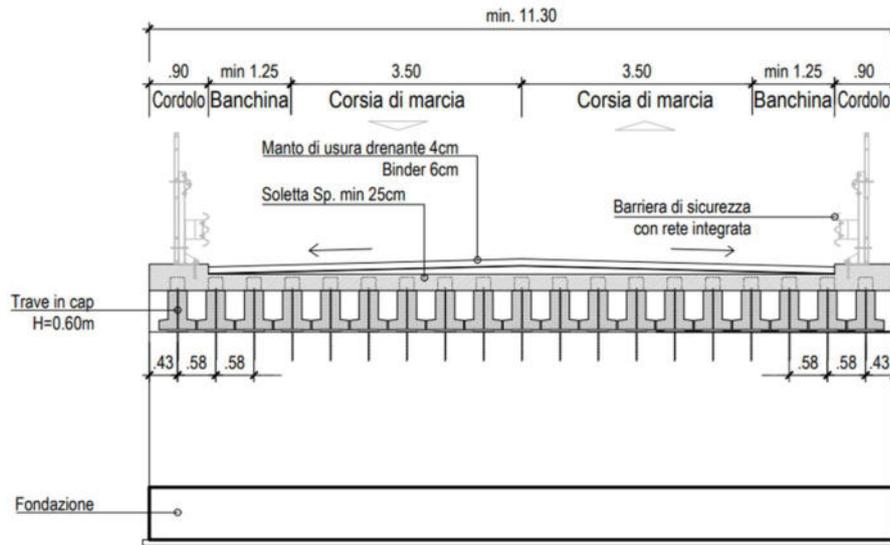


Figura 31 – Sezione trasversale ponticelli idraulici

**4.3.6.3 Muri di sostegno e di controripa**

La figura riporta la sezione tipologica dei muri: si tratta di muri in calcestruzzo armato gettati in opera.

Nella tipologia di sostegno saranno ubicati per il contenimento dell'allargamento del rilevato stradale e nel tratto in cui è presente la pista ciclabile in affiancamento lato valle.

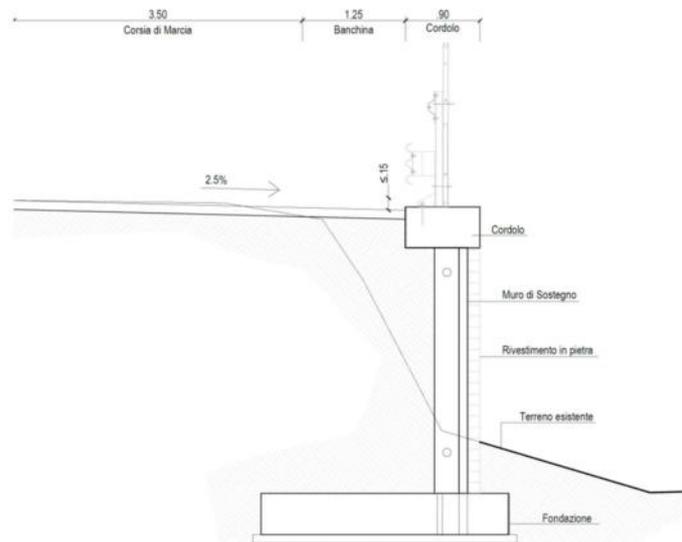


Figura 32 – Sezione trasversale muri di sostegno

In tre tratti più prossimi all'alveo del fiume Nera, saranno realizzati dei muri di sostegno con fondazione su pali  $\Phi 800$  e lunghezza 12m, al fine di limitare il possibile scalzamento al piede.

- Muro di sostegno in destra da pk 0+688.50 alla pk 1+201.65 per uno sviluppo L=511.20m;
- Muro di sostegno in destra da pk 1+290.00 alla pk 1+573.10 per uno sviluppo L=283.20m;
- Muro di sostegno in destra da pk 2+925.91 alla pk 3+032.85 per uno sviluppo L=105.60m;

Relazione illustrativa e tecnica

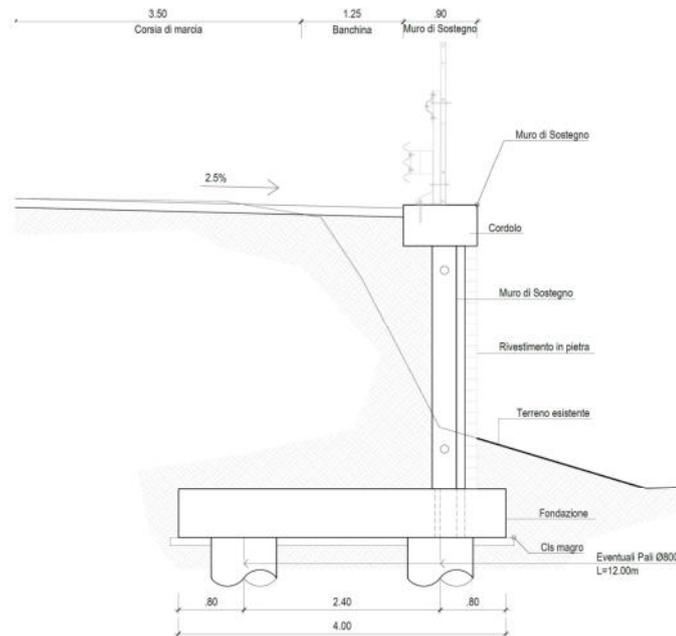


Figura 33 – Sezione trasversale muri di sostegno con fondazione su pali

Nella tipologia di controripa saranno ubicati per il contenimento dell’allargamento del rilevato stradale verso il fronte montuoso.

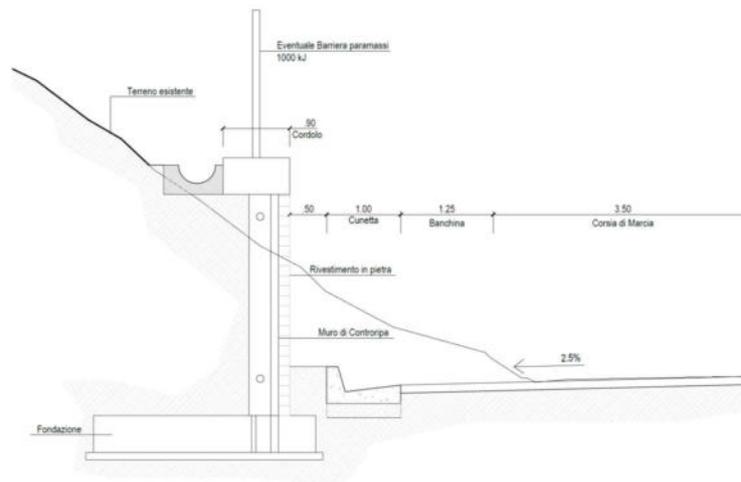


Figura 34 – Sezione trasversale muri di sottoscarpa

Sono state definite 3 tipologie di muro in funzione dell’altezza del paramento, come riepilogato nella tabella a seguire.

Le caratteristiche dei materiali, in via preliminare, saranno le seguenti:

- Calcestruzzo: classe di resistenza C32/40 (fondazioni, elevazioni e cordolo)
- Acciaio: armatura B450C e incidenza 120 Kg/mc (fondazioni) 150 Kg/mc (elevazioni e cordolo)
- Acciaio pali: armatura B450C e incidenza 100 Kg/mc

Per l’ubicazione si vedano gli elaborati T00-OS00-STR-ST01 e T00-OS00-STR-ST02.

Tipologia muro di sostegno	H paramento [m]
----------------------------	-----------------

Relazione illustrativa e tecnica

TIPO 1	1.50 - 3.50
TIPO 2	3.51 – 6.00
TIPO 3	6.01 – 10.00

**4.3.6.4 Paratie di micropali**

Il progetto prevede l’inserimento di paratie di micropali realizzati con un diametro di perforazione  $\Phi = 300$  mm e armati con tubolare  $\Phi 219.1$ mm sp. 12.5mm, posti ad interasse  $i = 0,50$  m, collegati in testa da una trave di coronamento in c.a (sezioni tipo 1, 2 e 3).

Le paratie sono contrastate da 2 o più file di tiranti in ragione dell’altezza di scavo.

Tale tipologia costruttiva verrà impiegata dalla progressiva 2+450.20 alla progressiva 2+550 per uno sviluppo di 100m, al fine di contenere la trincea stradale ove le formazioni geologiche saranno di più scarsa qualità quali detriti e alluvioni.

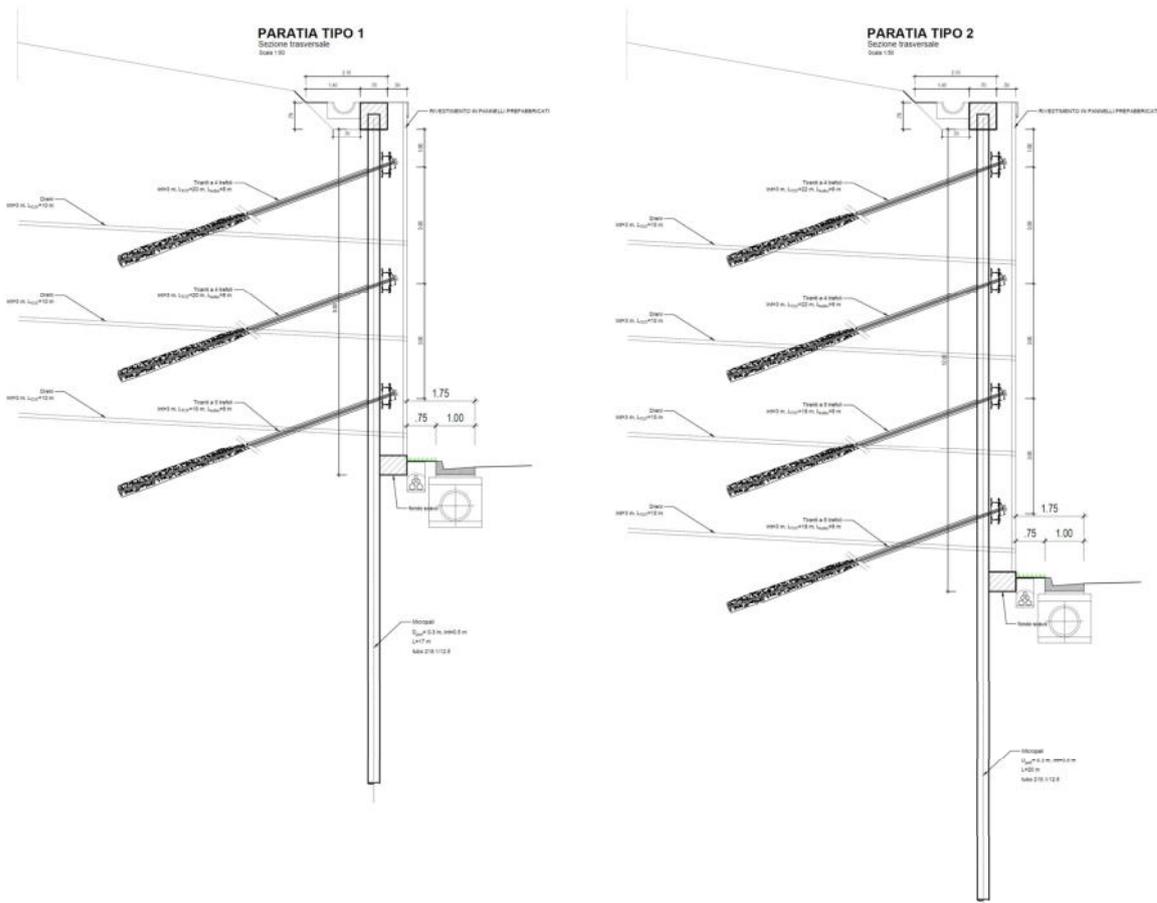


Figura 35 – Sezione trasversale paratie di micropali

Le caratteristiche dei materiali, in via preliminare, saranno le seguenti:

- Calcestruzzo: classe di resistenza C32/40 (cordolo)
- Acciaio: armatura B450C e incidenza 100 Kg/mc (cordoli)

Per le paratie di micropali sono state definite 2 tipologie.

Tipologia paratia di micropali	H scavo [m]	N° file di tiranti [m]
TIPO 1	8.50	3
TIPO 2	10.50	4

Per l'ubicazione si veda l'elaborato T00-OS00-STR-ST03.

#### 4.3.6.5 Pareti chiodate

Tale tipologia costruttiva verrà impiegata in alcuni tratti per contenere la trincea stradale, ove le formazioni geologiche saranno di natura litoide.

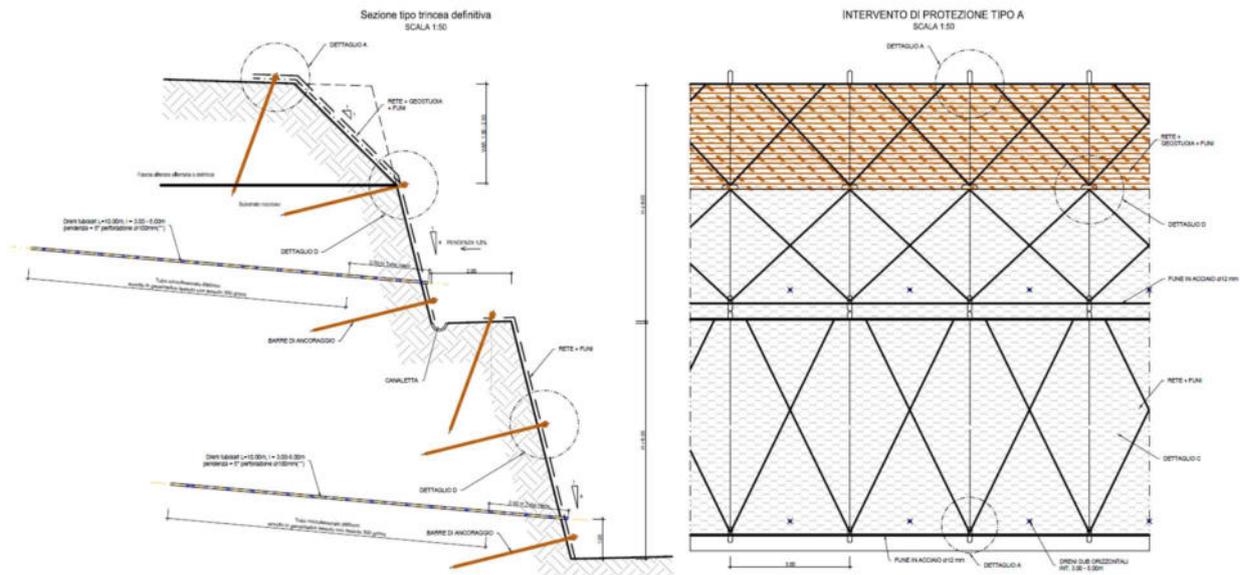


Figura 36 – Sezione trasversale pareti chiodate

Le pareti avranno inclinazione 1/4 e saranno costituite da una rete a doppia torsione ancorata con funi e chiodi a maglia romboidale 6x3. La fune in acciaio avrà diametro  $\Phi 12\text{mm}$  e sarà chiodata con chiodi di ancoraggio di lunghezza 3.00-6.00m.

