

QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

**ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA
MAXILOTTO 1**

PROGETTO DEFINITIVO

CONTRAENTE GENERALE 		IL RESPONSABILE DEL CONTRAENTE GENERALE Val di Chienti S.C.p.A. Via Trieste, 76 - 49100 RAVENNA Il Direttore Generale <i>Ing. Marco Lombardo</i>	
GRUPPO DI PROGETTAZIONE ATI: TECHNITAL s.p.a. (mandataria) SCETAURROUTE SICS s.r.l. Società Italiana Consulenza Strade S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l. SOIL Geologia Geotecnica Opere in sottoterraneo Difesa del territorio INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE <i>Dott. Ing. M. Raccosta</i>		I RESPONSABILI DI PROGETTO <i>Dott. Ing. M. Raccosta</i> Ordine Ing. Verona n° A1665 <i>Dott. Ing. L. Samama</i> <i>Dott. Ing. T. Di Bari</i> Ordine Ing. Taranto n° 1083 <i>Prof. Ing. A. Bevilacqua</i> Ordine Ing. Palermo n° 4058 <i>Dott. Ing. L. Albert</i> Ordine Ing. Milano n° A14725	
IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. F. Ferrari</i> Ordine dei Geologi Regione del Veneto n° 60			
VISTO:IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO <i>Dott. Ing. Andrea Simonini</i>	VISTO:IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO PROGETTAZIONE	DATA	LA DIREZIONE LAVORI

**SUBLOTTO 1.2: S.S. 77 "VAL DI CHIANTI" TRONCO PONTELATRAVE – FOLIGNO
TRATTI FOLIGNO-VALMENOTRE E GALLERIA MUCCIA-PONTELATRAVE (inclusa galleria)**

RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050010 (Delibera CIPE 13/2004)										REVISIONE	FOGLIO	SCALA
CODICE ELAB. e FILE	Opera	Lotto	Stato	Settore	WBS	Disciplina	Tipo Doc.	N. Progress.				
	LO703	A1	D	P	GENER00	GEN	REL	001	B	01	01	-
D												
C												
B	REVISIONE					06/07/2007	P. Versace	P. Versace	P. Versace	M. Raccosta		
A	EMISSIONE					15/12/2006	P. Versace	P. Versace	P. Versace	M. Raccosta		
REV.	DESCRIZIONE					DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	APPROVATO RESP. TECNICO ANAS		

**ASSE VIARIO MARCHE - UMBRIA
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA**

MAXILOTTO 1

SUBLOTTO 1.2

**S.S. 77 "VAL DI CHIANTI"
TRONCO FOLIGNO - PONTELATRAVE**

**TRATTI:
FOLIGNO - VALMENOTRE
E
GALLERIA MUCCIA - PONTELATRAVE (Galleria Muccia inclusa)**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA

INDICE

1. Premessa	3
2. Introduzione	4
3. Scelte progettuali e inserimento nel territorio	5
4. Progetto del tracciato	8
5. Rispondenza del progetto alle Prescrizioni CIPE	9
6. Principali modifiche apportate al Progetto Preliminare	34
6.1. Introduzione	34
6.2. Modifiche di tracciato	34
6.3. Sezioni tipo	36
6.4. Viadotti	38
6.4.1. Viadotti in struttura composta acciaio-calcestruzzo	39
6.4.2. Viadotti in c.a.p.	41
6.5. Gallerie artificiali	43
6.6. Gallerie naturali	44
6.7. Cantierizzazione	48
7. Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico	48
8. Aspetti geologici e geotecnici	53
9. Aspetti idrologici e idraulici	54
10. Le opere d’arte	56
10.1. Gallerie artificiali	56
10.2. Gallerie naturali	58
10.3. Viadotti	68
10.4. Opere d’arte minori	73
11. Cantierizzazione	75
12. Interventi di inserimento e mitigazione ambientale	76
13. Interferenze	79
14. Quadro economico	82
15. Cronoprogramma dei lavori del Sublotto 1.2	83

1. Premessa

Il sistema “Asse Viario Marche-Umbria e Quadrilatero di penetrazione interna” rientra tra le infrastrutture ritenute di carattere strategico e di preminente interesse nazionale per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese. L’intervento è infatti inserito nella Legge Obiettivo (Legge n. 443/2001) ed in particolare nel Programma delle infrastrutture strategiche (Delibera n. 121/2001) nonché nell’ambito dei “Corridoi trasversali e dorsale appenninica (corridoi stradali ed autostradali)” previsti dall’Intesa Generale Quadro sottoscritta il 24 ottobre 2002 tra il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti e le Regioni Marche e Umbria.

L’opera è costituita dalle due direttrici parallele Ancona-Perugia (che si sviluppa lungo la SS 76 “Val d’Esino” e prosegue lungo la SS 318 umbra) e Civitanova Marche-Foligno (che si sviluppa lungo la SS 77 “Val di Chienti”), direttrici collegate dalla trasversale Fabriano-Matelica-Muccia e dalle diramazioni della SS 77.

Il 19 novembre 2004 sono stati pubblicati da Quadrilatero Marche Umbria S.p.A. i bandi di gara per l’affidamento dell’opera, a mezzo di licitazione privata, a contraenti generali.

L’A.T.I. Strabag AG - C.M.C. – Grandi Lavori Fincosit SpA è risultata affidataria delle attività di progettazione e realizzazione con qualsiasi mezzo del Maxilotto n. 1: “Lavori di completamento della direttrice S.S. 77 “Val di Chienti” Civitanova Marche - Foligno tramite realizzazione del tratto Collesentino II - Foligno a sezione cat. B del D.M. 05.11.2001 e degli interventi di completamento e collegamento alla viabilità esistente (sezioni cat. C, D, E, F).

Il Soggetto Aggiudicatore ha affidato all’A.T.I. Strabag AG - C.M.C. – Grandi Lavori Fincosit SpA le attività di cui sopra con contratto stipulato in data 20.04.2006.

In data 18.05.2006 è stata costituita, tra le imprese Strabag AG, Cooperativa Muratori e Cementisti C.M.C., Grandi Lavori Fincosit SpA e Consorzio Stabile Centritalia S.C.P.A, una Società di Progetto, denominata “Val di Chienti Società Consortile per Azioni”, per l’esecuzione delle attività di progettazione e realizzazione delle opere del suddetto Maxilotto 1.

Il Maxilotto 1 del sistema “Asse Viario Marche-Umbria e Quadrilatero di penetrazione interna” è a sua volta composto dai seguenti lotti e sublotti:

Lotto 1

Sublotto 1.1: *S.S. 77, tratto Collesentino II – Pontelatrave*

Sublotto 1.2: *S.S. 77, tronco Pontelatrave – Foligno (sub-lotto 1: tratti Foligno - Valmenotre e Galleria Muccia - Pontelatrave, galleria Muccia inclusa)*

Sublotto 1.3: *Allaccio S.S. 77 – S.S. 16 a Civitanova Marche*

Sublotto 1.4: *Allaccio S.S. 77 – S.S. 3 a Foligno*

Lotto 2

Sublotto 2.1: *S.S. 77, tronco Pontelatrave – Foligno (sub-lotto 2: tratto Valmenotre - Galleria Muccia, esclusa galleria)*

Sublotto 2.2: *Intervalliva di Macerata*

Sublotto 2.3: *Intervalliva Tolentino – San Severino*

Sublotto 2.4: *S.S. 78, tratto Sforzacosta - Sarnano*

Sublotto 2.5: *S.S. 3, tratto Pontecentesimo - Foligno*

Nella seduta del 27 maggio 2004 (Deliberazione n. 13/2004) il CIPE ha approvato, con prescrizioni:

- il progetto definitivo della tratta Collesentino II – Pontelatrave (sulla SS 77 “Val di Chienti”);
- i progetti preliminari delle tratte:
 - Pontelatrave – Foligno (sulla SS 77 “Val di Chienti”);
 - allaccio SS 77 – SS 3 (a Foligno);
 - allaccio SS 77 – SS 16 (a Civitanova Marche);
 - intervallive di Macerata e Tolentino.

Con successiva seduta del 2 dicembre 2005 (Deliberazione n. 145/2005) il CIPE ha approvato, con prescrizioni:

- il progetto definitivo della tratta Pontecentesimo – Foligno (sulla SS 3 “Via Flaminia”);
- il progetto preliminare della tratta Sforzacosta–Sarnano (sulla SS 78 “Val di Fiastra”).

2. Introduzione

La presente relazione generale illustra il progetto definitivo del sublotto 1.2, costituito da due distinti tratti della S.S. 77, tronco Foligno - Pontelatrave, e precisamente:

- il tratto iniziale Foligno – Valmenotre;
- il tratto finale Galleria Muccia - Pontelatrave (galleria Muccia inclusa).

Il restante tratto centrale Valmenotre – Galleria Muccia, a completamento del tronco Foligno – Pontelatrive, è invece oggetto del sublotto 2.1.

Il progetto è stato redatto dal C.G. applicando il nuovo Testo Unitario per le costruzioni ed attribuendo inizialmente all'infrastruttura in oggetto la classe di importanza 1 e, successivamente, a seguito della disposizione del Committente (nota prot. n° 1332 del 23.12.2006), adottando la classe 2.

Ciò significa prevedere una vita utile della struttura pari a 100 anni anziché 50, con conseguente aumento del periodo di ritorno per la valutazione delle azioni accidentali (sisma, neve, vento, ecc.)

Come indicato dalla normativa al punto 3.2.2.3, allo scopo di mitigare gli effetti dell'adozione della classe 2 ai fini sismici, si è proceduto ad una determinazione puntuale dei valori di accelerazione sismica al suolo, facendo riferimento alle mappe di pericolosità sismica redatte da INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), nonché alla suddivisione in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi ed intervallati da valori non minori di 0,025.

Pertanto, tenuto conto della recente Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 che fornisce i criteri per la suddivisione in sottozone, si è fatto ricorso alle mappe di pericolosità sismica della Protezione Civile con riferimento alla probabilità di superamento del 5% in 50 anni, corrispondente alla Classe 2 di interesse. Utilizzando i valori relativi al 50mo percentile e adottando intervalli di suddivisione pari a 0,025g si perviene, nelle aree di interesse, ai seguenti risultati:

- zona sismica 1: accelerazione di riferimento 0,35g, uguale a quella utilizzata in classe 1;
- zona sismica 2 (limitata al breve tratto terminale di attacco al vicino sublotto 1.1), l'accelerazione di riferimento in classe 2 risulta pari a 0.275g, con aumento del 10% rispetto al valore 0.25g in classe 1. Sono state aggiornate di conseguenza le parti interessate del progetto.

La carta dei valori puntuali di a_{max} (accelerazione massima su suolo rigido con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni, valore standard relativo al 50mo percentile) per l'area in esame, redatta sulla base della griglia di valori disponibili nel sito di INGV: <http://esse1.mi.ingv.it/>, è allegata al presente progetto.

3. Scelte progettuali e inserimento nel territorio

Il tronco Foligno-Pontelatrive della S.S. 77 “Val di Chienti” fa parte del tracciato interregionale Umbria–Marche che collega Foligno a Camerino, Tolentino, Macerata e quindi alla A14 all'altezza di Civitanova Marche.

In questo tratto l'attuale S.S. 77 è caratterizzata da curve strette, pendenze eccessive, numerosi attraversamenti di centri abitati, strettoie, ecc., tutti aspetti che riducono la qualità del servizio a livelli molto bassi, determinano un'elevata incidentalità e recano notevole disturbo alla popolazione.

La morfologia del territorio attraversato si caratterizza per la presenza di numerosi rilievi generalmente acclivi tagliati da valli strette con fianchi pronunciati.

L'altimetria si presenta con valori molto variabili e compresi fra i circa 280 m s.l.m. nei pressi di Foligno fino a circa 800 m s.l.m. nell'altopiano di Colfiorito, punto di valico della catena appenninica. La prima parte del tracciato è quindi in salita, segue un andamento sostanzialmente pianeggiante lungo l'altopiano e prosegue con un tratto in discesa sino a termine intervento.

L'idrografia è dominata dai bacini dei Fiumi Menotre e Chienti, rispettivamente nel settore umbro e marchigiano del tracciato. Il primo è un affluente del Tevere, il secondo ha un bacino primario che sfocia nell'Adriatico. Entrambi i corsi d'acqua sembrano in buona parte alimentati da afflussi sotterranei, particolarità questa che garantisce portate idriche abbastanza costanti durante tutto l'anno.

Geologicamente l'area attraversata si sviluppa all'interno di formazioni calcaree, calcareo-marnose o marnoso-argillose, di età compresa fra il Lias inferiore ed il Miocene medio, appartenenti alla serie litostratigrafica umbro-marchigiana; sono presenti anche depositi di copertura alluvionali, detritici o colluviali recenti.

Dal punto di vista ambientale tutta la zona, senza distinzione, possiede un elevato valore sia paesaggistico, sia naturalistico; diverse aree sono soggette a tutela e numerose sono le testimonianze di carattere storico e culturale.

Il sublotto 1.2 si sviluppa tra le seguenti progressive (con riferimento alla carreggiata nord):

- tratto Foligno - Valmenotre: da Km 0+000 a Km 7+619
- tratto Galleria Muccia - Pontelatrate: da Km 28+920 a Km 35+745.

In particolare, il tratto umbro "Foligno – Valmenotre" parte dall'esistente svincolo sulla S.S. 3 "Via Flaminia" nei pressi di Foligno e attraversa il territorio del comune di Foligno, percorrendo inizialmente la valle del fosso Renaro nei pressi di Uppello. Nella prima parte del tracciato, da Foligno alla galleria Collepersico, la nuova strada utilizza la sede dell'attuale S.S. 77. Il tracciato inizia quindi a salire a mezzacosta lungo il versante nord-occidentale del Monte Serrone, con un'alternanza di tratti in galleria e viadotto, attraversando alcune profonde incisioni di versante e raggiungendo in quota la valle del fiume Menotre nei pressi di Pale.

Il successivo tratto Valmenotre – Galleria Muccia (esclusa) costituisce, come sopra detto, il sublotto 2.1 dell'intervento. In sede di istruttoria, a seguito di esplicita richiesta del Committente, il confine tra i due sublotti è stato spostato dal km 7+204 alle nuove Progressive 7+619, in asse Nord, e 7+613, in asse Sud, per i motivi più avanti precisati.

Il successivo tratto marchigiano del sublotto 1.2, “Galleria Muccia – Pontelatrive”, attraversa il territorio dei comuni di Muccia e Pievebovigliana in provincia di Macerata. Oltrepassato in galleria il versante meridionale del Monte di Muccia, in sinistra del Chienti, attraversa due volte in viadotto il fiume Chienti e termina immediatamente dopo la galleria La Rocchetta, in corrispondenza dell'attiguo sublotto 1.1.

Lungo l'intero itinerario Foligno-Pontelatrive in progetto sono complessivamente previsti i seguenti svincoli:

- Valmenotre (parziale, in prossimità del Km 7+500);
- Colfiorito (in prossimità del Km 17+500);
- Serravalle (in prossimità del Km 26+600);
- Muccia Sud (parziale): in prossimità del Km 33+100;
- Muccia Nord (parziale): in prossimità del Km 34+900.

Allo scopo di rendere funzionale il tratto *umbro* del sublotto 1.2 prima dell'esecuzione del sublotto 2.1, il Committente ha richiesto di includere nei lavori del presente sublotto il viadotto Scopoli e le rampe dello svincolo Valmenotre, già compresi nel sublotto 2.1. Il Contraente Generale ha dato seguito all'esplicita richiesta del Committente spostando pertanto il limite del Sublotto 1.2 dal km 7+204 alle nuove Progressive 7+619, in asse Nord, e 7+613, in asse Sud.

Si prevede inoltre l'esecuzione dello svincolo provvisorio di Gelagna Bassa al km 28+920, come indicato nel Progetto Preliminare, elaborato n. 1521-14, Sez. C, Punto 15 del “Dossier delle prescrizioni di adeguamento ed integrazione dei progetti disposte dal CIPE in sede di approvazione” e nell'elaborato grafico n. 509-V “Planimetria del tracciato selezionato (11/13)”. Tale svincolo ha lo scopo di rendere funzionale il tratto *marchigiano* del presente sublotto prima dell'esecuzione del sublotto 2.1 e si svolge essenzialmente sul sedime di quest'ultimo, utilizzando in parte le opere. Per questo motivo, un breve tratto dell'asse principale - inclusa la galleria artificiale “Chienti” sulla carreggiata sud - pur appartenendo al sublotto 2.1, è stato incluso nei lavori dello svincolo provvisorio, partecipando così all'importo lavori del sublotto 1.2.

4. Progetto del tracciato

Il presente progetto definitivo è stato sviluppato a partire dal tracciato proposto dal Contraente Generale in sede di offerta, in variante al Progetto Preliminare a base di gara, con adozione delle varianti planoaltimetriche richieste dalle prescrizioni CIPE (deliberazione n. 13/2004).

L'infrastruttura è stata progettata in conformità alle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. 5 Novembre 2001, con adozione della sezione tipo B "Extraurbana principale" con velocità di progetto 70-120 km/h.

La piattaforma stradale ha una larghezza totale minima pari a 24.5 m, superiore al minimo di normativa, data l'adozione di una larghezza spartitraffico maggiorata rispetto ai 2.5 metri previsti dalle norme, al fine di contenere la deformazione di barriere spartitraffico bifilari omologate e a beneficio della visibilità in curva. In ogni caso l'effettiva distanza tra le carreggiate è condizionata dalla presenza di una successione di gallerie naturali ravvicinate e dalla conseguente necessità di garantire un setto di adeguate dimensioni tra i due fornic.

La carreggiata è costituita, per ciascun senso di marcia, da due corsie da 3,75 m affiancate da una banchina da 1,75 m in destra e da 0,50 m in sinistra.

Gli elementi marginali nei tratti in rilevato sono costituiti da un arginello in terra da 1,50 m; nei tratti in trincea è prevista una cunetta in c.a. alla francese larga 1,00 m.

Ai margini della piattaforma sono previsti cavidotti per l'alloggiamento delle linee elettriche, telefoniche e fibre ottiche.

In galleria la sezione stradale rimane inalterata; come elementi marginali sono previste barriere ridirettive con profilo tipo new jersey, a ridosso delle quali sono sistemati i condotti impiantistici.

Anche sui ponti e viadotti è mantenuta la sezione stradale tipo, con aggiunta di un cordolo di estremità, di larghezza variabile, per l'ancoraggio della barriera di sicurezza, l'alloggiamento dei cavidotti e l'eventuale installazione di barriere acustiche.

In corrispondenza delle rampe di svincolo bidirezionali la piattaforma è larga 9,50 m, con due corsie da 3,75 m e banchine laterali da 1,00 m, delimitate da arginello o cunetta alla francese. Nelle rampe unidirezionali la piattaforma è larga 6,50 m, con una corsia da 4,50 m e due banchine laterali da 1,00 m, sempre delimitate da arginello o cunetta alla francese.

La pendenza trasversale in rettilineo è del 2,5%; in curva la pendenza assume valori variabili in relazione al raggio di curvatura.

Lungo il tracciato sono previste piazzole di sosta ad interasse di 1000 m, ubicate all'esterno della banchina. Sono inoltre previsti numerosi varchi per lo scambio di carreggiata, opportunamente distribuiti lungo il tracciato e preferibilmente ubicati in vicinanza delle gallerie. Ai sette già pre-

visti nel PP lungo l'intero itinerario Foligno – Pontelatrive, a seguito della richiesta del Commit-
tente sono stati aggiunti cinque nuovi varchi, di cui uno realizzato sul viadotto Scopoli.

Le scarpate dei rilevati sono sagomate con pendenza 3/2, mentre le trincee hanno pendenze va-
riabili in base alle caratteristiche dei terreni interessati.

5. Rispondenza del progetto alle Prescrizioni CIPE

Nell'allegato 2 alla Deliberazione CIPE n. 13/2004, relativo al 1° Maxilotto – 2° stralcio – 1^
parte: “S.S. 77 Tratta Foligno-Pontelatrive e allacci con la S.S. 3 e S.S. 16”, sono indicate una
serie di prescrizioni che riguardano il presente progetto definitivo.

Si riporta di seguito una tabella con l'elenco delle prescrizioni relative alla fase di progettazione
definitiva (per l'intero tronco Foligno – Pontelatrive) e, per ciascuna di esse, il relativo recepi-
mento.

numero	argomento	prescrizione o raccomandazione	Risposta
1	Ambiente e Paesaggio	Di recepire e sviluppare le misure di mitigazione e compensazione, puntuali e di carattere generale, previste negli studi d'impatto ambientale ed integrarli alla luce delle presenti prescrizioni, dettagliandone la localizzazione, la tipologia, le modalita' di esecuzione ed i costi analitici; prevedere compensazioni per un importo almeno pari al 2% dell'importo dei lavori;	Nel progetto definitivo sono state sviluppate le mitigazioni previste nello studio di impatto ambientale. Per la localizzazione degli interventi sono state riprese e sviluppate le indicazioni riportate nel progetto preliminare, integrate alla luce delle presenti prescrizioni. Nel quadro economico di spesa, a seguito della richiesta del Committente, nelle Somme a Disposizione, è stata prevista una cifra pari al 2% dell'importo lavori per compensazioni, che verranno identificate per lo più con gli enti locali in sede di CdS.; il progetto comprende le alberature, il cui importo è escluso dai lavori ed è compreso nel suddetto 2%.
2	Ambiente e Paesaggio	Di elaborare un progetto di monitoraggio ambientale secondo le Linee guida predisposte dalla Commissione speciale VIA; i costi dell'attuazione del monitoraggio dovranno essere indicati nel quadro economico del progetto definitivo	E' stato predisposto un progetto di monitoraggio ambientale redatto secondo le Linee Guida della commissione speciale VIA, da eseguirsi nelle fasi ante, durante e post operam, riportando i costi dell'attuazione del monitoraggio nel quadro economico del progetto definitivo.
3	Ambiente e Paesaggio	Di inserire nei documenti progettuali relativi agli oneri contrattuali dell'appaltatore delle infrastrutture (capitolati d'appalto) le prescrizioni relative alla mitigazione degli impatti in fase di costruzione e quelle relative alla conduzione delle attività di cantiere	Saranno previsti opportuni interventi di mitigazione sulle aree di cantiere in modo da limitare gli impatti durante le varie lavorazioni. In particolare, sarà previsto lungo il perimetro dei cantieri l'inserimento di siepi e filari. Per limitare le immissioni in atmosfera di polveri sottili si prevederà la bagnatura periodica delle piste di cantiere.
4	Ambiente e Paesaggio	Di anticipare nel programma lavori, per quanto possibile, la realizzazione delle opere di mitigazione e compensazione ambientale rispetto alla realizzazione delle opere in progetto.	Sarà cura del C.G. recepire in fase di programmazione di dettaglio e di esecuzione dei Lavori adempiere, per quanto possibile, a tale prescrizione.
6	Flora e Fauna	Di prevedere, per quanto riguarda il ripristino della vegetazione, l'impiego di specie appartenenti alle serie autoctone, in ragione del quadruplo delle specie espianate, raccogliendo eventualmente in loco il materiale per la loro propagazione (sementi, talee, ecc.) al fine di rispettare la diversità biologica (soprattutto in prossimità di aree protette) e di consentire la produzione di materiale vivaistico;	La scelta delle specie è conforme alle indicazioni contenute nel progetto preliminare e nelle prescrizioni CIPE (non utilizzo di ailanto, cipresso, ginepro, robinia). Inoltre si è tenuto conto delle differenti condizioni fitoclimatiche delle aree oggetto di intervento, che comprendono: fondovalle a circa 300 m di quota, radure solatie, versanti più o meno acclivi esposti a nord fino a circa 800 m di quota. Le specie arboree proverranno da vivai locali (es. quello di Pieve S. Stefano) o da talee raccolte sul posto (in particolare per salici ed olivello spinoso). La quantità di essenze vegetali messe a dimora corrisponde circa al quadruplo della vegetazione abbattuta, sommariamente stimata.
7	Flora e Fauna	Di sviluppare le opere di sistemazione a verde, di ripristino ambientale e di maturazione previste in progetto, applicando le tecniche dell'ingegneria naturalistica; assumere come riferimento: - «Linee guida per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavori di opere a verde» del Ministero dell'ambiente, servizio VIA, settembre 1997, e altri manuali qualificati quali, ad esempio: - «Atlante delle opere di sistemazione dei versanti» dell'APAT, 2002; - «Quaderno delle opere tipo di ingegneria naturalistica» della regione Lombardia, 2000; - «Manuale di ingegneria naturalistica» della regione Lazio, 2001	Si precisa che nella progettazione degli interventi di ingegneria naturalistica, oltre alle pubblicazioni indicate nella prescrizione CIPE, si è tenuto conto anche del "Manuale tecnico di ingegneria naturalistica" Assessorato Ambiente Regione Emilia-Romagna. Centro Formazione Professionale "Malaguti" (1993) e «Bioingegneria forestale» Hugo M. Schiechl, Tipolitografia Castaldi.

8	Flora e Fauna	<p>Di approfondire la caratterizzazione dello stato del paesaggio nell'ambito del monitoraggio ante operam, anche con un rilievo fotografico esteso ad una fascia profonda almeno 100 metri dai limiti delle aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> - di particolare sensibilita' paesaggistica; - di cantiere da ripristinare; - interessate da misure mitigatrici; - interessate da eventuali opere da dismettere; 	<p>Nel PMA è previsto il monitoraggio della componente paesaggio inteso anche come impatto visivo, indagato tramite la scelta di un numero adeguato di punti di vista, scelti tra i ricettori sensibili individuati nello SIA realizzato in fase di progettazione preliminare.</p> <p>La localizzazione dei punti di vista per misurare l'impatto visivo è stata desunta sia dall'elenco dei beni culturali, sia dalla tabella di sintesi. Per completare il monitoraggio sono state incluse anche alcune viabilità panoramiche.</p> <p>I punti di monitoraggio, sui quali sono state realizzate riprese fotografiche, appartengono a due diverse tipologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la prima corrisponde a quella usuale, cioè un punto georeferenziato caratterizzabile da coordinate XY; • la seconda è definita da aree estese definite come buffer a cavallo dell'infrastruttura di progetto (da 250 m a 2 km dal ciglio esterno della carreggiata).
9	Flora e Fauna	<p>Di approfondire l'analisi degli impatti, almeno sulla fauna omeoterma sulla base delle carte faunistiche di nidificazione, alimentazione e rifugio con le quali interferiscono gli interventi proposti in progetto e le alternative considerate e di assicurare corridoi protetti di attraversamento della fauna, in numero, forma e dimensioni adeguati;</p>	<p>La conoscenza della fauna selvatica è stata approfondita mediante analisi della letteratura e della cartografia esistente per ottimizzare le soluzioni di mitigazione e compensazione, compresi gli interventi di forestazione e l'ubicazione e tipologia dei passaggi faunistici.</p>
10	Flora e Fauna	<p>Le opere a verde da prevedersi per tutti i lotti avranno carattere permanente, pertanto si chiede che il progetto definitivo contenga un piano almeno quinquennale post-collaudato di manutenzione e cura dell'arredo verde con i relativi costi, con particolare riferimento alla componente arborea e arbustiva.</p>	<p>La manutenzione quinquennale delle opere a verde è stata debitamente valorizzata nel progetto (vedi nota "Prescrizione CIPE n. 10"); sono state comunque previste specie (preparatorie e rustiche), metodologie operative (piante in fitocella su pacciamatura), e sesti di impianto (densità prossima a quella ottimale) tali da necessitare di pochi interventi e garantirne la sopravvivenza nel lungo periodo.</p>
11	Flora e Fauna	<p>Quantificare ed attuare le misure di compensazione attribuite al parco regionale di Colfiorito e ai SIC e alle ZPS di Colfiorito e di Sasso di Pale per mettere in atto azioni migliorative tali da compensare gli eventuali impatti residui nell'ambito del 2% dell'importo dei lavori stabilito nella prescrizione n. 1</p>	<p>In corrispondenza del passaggio dell'opera in adiacenza al SIC "Palude di Colfiorito" sono previsti particolari interventi di mitigazione, in funzione anche della tipologia del corpo stradale nella tratta. In linea di massima, data la natura dei luoghi (area di sosta, svernamento e nidificazione di avifauna di interesse comunitario - Allegato I Direttiva 79/409/CE) si punterà a tutelare le specie presenti dal disturbo causato dal rumore, dalla vista e dalle emissioni gassose. Una seconda categoria di interventi di mitigazione comprende la fitodepurazione delle acque di prima pioggia, provenienti dalla piattaforma, per evitare ogni possibile sversamento accidentale di sostanze pericolose nella palude.</p>
12	Atmosfera / Inquinamento acustico	<p>Di approfondire la valutazione degli impatti sull'atmosfera causati dall'emissione di polveri e degli altri principali inquinanti, sia nella fase di cantiere sia in quella di esercizio, applicando modelli matematici per la stima previsionale delle concentrazioni al suolo ed in atmosfera, ed utilizzando i dati meteorologici significativi ricavabili dalle stazioni meteorologiche;</p>	<p>E' stato previsto all'interno del PMA un monitoraggio della componente atmosfera in fase ante operam, in corso d'opera e post operam in corrispondenza delle situazioni più critiche al fine di verificare il rispetto dei limiti di normativa.</p>
13	Atmosfera / Inquinamento acustico	<p>Di approfondire e verificare l'analisi previsionale del rumore in fase di esercizio e di cantiere, verificandone i livelli sui ricettori nelle condizioni più critiche, assicurando il rispetto dei limiti normativi;</p>	<p>E' stato previsto all'interno del PMA un monitoraggio della componente rumore in fase ante operam, in corso d'opera e post operam in corrispondenza dei ricettori più sensibili e delle situazioni più critiche, al fine di verificare il rispetto dei limiti di normativa.</p> <p>Vedi nota "Prescrizione CIPE n. 13"</p>
14	Atmosfera / Inquinamento acustico	<p>Di specificare la localizzazione, la tipologia e le modalità di realizzazione delle opere di mitigazione acustica, illuminotecnica e termica assicurandone l'inserimento paesaggistico e privilegiando l'adozione di barriere acustiche integrate;</p>	<p>Vedi nota "Prescrizione CIPE n. 14"</p>
15	Atmosfera / Inquinamento acustico	<p>Di approfondire l'elaborazione degli interventi di mitigazione delle vibrazioni così da garantire il rispetto dei limiti delle norme UNI 9614.</p>	<p>Vedi nota "Prescrizione CIPE n. 15"</p>