Inoltre, per assorbire le eventuali risalite di falda saranno inseriti dei dreni tubolati di lunghezza 10.00m, con interasse 3.00-5.00m e pendenza pari a  $5^\circ$ , costituiti da un tubo micro fessurato  $\Phi 65\text{mm}$  avvolto in geosintetico tessuto non tessuto con densità pari a 300 gr/mq.

Per l'ubicazione si veda l'elaborato T00-OS00-STR-ST04.

## 5. SINTESI DEGLI ASPETTI ANALIZZATI

### 5.1 COMPONENTI AMBIENTALI

Il presente paragrafo è finalizzato alla ricerca delle condizioni che consentano la salvaguardia nonché un miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale e comprende la verifica di compatibilità dell'intervento con le prescrizioni dei piani paesaggistici, territoriali ed urbanistici.

#### 5.1.1 Inquadramento territoriale e ambientale

L'opera in progetto ricade in un ambito territoriale sensibile dal punto di vista paesaggistico e ambientale connotato da diversi livelli di tutela, tra cui i vincoli paesaggistici di cui all'art. 136 e 142 del D.lgs. 42/2004 e la ZSC Valnerina.

#### Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

La disciplina paesaggistica nel territorio è definita dal PTCP della Provincia di Perugia, che mantiene la valenza di piano paesaggistico. I contenuti del PTCP sono di pianificazione generale e di coordinamento dei piani comunali, in quanto il PTCP indica l'assetto del territorio provinciale, individuando le trasformazioni necessarie per lo sviluppo socioeconomico provinciale.

Nel caso in esame l'appartenenza degli interventi sulla S.S. 685 è riconducibile all'unità di paesaggio n.112 denominata Valle del Nera. Relativa al sistema paesaggistico di pianura e di valle, per il quale sono previste "direttive di controllo del paesaggio in evoluzione".

Nello specifico gli interventi che ricadono nel comune di Vallo di Nera afferiscono ad "ambiti che presentano elementi di qualità paesaggistica". Dall'analisi del P.T.C.P. si evidenzia, inoltre che il tracciato attuale dell'infrastruttura oggetto degli interventi previsti ricade in:

- Zone di salvaguardia paesaggistica dei corsi d'acqua di principale rilevanza territoriale di cui all'art. 39, comma 4 rif. 7.b delle norme tecniche del PTCP;
- Aree di studio di cui all'art. 38, comma 8 del PTCP e alla D.P.G.R. 61/98;

ed inoltre, risulta in affiancamento ad un ambito di rilevante pregio naturalistico: ZSC "Classe 4B" di cui all'art. 14, comma 3 del PTCP.

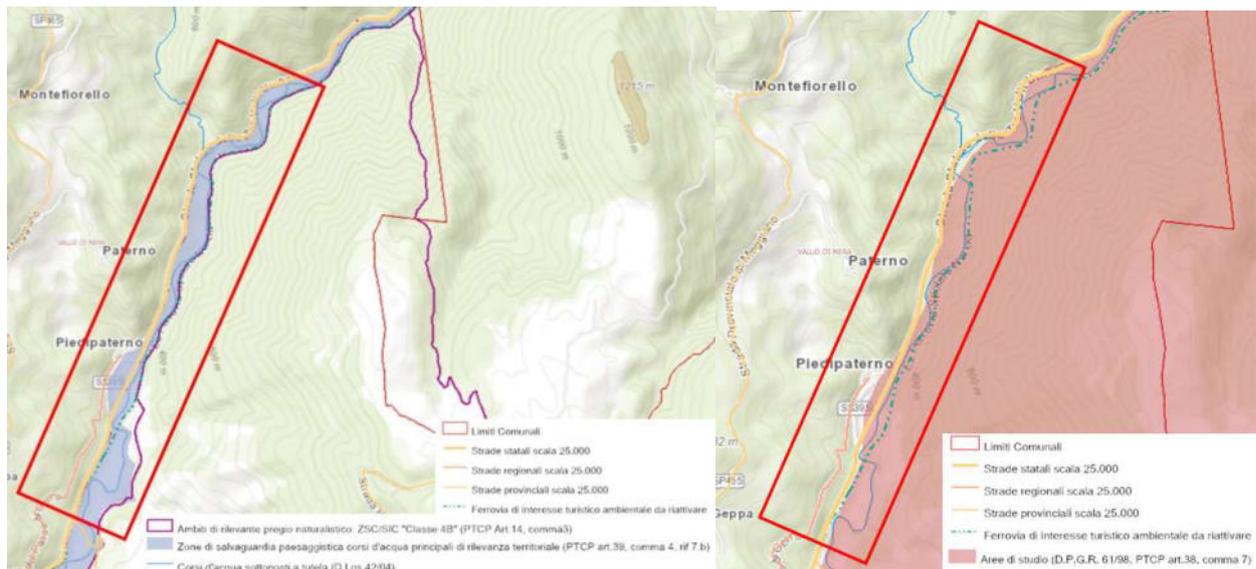


Figura 37 – Estratto dal sito <https://webgis.provincia.perugia.it/>

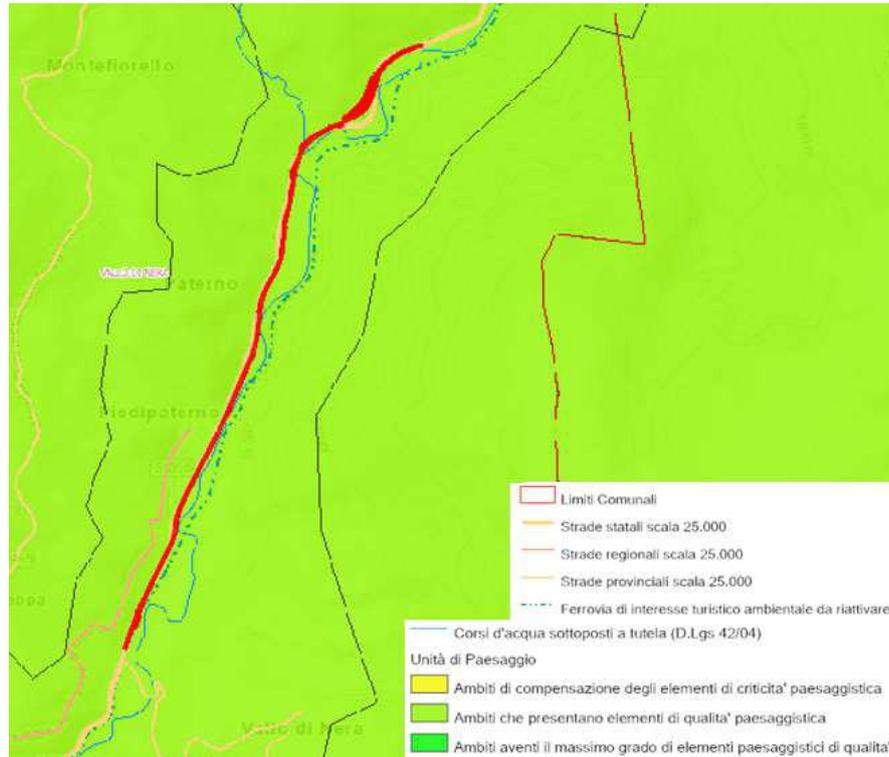


Figura 38 – Individuazione delle unità di paesaggio (estratto dal sito <https://webgis.provincia.perugia.it/>)

**Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.)**

La Legge Regionale 24 giugno 2009 n.13 disciplina anche la formazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR). Il PPR, preadottato con D.G.R. n° 1370 del 05/10/2009 della Regione dell’Umbria, è inteso come strumento organico di governo delle tutele, nonché di compatibilità e di indirizzo degli interventi di conservazione e trasformazione, fermo restando che, i Beni paesaggistici di cui al D. Lgs. n. 42/2004, si avvalgono di specifici contenuti regolativi.

Dall’esame degli elaborati il tratto interessato della S.S. 685 insiste in aree sottoposte a vincolo paesaggistico, come specificato nella tabella e negli elaborati seguenti.

Vincolo paesaggistico	Descrizione	Riferimento normativo
Bene paesaggistico	Aree di notevole interesse pubblico	D.Lgs. 42/04, art. 136
Aree tutelate per legge	Fiumi, torrenti, corsi d’acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici e relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 m ciascuna;	D.Lgs. 42/04, art. 142, comma 1, lett. c)
Aree tutelate per legge	Territori coperti da foreste e boschi, ancorché danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall’art. 2, commi 2 e 6 del D.L.gs 18 maggio 2001, n. 127	D.Lgs. 42/04, art. 142, comma 1, lett.g)
Aree tutelate per legge	Aree assegnate alle università agrarie e zone gravate da usi civici	D.Lgs. 42/04, art. 142, comma 1, lett.h)

Relazione illustrativa e tecnica



Figura 39 – Estratto tavola QC2.3 Beni paesaggistici del PPR In rosso il tracciato di progetto

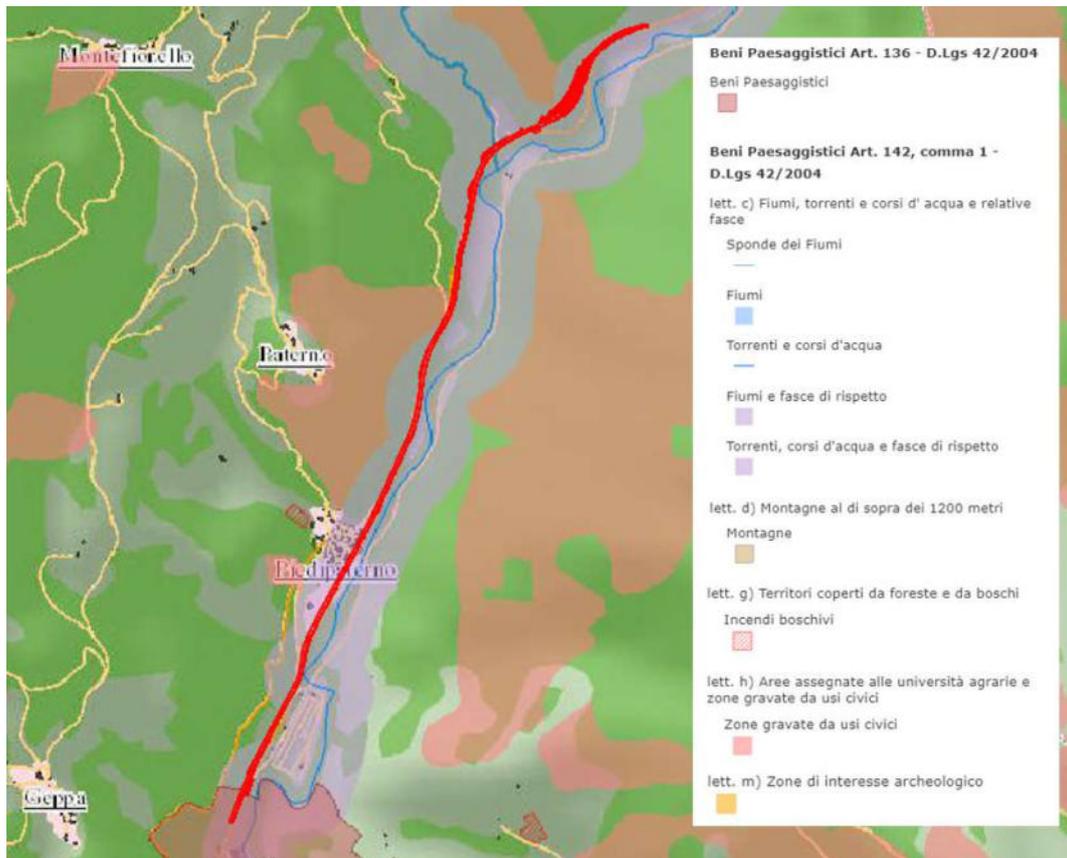


Figura 40– Estratto sito Web Gis della Regione Umbria – Viewer 3.0 "Beni paesaggistici"

Ad integrazione di quanto precedentemente indicato e riportato nei documenti anche del Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.), in precedenza illustrato, si segnala la presenza di un ulteriore bene paesaggistico non individuato dal P.P.R. e costituito dal tracciato della ex ferrovia Spoleto – Norcia. Il bene tutelato è costituito dal sedime della ex ferrovia, ora smantellata, ma che realizza la carreggiata del percorso ciclabile Spoleto – Norcia, uno degli itinerari principali della rete delle ciclabili della Regione Umbria.

### Rete Ecologica Regionale dell'Umbria (R.E.R.U.)

La Giunta Regionale Umbra ha approvato il progetto di Rete Ecologica Regionale dell'Umbria (R.E.R.U.) con DGR n. 2003 del 30/11/2005, già recepita nel P.U.T. con L.R. n. 11 del 22/02/2005, modificando la L.R. n. 27/2000. Scopo della rete ecologica è quello di evitare la frammentazione degli habitat, conseguente ai fenomeni di antropizzazione e, in secondo luogo, di connettere la politica specifica delle aree protette a quella più globale della conservazione della natura.

Il tracciato di progetto insiste prevalentemente sul sedime attuale della S.S.685 individuata nella RERU come barriere antropiche (Anthropogenic barriers).