17	Gestione Territorio	Di dettagliare qualitativamente e quantitativamente i materiali derivanti dalle attività di cantiere e indicarne le modalità di smaltimento; fornire i codici CER dei rifiuti prodotti dall'attività di cantierizzazione, dei rifiuti recuperati e dei rifiuti non recuperabili e destinati allo smaltimento;	I materiali derivanti dalle demolizioni (ad es. le pavimentazioni stradali esistenti) verranno riutilizzati completamente nei lavori. I rifiuti non recuperabili sono: a) sfusi di cantiere (depositati in cassoni scarrabili che saranno forniti a cura dello smaltitore); b) oli, batterie e filtri (depositati in fusti stagni e cassoni scarrabili e smaltiti da società autorizzate. I rifiuti prodotti saranno quelli individuati con le prime due cifre 17 (ovvero "Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione) di cui al D.Lgs del 03/04/2006 n°152.
18	Gestione Territorio	Di dettagliare i quantitativi e le caratteristiche dei materiali di scavo; per lo smaltimento di quelli di esubero, definire il piano di deposito temporaneo e di smaltimento, individuando le aree di stoccaggio definitivo; prevedere le modalità di conservazione della coltre vegetale derivante dagli scavi nel caso se ne preveda il riutilizzo;	I quantitativi e le caratteristiche dei materiali di scavo sono stati dettagliati nella Relazione Tecnica Generale, Cap. 7. Il piano di deposito temporaneo dei materiali di scavo (per lo smaltimento di quelli in esubero) verrà definito, se fosse necessario, in fase di esecuzione dei Lavori. Le aree di stoccaggio definitivo (Caccamo, Bistocco, Manciano e Fosso Rio - Matigge) sono state dettagliate nella Relazione CAN REL 001.A e nelle planimetrie CAN PLA 001.A e CAN PLA 002.A Il terreno vegetale sarà stoccato in apposite aree di deposito, senza essere miscelato a materiale di diversa tipologia. Potrà essere utilizzato per la costruzione di dune antirumore per la mitigazione delle cantierizzazioni, per essere poi utilizzato nell'ambito delle destinazioni finali, definite progettualmente.
19	Gestione Territorio	Di valutare, per quanto riguarda l'approvvigionamento dei materiali occorrenti per la realizzazione delle opere previste in progetto, i materiali utilizzati mediante una stima percentuale dei materiali recuperati in rapporto all'utilizzo del materiale vergine;	Per l'esecuzione di rilevati e riempimenti sarà utilizzato il materiale derivante dagli scavi.
20	Gestione Territorio	Di predisporre i progetti di coltivazione e di recupero per le cave di prestito e deposito, in accordo alla normativa nazionale ed a quella regionale;	Tutte le cave di deposito sono o in esercizio o di prossima riattivazione quindi, in base alla normativa vigente, in sede di concessione sono stati approvati i progetti di ripristino. Non sono previste cave di prestito.
21	Gestione Territorio	Di definire la dislocazione delle aree operative e la relativa logistica, privilegiando aree interstiziali o prive di vincoli e riducendo comunque al minimo l'occupazione di aree di pregio ambientale ed inoltre definire i cronoprogrammi dei singoli interventi e dei singoli cantieri in maniera da minimizzare le problematiche di traffico locale e/o di sensibilità alle emissioni acustiche, sia in termini di durata complessiva, che di operatività diurno/notturna, che di sovrapposizioni cumulative degli effetti;	I cantieri sono stati ubicati lungo il tracciato da realizzare, minimizzando le occupazioni di territorio e tali da non occupare aree di pregio ambientale; inoltre le piste di cantiere saranno realizzate come evidenziato negli elaborati relativi alle fasi di costruzione e cantierizzazione (Tavv. CANPLA 003.A ÷ 008.A), riducendo al minimo le interferenze con la viabilità esistente. Nell'elaborato CMS.CRO.001.A è riportato il cronoprogramma dei lavori.
22	Gestione Territorio	Per ottimizzare l'accessibilità locale, siano prodotte le necessarie verifiche in rapporto alle relazioni con i flussi interessanti la rete viaria locale individuando gli interventi compensativi sugli impatti che in particolare siano volti a potenziare la viabilità di adduzione ai poli produttivi, i parcheggi, ecc.	Al fine di ridurre al minimo le interferenze con la viabilità esistente durante la fase realizzativa, i cantieri sono stati ubicati lungo il tracciato da realizzare e sono state create nuove viabilità di cantiere, evitando di utilizzare in maniera invasiva la SS77, come evidenziato negli elaborati relativi alle fasi di costruzione e cantierizzazione (Tavv. CANPLA 003-008.A). Non si rendono pertanto necessari interventi compensativi sulla viabilità locale.
23	Gestione Territorio	Di predisporre un piano di circolazione dei mezzi d'opera in fase di costruzione, che abbia valenza contrattuale e che contenga i dettagli operativi di quest'attività in termini di: - percorsi impegnati; - tipo di mezzi; - volume di traffico, velocità di percorrenza, calendario e orari di transito; - percorsi alternativi in caso di inagibilità temporanea dei percorsi programmati; - percorsi di attraversamento delle aree urbanizzate; - messa in evidenza, se del caso, delle misure di salvaguardia degli edifici sensibili.	E' stato redatto il piano di circolazione dei mezzi d'opera, in fase di costruzione (Tavv. CANPLA 009.A e CANPLA 010.A).

24	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	<p>Di dettagliare le misure proposte per evitare che la realizzazione e l'esercizio della infrastruttura in argomento influisca in modo non percepibile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee; - sul regime idraulico; - sull'ecosistema proprio della porzione del reticolo idrografico interessato. 	<p>Saranno adottati tutti gli accorgimenti e le cautele necessari ad evitare nel corso dei lavori possibili interferenze tra le falde e sostanze potenzialmente inquinanti derivanti dai lavori stessi. Per quanto attiene le fondazioni su pali dei viadotti non sarà ammesso, in fase di perforazione, l'uso di additivi chimici non totalmente biodegradabili. Se necessario ai fini della stabilità delle pareti dello scavo verranno utilizzati bentoniti costituiti da soli minerali argillosi o, in alternativa, un rivestimento metallico. Per le opere in sotterraneo (gallerie naturali) le indagini hanno evidenziato come, in molti casi, le opere siano poste a quote superiori rispetto alla falda. Dove gli scavi si sviluppano in falda i modesti gradienti renderanno possibile un avanzamento in assenza di interventi di impermeabilizzazione e, più in generale, di trattamenti al fronte di scavo. Le aree di cantiere saranno adeguatamente pavimentate al fine di evitare che eventuali riversamenti sul terreno possano entrare in contatto con le falde idriche. Per maggiore cautela le aree di cantiere saranno perimetrate da canalette di raccolta delle acque superficiali che confluiranno in una apposita vasca di trattamento.</p>
25	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	<p>Di approfondire la caratterizzazione degli acquiferi interferiti dall'opera di progetto con indagini geologiche e geognostiche, anche di tipo geofisico che permettano di conoscere le condizioni di infiltrazione, circolazione ed emergenza delle acque sotterranee. Inoltre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - di prospettare le misure di compensazione ambientale degli eventuali abbassamenti della falda; - di adottare, ove possibile, tutti gli accorgimenti idonei ad evitare che, in fase di scavo e nelle fasi successive, si possano verificare abbassamenti della falda che provochino impatti sull'ambiente esterno; - in particolare dovrà essere verificato, con ulteriori studi approfonditi, l'impatto sulle risorse idriche sotterranee della galleria di Cupigliolo e speciale attenzione dovrà essere rivolta alla valutazione di eventuali interferenze del tracciato con il sistema carsico di Colfiorito e con l'omonima Palude; - di garantire l'approvvigionamento idrico delle aree interessate approntando un piano di approvvigionamento idrico alternativo nel rispetto della legge n. 36/1994 - Disposizioni in materia di risorse idriche; 	<p>La caratterizzazione degli acquiferi è stata approfondita mediante l'esecuzione di sondaggi, prove in sito, posa di piezometri, esecuzione di traverse sismiche tomografiche, censimento sorgenti con analisi geochimiche su campioni di liquido. Per tutte le gallerie interessate dalla falda, attraverso un apposito modello di calcolo, sono stati valutati gli abbassamenti della falda e la relativa area di influenza. Non si sono evidenziate criticità tali da provocare impatti sull'ambiente esterno e richiedere misure di compensazione ambientale. Le schede di censimento evidenziano anche tutte le emergenze connesse ad opere di presa e ad acquedotti, in corrispondenza delle quali sono stati previsti particolari accorgimenti progettuali. Gli studi compiuti non hanno evidenziato situazioni tali da richiedere un piano di approvvigionamento alternativo anche perchè le sorgenti più importanti, oltre ad essere poste ad una certa distanza dal tracciato, non risultano poste in relazione con gli acquiferi attraversati.</p>
26	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	<p>Di effettuare una valutazione quantitativa analitica o con modellazione numerica (da ripetere ante, durante e post operam):</p> <ul style="list-style-type: none"> - degli effetti sulle emergenze naturali e sulle captazioni esistenti; - delle modalità realizzative e degli effetti delle opere di mitigazione e compenso ambientale; - delle configurazioni piezometriche, naturali e indotte dalla realizzazione delle opere di tracciato; - dei volumi drenati; - dei parametri idrodinamici sperimentali; - del bilancio idrogeologico e della qualità delle acque; 	<p>Nel PMA è stato predisposto un piano di monitoraggio delle acque profonde (falde acquifere e sorgenti) nei tratti in trincea e viadotto ed anche nei tratti in sotterraneo, sia in termini di modificazioni del regime idraulico sotterraneo che di chimismo delle acque stesse da effettuare in fase ante operam, in corso d'opera e post operam. Per le gallerie sono state stimate le portate drenate, sono stati valutati gli effetti sui livelli di falda e sulle sorgenti censite, sono state determinate le entità di eventuali depressioni della piezometrica in termini di altezza e raggio di influenza. Analisi chimiche fisiche e biologiche sono state effettuate su campioni d'acqua prelevati da sorgenti, pozzi e piezometri. Al fine di mitigare gli effetti sulla stabilità della piezometrica sono state definite sezioni tipo impermeabilizzate (con tessuto non tessuto e PVC) tarate caso per caso, e sono state definite particolari procedure operative di avanzamento e/o di scavo. I calcoli sono stati effettuati considerando diversi valori di permeabilità ed infiltrazione annua, valutandone i relativi effetti. Infine tramite il monitoraggio da effettuarsi in corso d'opera potranno essere validate le informazioni acquisite e potrà essere costantemente aggiornato il modello idrogeologico di riferimento.</p>

27	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	Di dettagliare la qualità e quantità degli scarichi in fase di cantierizzazione e le misure proposte per evitare il superamento dei limiti previsti dalla normativa vigente;	Tale prescrizione verrà recepita in fase di progettazione esecutiva.
28	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	Di progettare, per l'impiego in fase di cantiere, sistemi di sedimentazione (per es. bacini in parallelo) per i fluidi contenenti materiali sospesi: saranno usati per le acque di lavaggio delle rocce, di percolazione, per le acque di abbattimento polveri e di consolidamento idraulico; tali sistemi saranno usati inoltre per le acque delle apparecchiature di scavo, che saranno eliminate a mezzo di pompe o a gravità e saranno infine usati per le acque meteoriche di dilavamento dei materiali estratti grezzi ed esausti accantonati in aree aperte.	Tale prescrizione verrà recepita in fase di progettazione esecutiva.
29	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	Approfondire la caratterizzazione idrogeologica al fine di definire le eventuali interferenze e le modalità di scavo delle gallerie di progetto con le acque sotterranee e superficiali, con particolare riferimento alla galleria «Sostino» (possibile interferenza con Fonti del Clitunno), alla galleria «Cupigliolo» (possibile interferenza con Fonte Mattegaia), alla galleria Colfiorito (possibile interferenza con sorgenti di Rasiglia), alle gallerie «Varano» «Serravalle» e «Muccia» (possibile interferenza con le falde drenate dal fiume Chienti e sorgente Valzacchera), al sistema carsico di Colfiorito e alla omonima palude.	Gli studi compiuti evidenziano come siano presenti gallerie con falda posta sopra o sotto al piano stradale. In ogni caso nelle peggiori ipotesi i battenti idrici in calotta sono modesti. Per tutte le gallerie ove la falda si trova al di sopra della calotta sono state definite le interferenze in termini di depressione della falda, ampiezza della perturbazione ed effetti sulle sorgenti censite. Il lavoro è stato svolto per tutte le gallerie naturali. Con particolare riferimento alla prescrizione in argomento le analisi geochimiche hanno escluso interferenze fra le gallerie Sostino e Colfiorito e le sorgenti del Clitunno e di Rasiglia. La Fonte Mattegaia è una sorgente stagionale, con forte escursione, che è risultata asciutta all'atto dei rilievi. Le gallerie Varano, Serravalle e Muccia possono effettivamente interferire con le falde drenate dal Fiume Chienti nel tratto Serravalle - Gelagna e, per questo, è stata prevista l'impermeabilizzazione dell'intera sezione, nei tratti a rischio. Nell'altopiano di Colfiorito le gallerie (Taverne e Palude), così come l'intero tracciato, hanno livelletta stradale posta a quote superiori rispetto alla falda.
31	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	Presentare per ciascun attraversamento, anche quelli relativi ai fossi minori, un progetto adeguato, corredato di planimetria e sezioni, stralcio corografico e catastale (indispensabile per il rilascio della concessione demaniale) e verifica idraulica con la portata centennale;	Per ciascun attraversamento è stato redatto un progetto adeguato come richiesto dalla prescrizione. Per quanto riguarda le verifiche idrauliche, queste sono state eseguite e riportate nella relazione idrologico-idraulica.
32	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	Rivedere la posizione delle pile in alveo dei Viadotti Chienti e Chienti 2, prevedendo adeguate campate che consentano la localizzazione delle pile fuori alveo;	Sono state spostate le pile ricadenti nell'alveo del fiume Chienti, tramite adeguato allungamento della campata di attraversamento. In particolare per il Viadotto Chienti la campata di è stata allungata di 10 m (da 45 m a 55 m); per il Viadotto Chienti 2 (che era composto da tre campate da 45 m) è stata prevista una campata centrale di luce 80 m sul fiume e due campate laterali da 54 m.
33	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	Progettare la deviazione del fosso esistente tra il viadotto Muccia e la galleria della «Rocchetta» sulla base della verifica idraulica con portata duecentennale e nell'ipotesi di moto permanente, evitando quanto più possibile le brusche deviazioni. Dovrà essere seguita la procedura di cui all'art. 60 del regio decreto n. 523/1904;	La deviazione del Fosso di Vallicchio è stata debitamente progettata. Le relative verifiche idrauliche sono riportate nella relazione idrologico - idraulica.

34	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	<p>Introdurre come misura di salvaguardia della capacità di laminazione della piena del fiume Chienti di Gelagna la realizzazione di viadotti o in subordine la realizzazione di un rilevato «trasparente» tramite idonee aperture di collegamento, in corrispondenza dello svincolo Serravalle «Bavareto» - attraversamento Fosso Baronciano in località Taverne - svincolo «Colfiorito» e ramo di collegamento i cui allacci alla viabilità cittadina ricadono e lambiscono le aree a rischio idraulico individuate dallo studio idraulico.</p>	<p>Sono state prese in considerazione le zone di possibile esondazione delle acque nel piano golenale al fine di individuare gli accorgimenti costruttivi più adeguati, ovvero:</p> <ul style="list-style-type: none"> - realizzazione in viadotto (V. Bavareto di lunghezza 58,40 m) di un tratto di tracciato, già previsto in rilevato, dello svincolo Serravalle a Bavareto, che ricade in area di esondazione del Fiume Chienti; ciò è stato ottenuto prolungando di una campata il ponte sulla deviazione della SS 77; - analogamente per il ponte sul Rio di Cesi (Colfiorito) è stato previsto l'aumento della luce da 20 a 28,4 metri e la realizzazione, ai lati dello stesso, di rilevati "trasparenti", tramite idonee aperture di collegamento costituite da una serie di tombini circolari; - realizzazione di rilevato trasparente nel tratto km 19+820 - 19+850 (area esondabile del Fosso Baronciano).
35	Geologia e Geotecnica	<p>Di prevedere, per i tratti di strada in progetto interessati dai movimenti franosi, ai fini dell'ottemperanza della norma statale e, di conseguenza, a quanto stabilito dalle norme di attuazione del PAI, l'approfondimento delle indagini geologiche, geomorfologiche e geotecniche; in particolare dovranno essere eseguite apposite indagini geognostiche ed analisi di laboratorio al fine di stabilire per ogni dissesto rilevato o elemento geomorfologico che può generarlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la delimitazione dell'area interessata, l'indicazione della tipologia del fenomeno e opportuna documentazione fotografica; b) i parametri geotecnici di picco e residui; c) l'andamento piezometrico locale e la sua oscillazione stagionale; d) le verifiche di stabilità per ogni taglio stradale da effettuarsi considerando l'eventuale presenza di falde acquifere; e) la progettazione di eventuali opere di mitigazione e di compensazione. 	<p>La componente geomorfologica allegata al progetto riporta tutte le frane censite lungo l'asse stradale, siano esse attive o inattive. Viene presentato un confronto fra le frane riscontrate e quelle riportate nella documentazione allegata al PAI. L'individuazione delle frane è avvenuta sulla base della documentazione allegata al progetto a base di gara, della documentazione bibliografica, e dello studio di foto aeree; in particolare uno confronto fra foto aeree afferenti a periodi diversi ha permesso il riconoscimento e la perimetrazione di quei fenomeni ritenuti potenzialmente attivi. Il lavoro è stato completato da sopralluoghi sul posto. Indagini geognostiche (sondaggi e traverse sismiche) sono state effettuate in ottemperanza alle prescrizioni. Esse verranno periodicamente integrate ed aggiornate attraverso un monitoraggio opportunamente predisposto su caposaldi topografici e tubi inclinometrici (vedi PMA). I singoli fenomeni deformativi hanno movimenti molto lenti nel tempo, profondità di scorrimento limitate e livelli di falda più bassi rispetto alle superfici coinvolte.</p>
36	Tecnologia	<p>Di prevedere nel progetto dei tratti di gallerie artificiali la messa in opera di elementi drenanti che garantiscano nel tempo la stabilizzazione dei livelli piezometrici, riducendo al minimo le soluzioni di continuità degli acquiferi;</p>	<p>Le indagini effettuate dimostrano come in corrispondenza delle gallerie artificiali la falda sia posta, normalmente, a quote inferiori rispetto l'asse di progetto.</p>
37	Tecnologia	<p>Di prevedere per la fase di scavo delle gallerie:</p> <ul style="list-style-type: none"> f) la verifica puntuale della stabilità delle zone di imbocco con particolare riguardo agli effetti provocati da eventuali depressioni e/o escursioni del livello delle falde in esse localizzate; g) la predisposizione, allo sbocco delle gallerie, di un sito per la misurazione delle acque eventualmente drenate; h) la redazione di un protocollo procedurale relativo alla gestione delle emergenze dovute alla captazione delle acque; i) un sistema di collettamento delle acque inquinate da oli, carburanti e altri inquinanti dai cantieri di scavo delle gallerie, al fine di non inquinare le eventuali venute d'acqua di falda; 	<p>Le opere d'imbocco sono puntualmente verificate. I dati disponibili dimostrano come la falda in zona d'imbocco sia posta a quote inferiori rispetto quelle di progetto.</p> <p>La misurazione delle acque drenate dalla galleria verrà effettuata all'uscita dei dreni posti a lato della piattaforma tramite un misuratore a risalto.</p> <p>Il protocollo procedurale delle emergenze dovute alla captazione delle acque verrà predisposto in fase di progettazione esecutiva.</p> <p>All'esterno delle gallerie il dreno posto in zona di arco rovescio confluirà in una apposita vasca disoleatrice; in tal modo si eviterà di trasferire eventuali inquinanti alle acque di falda.</p>

38	Tecnologia	<p>Di prevedere per la fase di realizzazione dei viadotti e/o laddove siano presenti falde superficiali, che:</p> <p>j) le attività di perforazione e di esecuzione delle fondazioni di pile e spalle non determinino l'insorgere del rischio di diffusione delle sostanze inquinanti dovute ai fluidi di perforazione;</p> <p>k) l'utilizzazione dei fanghi di perforazione non riduca la permeabilità nelle formazioni litologiche interessate.</p>	<p>Le caratteristiche dei materiali attraversati sono tali da permettere l'esecuzione dei pali con il semplice impiego di fanghi bentonitici, senza utilizzo di additivi di perforazione. L'utilizzo di una miscela bentonitica, nei terreni attraversati ed in un contesto arealmente limitato quale quello in argomento, non è in grado di ridurre la permeabilità dei terreni.</p>
39	Tracciato	<p>a) a partire dal viadotto «Pale», progr. circa 4+950, raccordarsi alla VARIANTE 1 proseguendola sino all'innesto con il tracciato di progetto selezionato all'altezza del viadotto «La Franca», progressiva circa 10+200;</p> <p>b) proseguire con il tracciato di progetto sino all'altezza dello sbocco della Galleria «Cupigliolo», progr. circa 15+700; da qui raccordarsi al tracciato Alternativa 2 sino a rientrare sul tracciato di progetto in corrispondenza dello sbocco della galleria «Colfiorito», progr. circa 16+500; proseguire con il tracciato di progetto selezionato;</p> <p>c) dato che la tratta Foligno-Svincolo di Colfiorito per una estesa di circa 18 km non presenta la possibilità di realizzare svincoli di allaccio alla viabilità esistente essendo stato soppresso quello di Val Menotre, studiare la possibilità di realizzare un raccordo alla viabilità esistente almeno per necessità di interventi di soccorso;</p> <p>d) relativamente allo svincolo di Colfiorito sopprimere la bretella di collegamento tra la s.p. 441 e la S.S. 77 ed adeguare il tratto di strada provinciale fino all'innesto con la vecchia 77;</p> <p>e) la soppressione dello svincolo di Val Menotre impone l'esercizio della vecchia S.S. 77 per il servizio locale tra Foligno e Colfiorito.</p>	<p>I punti a), b) e c) erano già stati recepiti nel progetto preliminare di variante offerto in fase di gara e quindi anche nel presente progetto definitivo. In particolare, nell'ottemperare al punto c) si è modificato l'impianto proposto nel "Dossier delle Prescrizioni disposte dal CIPE" (rif. elaborato 1521-12) che prevedeva due rampe di accesso in galleria, con corsie di accelerazione e decelerazione direttamente nella galleria "Pale"; per evitare tale condizione, ritenuta non idonea in termini di sicurezza stradale, si è preferito realizzare le rampe di collegamento alla SS 77 esistente sul versante opposto della Val Menotre.</p> <p>Il punto d) è stato recepito sopprimendo la bretella di collegamento alla SS77 e prevedendo l'adeguamento della SP 441, dalla nuova rotonda fino all'innesto con la vecchia SS77; l'importo di tale adeguamento è compreso nel 2% delle Opere di Compensazione previste nelle Somme a Disposizione del sublotto 2.1.</p> <p>Il punto e) non contiene prescrizioni per la progettazione.</p>
41	Paesaggio	<p>Approfondire l'analisi dell'intervisibilità dell'opera riferendola ai gruppi di percettori più significativi (residenti, transitanti sulle infrastrutture di trasporto, fruitori degli spazi agricoli, spazi panoramici) per consentire l'adeguata integrazione/modifica delle misure mitigatrici previste in progetto;</p>	<p>Le barriere acustiche sono state previste laddove si rilevano valori del clima acustico post-operam superiori ai limiti imposti dalla zonizzazione acustica locale. La scelta della tipologia delle barriere è in funzione della necessità di mantenere una visione dall'opera verso i coni visuali di pregio (particolari sistemazioni agronomiche, emergenze naturalistiche come alberi isolati o in filari, ecc.); viceversa, gli ambiti monumentali, storici e ambientali da tutelare con la massima accuratezza verranno protetti sia con le barriere più schermanti, che con siepi e filari misti arboreo-arbustivi. Verranno prodotte fotosimulazioni di alcuni coni visuali (scorci paesaggistici) ritenuti più significativi.</p>
42	Paesaggio	<p>Esaminare attentamente la possibilità di un ulteriore abbassamento del viadotto «San Lorenzo» al fine di mitigare l'impatto visivo di tale opera, compatibilmente con le caratteristiche plano-altimetriche del tracciato;</p>	<p>Non è stato possibile abbassare ulteriormente il viadotto S. Lorenzo, dati i vincoli altimetrici presenti.</p>
43	Paesaggio	<p>Esaminare attentamente la possibilità di un abbassamento di 2-3 metri della livelletta del rilevato esistente nel tratto Colfiorito-Taverne. In alternativa, dato che la viabilità secondaria nei punti di intersezione con l'infrastruttura in progetto e' prevista a raso, verificare se e' meno impattante, in luogo di un significativo rilevato nell'altipiano di Colfiorito, la realizzazione delle intersezioni della viabilità ordinaria in sottovia previa verifica di fattibilità tecnica. In ogni caso prevedere la trasparenza ambientale del rilevato;</p>	<p>Per motivi idraulici (vedi punto 34) non è stato possibile eseguire un significativo abbassamento di livelletta dell'asse principale ed è stata scartata l'ipotesi di risoluzione dello svincolo in sottovia. L'adozione di un impalcato a via inferiore per il cavalcavia dello svincolo di Colfiorito ha comunque consentito l'abbassamento generalizzato dello stesso e delle relative rampe di accesso in rilevato. Nel tratto dell'asse principale ricadente in zona di esondazione del Rio di Cesi è stato previsto un rilevato permeabile. Nel successivo tratto in rilevato, per una lunghezza di circa 4100 m fino all'imbocco della galleria Varano, è stata invece prevista l'esecuzione di "dune" di mitigazione ambientale.</p>

44	Paesaggio	Esaminare attentamente gli svincoli di Muccia e di Serravalle al fine della individuazione di soluzioni di minor impatto negli svincoli, nei viadotti, nelle rotatorie;	In corrispondenza dello svincolo di Serravalle è stato apportato un generale abbassamento di livelletta, sia per l'asse principale che per le rampe e relative opere d'arte dello svincolo, minimizzandone l'impatto ambientale e paesaggistico sull'abitato di Bavareto, adottando inoltre soluzioni a basso impatto ambientale per scavi e rilevati, quali gabbioni, terra armata e muri in terra verde. Anche in corrispondenza dello svincolo di Muccia è stato apportato un abbassamento locale della livelletta, minimizzando l'impatto ambientale e paesaggistico del viadotto Muccia con una soluzione a via inferiore di particolare valore estetico. Per lo svincolo di Muccia è stata adottata la soluzione contenuta nel "Dossier delle Prescrizioni", mantenendo l'ubicazione originaria per il solo semisvincolo con la carreggiata sud, mentre le rampe che collegavano la carreggiata nord alla viabilità ordinaria sono state spostate più avanti in posizione più favorevole.
46	Archeologia	Realizzare una serie di indagini archeologiche preliminari che comprendano ricognizioni di superficie, analisi di foto aeree, carotaggi e trincee di verifica al cui esito dovranno essere subordinati l'eventuale esecuzione di saggi e/o scavi stratigrafici; realizzare inoltre una relazione archeologica specifica ed una carta della distribuzione dei siti archeologici;	Dallo Studio Archeologico effettuato per valutare l'interferenza tra il progetto e le preesistenze archeologiche, comprendente una relazione archeologica ed una serie di tavole dove sono state riportate le presenze archeologiche ed i relativi gradi di rischio determinati mediante l'analisi di foto aeree e ricognizioni di superficie, non è emersa la necessità di realizzare in questa fase progettuale scavi archeologici e trincee, rimandando alla successiva fase progettuale la realizzazione di ricognizioni sistematiche intensive di superficie. Il Progetto Definitivo comprende sia una relazione archeologica specifica che una carta della distribuzione dei siti archeologici. Per quanto riguarda le indagini preliminari archeologiche occorre chiarire che, in base alle verifiche preliminari effettuate, ricognizioni in loco ed analisi di foto aeree, si possono già definire le zone sensibili e le metodologie di indagini, da effettuare immediatamente prima dei lavori. Compiere con tanto anticipo trincee esplorative e sondaggi avrebbe determinato occupazioni di aree per lungo tempo e, in caso di individuazione di reperti, la costituzione di un servizio di vigilanza, per evitarne la trafugazione.
47	Archeologia	Dar corso in sede di progettazione definitiva, per il versante umbro, ad una completa indagine archeologica che permetta di individuare correttamente il rapporto di interferenza tra la viabilità in progetto, con particolare riguardo al tratto in attraversamento della piana di Pale, i cantieri, le aree di discarica, le cave e le preesistenze archeologiche denunciate, in modo da poter affrontare e risolvere adeguatamente tale problematica;	E' stato realizzato uno Studio Archeologico, comprensivo di ricognizioni sul territorio, nel quale è stata valutata l'interferenza tra la viabilità in progetto, i cantieri e le preesistenze archeologiche denunciate, determinando i gradi di rischio relativo rispetto al progetto ed assoluto rispetto al territorio.
B	Ambiente	Avvalersi per il monitoraggio ambientale del supporto di competenze specialistiche qualificate, anche attraverso la definizione di specifici protocolli e/o convenzioni; ciò anche allo scopo di promuovere la costituzione di centri di ricerca e formazione, funzionali sia alla realizzazione dell'infrastruttura, sia all'ampliamento delle conoscenze scientifiche, sia alla creazione di nuove professionalità nel settore.	Per il monitoraggio ambientale ci si avvarrà del supporto di competenze specialistiche qualificate, anche attraverso la definizione di specifici protocolli e/o convenzioni (ARPA Umbria).
C	Ambiente	Scegliere le caratteristiche di ciascuna misura di mitigazione verificandone gli effetti su tutte le componenti ambientali.	Il materiale vegetale impiegato nel progetto delle opere di inserimento paesaggistico e ambientale è stato scelto attentamente tra il patrimonio floristico locale, per evitare ogni possibile inquinamento specifico.
D	Strutture e Paesaggio	Per il generale miglioramento dell'inserimento paesaggistico-ambientale dei ponti e dei viadotti: preferire l'adozione di strutture continue, a sezione variabile e con forme arrotondate; verificare la possibilità di inserire le opere di protezione dal rumore nelle strutture portanti, ad esempio adottando impalcati a via inferiore; definire con particolare cura il disegno delle forme e delle superfici delle pile e delle	Le soluzioni adottate per ponti e viadotti riguardano l'aspetto formale delle opere in generale, con adozione di forme arrotondate per le pile, i pulvini e per il guscio esterno degli impalcati, in funzione di un generale miglioramento dell'inserimento paesaggistico-ambientale. I soli viadotti in c.a.p. Renaro NORD e Uppello SUD (sublotto 1.2) non sono oggetto di variante in quanto, trattandosi di raddoppio di viadotti esistenti sull'attuale SS 77, sono previsti simili all'opera in affiancamento. Per i viadotti Rio di Cesi (sublotto 2.1) e Muccia (sublotto 1.2) è stata studiata una specifica tipologia, più adatta al