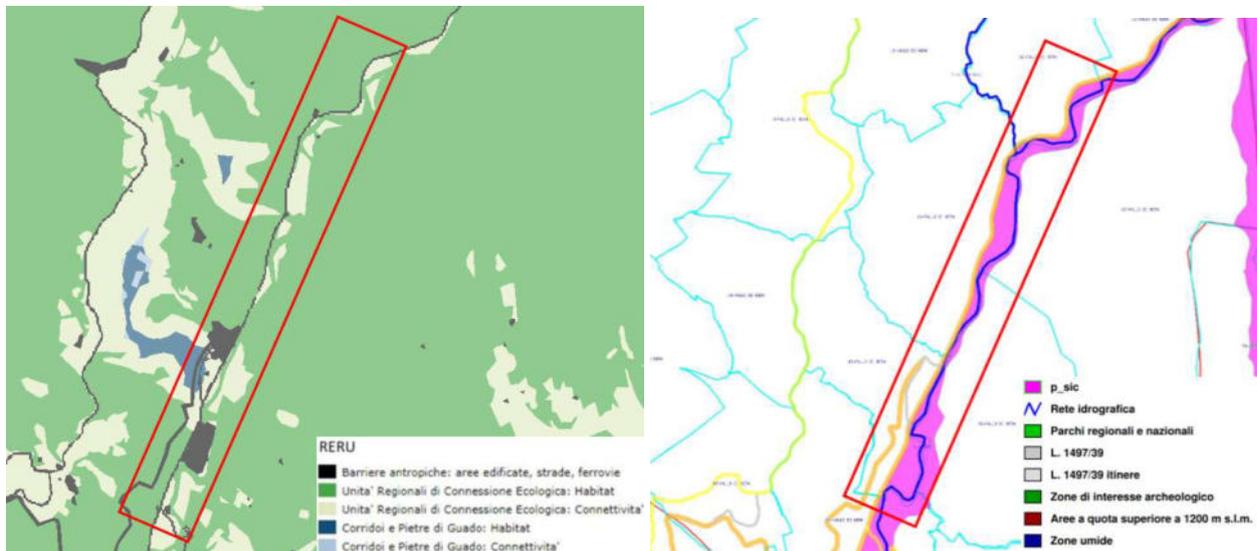


Figura 41 – Inquadramento della Rete Ecologica Regionale Umbria

### Piani Urbanistici Comunali

Lo strumento urbanistico vigente nel Comune di Vallo di Nera è dato da un Programma di Fabbricazione (PdF) e a delle piccole Varianti successive. Le norme relative a tale tipologia di strumentazione urbanistica, a differenza dei Piani Regolatori Generali, prevede una zonizzazione in cui sono esplicitate le destinazioni d'uso ammesse in corrispondenza dei soli centri abitati: capoluogo e frazioni (L. 1150/1942 e smi).

Lungo il tratto della S.S. 685 interessato dal progetto sono presenti Zone A, B, D, F.

### Aree Protette

Dalla verifica delle interferenze del progetto con le aree protette risulta che il tratto della S.S. 685 oggetto d'intervento **non ricade all'interno di Parchi regionali o nazionali** di cui alla "Legge quadro sulle aree protette" n. 394L. 06/12/1991, risulta, altresì, **marginalmente ricadente nell'area protetta ZSC IT5210046 "Valnerina"**. Per l'analisi del sito ZSC IT 5210046 "Valnerina", si fa riferimento al Piano di Gestione del SIC omonimo che è stato approvato con D.G.R n. 1535 del 03/12/2012.

Di seguito si riportano le cartografie con l'individuazione dell'ambito della ZSC Valnerina e del tracciato in progetto.

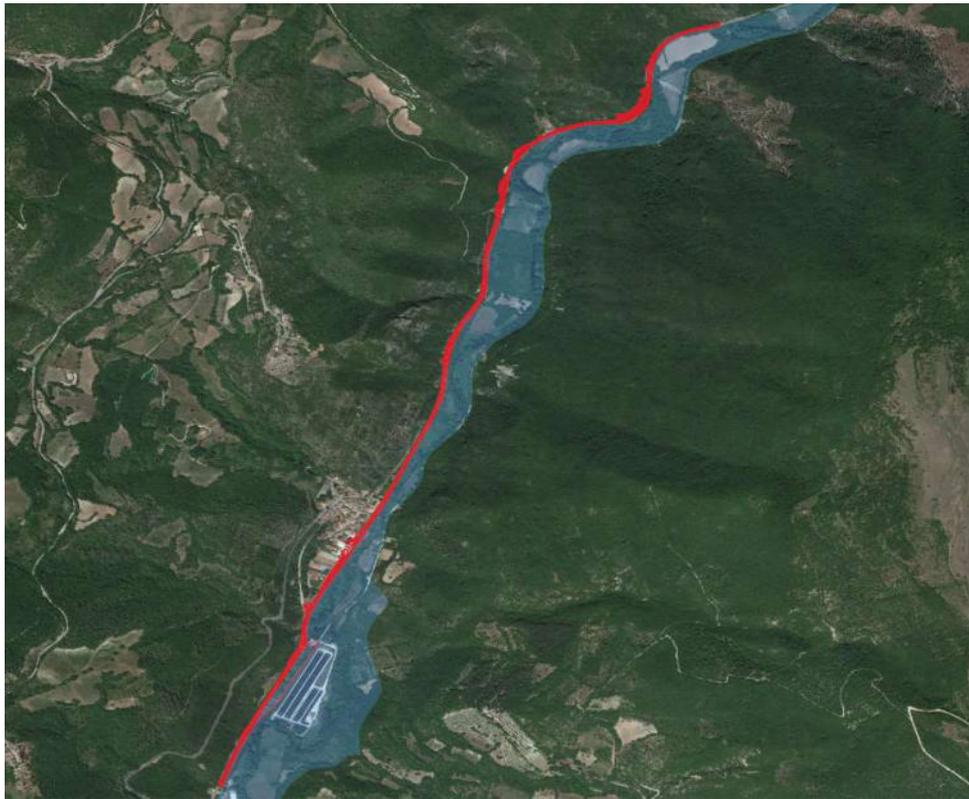


Figura 42 – Individuazione della ZSC su ortofoto

#### Indicazioni delle norme di tutela ambientale che si applicano all'intervento

Di seguito vengono fornite le indicazioni delle norme di tutela ambientale che si applicano all'intervento e degli eventuali limiti posti dalla normativa di settore, nonché l'indicazione dei criteri tecnici che si intendono adottare per assicurarne il rispetto:

Norme Comunitarie e Nazionali	Oggetto	Sintesi della disamina
Direttiva 92/43 CEE; D.P.R. 8/09/1997 n. 357; D.P.R. 12/03/2003 n. 120	Zone di speciale conservazione (ZSC) e siti di importanza comunitaria (SIC)	Il tracciato in progetto ricade marginalmente sul sito della ZSC IT5210046 "Valnerina".
L. 06/12/1991 n. 394	Piani di gestione delle aree protette e dei parchi	Il tracciato in progetto non ricade su ambiti delle aree protette o di parchi
R.D.L. 30/12/1923 n. 3267	Vincolo idrogeologico	Il tracciato in progetto è parzialmente interessato dal vincolo idrogeologico, è pertanto necessaria l'autorizzazione da parte dell'Ente ora competente.
D.Lgs. 22/01/2004 n. 42	Codice dei beni culturali e del paesaggio	Il tracciato in progetto ricade in aree di vincolate paesaggisticamente di cui all' art. 136 e art.142 lett. c), g) e h), del D.lgs. 42/2004.

**Relazione illustrativa e tecnica**

		Da cui la necessità dell'autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146
L. 18/05/1989 n. 183	Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I.	Prestazioni vincolanti

Norme Regionali	Oggetto	Sintesi della disamina
L.R. 26/06/2009 n. 13	Piano paesaggistico regionale P.P.R.	Conferma la presenza dei vincoli paesaggistici del D.lgs. 42/2004
D.G.R. 30/11/2005 n. 2003	Rete Ecologica della Regione Umbria (R.E.R.U.)	Il tracciato di progetto insiste su ambiti delle barriere antropiche e di connettività dell'Unità regionali di connessione ecologica

Norme Provinciali	Oggetto	Sintesi della disamina
L. 08/06/1990 n. 142	Piano territoriale di coordinamento provinciale P.T.C.P.	L'area d'intervento ricade sull'unità 112 – Valle del Nera, relativa ad un sistema paesaggistico di pianura e di valle, per la quale sono previste "direttive di controllo del paesaggio in evoluzione".

Norme Comuni	Oggetto	Sintesi della disamina
L. n. 1150 17/08/1942	Piano di Fabbricazione del comune di Vallo di Nera	Lungo il tratto della S.S. 685 interessato dal progetto sono presenti Zone A, B, D, F.

**Procedure ambientali**

Di seguito vengono individuate le procedure ambientali e paesaggistiche alle quali dovrà essere sottoposto il successivo progetto definitivo in ragione dei vincoli e delle normative ambientali esaminate:

- **Valutazione di incidenza ambientale (VINCA)**

L'intervento non interessa direttamente ambiti della Rete Natura 2000, come sopra accennato, ma in considerazione sia della prossimità delle opere alla ZSC – Valnerina, come precedentemente illustrato, sia del fatto che la procedura di Valutazione di incidenza ambientale (VINCA) tiene conto anche degli effetti indiretti, da cui non necessariamente l'opera deve interessare direttamente gli ambiti tutelati, si ritiene che il progetto definitivo debba considerare tali situazioni ed è pertanto soggetto alle norme dei D.P.R. n° 357/97 e n° 120/2003.

In ragione di quanto sopra e in riferimento sia della Direttiva Habitat, dell'art. 5 del D.P.R. n° 357/97, nonché delle Linee Guida Nazionali per la Valutazione di Incidenza del 2019, il progetto dovrà essere sottoposto ad uno screening di I livello.

- **Autorizzazione paesaggistica**

In ragione della presenza di vincoli paesaggistici definiti ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., vi è la necessità che il progetto definitivo ottenga l'autorizzazione paesaggistica prevista dell'art. 146, dello stesso decreto. La procedura relativa prevede quindi che il progetto definitivo sia integrato dalla Relazione paesaggistica, redatta ai sensi del D.P.C.M. 12/12/2005 e che la stessa sia sottoposta all'approvazione della locale Soprintendenza, quale organo periferico del Ministero. In tale elaborato dovranno essere evidenziate

sia le mitigazioni paesaggistiche previste, che le modifiche e/o spostamenti, di parti del tracciato del bene paesaggistico tutelato dal Decreto del 14/03/2001, “Ferrovia Spoleto – Norcia”.

La procedura dovrà quindi prevedere, per il bene di cui sopra, anche l’autorizzazione di cui all’art. 21 del D.Lgs. 42/2004.

- **Autorizzazione vincolo idrogeologico**

In ragione del fatto che l’opera in progetto interessa, se pure solo in parte, ambiti sottoposti a vincolo idrogeologico di cui al R.D. 30/12/1923 n. 3267, vi è la necessità della Richiesta di autorizzazione alla realizzazione di opere all’Ente competente.

- **Autorizzazione taglio bosco**

L’intervento in progetto necessita di operare dei tagli della superficie boscata esistente e definita dallo strumento urbanistico comunale. Per tali ragioni, ai sensi dell’art. 6 della L.R. n° 28/2001 “Testo unico per le foreste”, vi è la necessità dell’autorizzazione prevista. Tale autorizzazione comporta la formulazione dell’istanza all’Ente competente e la definizione delle quantità di superfici boscate che saranno sottratte con le conseguenti misure di compensazione (rimboschimento di pari superficie nello stesso ambito comunale o in quelli limitrofi o il versamento di un contributo di onere equivalente al costo presunto dell’imboschimento).

### **5.1.2 Inquadramento Archeologico**

Si evidenzia un’area soggetta ad interesse archeologico che confina con la parte finale della tratta di progetto. Si sottolinea che il nuovo tracciato verrà realizzato sul sedime della strada esistente e che non interessa l’area archeologica definita.

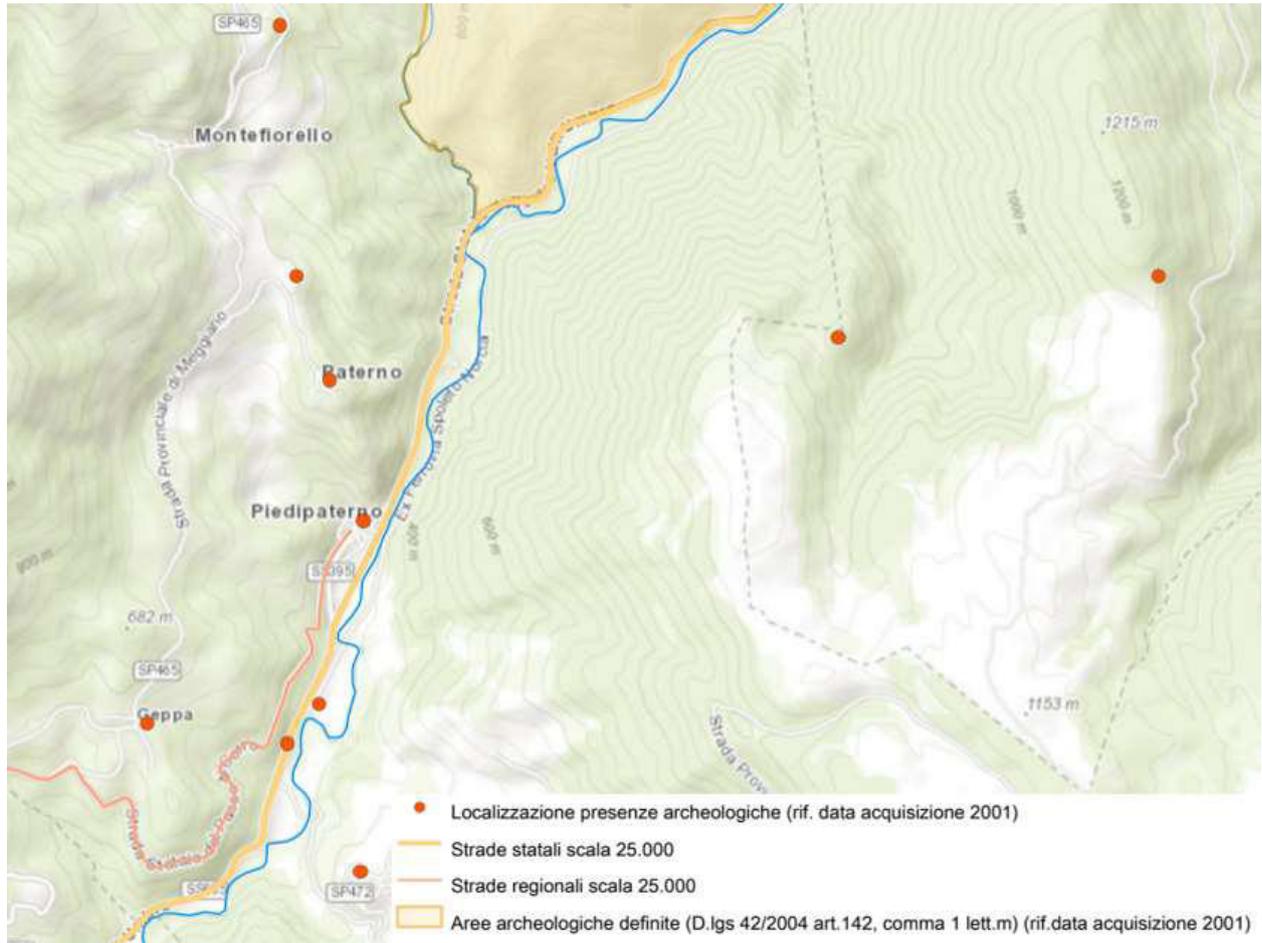


Figura 43 – Localizzazione presenze archeologiche

Per maggiore dettaglio si rimanda all’elaborato “T00-GE00-GET-RE01\_Relazione di verifica preventiva dell’interesse archeologico con allegata carta della potenzialità archeologica”.