		<p>spalle e della loro naturalizzazione (piantumazioni e mascheramenti); verificare ed omogeneizzare le sezioni delle pile dei ponti anche al fine di minimizzare le alterazioni dinamiche, di rotta e/o di piena fluviale.</p>	<p>contesto in cui l'opera andrà collocata, caratterizzata da un'impalcato a via di corsa inferiore, con le due travi portanti principali disposte all'esterno della sede stradale anziché al di sotto di essa; le barriere antirumore, ove necessarie, risultano così integrate nella struttura dell'impalcato, con forte riduzione dell'impatto visivo.</p> <p>Le luci adottate sono compatibili con la morfologia del territorio circostante, scavalcando gli alvei di piena dei corsi d'acqua presenti.</p> <p>Per i viadotti adiacenti gli imbocchi delle gallerie è previsto un guscio discontinuo in legno di altezza variabile che accompagna la transizione dalla galleria al viadotto e viceversa.</p>
E	Strutture e Paesaggio	<p>Per il generale miglioramento dell'inserimento paesaggistico ambientale dell'infrastruttura: prevedere che le opere di sostegno siano a paramento inclinato con coronamento continuo e rivestimento in pietra locale tagliata a mano; conformare gli imbocchi delle gallerie secondo le pendenze del versante attraversato e raccordarli con continuità alle opere di sostegno all'aperto.</p>	<p>I muri sono previsti a paramento inclinato, coronati da una copertina continua in c.a. e rivestiti in pietra a vista. Per quanto riguarda gli imbocchi delle gallerie, essi sono generalmente conformati secondo le pendenze del versante attraversato e raccordati con continuità alle opere di sostegno all'aperto.</p>
F	Geologia e Geotecnica	<p>Si raccomanda che i parametri geotecnici da utilizzare nei calcoli siano sperimentali e ricavati puntualmente per ciascun sito. A questo scopo dovrà essere elaborato un programma puntuale delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio. Dovranno essere progettate, per ciascuna situazione di criticità geomorfologica, specifiche opere di mitigazione.</p>	<p>E' stato redatto un progetto di campagna geognostica incentrata sull'esecuzione di 35 sondaggi (che si aggiungono ai 29 del progetto preliminare) per complessivi 1870 m di perforazione, e 71 traverse sismiche a rifrazione (che si aggiungono alle 28 del progetto preliminare) per un totale di oltre 8300 m di stendimento. Nel corso di tutti i sondaggi sono stati prelevati campioni di terra e roccia per l'effettuazione di prove di caratterizzazione geotecnica o geomeccanica e di classificazione.</p>
G	Geologia e Geotecnica	<p>Considerando che negli elaborati presentati sono indicati come cono detritici quelli che in realtà sono conoidi di deiezione, i quali possono rappresentare, sotto determinate condizioni, un pericolo per il manufatto stradale e per gli automezzi in transito; si ritiene opportuno che sia quantificato in modo adeguato il rischio caso per caso, che sia determinato il bacino imbrifero e i volumi di materiale mobilizzabile e che siano previste adeguate opere di mitigazione/protezione al fine di mettere in assoluta sicurezza il tracciato.</p>	<p>L'argomento è trattato nella relazione geomorfologica. In particolare nel tratto Umbro, cui si riferisce in particolare la raccomandazione in argomento, i cono di deiezione cartografati non rappresentano condizioni di rischio per l'asse stradale in progetto in quanto ubicati in corrispondenza di attraversamenti in viadotto oppure in presenza di bacini imbriferi estremamente piccoli con volumi di materiale mobilizzabile molto modesti.</p>
H	Geologia e Geotecnica	<p>Si segnala che i recenti studi ed indagini di microzonazione sismica effettuati dalla regione Umbria individuano in alcune aree interessate dal tracciato progettuale zone di possibile amplificazione al moto sismico; pertanto, si suggerisce di eseguire puntuali indagini al fine di tenere opportunamente conto di eventuali parametri di amplificazione sismica da applicare nel calcolo dei manufatti ad incremento delle azioni sismiche di progetto.</p>	<p>Gli studi di microzonazione sismica eseguiti dalla regione Umbria a seguito degli eventi sismici del 1997-1998 hanno portato alla redazione di una "Carta delle zone suscettibili di amplificazione o instabilità dinamiche locali" suggerendo l'adozione di un coefficiente F_a di amplificazione delle azioni sismiche, in sostituzione del generico coefficiente di fondazione ϵ previsto dalla normativa sismica vigente all'epoca (DM 16/1/1996). Tale coefficiente F_a è rappresentativo delle condizioni geologiche locali ed è quindi legato agli effetti del sito. In funzione delle diverse situazioni morfostratigrafiche, esso assume valori variabili tra 1.0 e 1.7 (con picco di 2.0 in comuni non di interesse: Todi e Massa Martana). Tali valori di amplificazione sono da riferire alle accelerazioni sismiche previste dalla vecchia normativa.</p> <p>La nuova normativa sismica, OPCM 3274/2003 e successivo DM 14/09/2005, introduce un analogo coefficiente S di amplificazione dell'accelerazione sismica, anch'esso sostitutivo del vecchio coefficiente ϵ, con valori variabili tra 1.0 e 1.35 in funzione delle diverse "categorie di suolo di fondazione". In conformità con la nuova normativa, nel presente progetto definitivo è stato applicato tale approccio, previa classificazione dei siti sulla base di specifiche indagini puntuali (prove down-hole e prove penetrometriche dinamiche, o utilizzando traverse sismiche a rifrazione). Di conseguenza, nella relazione sismica allegata al progetto è indicata, per ciascuna opera, la categoria attribuita al suolo di</p>

			<p>fondazione.</p> <p>Si segnala infine che la nuova classificazione sismica di cui all'allegato 1 all'ordinanza 3274, derivante da specifici studi di pericolosità sismica eseguiti da INGV sul territorio nazionale, ha elevato da zona 2 a zona 1 la sismicità dei comuni di Foligno, Serravalle di Chienti e Muccia, con conseguente incremento di accelerazione sismica pari al 40%. Si ritiene pertanto sufficientemente cautelativo l'incremento complessivo di azione sismica derivante dalla contemporanea applicazione della nuova zonazione (fattore 1.4) e del coefficiente S di categoria del suolo (pari a 1.25 nella maggior parte delle applicazioni).</p>
I	Flora e Fauna	Opportuno che vengano previsti corridoi di attraversamento idonei alla fauna locale, tra loro distanti non più di km 1,5.	I corridoi per la fauna (passaggi faunistici) sono stati previsti con intervalli inferiori a 1,5 km, sfruttando la presenza di estesi tratti in galleria e dei passaggi esistenti sotto i viadotti. Non sono pertanto previste specifiche opere a fini faunistici.
L	Flora e Fauna	E' opportuno che le barriere verdi, le opere di rinverdimento e le schermature del tracciato siano realizzate con specie arboree e arbustive appartenenti alla vegetazione autoctona, evitando in particolare specie infestanti come la Robinia pseudoacacia, l'Ailantus glandulosa e, anche se non considerate infestanti, tutte le Cupressaceae.	Le specie previste nel progetto di inserimento ambientale, in particolare per i filari e le siepi schermanti, non sono tra quelle specificamente vietate nella prescrizione CIPE. Saranno invece impiegate le specie presenti nei siti di intervento.
M	Gestione Rifiuti	Il progetto preliminare prevede la realizzazione di alcuni piccoli impianti di fitodepurazione a valle degli impianti di trattamento delle acque di cantiere e due analoghi impianti, più grandi, a valle delle vasche di prima pioggia ubicate in aree a particolare sensibilità ambientale. Considerando che la fitodepurazione in zone poste a quote elevate (800-850 m s.l.m.) non e' in grado di assicurare un significativo contributo al miglioramento della qualità delle acque per almeno 5-6 mesi l'anno, si ritiene opportuno che in sede di progetto vengano presi in considerazione anche altri sistemi alternativi di «affinamento» della depurazione i quali andranno realizzati solo se effettivamente necessari mentre, di contro, dovranno essere fornite assicurazioni di una corretta gestione dei trattamenti depurativi previsti in fase di cantiere.	<p>Il rendimento degli impianti di fitodepurazione, in termini di abbattimento di inquinanti, cala con l'abbassamento della temperatura. Tuttavia, considerato che gli impianti previsti si assestano a quote non superiori a 780 m.l.mm, quindi non eccessivamente elevate, si ritiene non opportuno introdurre opere per sopperire al suddetto calo di rendimento durante i mesi più freddi dell'anno. In fase di progetto esecutivo sarà comunque presa in considerazione la possibilità di studiare ed introdurre, all'interno dei bacini di fitodepurazione ubicati alle quote più elevate, specie vegetali che meglio si adattino al microclima della zona - in alternativa a quelle usualmente impiegate, come il canneto - al fine di aumentare il rendimento anche nei mesi considerati più critici.</p> <p>Per quanto riguarda i trattamenti depurativi previsti in fase di cantiere, si precisa che si prevede di utilizzare un impianto di depurazione chimico-fisica delle acque, con controllo automatico del pH e filtro-prensa; tale impianto, progettato per il trattamento delle acque torbide provenienti dalle seguenti lavorazioni:</p> <p>a) da perforazione gallerie; b) da lavaggio betoniere; c) da acque di prima pioggia per l'area di cantiere, offre maggiore garanzia di efficacia ed affabilità.</p>
N	Atmosfera / Inquinamento acustico + Cantierizzazione	Si raccomanda di porre in essere misure opportune per la riduzione di emissioni rumorose, emissioni in atmosfera e produzione di vibrazioni durante la fase di costruzione, ricorrendo a macchinari e attrezzature di tecnologia moderna nonché a schermature dei cantieri posti in prossimità di aree sensibili e degli eventuali impianti fissi destinati alla costruzione stessa, privilegiando interventi di ingegneria naturalistica nonché prevedendo anche, nel piano di cantiere, un adeguato programma di manutenzione per i mezzi d'opera, per gli impianti di betonaggio ed altri impianti fissi eventualmente previsti.	Per ciò che riguarda gli strumenti da mettere in atto per contrastare le emissioni acustiche, si prevede di ricorrere all'impiego di barriere acustiche fonoassorbenti o fonoisolanti provvisorie, di dune in terra e/o materiale di scavo, di specie arboree e/ arbustive lungo i confini delle aree di cantiere. Nei casi di impianti particolarmente rumorosi si prevederà nell'ordine: la localizzazione distante dai ricettori sensibili; l'impiego di mezzi d'opera efficienti nei riguardi delle emissioni acustiche; l'isolamento dei mezzi d'opera più rumorosi (generatori, compressori, ecc) mediante cabine (blu-box); la schermatura con ulteriori barriere provvisorie; l'integrazione di queste con specie arboree e arbustive.
O	Atmosfera / Inquinamento acustico	Si raccomanda che vengano impiantate, prima dell'inizio dei lavori, attorno al cantiere principale e ai cantieri in prossimità di SIC e ZPS, fasce boscate costituite da essenze autoctone (di altezza minima al momento dell'impianto di 1,5 mt e privilegiando specie autoctone ad accrescimento veloce) con funzione di schermatura per polveri, rumori e inquinanti. Tali schermature vegetali potranno essere lasciate in loco dopo la	Per le fasce boscate perimetrali delle future aree di cantiere sono previste schermature con piante di dimensioni tali da esplicare il proprio effetto schermante fin dall'inizio dei lavori. I sestri di impianto più densi del normale consentiranno di incrementare tale effetto. La scelta delle specie seguirà la lista delle specie autoctone, privilegiando quelle a rapido accrescimento e soprattutto quelle in grado di schermare anche durante il periodo invernale (sempreverdi). Complessivamente si realizzeranno, ove le distanze lo consentano, delle siepi miste arboreo-arbustive con specie

		fine dei lavori.	spoglianti e sempreverdi.
P	Sicurezza	E' opportuno che nei piani di sicurezza del cantiere sia prevista una sezione, da sviluppare possibilmente con il coinvolgimento dell'A.R.P.A. UMBRIA, specificatamente rivolta alla prevenzione e alla gestione di potenziali incidenti che possano coinvolgere sia i mezzi e le attrezzature di cantiere, sia gli automezzi e veicoli esterni, con conseguente sversamento accidentale di liquidi pericolosi.	In linea generale gli sversamenti possibili per queste opere sono riferiti a gasolio e olii per i mezzi e olii disarmanti. Il PSC del Progetto Definitivo prevede un capitolo relativo alla gestione di tali condizioni di rischio. Sono in corso contatti con ARPA UMBRIA per definire le modalità operative.
Q	Piano di Cantiere	E' opportuno che nel piano di cantiere siano approfonditi gli aspetti legati agli attingimenti idrici complessivi, compresi i pompaggi necessari per l'abbassamento della superficie piezometrica, e gli scarichi previsti durante le attività di cantiere, con indicazione delle fonti di approvvigionamento individuate, dei relativi quantitativi emunti, nonché dei punti di scarico utilizzati; tali informazioni potranno anche essere finalizzate alla predisposizione di un programma di monitoraggio in corso d'opera dell'ambiente idrico sotterraneo da concordare con l'A.R.P.A. UMBRIA.	Nel PMA è stato predisposto un piano di monitoraggio sia delle acque profonde che di quelle superficiali, con riferimento non solo ai parametri idraulici ma anche al chimismo delle acque, allo scopo di evidenziare eventuali impatti derivanti dagli scarichi idrici provenienti dai cantieri in corso d'opera.
R	Cantierizzazione	Si raccomanda che nelle aree di cantiere e lungo la sede stradale tutte le sostanze potenzialmente inquinanti vengano stoccate in luoghi appositamente predisposti e attrezzati con platee impermeabilizzate, sistemi di contenimento, pozzetti di raccolta, tettoie, etc. Si raccomanda che nelle aree di cantiere tutte le operazioni di manutenzione e lavaggio delle attrezzature e macchinari vengano svolte dove siano previste apposite platee impermeabilizzate attrezzate come al punto precedente.	Sarà cura del C.G., in fase di esecuzione, ottemperare a queste prescrizioni.
S	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	Considerando che i lavori di posa in opera delle fondazioni profonde possono determinare la possibilità di inquinamento della falda, è opportuno che venga predisposto un approfondito piano di monitoraggio delle acque profonde, il quale dovrà essere attivato un anno prima dell'inizio dei lavori. La scelta dei punti di campionamento e/o controllo, delle frequenze e dei parametri da monitorare andranno concordati con A.R.P.A. UMBRIA e con U.S.L. n. 3 (Foligno), per le rispettive competenze. Si ritiene opportuno che, almeno per tutta la fase dei lavori, i controlli analitici, di cui sopra, abbiano cadenza mensile per il parametro «Ossidabilità» o «TOC», cioè per il parametro che meglio di altri è in grado di evidenziare un'eventuale contaminazione di tipo organico nelle acque di falda.	Nel PMA è stato predisposto un piano di monitoraggio delle acque profonde (falde acquifere e sorgenti) nei tratti in trincea e viadotto ed anche nei tratti in sottterraneo, sia in termini di modificazioni del regime idraulico sotterraneo che di chimismo delle acque stesse da effettuare in fase ante operam, in corso d'opera e post operam.