## 5.2 GEOLOGIA

Il presente paragrafo descrive il contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni interessati dal presente progetto, illustrando gli aspetti connessi con lo scenario naturale in cui si collocano gli interventi previsti ed evidenziandone gli elementi ritenuti critici.

Le tematiche di carattere geologico-applicativo trattate sono utili per un inquadramento preliminare del territorio studiato. Lo studio permette di fornire un primo modello geologico dell’area, utile alla definizione delle possibili alternative di tracciato; evidenziando le caratteristiche ed i rapporti lito-stratigrafici delle formazioni geologiche ed il loro assetto idrogeologico e geomorfologico.

In particolare, il lavoro è stato svolto attraverso le seguenti fasi:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici e idrogeologici esistenti, nello specifico il PFTE: 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 1 - Lavori di adeguamento alla sez. tipo C2 dal km 49+300 al km 51+500. Relazione Geologica e relative carte tematiche

- acquisizione ed analisi della documentazione bibliografica disponibile (cartografie tematiche e di pianificazione del territorio a piccola scala: carte geologiche e idrogeologiche della Regione Umbria, CARG; PAI, IFFI);
- studi foto-interpretativi condotti su orto-foto;
- rilievi geologici e geologico strutturali di campo;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche disponibili realizzate in prossimità dell'area di interesse progettuale.

### 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.

Posti in discordanza sui depositi marini sono presenti depositi continentali pleistocenici, costituiti prevalentemente da alluvioni recenti, detriti di falda e corpi di frana.

Di seguito si descrivono le unità litostratigrafiche individuate nell'area oggetto di studio e nel suo immediato intorno. Tali dati sono utili ad una caratterizzazione geologica finalizzata alla definizione del quadro di riferimento progettuale delle opere.

#### Depositi continentali quaternari

##### (h) RIPORTO ANTROPICO [OLOCENE – ATTUALE]

Depositi sciolti, eterometrici, di spessore variabile (qualche metro).

##### (a<sub>1</sub>) DEPOSITI DI FRANA [PLEISTOCENE – OLOCENE]

Depositi gravitativi, detritici, in assetto caotico, a granulometria variabile, con clasti a spigoli vivi.

##### (a<sub>3</sub>) DETRITI DI FALDA [PLEISTOCENE SUPERIORE – OLOCENE]

Depositi gravitativi, detritici, sia di falda detrito sia di conoide misto, a granulometria variabile, da ben classificati a fortemente eterometrici, per lo più sciolti o debolmente cementati (nelle porzioni inferiori), in accumuli massivi o grossolanamente stratificati, i clasti sono a spigoli vivi o talora moderatamente arrotondati.

##### (b) DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI [PLEISTOCENE – OLOCENE]

Depositi alluvionali a granulometria variabile, eterometrici, costituiti da blocchi, ciottoli talvolta grossolani e ghiaia in matrice sabbioso-limoso; caratterizzanti gli alvei fluviali.

##### (b<sub>n</sub>) DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI [PLEISTOCENE – OLOCENE]

Depositi alluvionali costituiti da prevalenti ghiaie, da sciolte a variamente cementate, con intercalazioni di lenti di sabbie, di limi e di argille; I clasti, per lo più centimetrici, sono generalmente ben arrotondati e localmente presentano patine di alterazione. Questi depositi caratterizzano i terrazzi alluvionali posti a quota più elevata rispetto all'alveo attuale.

#### Depositi marini pelagici – Unità del dominio umbro

##### (SCC) SCAGLIA CINEREA [EOCENE SUPERIORE – AQUITANIANO INFERIORE]

Marne e marne argillose di colore grigio-verde e grigio, alternate alla base con calcari marnosi grigi organizzati in strati in genere sottili (10-30 cm). La potenza della formazione è di circa 40m.

##### (VAS) SCAGLIA VARIEGATA [EOCENE MEDIO - EOCENE SUPERIORE]

**Relazione illustrativa e tecnica**

Calcari marnosi di colore rosso e grigio-verde, calcari e marne grigie con selce nera e marne rosse con intercalazione di livelli calcarenitici. La stratificazione è sottile (2-20cm). Lo spessore dell'unità raggiunge circa 40-70m.

(SAA) SCAGLIA ROSSA [TURONIANO INFERIORE - EOCENE MEDIO]

Rappresenta la formazione rocciosa intercettata dal tracciato in allargamento e di stretto interesse progettuale. Costituita da calcari micritici di colore rosa, più raramente biancastri, alternati a interstrati pelitici molto sottili, calcari marnosi e marne di colore variabile da rosa a rosso scuro, con selce in noduli o liste generalmente di colore rosso o rosa, ben stratificati. La base dell'unità, porzione cretacea, è quasi esclusivamente calcarea e caratterizzata da strati più spessi (10-40 cm); la parte alta dell'unità, porzione paleogenica, è caratterizzata da strati più sottili, marcata da intercalazioni marnoso-argillose. Sono inoltre presenti livelli calcarenitici di colore grigio-bianco, talvolta laminati, di spessore metrico. La potenza della formazione è di circa 100m.

(SBI) SCAGLIA BIANCA [ALBIANO SUPERIORE - TURONIANO INFERIORE]

Calcolutiti di colore bianco o grigio chiaro a stratificazione medio sottile (10-35 cm), con liste di selce nera o grigia nella parte alta dell'unità e biaco-rosa nella porzione basale. La potenza dell'unità, nel settore studiato, varia mediamente tra 20-40m.

(FUC) MARNE A FUCOIDI [APTIANO INFERIORE - ALBIANO SUPERIORE]

Calcari marnosi e marne da calcaree ad argillose in alternanza, con livelli ad elevata componente argillosa, talora laminate, di colore grigio scuro, verde, rosso o variegato, con ripetute intercalazioni bituminose nere. La potenza della formazione non supera i 50 m.

(MAI) MAIOLICA [TITONIANO INFERIORE - APTIANO INFERIORE]

Calcari micritici a grana finissima ed a frattura concoide, di colore bianco, organizzati in strati regolari di spessore compreso tra 10 e 50 cm. Sono presenti in forma diffusa letti o noduli di selce di colore grigio e strutture stilolitiche, presenti in particolare in corrispondenza dei giunti di strato. La potenza della formazione è di circa 130 m.

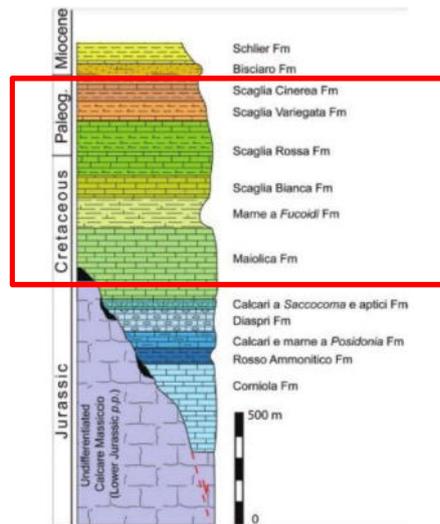


Figura 44 – Colonna stratigrafica della Successione Umbro-Marchigiana con le Formazioni dell'era mesozoica e dell'era cenozoica (Lazzarotto, 2000). In evidenza la porzione di successione affiorante nell'intorno dell'opera in progetto

L'assetto tettonico strutturale del territorio è rappresentato da una catena montuosa a pieghe e sovrascorrimenti con vergenza orientale.

**Relazione illustrativa e tecnica**

Le pieghe, fortemente asimmetriche, sono costituite da anticlinali e da strette sinclinali. Il fianco orientale delle pieghe è generalmente interessato da sovrascorrimenti e faglie inverse, a cui frequentemente si associano zone di taglio trascorrenti N-S destre e E-W sinistre.

Nello specifico, l'area in esame, ubicata sul versante sud orientale del M. Galenne (q. 1060 m s.l.m.), in corrispondenza dei margini orientali della pianura alluvionale del Fiume Nera, ricade nell'unità tettonica del M. Coscerno.

Questa unità tettonica è caratterizzata dalla presenza di importanti elementi strutturali e strutture plicative a scala regionale come: anticlinali e sinclinali aventi direzione N-S, generalmente dislocate e traslate dalla presenza delle lineazioni trascorrenti, transtensive e da diffuse faglie dirette.

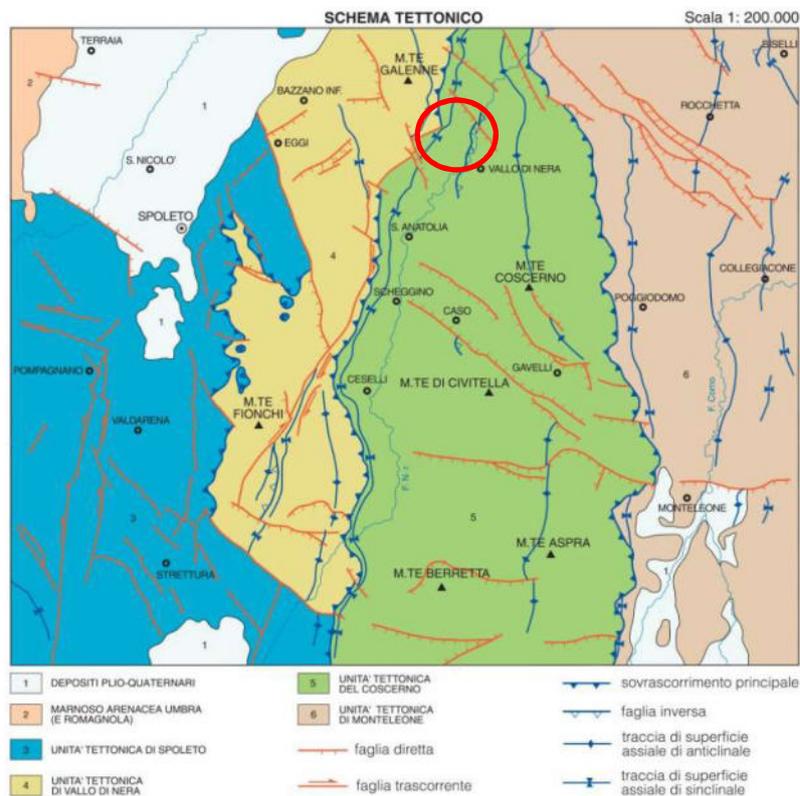


Figura 45 – Schema tettonico con indicazione dell'area interessata dal progetto stradale (Foglio 336 - Spoleto - Carta Geologica d'Italia - Progetto GARG).

In particolare la presenza della sinclinale della Valnerina, costituisce l'elemento dominante del modello deformativo in quest'area. È una struttura rovesciata e vergente verso est, con nucleo in Scaglia Cinerea nel tratto a sud di S. Martino. Presenta direzione assiale circa N15, variabile fino a NE-SW nella porzione fra S. Martino e Piedipaterno, ed è complicata da una serie di mesopieghe con lunghezza d'onda variabile.

Faglie dirette orientate NE-SW dislocano la sinclinale della Valnerina in tutta la porzione centro-settentrionale, dove sono presenti anche faglie trascorrenti di limitata estensione.

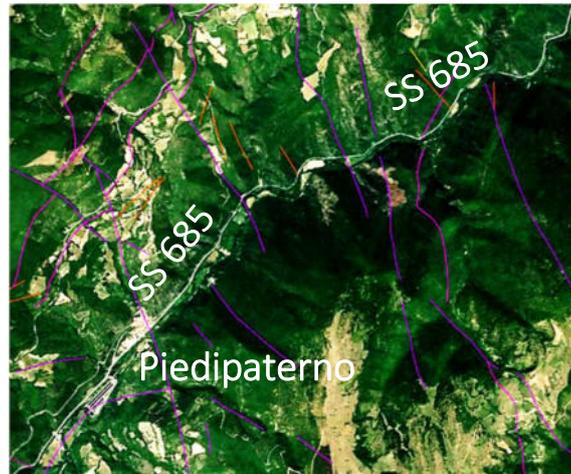


Figura 46 – Principali elementi tettonici riconosciuti nell'area di studio (Banca dati del Servizio Geologico e Sismico Regionale – Regione Umbria); In viola: faglia normale, in rosa: faglia inversa/sovrascorrimento; in arancione: faglie presunte

### 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 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 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**, che in parte occupano anche l'area di piana.

La piana alluvionale, nel settore di progetto, presenta una larghezza media inferiore ai 400-500 m, con fondo piatto e andamento rettilineo a tratti meandriforme (settore N e S del tracciato), che in alcuni tratti lambisce le strutture carbonatiche (tratte in erosione).

Tale settore, secondo quanto riportato del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Centrale (ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere), relativamente alla perimetrazione della Pericolosità Rischio idraulico, risulta per la quasi totalità perimetrato a differenti livelli di Pericolosità e Rischio, come si evince dagli stralci cartografici di seguito riportati; mentre l'attuale tracciato non ricade nelle aree inondabili ad eccezione del tratto percorso in adiacenza all'abitato di Piedipaterno.

Nello specifico, il tratto in adiacenza all'abitato di Piedipaterno, tratto compreso tra le pk di progetto 0+750 e 1+600 circa, ricade in fascia B con zone di Rischio R2 e R3 (da pk 0+750 a pk 1+350 circa) e in fascia C (da pk 1+350 a pk 1+600 circa).

Relazione illustrativa e tecnica

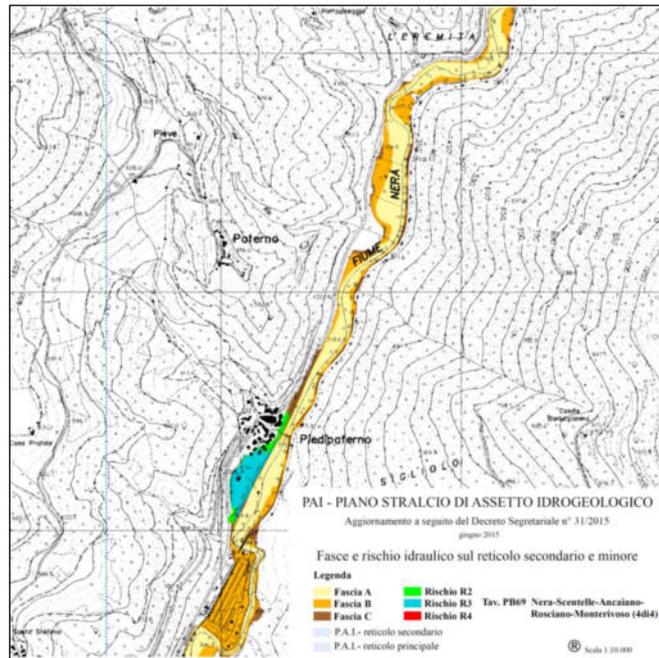


Figura 47 – Estratto cartografico della pericolosità e rischio idraulico PAI

I rilievi che delimitano l’attuale tracciato bordano la valle con quote massime tra i 500-700 m s.l.m. e presentano versanti con pendenze elevate e caratterizzati da 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, relativamente all’assetto idrogeologico per il Rischio frane, si riportano nella seguente tabella i fenomeni gravitativi che interessano il tracciato in progetto.

Id progetto	Id PAI	Id IFFI	PK approssimativa da [m] a [m]		Tipologia dissesto	Causa	Stato di attività	Opere di mitigazione/interventi	Classe di rischio
001	-	-	0+225	0+500	Conoide/cono detrito	-	-	-	-
002	-	-	0+590	0+725	Conoide/cono detrito	-	-	-	-
003	UM232	0540412207	1+050	1+350	Colamento rapido (in detriti)/debris flow	Precipitazioni eccezionali prolungate, contrasto di permeabilità, materiale debole, precipitazioni brevi ed intense	Quiescente	-	R4 molto elevato
004	UM233	0540412800	1+350	1+700	crollo/ribaltamento	Termoclastismo, terremoto, materiale fratturato, orientazione sfavorevole discontinuità secondarie	Quiescente	Strutture paramassi (barriere deformabili, rigide), disgaggio	R4 molto elevato
005	UM234	054041300	1+700	1+790	Colamento rapido (in detriti)/debris flow	Materiale debole, materiale fratturato, precipitazioni brevi ed intense, precipitazioni eccezionali prolungate	Quiescente	-	R4 molto elevato
006	-	0540412900	1+825	1+925	Aree con crolli/ribaltamenti diffusi (IFFI); Falda o cono detrito (PAI)	Precipitazioni eccezionali prolungate, orientazione sfavorevole discontinuità primarie, orientazione sfavorevole discontinuità secondarie, terremoto, materiale fratturato, precipitazioni brevi ed intense	Attivo	-	-
007	-	-	2+070	2+160	Falda o cono detrito (PAI)	-	Attivo	-	-
008	-	-	2+400	2+465	Conoide/cono detrito	-	-	-	-
009	-	-	2+800	2+900	Falda o cono detrito (PAI)	-	Attivo	-	-
010	-	0542513200	2+900	3+550	Aree con crolli/ribaltamenti diffusi (IFFI)	Materiale alterato, terremoto, gelificazione o crioclastismo	Quiescente	Strutture paramassi (barriere deformabili, rigide,)	-

### 5.2.3 Inquadramento idrogeologico

#### 5.2.3.1 Analisi dei bacini

L'intervento di progetto si colloca nella Valnerina, una stretta valle attraversata **dal corso del fiume Nera, affluente in sinistra idraulica del fiume Tevere.**

Il bacino del fiume Nera presenta una superficie totale di 4.311 km<sup>2</sup> ed è prevalentemente montuoso e presenta la quota media più alta tra i vari bacini umbri (909m s.l.m.). La quota massima viene raggiunta dal M. Vettore (2.476 m), ma anche le quote degli altri rilievi superano spesso i 1.500 m.

E' caratterizzato dalla prevalenza di terreni calcarei ad elevata permeabilità, e solo su ridotte estensioni (meno del 15% del totale) sono presenti terreni poco permeabili.

Il fiume Nera ha origine nei Monti Sibillini ad una quota di circa 1.800 m s.l.m. e scorre per circa 125 chilometri fino alla sua confluenza con il fiume Tevere nella porzione più meridionale della regione.

Nel suo tratto montano, riceve i contributi dei suoi affluenti principali: in sinistra idrografica, il fiume Velino e il fiume Corno (lunghezza complessiva 56 Km), che a sua volta riceve le acque del fiume Sordo, in destra idrografica, il torrente Vigi. A valle della confluenza con il fiume Velino, tra gli abitati di Terni e Narni, il fiume Nera scorre in un'ampia conca valliva denominata Conca Ternana, sede di un importante acquifero alluvionale. Più a valle, all'altezza di Narni, solca trasversalmente la struttura carbonatica dei monti di Narni e d'Amelia, incidendo profonde gole (Gole del Nera), per poi confluire nel Tevere dopo aver attraversato un'area valliva di modesta ampiezza.

La pendenza media dell'alveo fino alla confluenza con il fiume Velino è di circa l'1%; a valle della confluenza la pendenza media scende a 0,3%. La densità di drenaggio è 1,12 km/km<sup>2</sup>.

Nella parte sud-orientale della porzione umbra del bacino si trova il Lago di Piediluco, che rappresenta il secondo lago della regione per estensione. Lo specchio lacustre, caratterizzato da una forma allungata, occupa una superficie pari a 1.7 km<sup>2</sup> e ha un perimetro di circa 15 km. La profondità media è di circa 10 metri e massima di 20 metri. In condizioni di massimo invaso, a quota 369 m s.l.m., il lago presenta una capacità di poco superiore a 17 Mm<sup>3</sup>, che scende a meno di 15 Mm<sup>3</sup> alla quota di minimo invaso, 367,5 m s.l.m.

Un canale artificiale di circa 400 metri collega il lago con il fiume Velino, che a sua volta confluisce nel fiume Nera dopo un salto di circa 200 metri, la Cascata delle Marmore. Una diga realizzata a monte della cascata, regola il deflusso delle acque del lago verso le centrali idroelettriche. Il lago di Piediluco funziona, pertanto, da bacino di ritenuta, mentre il fiume Velino agisce alternativamente da immissario o da emissario in funzione delle esigenze delle centrali.

**Il fiume Nera è interessato lungo il suo corso da alcune importanti derivazioni che ne modificano il deflusso naturale.**

Le principali sono, nel tratto montano, il Canale del Medio Nera e il Canale Recentino. Il Canale del Medio Nera ha origine a Triponzo, nell'Alta Valnerina, e dopo un percorso di 42 chilometri sfocia nel Lago di Piediluco, con funzione di derivare verso il Lago, per scopi idroelettrici, parte delle acque del fiume Nera e dei suoi affluenti Corno e Vigi.

Con l'apertura del Canale del Medio Nera, nel 1932, il bacino imbrifero naturale del lago è stato ampliato dagli originari 74 km<sup>2</sup> a 2.097 km<sup>2</sup>. Il Canale Recentino, di lunghezza complessiva pari a circa 8 km, devia parte delle acque del fiume Nera nel tratto di attraversamento della Conca Ternana per andare ad alimentare il lago dell'Aia.

Relazione illustrativa e tecnica

Il lago dell’Aia, conosciuto anche come Lago di Narni o Lago di Recentino, è un piccolo invaso artificiale ottenuto dallo sbarramento del torrente omonimo. Posto a quota 110 m s.l.m., presenta un volume di invaso massimo di 2 Mm<sup>3</sup>.

Nel tratto finale del fiume Nera è stato inoltre realizzato un invaso artificiale a scopi idroelettrici, il Lago di San Liberato, che presenta un volume di massimo invaso pari a circa 6 Mm<sup>3</sup>.

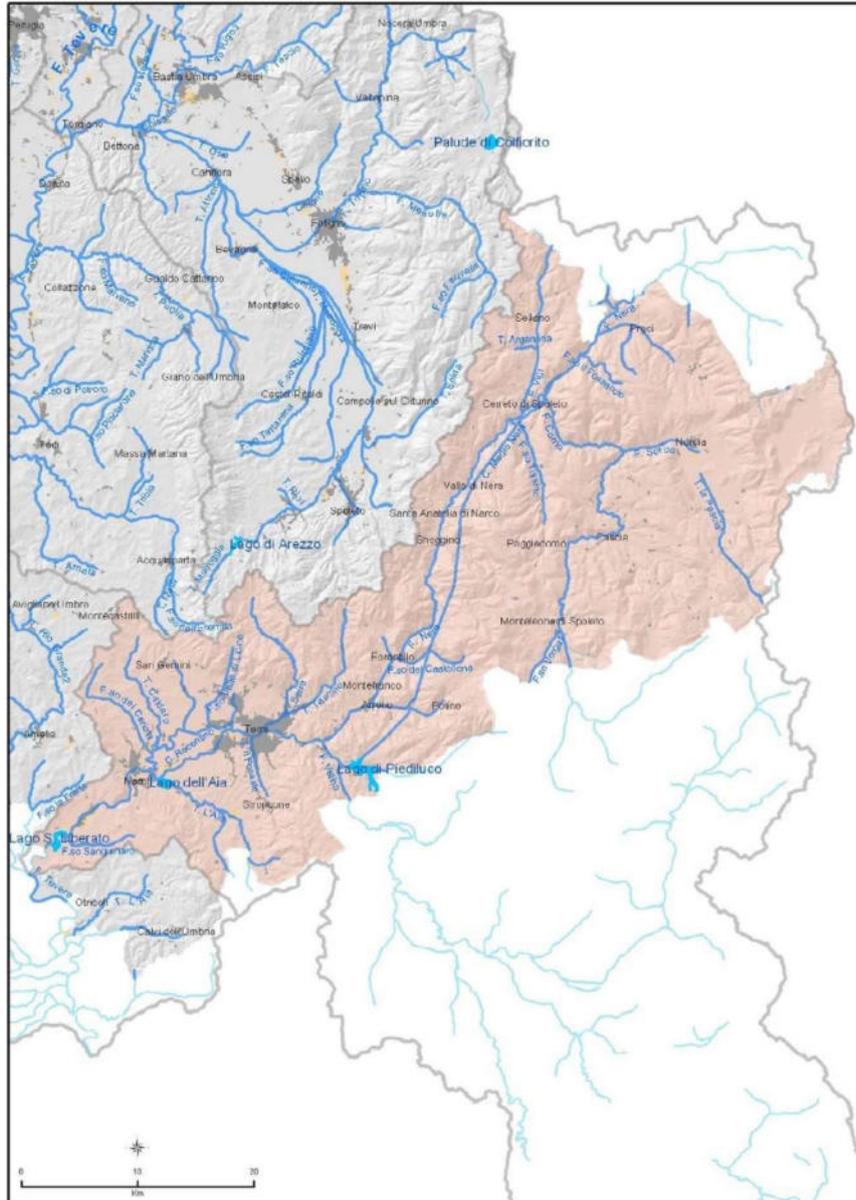


Figura 48 – Corografia dei bacini

Per quanto riguarda le **acque sotterranee**, oltre all’acquifero alluvionale della Conca Ternana, il bacino comprende alcuni corpi idrici carbonatici tra i più importanti della regione. Il tratto montano della porzione umbra del bacino è costituito dalla struttura dei Monti della Valnerina, sede di risorse idriche sotterranee di grande interesse. La porzione centrale del bacino comprende parte della struttura dei Monti Martani e nella sua parte sud occidentale quella dei Monti di Narni e d’Amelia.

Data la predominanza dei terreni permeabili, la circolazione idrica sotterranea è molto diffusa nei rilievi che caratterizzano la maggior parte del bacino del Fiume Nera. Di conseguenza, in generale si evidenziano dorsali montuose praticamente asciutte e stretti fondivalle ricchi di corsi d'acqua. Questi talora assumono l'aspetto di vere e proprie forre, impostate su faglie trasversali alle pieghe appenniniche.

I corsi d'acqua, seppure non numerosi, presentano una portata scarsamente variabile nel tempo in virtù della forte permeabilità del bacino; le precipitazioni, spesso sotto forma di neve che normalmente permane per lungo tempo sulle dorsali più alte del bacino, vengono restituite con continuità senza risentire di annate particolarmente siccitose.

Da quanto detto si evince come i **vari corsi d'acqua che compongono il reticolo idrografico del bacino del fiume Nera non subiscono, per quanto riguarda la portata, variazioni di rilievo nel corso delle diverse stagioni**; infatti, il reticolo idrografico considerato è caratterizzato da corsi d'acqua a regime quasi costante, che apportano al Fiume Nera il loro contributo di acque fresche.

### 5.2.3.2 Studio 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.

Il modello idrogeologico dell'area di progetto deriva in particolare:

- dallo studio geologico e geologico-strutturale;
- dalle informazioni idrogeologiche di letteratura disponibili;
- dall'integrazione dei dati provenienti dal monitoraggio piezometrico installato durante la campagna di indagini eseguita per il PFTE: 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 I - Lavori di adeguamento alla sez. tipo C2 dal km 49+300 al km 51+500.
- dall'integrazione dei dati delle indagini geognostiche pregresse disponibili sul portale della Regione Umbria (Banca dati del Servizio Geologico e Sismico Regionale)

Inoltre, lo studio geologico condotto ha permesso di stimare lo stato di fratturazione degli ammassi rocciosi e definire le caratteristiche granulometriche dei terreni interessati dalle opere in progetto. Tali caratteristiche, infatti, influenzano in maniera diretta il coefficiente di permeabilità dei vari corpi geologici e, quindi, la circolazione idrica sotterranea dell'area.

Come in precedenza accennato, nell'area d'interesse progettuale affiora una porzione della tipica serie umbro-marchigiana, costituita da una successione sedimentaria sottilmente stratificata d'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.

Relazione illustrativa e tecnica

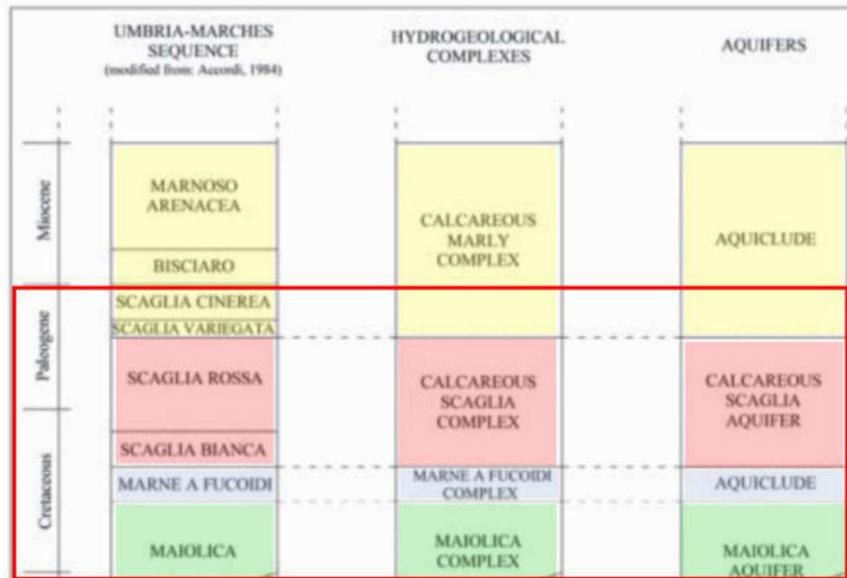


Figura 49 – Schema dei rapporti fra successione stratigrafica umbro-marchigiana, complessi idrogeologici e acquiferi (da Mastrolillo et Alii, 2009); nel riquadro rosso sono evidenziate le unità ed i complessi idrogeologici afferenti all'area in studio.