T	Acquiferi, Idrologia e Idraulica	<p>Si ritiene opportuno, ai fini delle misure atte a rendere minimo l'impatto su falde acquifere e sorgenti, onde evitare in ogni caso il depauperamento e/o l'inquinamento delle risorse idriche, in condizioni non perturbate prima della realizzazione dell'opera, procedere a:</p> <p>avviare il censimento e caratterizzazione tipologica ed idrogeologica dei punti d'acqua presenti in una fascia di 6 km a cavallo del tracciato, con misura delle portate delle sorgenti, sia puntuali che lineari, e dei livelli idrici nei pozzi a cadenza mensile; per le sorgenti e pozzi utilizzati a fini idropotabili, sia pubblici che privati, effettuare almeno due volte all'anno la determinazione dei principali parametri chimico fisici e batteriologici delle acque;</p> <p>acquisizione del database delle sorgenti presenti nell'area e insistenti nelle stesse strutture idrogeologiche interessate dal tracciato stradale monitorate nell'ambito della rete di controllo regione Umbria-A.R.P.A. UMBRIA.</p>	<p>La campagna geognostica, in ossequio alla prescrizione in argomento, ha previsto il censimento delle sorgenti presenti in una fascia a cavallo dell'asse stradale ampia circa 6 Km. Tale fascia, ove ritenuto necessario, è stata ampliata sino ad oltre 10 Km al fine di comprendere emergenze idriche ritenute di valenza regionale (Fonti del Clitunno). Su tutte le sorgenti si è già proceduto alla misurazione della portata, conducibilità elettrica, temperatura acqua ed aria; sono inoltre state rilevate eventuali opere di presa e notizie circa l'utilizzazione della stessa sorgente. Sono stati prelevati campioni d'acqua successivamente portati al laboratorio per l'effettuazione di analisi chimiche, fisiche e biologiche. I risultati del censimento e delle analisi chimiche sono contenuti in specifici elaborati progettuali. In tale contesto il piano di monitoraggio ambientale è stato sviluppato sulla base delle specifiche richieste (inclusa quella del CIPE) tramite l'individuazione di una serie di punti di controllo.</p>
---	Cantierizzazioni	<p>Si raccomanda che ogni movimentazione e trasporto del materiale sia effettuata in maniera tale da abbattere la produzione di polveri; a tale scopo dovrà essere previsto, nei piani di cantiere, uno specifico programma operativo per l'umidificazione o stabilizzazione della viabilità di cantiere e dei depositi preliminari di terre, inerti o materie prime per l'attività di costruzione. Dovranno inoltre essere previsti l'utilizzo di mezzi di trasporto dotati di sistemi di copertura nonché la predisposizione di un sistema per il lavaggio dei pneumatici dei mezzi in uscita dalle aree di cantiere. Si raccomanda, ai fini delle misure atte a rendere minimo l'impatto su falde acquifere e sorgenti, onde evitare in ogni caso il depauperamento e/o l'inquinamento delle risorse idriche, in fase di esecuzione dei lavori procedere a: misura delle portate delle sorgenti e dei livelli idrici nei pozzi con cadenza almeno quindicinale ed aggiornamento del database relativo alla rete di controllo regione Umbria-A.R.P.A. UMBRIA.</p>	<p>Sarà cura del C.G., in fase di esecuzione, ottemperare a queste prescrizioni</p> <p>Per quanto riguarda la misura delle portate delle sorgenti e dei livelli idrici nei pozzi, si precisa che nel PMA è stato predisposto un piano di monitoraggio delle acque profonde (falde acquifere e sorgenti) nei tratti in trincea e viadotto ed anche nei tratti in sotterraneo, sia in termini di modificazioni del regime idraulico sotterraneo che di chimismo delle acque stesse da effettuare in fase ante operam, in corso d'opera e post operam.</p>
---	Monitoraggi	<p>Per le sorgenti e pozzi utilizzati a fini idropotabili, sia pubblici che privati, effettuare almeno mensilmente la determinazione dei principali parametri chimico fisici e batteriologici delle acque;</p> <p>installazione di misuratori di portata in continuo per la misura di eventuali deflussi idrici durante le fasi di scavo; sulla base dei dati ottenuti e tramite l'applicazione di metodologie inerenti l'accertamento di valutazione degli impatti, dovranno essere ulteriormente verificate le opere di mitigazione ambientale interessanti l'ambito delle acque sotterranee come progettate prima dell'avvio dei lavori. Si raccomanda che nei primi anni di esercizio dell'opera si effettuino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - misure piezometriche in continuo nei piezometri e misure di portata delle acque drenate dalle opere connesse alle gallerie; - misura delle portate delle sorgenti e dei livelli idrici nei pozzi con cadenza bimestrale ed aggiornamento del database relativo alla rete di controllo regione Umbria-A.R.P.A. UMBRIA; 	<p>Sorgenti e pozzi sono stati oggetto di un dettagliato censimento durante la campagna geognostica effettuata nel 2006 per la redazione del progetto definitivo. Ove possibile sono stati effettuati prelievi ed i campioni d'acqua sottoposti ad analisi di laboratorio. Sulle sorgenti si è provveduto alla misura della portata e temperatura dell'acqua. Sui piezometri messi in opera sono state effettuate periodiche misurazioni dei livelli che proseguiranno con cadenza regolare. Per i pozzi si è provveduto alla misura del livello idrico. In sede di censimento sono stati annotati pozzi e sorgenti collegati ad opere di presa a scopo idropotabile.</p> <p>Infine, in osservanza della prescrizione in argomento il progetto di monitoraggio ambientale prevede, in fase di esecuzione ed esercizio, misure sui piezometri, determinazioni delle portate sulle sorgenti, nonché analisi chimiche per la determinazione dei principali parametri chimici fisici e batteriologici.</p>

---	Monitoraggi	<p>Per le sorgenti e pozzi utilizzati a fini idropotabili, sia pubblici che privati, effettuare due volte l'anno la determinazione dei principali parametri chimico fisici e batteriologici delle acque; accertamento dell'efficienza delle opere di mitigazione ambientale adottate nel caso che le opere realizzate abbiano creato interferenza con i sistemi di circolazione idrica sotterranea. Si raccomanda una volta definita nei piani di cantiere, per tutto quanto in essi attiene alla viabilità, di concordare con l'A.R.P.A. UMBRIA un programma di monitoraggio in corso d'opera dei livelli delle polveri aerodisperse.</p>	<p>Nel PMA è stato predisposto un piano di monitoraggio delle acque profonde (falde acquifere e sorgenti) nei tratti in trincea e viadotto ed anche nei tratti in sotterraneo, sia in termini di modificazioni del regime idraulico sotterraneo che di chimismo delle acque stesse da effettuare in fase ante operam, in corso d'opera e post operam. Inoltre all'interno del PMA è previsto un monitoraggio dell'aria in corso d'opera sia in corrispondenza dei cantieri che della viabilità da e per il cantiere.</p> <p>Ad integrazione delle misure ed analisi effettuate in sede di progettazione preliminare, in osservanza della prescrizione in argomento è prevista la determinazione dei principali parametri chimico fisici e batteriologici in corrispondenza di una serie di sorgenti puntualmente individuate per ciascun sublotto.</p>
---	Monitoraggi	<p>Si raccomanda di concordare con l'A.R.P.A. UMBRIA un programma di monitoraggio del livello del rumore ambientale per le attività di cantiere. Si raccomanda di concordare con l'A.R.P.A. UMBRIA un programma di monitoraggio del livello del rumore ambientale durante il primo periodo di messa in esercizio della infrastruttura, volto alla verifica delle ipotesi di impatto acustico dell'opera descritta nello studio di impatto ambientale. Si raccomanda, nell'eventualità che in sede di progetto definitivo una o più aree di cantiere dovessero essere ubicate in prossimità di zone abitate, di predisporre un piano di monitoraggio per polveri e rumore, da concordare con A.R.P.A. UMBRIA; il controllo dovrà iniziare prima dell'avvio dell'attività di cantiere e proseguire sino a quando i cantieri citati saranno stati smantellati e riambientati;</p>	<p>E' stato previsto all'interno del PMA un monitoraggio della componente rumore in fase ante operam, in corso d'opera e post operam in corrispondenza dei ricettori più sensibili e delle situazioni più critiche, al fine di verificare il rispetto dei limiti di normativa.</p> <p>Inoltre all'interno del PMA è previsto un monitoraggio dell'aria in fase ante operam, in corso d'opera e post operam sia in corrispondenza dei cantieri che della viabilità da e per il cantiere.</p>

Prescrizione CIPE n. 10

La manutenzione delle opere a verde progettate è stata impostata per una durata di 5 anni, successivi al periodo iniziale, previsto fino al collaudo. Le operazioni comprese sono le seguenti:

- sfalcio superfici a prato, compreso asporto materiale e trasporto a discarica autorizzata;
- diserbo meccanico interfilari con trinciaerba azionato da trattrice; rilascio della vegetazione triturrata in loco;
- ripristino conche e rincalzo;
- concimazioni;
- potatura di coltivazione alberi (spalcatura rami secchi, diradamento, eliminazione piante morte e deperienti, ripristino verticalità piante, accatastamento materiale);
- potatura di coltivazione arbusti e siepi (spalcatura rami secchi, diradamento, eliminazione piante morte e deperienti, ripristino verticalità piante, accatastamento materiale);
- manutenzione interventi ingegneria naturalistica;
- irrigazioni di soccorso;
- rinnovo parti non riuscite dei tappeti erbosi;
- eliminazione pacciamatura e consegna a discarica autorizzata.

Le epoche di intervento delle diverse operazioni di manutenzione sono indicate nella seguente tabella:

operazione prevista	interventi /anno	anni	epoche di intervento
Sfalcio superfici a prato - Rilascio della vegetazione triturata in loco	5	1°,2°, 3°,4°,5°	primavera – estate - autunno
Diserbo meccanico interfilari con trincia erba azionato da trattrice; rilascio della vegetazione triturata in loco	4	1°,2°, 3°,4°,5°	primavera - estate
Irrigazione tappeti erbosi in zone pianeggianti e di soccorso piante ed arbusti	6	1°, 2°, 3°	primavera - estate
Potatura di coltivazione alberi (spalcatura rami secchi, diradamento, eliminazione piante morte e deperienti, ripristino verticalità piante, accatastamento materiale) - Potatura prevista 50% sul totale	1	1°, 2°, 3°	Fine inverno
Potatura prevista 15% sul totale	1	4°, 5°	Fine inverno
Potatura di coltivazione arbusti e siepi (spalcatura rami secchi, diradamento, eliminazione piante morte e deperienti, ripristino verticalità piante, accatastamento materiale) - Potatura prevista 20% sul totale	1	1°, 2°, 3°	Fine inverno
Potatura prevista 5% sul totale	1	4°, 5°	Fine inverno
Ripristino conche e rinalzo piante ed arbusti (30% sul totale)	1	1°,2°, 3°	Fine inverno (contemporanea alle operazioni di potatura)
Zappettatura e concimazione piante ed arbusti	2	1°,2°, 3°	Inizio primavera e inizio autunno
Manutenzione interventi di ingegneria naturalistica su talee gabbioni (n.5/m2) - Sostituzione fallanze ed innaffiatura (25% sul totale)	1	1°,2°, 3°	Fine inverno inizio primavera
Eliminazione pacciamatura e consegna a discarica autorizzata	1	3°	Fine estate del terzo/quarto anno dall'impianto

Si riporta di seguito la stima della manutenzione quinquennale delle opere a verde:

	OPERAZIONE PREVISTA	interventi/ anno	anni	Quantità		Costo		TOTALE
				n°	ha	€/cad	€/ha	€
1	Sfalcio superfici a prato - Rilascio della vegetazione triturrata in loco	5	5		26,163		1615,9	1.056.919,79
2	Diserbo meccanico interfilare con trinciaerba azionato da trattore - Rilascio della vegetazione triturrata in loco	4	5		0,025		1243	621,50
3	Irrigazione tappeti erbosi in zone pianeggianti e di soccorso piante e arbusti	6	3	1		24860		447.480,00
4a	Potatura di coltivazione alberi (spalcatura rami secchi, diradamento, eliminazione piante morte e deperienti, ripristino verticalità piante, accatastamento materiale) - Potatura prevista 50% sul totale	1	3	16279		3,73		182.107,58
4b	Potatura prevista 15% sul totale (4° e 5° anno)	1	2	4883,6		3,73		36.421,52
5a	Potatura di coltivazione arbusti e siepi (spalcatura rami secchi, diradamento, eliminazione piante morte e deperienti, ripristino verticalità piante, accatastamento materiale) - Potatura prevista 20% sul totale	1	3	2437		3,73		27.262,72
5b	Potatura prevista 5% sul totale (4° e 5° anno)	1	2	609,25		3,73		4.543,79
6	Ripristino conche e rincalzo piante e arbusti (30% sul totale)	1	3	13423		0,87		35.037,01
7	Zappettatura e concimazione piante e arbusti	2	3	44742		1,24		333.685,84
8	Manutenzione interventi di ingegneria naturalistica su talee gabbioni (n.5/m2) - Sostituzione fallanze ed inaffiatura (25% sul totale)	1	3		1,458		7458	32.621,29
9	Eliminazione pacciamatura e consegna a discarica autorizzata	1	1		4,474		7458	33.367,09

TOTALE
2.190.068,13

I prezzi unitari sopra indicati sono stati desunti da specifica offerta di ditta specializzata (prezzi di mercato anno 2007) ed incrementati delle percentuali del 13% e 10%, per spese generali di appalto ed utile dell'appaltatore.

Prescrizione CIPE n. 13

Al fine di recare il minor disturbo possibile ai ricettori più prossimi all'area di cantiere saranno attuate adeguate misure per il contenimento della rumorosità. Gli interventi che dovranno essere adottati si suddividono in:

PRELIMINARI – Sono gli interventi di dislocazione, organizzazione e pianificazione del cantiere che per la loro stessa natura contribuiscono a tenere minimi i livelli di emissione di rumore.

ATTIVI – Tutte le procedure operative che comportano una riduzione delle emissioni rispetto ai valori standard che si avrebbero in condizioni “normali”.