Nell'area di interesse progettuale la circolazione idrica presente è riconducibile al modello esposto nella figura sopra riportata. In particolare, **la circolazione idrica sotterranea di primo interesse progettuale avviene nel complesso idrogeologico della Scaglia Calcareea** (all'interno delle unità: Scaglia rossa e Scaglia Bianca). Lo stesso Fiume Nera risulta alimentato da questa circolazione sotterranea.

Dall'analisi dei dati idrogeologici disponibili è possibile definire la profondità della falda freatica per alcuni tratti di tracciato (abitato di Piedipaterno e loc. l'Eremita - compresa tra 7 e 11 m di profondità da p.c.); stimare qualitativamente le caratteristiche granulometriche dei terreni; definire lo stato di fratturazione e carsismo dei litotipi e determinare le caratteristiche di permeabilità dei litotipi e dei corpi idrogeologici caratterizzanti il settore di tracciato, individuando cinque complessi idrogeologici.

Tali complessi sono stati 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.

Nella tabella seguente si riportano i complessi idrogeologici individuati, descritti più in dettaglio nella relazione geologica (cod. el. T00-GE00-GEO-RE01) e di seguito richiamati, con indicazione dei valori di permeabilità attribuiti.

COMPLESSO IDROGEOLOGICO Descrizione	UNITA' GEOLOGICA	UNITA' GEOTECNICA	TIPOLOGIA DI PERMEABILITA'			GRADO DI PERMEABILITA' [m/sec]							
			Permeabilità primaria	Permeabilità secondaria		10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>3</sup>	Alto			
				Fessurazione	Carsismo						Impermeabile	Molto basso	Basso
<b>CI-OM</b> <b>Complesso idrogeologico a prevalente componente calcareo marnosa (acquiclude)</b> Marne, marne argillose, marne calcaree	SCC, VAS	-											
<b>CI-C</b> <b>Complesso idrogeologico a prevalente componente calcarea - scaglia</b> Calcari micritici, calcilutiti, calcareniti.	SAA, SBI	UG1											
<b>CI-MF</b> <b>Complesso idrogeologico delle marne a fucoidi (acquiclude)</b> Marne, marne argillose calcaree e calcari marnosi.	FUC	-											
<b>CI-M</b> <b>Complesso idrogeologico della maiolica CI-M</b> Calcari micritici a grana fine	MAI	-											
<b>CI-AG</b> <b>Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali e gravitativi (CI-AG)</b> Il complesso comprende i depositi alluvionali torrentizi, di conoide, di debris flow e i depositi di versante. Caratterizzato da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi permeabili, con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose.	a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub> , b, b <sub>n</sub>	UG2, UG3											
Intervallo di riferimento <span style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 50px; height: 10px;"></span>													

### 5.2.4 Modello geologico in asse al tracciato

Il tracciato interessa a tratti il substrato roccioso affiorante riferibile all'unità della Scaglia Rossa (SAA). Questa unità risulta costituita da calcari micritici, spesso intercalati ad interstrati pelitici sottili; a luoghi, all'interno dell'unità si riconoscono bancate di calcari marnosi e marne, 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.



Figura 50 –Affioramento pk 2+575 circa. Scaglia Rossa (SAA): Calcari marnosi con noduli di selce o liste

L'ammasso roccioso individuato lungo l'asse del tracciato risulta mediamente alterato con grado di fratturazione da medio a elevato, caratterizzato di norma da tre o quattro sistemi di discontinuità (giunti/fratture) ed a luoghi, dalla presenza di strutture tettoniche (faglie, per lo più a carattere distensivo).

In alcuni affioramenti si rileva la presenza di strutture plicative da decimetriche a metriche e livelli brecciati di spessore variabile da decimetrico a metrico, associate a lineamenti tettonici (faglie).

La stratificazione è condizionata dalla presenza di strutture plicative e dai lineamenti tettonici, presenta giaciture variabili, mediamente immergenti verso NE.

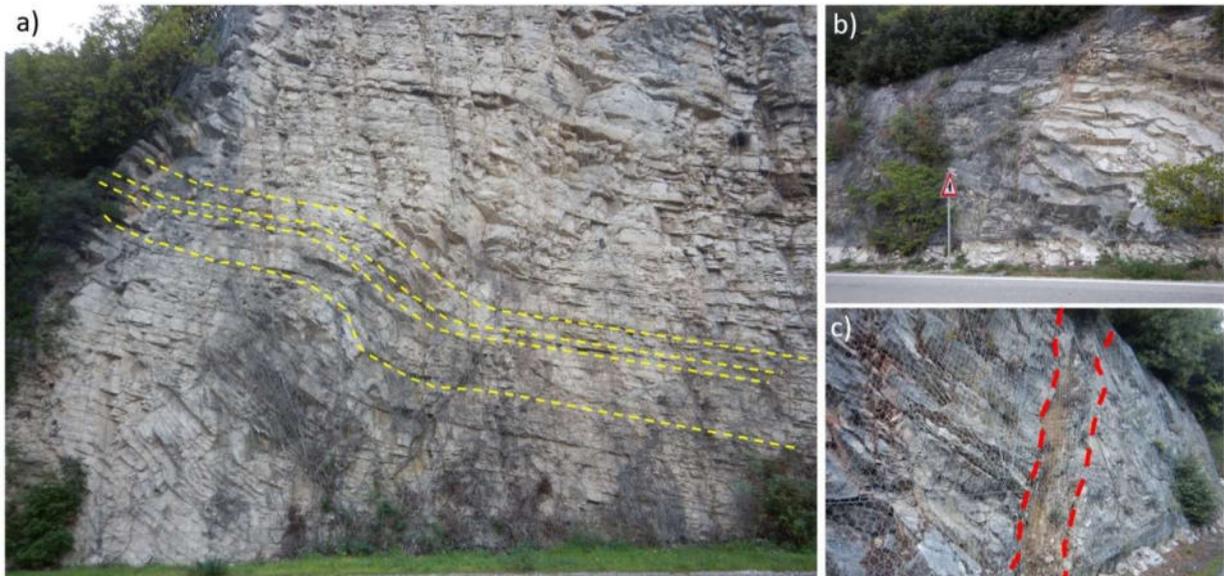


Figura 51 – Affioramenti di Scaglia Rossa individuati lungo il tracciato. a) Affioramento ubicato a pk 2+575 circa, caratterizzato da medio grado di fratturazione stratificazione ben evidente, ondulata da blande pieghe (in giallo); b) affioramento ubicato a pk 0+200 circa, con grado di fratturazione medio alto; c) Affioramento ubicato a pk 0+000 circa, molto fratturato, disarticolato da struttura tettonica (faglia), evidenziata con tratteggio rosso

Nel complesso, date le condizioni dell'ammasso roccioso, emerse dall'analisi geologico-strutturale degli affioramenti, si considera che le pareti rocciose, qualora interessate da scavi di sbancamento per l'allargamento della sezione stradale, possono risultare soggette a fenomeni gravitativi di crollo e ribaltamento localizzati.

Pertanto, ai fini della sicurezza delle opere da realizzare, si ritiene necessaria la progettazione di interventi di difesa idonei a salvaguardare la realizzazione degli scavi in roccia dall'eventuale caduta massi.

L'ungo il tracciato, oltre agli affioramenti rocciosi, si ritrovano **terreni di copertura quaternaria di differente origine** (depositi fluviali della Piana del Fiume Nera e dei conoidei alluvionali e misti prodotti dal reticolo idrografico minore, detriti di versante, corpi di frana e depositi antropici).

Tali depositi, in funzione delle loro caratteristiche, legate al processo geomorfologico che li ha generati, sono stati individuati e perimetrati attraverso l'analisi delle fonti bibliografiche, la fotointerpretazione e il rilevamento di terreno e rappresentati nell'elaborato "T00-GE00-GEO-CG01 - Carta geologica".

Nello specifico ritroviamo:

- Da pk 0+225 e pk 0+500 circa, detriti di falda organizzati in conoide che presentano, in corrispondenza dell'asse del tracciato spessori stimati variabili da 2 m a 6 m circa. Tali depositi sono caratterizzati da granulometria variabile, da ben classati a fortemente eterometrici, con clasti a spigoli vivi o subangolosi, in accumuli massivi o grossolanamente stratificati.
- Tra pk 0+590 e pk 0+725 circa, in prossimità dell'impluvio nominato Fosso di Brigliano, sono presenti depositi di conoide misto (depositi detritici da debris flow e depositi alluvionali), che presentano, in corrispondenza dell'asse del tracciato, spessori variabili da 1 a 3-4 m circa. Rappresentano depositi eterometrici caratterizzati da granulometria variabile, costituiti da blocchi, ciottoli talvolta grossolani e ghiaia in matrice sabbioso-limosa.
- Da pk 0+725 a pk 1+350 (fine dell'abitato di Piedipaterno), depositi della piana alluvionale del Fiume Nera. Questi depositi fluviali sono caratterizzati da eterogeneità sia litologica che granulometrica, costituiti da prevalenti ghiaie e sabbie sciolte con blocchi e ciottoli arrotondati. Lo spessore dei depositi in questo settore si stima variabile tra 3 e 5m circa. Questi depositi in corrispondenza dell'abitato di Piedipaterno si ritrovano interdigitati con i depositi gravitativi della frana di Piedipaterno (indicata nel PIA con codice UM 232). La frana è costituita da più tipologie di cinematismi, che danno luogo ad un fenomeno complesso costituito da frane per crollo, frane di scivolamento e colate detritiche (debris flows) che si sviluppano nella porzione centrale e terminale del corpo franoso.
- Da pk 1+700 a pk 1+790 circa, depositi detritici di conoide. Questa forma geomorfologica, codificata da PAI UM 234, è classificata come quiescente, a rischio molto elevato (R4). I depositi di cui è composto il conoide risultano costituiti da ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa. Ciottoli e blocchi, sub-arrotondati, risultano localmente embricati.
- Da pk 2+070 a pk 2+160 circa, depositi detritici della conoide attiva (secondo PAI) del Rio Montefiorello. I depositi di cui è costituito il conoide risultano costituiti da ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa. Ciottoli e blocchi, sub-arrotondati, risultano localmente embricati.
- Da pk 2+400 a pk 2+530 circa, depositi di conoide/depositi alluvionali (terrazzo fluviale). Questi depositi, sono composti da ciottoli e blocchi con ghiaia in matrice sabbioso limosa, in precario stato di equilibrio. In questo settore sono state installate reti in aderenza sui depositi, ed a monte della scarpata, sono presenti barriere paramassi.
- Da pk 2+800 a pk 2+900 circa, in prossimità del cimitero di loc. Eremita, depositi della conoide detritica attiva del Fosso di Rocca.

- Da pk 3+250 a pk 3+550 (fine tracciato) depositi di falda detritica, a granulometria variabile, da ben classificati a fortemente eterometrici. Clasti a spigoli vivi o sub-angolosi, in accumuli massivi. In questo settore, in prossimità del ciglio dell'attuale carreggiata sono presenti barriere paramassi.



Figura 52 – Depositi detritici affioranti lungo il tracciato. a) Detriti di falda/conoide misto; depositi a granulometria variabile, eterometrici con clasti a spigoli vivi, rinvenuti l'ungo il tracciato a pK 0+300 circa; b) Depositi detritici presenti da pK 1+700 a pK 1+790 circa; c) Terrazzo alluvionale caratterizzato da ciottoli e blocchi da sub-arrotundati ad arrotondati con ghiaia in matrice sabbioso limosa; d) Vista dell'impluvio e conoide detritico Fosso di Rocca, fronte chiesa Eremita a pK 2+825

Per i corpi detritici presenti lungo il tracciato interessati dagli scavi di sbancamento per l'allargamento della sezione stradale, si dovranno adottare, ai fini della sicurezza delle operazioni di scavo, sezioni di sbancamento con riduzione delle pendenze, tramite riprofilature e/o gradonature, al fine di ripristinare gli equilibri alterati a seguito degli interventi di sbancamento.

### 5.2.5 Lineamenti generali di modellazione sismica

Dai riscontri ottenuti dalle indagini disponibili considerate, nonché dai rilievi geologico-strutturali effettuati, i coefficienti sismici relativi all'accelerazione di base ( $A_g$ ) utilizzeranno come prodotto per il calcolo dell'accelerazione massima coefficienti stratigrafici relativi a suoli di tipo A, per i settori in roccia e suoli tipo B o C per le tratte che interessano l'ambito fluviale e detritico; al contempo il coefficiente topografico, per l'intera tratta dovrà considerare un valore non inferiore a 1,2 in considerazione della morfologia molto acclive.

## 5.3 IDROLOGIA E IDRAULICA

### 5.3.1 Analisi delle interferenze idrauliche

Il tracciato di progetto si sviluppa parallelamente all'alveo del Fiume Nera per l'intero tratto di intervento. Inoltre il tracciato interferisce, dal punto di vista idrologico, con una serie di fossi e corsi d'acqua affluenti allo stesso Fiume Nera.

Per i fossi ed i corsi d'acqua minori sono previsti **attraversamenti con tombini con dimensioni e sezioni variabili**.

Lungo il tracciato sono presenti allo stato attuale n° 17 opere di attraversamento idraulico di varie forme e dimensioni. I lavori di adeguamento del tracciato comportano la necessità di eseguire un adeguamento anche sulle strutture dei tombini, che verranno sostituiti con nuovi elementi.

In particolare si adotteranno le seguenti soluzioni progettuali:

- Tombini circolari in cls con dimensioni DN1200 e DN1500;
- Scatolari in c.a. con le seguenti sezioni nette: 2.50x2.50 e 5.00x2.50;
- Ponticelli idraulici in c.a.p. con sezione 9.00x3.00m.

Per tali corsi d'acqua, caratterizzati da bacini imbriferi inferiori ai 10 kmq, è stata effettuata sia la verifica della sezione di attraversamento in regime di moto uniforme, sia la valutazione delle condizioni all'imbocco e allo sbocco in base alle caratteristiche della corrente (verifica in moto permanente localizzato). Le opere di attraversamento in progetto sono state verificate per l'evento con tempo di ritorno duecentennale.