PASSIVI – Non essendo ulteriormente riducibile l'emissione di rumore si interviene sulla propagazione nell'ambiente esterno con lo scopo di ridurre l'immissione sui ricettori.

Di seguito si indicano gli interventi di mitigazione preliminare, da attuare in accordo con il Direttore dei Lavori nella scelta delle macchine di cantiere e della dislocazione dei vari apparecchiamenti di cantiere:

- Selezione di macchine conformi alle norme
- Privilegiare, ove possibile, l'utilizzo di escavatori e pale omologati a bassa emissione sonora gommate anziché cingolate (livello sonoro in cabina $Leq < 77$ dB(A) e potenza sonora $Lw < 102$ dB(A))
- Installazione di silenziatori e marmitte catalitiche sulle macchine eventualmente sprovviste
- Utilizzo di rivestimenti antiurto dei canali di trasporto materiali (scivoli-canalii)
- Utilizzo di autobetoniere omologate a bassa emissione sonora e privi del motore ausiliario per il carico autobotte
- Dislocazione di impianti fissi (con limitata produzione di rumore) in posizione schermante rispetto alle sorgenti interne
- Orientamento adeguato di impianti con emissione di rumore a forte direttività
- Dislocazione degli impianti rumorosi alla massima distanza possibile dai ricettori
- Basamenti antivibranti per macchinari fissi
- Utilizzo di macchine e utensili portatili (motoseghe, flessibili, avvitatori, gruppi elettrogeni, compressori, martelli demolitori, ...) silenziati e di recente costruzione
- Continua manutenzione dei mezzi e delle attrezzature (lubrificazione, sostituzione pezzi usurati o inefficienti, controllo e serraggio giunzioni, bilanciatura, verifica allineamenti, verifica tenuta pannelli di chiusura)
- Manutenzione della viabilità interna

Per quel che riguarda gli interventi di mitigazione attiva si prevede che:

- vi sia l'esclusione di tutte le operazioni rumorose non strettamente necessarie all'attività di cantiere e che la conduzione di quelle necessarie avvenga con tutte le cautele atte a ridurre al

minimo l'impatto acustico (es. divieto d'uso contemporaneo di macchinari particolarmente rumorosi)

- i motori a combustione interna siano tenuti ad un regime di giri non troppo elevato e neppure troppo basso
- vengano fissati adeguatamente gli elementi di carrozzeria, i carter, ecc. in modo che non emettano vibrazioni
- vengano evitati i rumori inutili che possono aggiungersi a quelli dell'attrezzo di lavoro che non sono di fatto riducibili
- vengano tenuti chiusi gli sportelli, le bocchette, le ispezioni, ecc. delle macchine silenziate
- venga segnalata a chi di dovere l'eventuale diminuzione dell'efficacia dei dispositivi silenziatori
- le apparecchiature che difficilmente possono essere adeguatamente silenziate, quali i piccoli compressori o simili, quando devono essere usate in luoghi chiusi, vengano ubicate, per quanto possibile, in locali attigui a quelli in cui si svolgono le lavorazioni
- non vengano tenuti in funzione gli apparecchi e le macchine, esclusi casi particolari, durante le soste delle lavorazioni.

Interventi di mitigazione passiva:

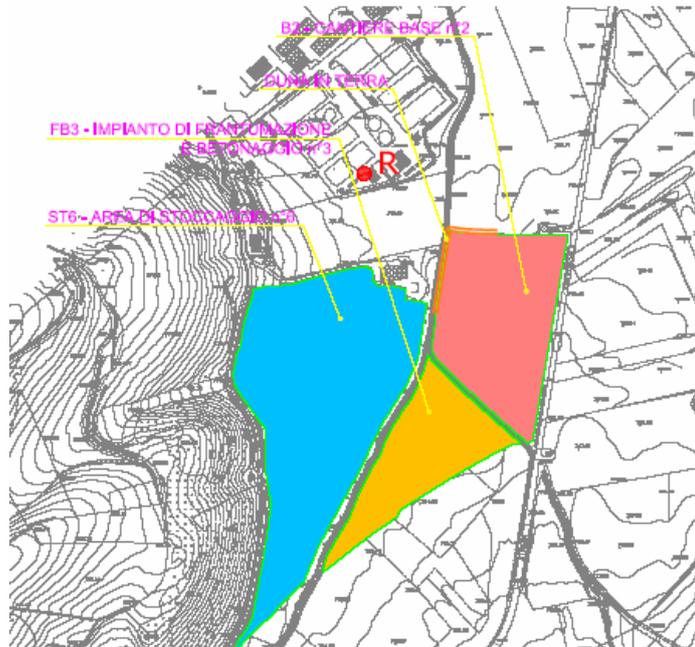
- In accordo con la Direzione Lavori si prevede, dove ritenuto necessario, l'utilizzo di teli di mascheramento in PVC caricato (con impedenza acustica minima di 15 dB(A) e densità superficiale di 5 Kg/mq), con funzioni di barriera antirumore provvisoria sulla recinzione del cantiere o a protezione dei singoli macchinari di maggiore impatto acustico
- Nella posa del telo occorre sincerarsi che il mascheramento sia "efficace", cioè il raggio diretto Sorgente – Ricettore deve avere una altezza efficace tra punto di intersezione sul telo e sommità dello stesso, di almeno 50 centimetri
- Si impone inoltre di prevedere una dislocazione delle terre di scavo in maniera da realizzare delle dune antirumore a protezione dei ricettori sensibili limitrofi all'area di cantiere con funzioni di barriera antirumore provvisoria.

Si stima di seguito il rumore prodotto dall'intervento in fase di cantierizzazione, nell'ipotesi che siano predisposti tutti gli interventi sopra descritti. Le attività presenti all'interno del cantiere che possono avere impatto acustico sono:

- macchinari per la movimentazione del terreno e per la realizzazione del manto stradale (escavatori, pala gommata, rullo compressore, finitrice);
- impianto di betonaggio (vibratore, tramoggia, scarico inerti, scarico cemento, lavaggio betoniere, carico betoniere);
- officina manutenzione (compressore, sabbiatrice, avvitatori pneumatici);
- lavorazione ferro armatura (scarico ferro, trancia, staffatrice).

Si ipotizza inoltre la presenza costante di mezzi pesanti quali un autobetoniera, un'autogru e un autocarro di inerti.

Le fonti di rumore nelle diverse fasi di lavoro distano dai ricettori in posizione più critica mediamente 100 m circa, mentre la distanza minima è di circa 30 m (vedi figura seguente).



Nella seguente tabella sono riportate in dettaglio le fonti di rumore legate all'attività di cantiere, con indicazione del valore di emissione (Lw) in termini di potenza sonora.

Macchinari – lavorazioni		emissione Lw[db(A)]
Impianto di betonaggio	Fase di dosaggio e miscelazione	97.9
	fase di scarico	102.9
Escavatore		103.1
Pala gommata		103.0
Officina manutenzione	Compressore	102.0
	Sabbiatrice	119.1
	Idropulitura	97.8
Lavorazione ferri armatura	Scarico ferro	100.0
	Trancia	95.0
Mezzi pesanti	Autobetoniera	98.0
	Autocarri per inerti e altri materiali	102.0
	Autogru	97.0

Per la stima dei livelli di rumorosità che insisteranno nei punti ricettori durante le attività di cantiere si è proceduto secondo la seguente metodologia:

- si è stimato il livello di pressione sonora al ricettore, a partire dai dati di emissione sonora delle macchine riportati in letteratura, mediante l'utilizzo della seguente formula che stima l'attenuazione per divergenza:

$$L_p = L_{prif} - 20 \log \frac{r_d}{r_{rif}}$$

- si è calcolata l'emissione complessiva della attività di cantiere nel punto ricettore, ottenuta come media pesata dei contributi sonori delle singole sorgenti, considerando in funzione contemporaneamente le macchine più rumorose.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati del calcolo della previsione di impatto acustico (livelli di emissione diurna e notturna) del cantiere in corrispondenza dei ricettori ad una distanza di circa 100 m.

Verifica della rumorosità prodotta dalle attività di cantiere (diurne) nei confronti dei ricettori nelle condizioni più critiche		
Lavorazione	Livello di pressione sonora al ricettore Lp [dB(A)]	ore utilizzo (su 16 ore totali)
Impianto di betonaggio - fase di dosaggio	50	8
Impianto di betonaggio - fase di scarico	55	2
Pala gommata	52	4
Lavorazione ferri armatura - scarico ferro	52	2,5
Lavorazione ferri armatura - trancia	47	2,5
Mezzi pesanti - autobetoniera	50	8
Mezzi pesanti - autocarri per inerti/smarino	54	12

La media pesata dei contributi delle varie sorgenti, considerando l'effettivo periodo di funzionamento, è data da:

$$L_{aeq,TR} = 10 \log [1/T_R \sum (T_i 10^{0,1(L_{aeq},T_i)})] = 56 \text{ dB(A)} < 65 \text{ dB (limite diurno)}$$

ove:

T_R = periodo di riferimento diurno (16 ore)

T_i = durata effettiva di una lavorazione

L_{aeq},T_i = livello di pressione sonora al ricevitore in dB(A) causato da una singola lavorazione durante l'effettivo periodo di esecuzione.

Verifica della rumorosità prodotta dalle attività di cantiere (notturne) nei confronti dei ricettori nelle condizioni più critiche		
Lavorazione	Livello di pressione sonora al ricevitore Lp [dB(A)]	ore utilizzo (su 8 ore totali)
Impianto di betonaggio - fase di dosaggio	50	4
Impianto di betonaggio - fase di scarico	55	1
Pala gommata	52	1
Mezzi pesanti - autobetoniera	50	4
Mezzi pesanti - autocarri per inerti/smarino	54	2

La media pesata dei contributi delle varie sorgenti, considerando l'effettivo periodo di funzionamento, è data da:

$$L_{aeq,TR} = 10 \log [1/T_R \sum (T_i 10^{0,1(L_{aeq},T_i)})] = 53 \text{ dB(A)} < 55 \text{ dB (limite notturno)}.$$

ove:

T_R = periodo di riferimento notturno (8 ore)

Prescrizione CIPE n. 14

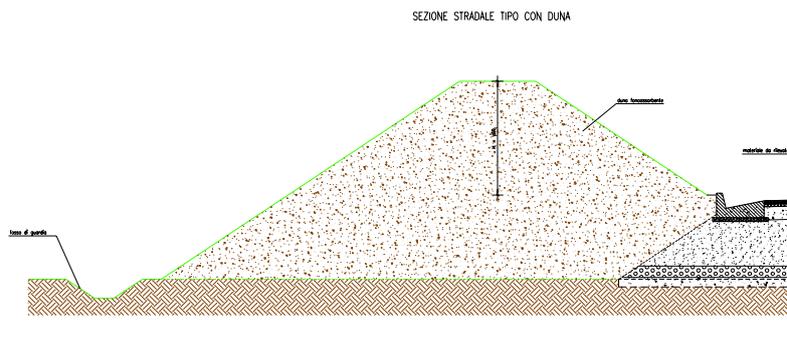
La caratterizzazione dello stato ambientale nella fase di esercizio della nuova infrastruttura è stata eseguita considerando gli interventi di mitigazione necessari per il soddisfacimento dei limiti di immissione sonora in corrispondenza dei ricettori interessati dal tracciato. Il lavoro è stato condotto in modo tale da cercare di eliminare le criticità acustiche secondo il criterio dettato dall'art. 5 del D.M. Ambiente 29/11/2000, il quale prescrive che gli interventi strutturali finalizzati all'attività di risanamento devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente rumorosa
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore
- direttamente sul ricettore.

In merito agli interventi sui ricettori, si è cercato di evitarli il più possibile in favore di interventi diretti sulla sorgente rumorosa (adozione di asfalti fonoassorbenti) e lungo la via di propagazione (installazione di barriere fonoassorbenti).

Per una descrizione dettagliata delle caratteristiche tecniche e prestazionali degli interventi di mitigazione previsti si rimanda alle specifiche relazioni tecniche.

Ove ritenuto necessario, per motivi paesaggistici e di inserimento ambientale, è stata prevista l'esecuzione di terrapieni realizzati in modo da creare terrazze degradanti e rinverdite (vedi figura seguente):



Per la localizzazione degli interventi di mitigazione previsti si vedano le specifiche planimetrie e le tabelle allegare alle citate relazioni tecniche.

Prescrizione CIPE n. 15

Le vibrazioni in ambiente abitativo e nell'ambiente esterno sono attualmente regolamentate dalle seguenti normative:

- UNI 9614/1990: Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.
- UNI 11048/2003: Progetto di norma: Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo.
- UNI 9916/1991: Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

Norma UNI 9614/1990 – Valutazione del disturbo

La norma UNI 9614 prevede metodi di misura e di valutazione a seconda che le vibrazioni siano di livello costante o variabile oppure siano impulsive. Nel caso di sorgenti di vibrazione di livello costante o variabile, come il traffico su gomma, prevede la misura del valore efficace dell'accelerazione ponderato in frequenza. L'accelerazione viene rilevata lungo le tre componenti X, Y, Z assumendo un sistema di assi cartesiani. Il presente lavoro assume come assi di riferimento i seguenti:

X: parallelo all'infrastruttura (orizzontale)

Y: perpendicolare all'infrastruttura (orizzontale)

Z: Verticale

Norma UNI 9916/1991 – Valutazione del danno

La norma UNI 9916 prevede la misura della Velocità di vibrazione delle strutture o alternativamente dell'accelerazione. Le velocità o le accelerazioni devono essere rilevate lungo le componenti ortogonali x, y, z nel range di frequenza 1Hz-80Hz. Individua inoltre dei valori al di sopra dei quali le vibrazioni possono provocare danno estetico o strutturale all'edificio.

Caratteristiche delle vibrazioni.

Il movimento relativo al fenomeno vibratorio, indotto nel nostro caso dalle varie fasi di scavo e di movimentazione veicolare in fase di costruzione e di esercizio, è generalmente descritto rappresentando i valori di velocità, accelerazione e frequenza di un particolare punto del terreno e/o della struttura indagata.

La frequenza e l'ampiezza della vibrazione dipendono fortemente dalla tipologia del mezzo attraversato e quindi nel caso specifico sono legate al tipo di suolo e al tipo di stratificazione dello stesso.

Minore è la rigidità e lo smorzamento del terreno maggiore sarà la facilità di propagazione dell'onda vibratoria. Le situazioni più sfavorevoli si verificano in presenza di terreni caratterizzati da strati d'argilla a profondità comprese tra i 7 e 15 metri; in questi casi le frequenze naturali del terreno coincidono con quelle degli edifici causandone la messa in risonanza.

Il sito oggetto di intervento ricade in un'area di origine alluvionale caratterizzata da un terreno di tipo incoerente e non si ritiene pertanto che possano essere favoriti impatti vibrazionali rilevanti.

Impatto vibrazionale indotto dalla fase di cantierizzazione

Le vibrazioni sono presenti prevalentemente nei cantieri stradali e di demolizione (uso di martello pneumatico o di macchine operatrici, piattaforme vibranti, vibratorii a parete) oppure essere localizzate come nell'uso di strumenti vibranti, utensili ad aria compressa o vibratorii portatili.