L'analisi dell'interferenza con le piene del fiume Nera è stata condotta a partire dalla cartografia delle fasce fluviali redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, all'interno del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico.

L'analisi delle cartografie del PAI ha evidenziato una situazione di criticità in prossimità dell'abitato di Piedipaterno, nell'interazione tra l'infrastruttura e le fasce di pericolosità idraulica del fiume Nera.

Allo stato attuale, il tracciato stradale esistente risulta interessato dalle piene di riferimento del PAI che determinano l'allagamento della sede stradale in corrispondenza della piena con tempo di ritorno duecentennale. Anche per la piena frequente, con tempo di ritorno cinquantennale, l'infrastruttura esistente risulta lambita dalla piena con franchi di sicurezza inferiori al metro.

L'intervento di adeguamento della viabilità è stato definito anche per cercare di incrementare il livello di sicurezza idraulica dell'infrastruttura. I vincoli territoriali esistenti connessi all'interazione tra l'infrastruttura e l'adiacente abitato, hanno imposto una definizione degli obiettivi di compatibilità idraulica vincolata alle esigenze del territorio.

**La soluzione progettuale così individuata ha previsto la messa in sicurezza dell'infrastruttura rispetto alla piena di riferimento cinquantennale, mediante il sollevamento della livelletta stradale nel tratto in esame. Viene poi mitigata la pericolosità idraulica associata ad eventi con tempi di ritorno superiori.**

Permane l'allagamento della sede stradale in corrispondenza della piena con tempo di ritorno duecentennale, seppure con magnitudo notevolmente ridotta. Per garantire la sicurezza dell'utenza stradale, si renderà necessario implementare un apposito sistema di monitoraggio dei livelli idrici e delle condizioni meteo a livello di bacino in modo da interdire preventivamente il transito veicolare nel tratto in esame.

Il tracciato dell'infrastruttura di progetto, esterno all'abitato di Piedipaterno, risulta invece esterno alle aree di esondazione delle piene del fiume Nera, o ne viene lambito marginalmente con adeguati franchi di sicurezza.

### 5.3.2 Analisi idrologica

Per la determinazione delle sollecitazioni idrauliche di progetto ed il dimensionamento delle opere di attraversamento è stato necessario caratterizzare dal punto di vista idrologico l'area in esame.

In particolare, per la stima dell'intensità di pioggia associata a prefissati tempi di ritorno è stato utilizzato il sistema di regionalizzazione proposto da Calenda e Cosentino (L'Acqua n.1 - 1996) nell'ambito del progetto VAPI. Tale metodologia è largamente utilizzata ed indicata dalle Autorità di Bacino per la redazione di studi di compatibilità idraulica.

Il progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR, 1994) ha come obiettivo la regionalizzazione delle piogge intense su tutto il territorio nazionale, secondo criteri omogenei.

La metodologia adottata nel progetto VAPI fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione degli estremi idrologici, sicché non esiste un valore massimo assoluto, ma ad ogni valore viene associato una probabilità che si verifichino eventi con valori superiori. Per ridurre le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari in ogni singolo punto ed alla variabilità da sito a sito del valore indice, si adotta una metodologia di analisi regionale. Tale approccio consente di utilizzare tutta la pluviometrica posseduta su un dato territorio.

Per la stima del valor medio si ricostruiscono le curve di probabilità pluviometriche, che esprimono la variabilità della media del massimo annuale dell'altezza di precipitazione in diversa durata  $d$ ,  $m[h(d)]$ , con la durata stessa.

Per l'elaborazione delle precipitazioni intense di breve durata, si è dunque adottata la seguente legge intensità-durata-frequenza a tre parametri:

$$i_t(T) = \frac{a(T)}{(b+t)^m}$$

dove:

- "T" è il tempo di ritorno;
- "b" è un parametro di deformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata  $t$ , sia dal tempo di ritorno  $T$ ;
- "m" è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno;
- "a (T)" è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

I parametri da inserire nella relazione IDF sono stati ottenuti a partire dalla perimetrazione delle zone omogenee dell'Italia centrale, scaturite dai risultati della trattazione precedentemente richiamata.

L'area di intervento ricade nella zona B, sottozona B12, da cui derivano i seguenti parametri caratteristici per la costruzione delle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche.

$b = 0.110$

$m = 0.689$

Tr (anni)	25	100	200
a(Tr)	48.046	58.660	63.987

Di seguito si riportano le curve di possibilità pluviometrica ricavate per l'area di studio mediante la procedura VAPI, unitamente alle curve Intensità-durata-frequenza.

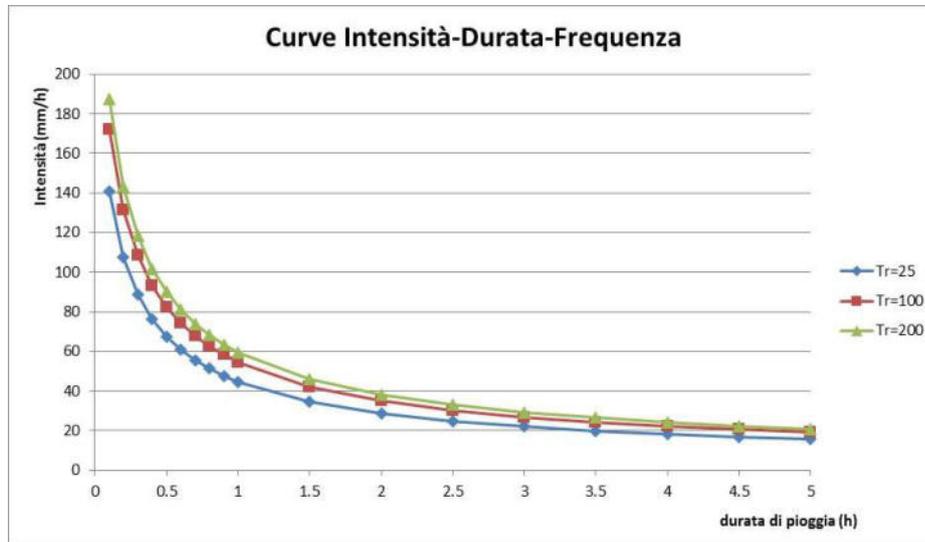


Figura 53 – Curva intensità-durata-frequenza

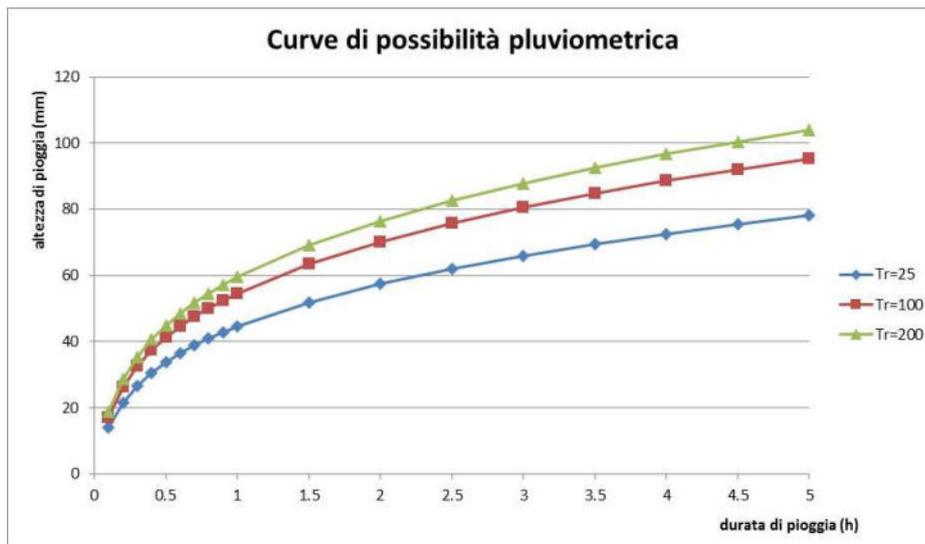


Figura 54 – Curva di possibilità pluviometrica

### 5.3.3 Idraulica di piattaforma

Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali, costituiti prevalentemente dai corsi d'acqua naturali interferenti con il tracciato.

In merito al dimensionamento, è opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, 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.

Relazione illustrativa e tecnica

I criteri progettuali da rispettare sono 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.

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma stradale, nei tratti in rilevato e in trincea, ed assicurare il loro recapito all'esterno, si sono adottate le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

- 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 idonea, con eventuale sottostante tubazione di collettamento. Le acque raccolte dalla cunetta, saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse variabile alla sottostante tubazione di allontanamento in PEAD.

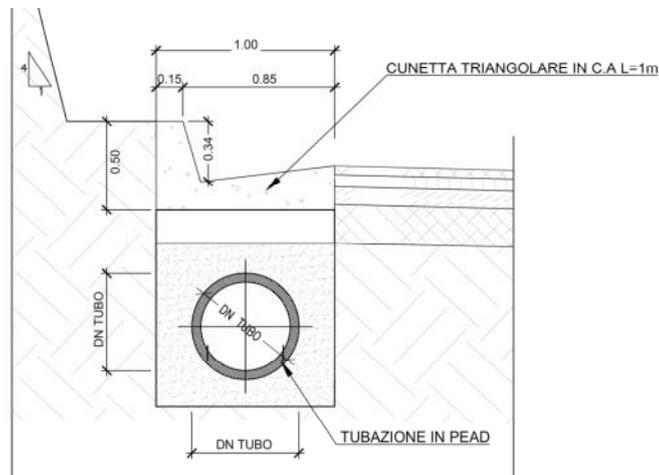


Figura 55 – Particolare idraulica di piattaforma sezioni in trincea

- 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 15m.

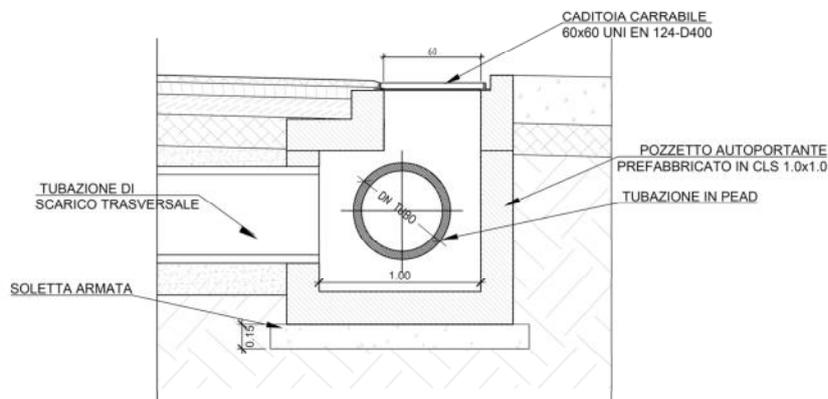


Figura 56 – Particolare idraulica di piattaforma sezioni in trincea

## 5.4 STUDIO DEL TRAFFICO ED ANALISI COSTI BENEFICI

L'analisi di trasporto, relativamente al tratto stradale interessato dalla variante, è basata sui dati di rilevamento del traffico effettuate nella postazione fissa di ANAS S.p.a. posta al km. 31+329.

I **dati di traffico** rilevati hanno consentito di determinare il TGM e la composizione veicolare in termini di veicoli leggeri e veicoli pesanti.

I dati rilevati sono stati proiettati all'anno di messa in esercizio della variante (2026) ed a dieci anni (2036) di esercizio.

La modellazione del traffico si è basata sui seguenti scenari:

- Scenario attuale con dati di traffico rilevati
- Scenario attuale con dati di traffico proiettati al 2026
- Scenario di progetto con dati di traffico proiettati al 2026
- Scenario attuale con dati di traffico proiettati al 2036
- Scenario di progetto con dati di traffico proiettati al 2036

Le simulazioni effettuate, con riferimento ai diversi scenari ante e post intervento, hanno consentito di determinare i seguenti indicatori:

- Tempo totale di viaggio passeggeri;
- Totale di veicoli \* km passeggeri (autovetture equivalenti);
- Tempo totale di viaggio merci;
- Totale dei veicoli \* km merci (autocarri equivalenti)

I suddetti indicatori sono alla base del calcolo dei benefici diretti generati dalla realizzazione dell'opera (funzionalità della strada, riduzione incidenti, riduzione inquinamento etc).

Accanto ai benefici diretti determinati con l'ausilio dell'analisi di trasporto, vengono determinati i **benefici indiretti**, che consistono nell'incremento del reddito degli addetti ad attività economiche che vengono incentivate o promosse, sia per effetto diretto della realizzazione dell'opera che per effetto indotto ed i benefici socio-ambientali, che consistono nell'incremento delle utilità esterne dei beni territoriali e ambientali indotto dalla realizzazione dell'opera. Si tratta di norma di un ulteriore incremento dell'attività produttiva in funzione della qualità di servizio offerto.

L'analisi dei costi è invece basata sulla **determinazione dei costi diretti**, oneri che gravano finanziariamente sull'appaltatore. Questi, nel caso in esame, si suddividono in:

- costi di investimento una tantum ovvero le erogazioni di denaro necessarie per la realizzazione dell'opera
- costi di gestione annuale o di esercizio ovvero le erogazioni di denaro necessarie alla gestione e alle manutenzioni ordinarie

L'analisi costi benefici (ACB) è stata applicata all'alternativa 3 della S.S. n.685 "Tre Valli Umbre" prevista dal progetto di fattibilità tecnico-economica considerata, in questa prima fase, come il progetto preferenziale, al fine di verificarne preliminarmente la sostenibilità economica.

L'analisi costi-benefici (ACB) è lo strumento più frequentemente utilizzato nella valutazione di progetti di interesse collettivo e si configura come uno strumento di supporto per:

- La valutazione della sostenibilità economica dell'intervento;
- Il confronto e la scelta tra alternative progettuali di un intervento;
- La definizione di priorità nell'allocazione delle risorse con il confronto tra interventi differenti.

Nella valutazione degli effetti economici dell'investimento, l'ACB considera solamente gli aspetti differenziali ed incrementali dello stesso. L'analisi è dunque sviluppata sulla differenza tra benefici e costi del progetto ("con intervento") e benefici e costi che si potrebbero altrimenti manifestare in assenza di intervento ("senza intervento").

Essendo l'analisi costi-benefici uno strumento di valutazione della fattibilità di un investimento dal punto di vista della collettività, occorre considerare unicamente il costo effettivo per lo Stato. I valori utilizzati sono quindi "economici" (costo effettivo per lo Stato al netto delle tasse e dei trasferimenti allo stesso sotto altra forma) e non "finanziari" (spesa sostenuta per la realizzazione e gestione dell'intervento). La trasformazione dei costi da finanziari in economici avviene mediante l'applicazione di opportuni fattori di conversione.

L'analisi attribuisce all'infrastruttura di progetto una vita utile di 30 anni e considererà un valore residuo delle opere al termine della vita utile. Il valore residuo è considerato poiché l'orizzonte temporale di analisi (il periodo di valutazione è pari a 30 anni) è inferiore alla vita economica di alcune componenti dell'opera. Il valore residuo sarà calcolato considerando vite utili differenziate per ciascuna componente dell'opera con riguardo ai costi delle opere civili, degli impianti civili e dei sistemi di comunicazione e sicurezza, che varia da un minimo di 15 anni (impianti civili e misure di sicurezza) ad un massimo di 75 anni (ponti, viadotti e gallerie).

La Valutazione della fattibilità economica dell'ipotesi progettuali sarà effettuata mediante il calcolo del Saggio di Rendimento Interno, utilizzando i coefficienti e parametri significativi ed i valori monetari unitari indicati nel prospetto seguente. Gli indicatori di sostenibilità economica considerati sono:

- **Il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE)** – tasso di sconto che rende uguale a zero il valore attualizzato del progetto, inteso come somma dei flussi di cassa attualizzati ottenuti durante la vita utile del progetto (benefici – costi totali);
- **Il Valore Attuale Netto Economico (VANE)** – valore dei flussi di cassa (benefici – costi totali) ottenuti dal progetto nel corso della vita utile attualizzati, anno per anno, con il tasso di attualizzazione adottato;
- **Il rapporto Benefici/Costi al tasso di attualizzazione adottato.**

Dall'analisi dei dati e dall'interpretazione dei risultati si evincerà la sostenibilità economica dell'intervento e se questa si traduce in un miglioramento delle condizioni ambientali, sociali ed economiche connesse all'intervento. Anche il beneficio economico dovrà essere significativo. Infatti, nonostante si assegneranno valori cautelativi tendenti a massimizzare i costi e a minimizzare i benefici degli elementi in gioco, l'analisi potrebbe mostrare tempi di recupero (pay-back) diversi in funzione degli input forniti al calcolo.

Il rapporto Benefici/Costi è un indicatore sintetico che consente di valutare la sostenibilità economica dell'intervento. Il rapporto, al tasso di attualizzazione adottato del 3,0%, deve restituire un valore maggiore di 1 tra la somma attualizzata dei Benefici e la somma attualizzata dei costi per la vita utile dell'intervento.

Per i dettagli ed i risultati dell'analisi di trasporto e dei costi benefici si rimanda all'elaborato "T00-EG00-GEN-RE02\_Studio di traffico e analisi costi benefici".

## 5.5 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.

#### 5.5.1 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.
- **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 e stoccaggio terre ridotte. 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.

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

Relazione illustrativa e tecnica

LATO	NOME	PK	COMUNE	SUPERFICIE [mq]	DESCRIZIONE
Monte	AT 1	0+525	Vallo di Nera	41	Area Tecnica 1
Valle	AO 1	0+610	Vallo di Nera	15	Cantiere Operativo 1
Valle	AT 3	1+575	Vallo di Nera	95	Area Tecnica 2
Valle	AT 5	2+175	Vallo di Nera	215	Area Tecnica 3
Valle	AO 2	2+450	Vallo di Nera	65	Cantiere Operativo 2
Monte	CB 1	2+650	Vallo di Nera	515	Campo Base 1
Valle	AT 6	3+100	Vallo di Nera	225	Area Tecnica 4
Valle	AO 3	3+350	Vallo di Nera	70	Cantiere Operativo 3

Figura 57 – Elenco aree di cantiere alternativa selezionata

Per maggiori dettagli circa l'ubicazione di tali aree, si rimanda agli elaborati specifici T00-CA00-CAN-PP01\_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 10.600 mc.

LATO	PK	COMUNE	SUPERFICIE [mq]	DESCRIZIONE	VOLUME STOCCAGGIO [mc]
Valle	0+600	Vallo di Nera	60	Area Stoccaggio Terre 1	100
Valle	1+250	Vallo di Nera	280	Area Stoccaggio Terre 2	1.900
Valle	1+750	Vallo di Nera	270	Area Stoccaggio Terre 3	2.600
Valle	2+475	Vallo di Nera	215	Area Stoccaggio Terre 4	550
Valle	3+320	Vallo di Nera	350	Area Stoccaggio Terre 5	750
Monte	3+450	Vallo di Nera	500	Area Stoccaggio Terre 6	4.700

Figura 58 – Elenco aree di stoccaggio alternativa selezionata

Per maggiori dettagli circa l'ubicazione di tali aree si rimanda agli elaborati "T00-CA00-CAN-PP01\_02 - Planimetria delle aree di cantiere e viabilità di servizio - Alternativa selezionata".

### 5.5.2 Fasi costruttive

Dal punto di vista delle fasi realizzative, le lavorazioni prevedranno una parzializzazione della carreggiata stradale, al fine di realizzare le opere di monte o di valle ed il rispettivo allargamento della sede stradale.

La parzializzazione della carreggiata potrà avvenire ritracciando la segnaletica orizzontale, ove le lavorazioni riguarderanno opere lontane dal ciglio stradale esistente.

Relazione illustrativa e tecnica

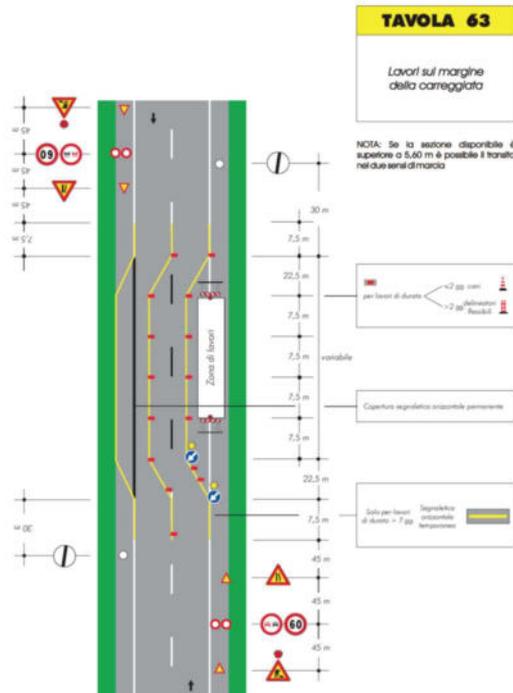


Figura 59 – Lavori sul margine della carreggiata

Nel caso di lavorazioni troppo prossime alla carreggiata esistente, si procederà alla parzializzazione del transito tramite il senso unico alternato, regolamentato da semafori e movieri.

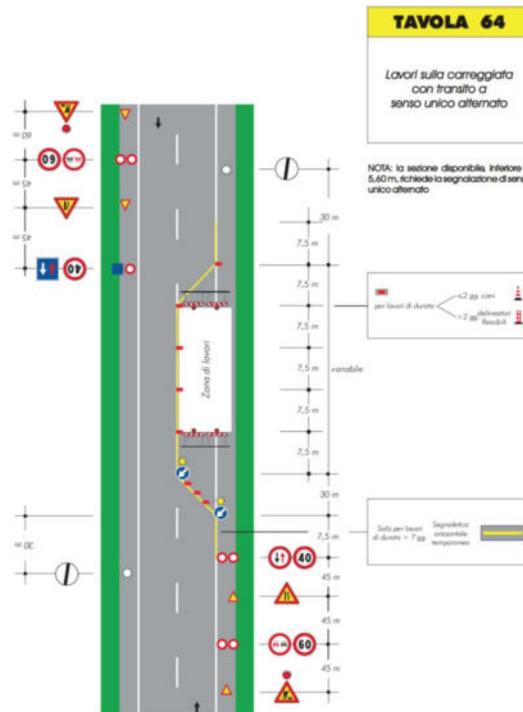


Figura 60 – Lavori sulla carreggiata con transito a senso unico alternato

Per le lavorazioni maggiormente gravose (disgaggio propedeutico alla realizzazione delle pareti chiodate di maggiore elevazione ed esecuzione della paratia di micropali da 100m), si prevedranno lavorazioni in notturna con chiusura della viabilità in esercizio della S.S.685.

## 5.6 GESTIONE TERRE

Il progetto prevede la realizzazione di 2 gallerie naturali per le alternative 1 e 2 e di una soluzione prefabbricata paramassi per l'alternativa selezionata. I volumi di scavo a confronto sono riportati nella tabella seguente:

	ALT 1	ALT 2	ALT 3
STERRO + SCAVO GN [m <sup>3</sup> ]	125.246	165.175	79.914

Figura 61 – Mc di scavo delle 3 alternative

L'alternativa selezionata prevede un **volume di scavo totale pari a circa 80.000 mc**.

Di questi 80.000 mc di scavo, circa 41.000 mc sono relativi allo scavo in roccia per le pareti chiodate, che in parte potrà essere riutilizzato per la formazione dello strato di fondazione della parte di rilevato stradale in allargamento.

I volumi complessivi dei movimenti terra relativamente l'alternativa 3 ammontano a **79.914 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 in materiali di altra natura, così ripartiti:

- **40.915 mc** da scavi in roccia per le pareti chiodate
- **39.000 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 **3.424 mc**, a cui vanno sommati **7.912 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 **79.914 mc di scavi**;
- fabbisogno di **11.336 mc** di materiale per rilevati e fondazione del corpo stradale.

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

Scavi esterni in roccia	40.915 mc
Scavi esterni in materiali di altra natura	39.000 mc
Fabbisogni per i rilevati	3.424 mc
Scavi rivalorizzati utili per rilevati (100% proveniente dagli scavi)	3.424 mc
Scavi rivalorizzati utili per strato di fondazione (100% proveniente dagli scavi)	7.912 mc
Materiale da rilevato da approvvigionare da cava	0 mc
Materiale da conferire a discarica (in banco)	68.578 mc
Materiale da conferire a discarica (smosso)	76.808 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 76.808 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:

- **8.803 mc** di cls per le opere d'arte all'aperto (muri, paratie, ecc.);
- **935 mc** di cls per la paramassi.

### 5.6.1 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 Pura (ID 4850) in loc. Le 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 300.000 mc;

- Cava di Serravalle in loc. Serravalle, comune di Norcia, distante circa 24Km dall'opera in progetto con un volume di riambientamento pari a 132.000 mc;
- 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 110.000 mc.

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).

## 5.7 INTERFERENZE

Negli elaborati T07\_IN00\_INT\_PL01-04\_A "Alternativa Selezionata – Planimetria di censimento interferenze" sono riportati i tracciati dei sottoservizi che è stato possibile individuare in base alle informazioni ricevute dai rispettivi gestori.

Al di sotto della pista ciclopedonale che fiancheggia la strada sono presenti per buona parte del tratto stradale in progetto due servizi interrati, ubicati approssimativamente al centro della stessa:

- un gasdotto (gestito da Valnerina Servizi S.C.p.A.) consistente in una tubazione DN100 in acciaio, con pressione di esercizio 12 bar;
- un acquedotto (gestito da Valle Umbra Servizi S.p.A.) consistente in una tubazione DN400 in ghisa con pressione di esercizio 12 bar.

I due impianti suddetti non sono presenti per l'intero tratto oggetto di intervento.

Il gasdotto, proveniente dalla cabina REMI (cabina di regolazione e misura) ubicata a circa 25m sulla destra della statale attuale al km 51+350, si inserisce al di sotto della pista al km 51+430 circa, per proseguire da qui fino all'inizio dell'intervento (km 49+300) al ponte ciclopedonale dove devia per entrare nel paese di Piedipaterno.

L'acquedotto in parallelo all'intervento sulla statale in direzione monte, a partire dal km 49+300 segue lo stesso percorso del gas nella valle sotto la pista ciclabile sul lato destro della S.S. 685 e non interferisce con la strada proseguendo fino a Piedipaterno ed entrando nel paese attraverso il ponte ciclopedonale come per il servizio del gas.

## 5.8 TEMPI REALIZZATIVI

Le lavorazioni riguardano la realizzazione di:

- struttura paramassi, L=72m;

Relazione illustrativa e tecnica

- muri di sostegno, per uno sviluppo complessivo di circa 1.660m;
- muri di controripa, per uno sviluppo complessivo di circa 755m;
- pareti chiodate, per uno sviluppo complessivo di circa 980m;
- una paratia di micropali, di sviluppo pari a circa 100m;
- 2 tombini scatolari 2.50x2.50
- 2 tombini scatolari 5.00x2.50
- 2 ponticelli idraulici 9.00x3.00
- 3 tombini circolari DN1200
- 8 tombini circolari DN1500

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:

Alternativa 3				
DA	A	L	TIPO	DOVE
-	610,61	610,61	Parete chiodata	Sx
610,61	719,75	109,14	Muro controripa	Sx
852,00	1.025,00	173,00	Muro sostegno	Sx
1.059,00	1.137,00	78,00	Muro sostegno	Sx
1.625,00	1.802,00	177,00	Muro controripa	Sx
1.802,00	1.875,00	73,00	Parete chiodata	Sx
1.875,00	2.029,25	154,25	Muro controripa	Sx
2.029,25	2.075,00	45,75	Parete chiodata	Sx
2.135,00	2.450,20	315,20	Muro controripa	Sx
2.450,20	2.550,00	99,80	Paratia micropali	Sx
2.550,00	2.625,00	75,00	Parete chiodata	Sx
2.700,00	2.766,50	66,50	Parete chiodata	Sx
3.050,00	3.126,90	76,90	Paramassi	Sx
3.126,90	3.235,20	108,30	Parete chiodata	Sx

Figura 62 – 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:

Alternativa 3				
DA	A	L	TIPO	DOVE
-	276,55	276,55	Muro sostegno	Dx
688,50	1.201,65	513,15	Muro sostegno	Dx
1.290,00	1.573,10	283,10	Muro sostegno	Dx
1.591,70	1.675,00	83,30	Muro sostegno	Dx
2.925,91	3.032,85	106,94	Muro sostegno	Dx
3.397,09	3.543,10	146,01	Muro sostegno	Dx

Figura 63 – Opere minori lato valle

## Relazione illustrativa e tecnica

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

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.

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

- 90gg, per le indagini preliminari di fase 0
- 1005gg, per il lato di monte
- 1036gg, per il lato di valle

Considerando le sovrapposizioni temporali, l'intera opera verrà realizzata in 1036gg naturali e consecutivi, considerando 30gg per le condizioni meteo sfavorevoli.

Per maggiori dettagli sui tempi di esecuzione delle lavorazioni si rimanda all'elaborato "T00-CA00-CAN-CR01\_Cronoprogramma".