Il potenziale lesivo delle vibrazioni è correlato quasi esclusivamente alla frequenza e all'accelerazione. In base alla frequenza si suddividono in:

- a) vibrazioni a bassa frequenza = 0 - 2 Hz (automobili, navi, aerei)
- b) vibrazioni a media frequenza = 2 - 20 Hz (trattori, gru, escavatori, autobus, locomotive, metropolitane)
- c) vibrazioni ad alta frequenza = > 20 Hz (strumenti vibranti del tipo:
 - 1) a percussione: scalpello
 - 2) a rotazione: perforatrici, frese, avvitatrici
 - 3) a movimento misto: martello perforatore, trapano a percussione, ribattitrice

I moti vibrazionali conseguenza delle operazioni di scavo e delle attività e movimentazione di automezzi da e per il cantiere saranno mitigati dislocando gli impianti vibratorii alla massima distanza possibile dai ricettori e utilizzando ove possibile, basamenti antivibranti o trincee vibroassorbenti su cui svolgere particolari lavorazioni.

Al fine di tutelare i soggetti maggiormente esposti alle vibrazioni in cantiere, saranno inoltre utilizzati strumenti dotati di dispositivi che ammortizzano le vibrazioni (imbottiture per vibrazioni localizzate o strutture antivibranti per quelle che interessano il corpo intero).

Impatto vibrazionale causato dall'aumento di traffico indotto dall'esercizio delle attività

La fascia di territorio rispetto al margine della sorgente energizzata, all'interno della quale viene di norma confinato lo studio del clima vibrazionale, è di circa 50 metri.

Sperimentalmente si è rilevato che il livello delle vibrazioni può diminuire di un terzo ad ogni raddoppio della distanza.

Per i valori della velocità di propagazione in Italia non esiste una nomenclatura precisa in merito, ma è consuetudine adattare come limite di sicurezza il valore di 50 mm./sec.

L'aumento di traffico indotto costituisce quindi la principale tipologia di sorgenti vibrazionali, le cui azioni si manifestano sui ricettori costituiti dall'edificato presente.

Conclusioni

Per quanto riguarda le vibrazioni si osserva che la problematica è relativa unicamente alla fase di costruzione. Le vibrazioni causate dalle operazioni di scavo e dalle attività e movimentazione di automezzi da e per il cantiere saranno mitigate cercando di dislocare gli impianti vibratorii alla massima distanza possibile dai ricettori, e utilizzando ove possibile, basamenti antivibranti o trin-

cee vibroassorbenti su cui svolgere particolari lavorazioni.

Premesso, come già ricordato in precedenza, che la natura alluvionale incoerente dei terreni di fondazione dell'opera viaria da sola già garantisce un elevato grado di smorzamento delle vibrazioni, sia durante la fase di costruzione, sia durante la prima fase dell'esercizio (collaudo) sarà predisposta una specifica rete per il monitoraggio delle vibrazioni sugli edifici sensibili.

6. Principali modifiche apportate al Progetto Preliminare

6.1. Introduzione

Il presente progetto definitivo è stato sviluppato a partire dal Progetto Preliminare proposto dal Contraente Generale in sede di offerta, in variante al Progetto Preliminare a base di gara, con adozione delle varianti plano-altimetriche e delle altre prescrizioni richieste dal CIPE con deliberazione n. 13/2004.

Durante la fase di Progettazione Definitiva si sono comunque rese necessarie ulteriori modifiche al Progetto Preliminare, essenzialmente per i seguenti motivi:

- 1) il maggior dettaglio attinente alla fase di progettazione definitiva rispetto al progetto preliminare;
- 2) il maggior dettaglio dovuto all'adozione di una nuova cartografia aerofotogrammetrica 1:2000, aggiornata e più dettagliata, integrata da rilievi celerimetrici 1:500 nei punti più critici, quali imbocchi gallerie, spalle viadotti, versanti molto acclivi, alvei fluviali, ecc.;
- 3) la necessità di uniformare il presente subplotto ad alcune scelte operate nell'ambito della progettazione esecutiva dell'adiacente subplotto 1.1 (tratto Collesentino II – Pontelatrive della stessa S.S. 77), che ne rappresenta la continuazione;
- 4) l'adeguamento della progettazione al nuovo quadro normativo vigente in materia di norme tecniche per le costruzioni, e in particolare al D.M. 14/09/2005;
- 5) il maggior dettaglio derivante dalla nuova campagna geognostica.

6.2. Modifiche di tracciato

Con riferimento al tracciato proposto dal C. G. in fase di offerta, è stato necessario apportare alcune modifiche plano-altimetriche, sia allo scopo di rendere il tracciato più omogeneo e regolare, adattandolo meglio alla reale morfologia del terreno, sia per risolvere le problematiche derivanti

dalla applicazione rigorosa della normativa stradale, D.M. 5 Novembre 2001, in particolare nei tratti in variante di tracciato a seguito di prescrizioni CIPE, che nella fase di progettazione preliminare non potevano essere affrontati compiutamente. Tali modifiche hanno evidentemente prodotto anche variazioni alla geometria delle opere d'arte interessate, di cui si dirà in seguito.

In particolare, nel primo tratto del subplotto 1.2 (Foligno-Valmenotre), si osserva quanto segue (con riferimento alle progressive dell'asse SUD).

- dal Km 0+000 al Km 2+000 circa: non ci sono state variazioni sostanziali dal punto di vista plano-altimetrico, se non i fisiologici adattamenti alla nuova cartografia;
- dal Km 2+000 al Km 5+000 circa: è stato inserito un unico raccordo planimetrico di raggio $R=2500$ m, in luogo dei due raccordi consecutivi rispettivamente di 2520 m e 1220,5 m. Questo ha permesso di migliorare la geometria del tracciato, ottemperando inoltre alle prescrizioni di normativa in merito alla lunghezza dei rettifili tra due flessi (rif. punto 5.2.5 del D.M. 5 Novembre 2001); è stato inoltre introdotto un cambio di livelletta sino al km 4+100 circa, che ha portato alla sostituzione della galleria *naturale* S. Lorenzo con due brevi tratti di galleria artificiale (S. Lorenzo I e II);
- dal Km 5+000 circa al Km 7+619: è stato sostituito un raccordo planimetrico $R=1829,5$ m con una curva di raggio $R=2500$ m. Questo ha permesso sia di migliorare la geometria del tracciato, sia di sanare gli aspetti normativi riguardanti il coordinamento plano-altimetrico (rif. punto 5.5 delle norme). Dal punto di vista altimetrico, la nuova livelletta in prosecuzione dal tratto precedente è stata successivamente modificata in sede di istruttoria nel tratto compreso tra i km 5+300 e 11+200, su richiesta del Committente, abbassando la quota progetto in corrispondenza del viadotto Scopoli al fine di migliorare le caratteristiche plano-altimetriche delle rampe del semisvincolo Valmenotre. Tali rampe sono state modificate con un migliore andamento planoaltimetrico e sostituzione di un tratto in galleria con opera di sostegno tipo berlinese.

Nel secondo tratto dello stesso subplotto (Galleria Muccia – Pontelatrave), tra i Km 34 e 34+500 circa è stato sostituito un raccordo planimetrico $R=1820,5$ m con una curva di raggio $R=2500$ m, al fine di migliorare la visibilità evitando sostanziali allargamenti di carreggiata in galleria, ottemperando inoltre alle prescrizioni di normativa in merito alla lunghezza dei rettifili tra due flessi e al coordinamento plano-altimetrico. Per consentire questa modifica è stato necessario, a partire dal Km 29+500 al km 32+700 circa, traslare gli assi leggermente più a sud introducendo due raccordi planimetrici più ampi ($R=2520$ m ed $R=2500$ m).

Dal punto di vista altimetrico, in considerazione del reale profilo del terreno derivante dai nuovi rilievi, in questa parte del tracciato si è ritenuto opportuno spezzare ed alzare la livelletta originale, con una diminuzione media di pendenza longitudinale e un accorciamento complessivo dei tratti in galleria. Questi, infatti, nel progetto definitivo, sono diminuiti come sviluppo totale, pur

umentando di numero per l'aggiunta di due nuove opere, la galleria artificiale Brodella e la galleria naturale Costafiore.

6.3. Sezioni tipo

Si riportano di seguito le modifiche apportate alle sezioni stradali tipo e al pacchetto della pavimentazione.

Pavimentazione

La pavimentazione proposta è composta da:

- | | |
|-----------------------------------------------------|-------|
| ▪ Manto d'usura in conglomerato bituminoso drenante | 5 cm |
| ▪ Binder | 5 cm |
| ▪ Strato di base in conglomerato bituminoso | 8 cm |
| ▪ Strato di fondazione in misto cementato | 22 cm |
| ▪ Sottofondazione (misto granulare stabilizzato) | 15 cm |

La pavimentazione prevista nel progetto preliminare era invece la seguente:

- | | |
|----------------------------------------------|-------|
| ▪ Strato di usura tipo split-mastik | cm 3 |
| ▪ Strato di binder | cm 6 |
| ▪ Strato di base in conglomerato bituminoso | cm 12 |
| ▪ Strato di fondazione in misto cementato | cm 20 |
| ▪ Strato di fondazione in misto stabilizzato | cm 30 |

La scelta di un manto d'usura drenante è stata motivata dalla ricerca di un miglioramento della sicurezza, del comfort di guida e dell'impatto acustico. Il pacchetto proposto garantisce prestazioni analoghe (in termini di numero massimo di passaggi ammissibile) a quello originario.

Sezione tipo in scavo

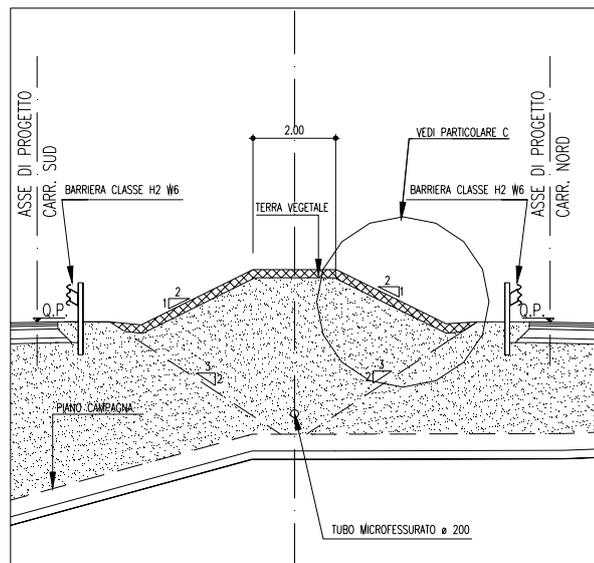
- La cunetta alla francese è stata prevista da 0,90 m anziché 1,25 m, per omogeneità con il sublotto 1.1.
- E' stata modificata l'ubicazione dei cavidotti che corrono a lato della strada, privilegiandone il posizionamento a monte delle scarpate in scavo, in analogia a quanto previsto nel sublotto 1.1; ciò consentirà di contenere gli scavi al piede delle stesse scarpate.
- Sulla base dei risultati della campagna geognostica integrativa, e a seguito dell'adozione delle nuove norme tecniche per le costruzioni, è stata modificata la pendenza delle scarpate in scavo, differenziandola in funzione del tipo di terreno attraversato.

Sezione tipo in rilevato

- E' stato modificato il sistema di raccolta acque nello spartitraffico centrale, ora affidato ad un tubo micro-fessurato che corre all'interno dello spartitraffico, a sua volta sagomato con le opportune pendenze trasversali. Nel progetto preliminare era prevista una cunetta di raccolta in c.a. al centro dello spartitraffico; questa soluzione risulta incompatibile con la presenza nello spartitraffico delle dune di mitigazione, già previste nel progetto preliminare proposto dal C.G. in fase di gara. L'alternanza di zone con e senza dune ha portato a mantenere comunque la nuova soluzione di raccolta acque anche nei tratti privi di dune, considerata anche la difficoltà di raccordo dei diversi sistemi.

Nei casi in curva, ove la pendenza della carreggiata è rivolta verso lo spartitraffico, le acque di piattaforma saranno generalmente raccolte da apposita cunettina alla francese, posta a margine della carreggiata.

In caso di livelletta pianeggiante, sia in curva sia in rettilo, e limitatamente ai casi in cui la cunettina alla francese non garantisca sufficiente portata, essa sarà sostituita da canaletta ad "U" grigliata.



Barriere di sicurezza

- E' stata modificata la classe dei sicurvia, tenuto conto degli spazi a disposizione per il loro funzionamento, della notevole larghezza dello spartitraffico e della percentuale di traffico pesante (appena superiore al valore del 15% che segna il passaggio dal livello di traffico tipo II al tipo III), adottando la classe inferiore tra quelle consentite dalla normativa. In particolare nello spartitraffico è stata prevista la classe H3-W6 in luogo di H4-W8, per le barriere laterali la classe H2-W6 anziché H3-W7, per il bordo ponte la classe H3-W6 anziché H4-W6; tali tipologie risultano analoghe a quelle adottate nel sublotto 1.1.

- Per i viadotti esistenti Renaro ed Uppello, sui quali è richiesta l’installazione di barriere acustiche, dati gli esigui spazi disponibili è stato previsto l’utilizzo di barriere di tipo “integrato”, ovvero barriere acustiche combinate, in unico dispositivo, con barriera di sicurezza bordo ponte tipo H3.

6.4. Viadotti

Per quanto riguarda i viadotti, le principali modifiche apportate nel progetto definitivo sono essenzialmente di tipo geometrico, conseguenti alle modifiche di tracciato sopra citate e ai nuovi rilievi topografici disponibili. Di seguito sono riassunte le nuove lunghezze dei viadotti dell’asse principale, messe a confronto con i valori del progetto preliminare. Per tutti i viadotti sono state confermate le tipologie originarie degli impalcato.

Asse Nord

VIADOTTI	<i>P.DEFINITIVO (m)</i>	<i>P.PRELIMINARE (m)</i>	<i>Tipologia impalcato</i>
Viadotto Renaro	40,40	40,00	c.a.p.
Viadotto S. Lorenzo 1	351,08	350,00	acc.-cls
Viadotto S. Lorenzo 2	189,98	120,00	acc.-cls
Viadotto Pale	83,00	40,00	acc.-cls
Viadotto Scopoli	359,20	270,00	acc.-cls
Viadotto Chienti 2	430,00	110,00	acc.-cls
Viadotto Muccia	225,00	245,30	acc.-cls (via inferiore)

Asse Sud

VIADOTTI	<i>P.DEFINITIVO (m)</i>	<i>P.PRELIMINARE (m)</i>	<i>Tipologia impalcato</i>
Viadotto Uppello	61,40	63,00	c.a.p.
Viadotto S. Lorenzo 1	344,22	350,00	acc.-cls
Viadotto S. Lorenzo 2	190,34	180,00	acc.-cls
Viadotto Pale	112,00	100,00	acc.-cls
Viadotto Scopoli	400,17	310,00	acc.-cls
Viadotto Chienti 2	188,00	115,00	acc.-cls
Viadotto Muccia	217,00	240,70	acc.-cls (via inferiore)

Sono state inoltre definite e progettate in modo puntuale, con il livello di dettaglio richiesto nella progettazione definitiva e sulla base delle risultanze della nuova campagna geognostica, le fondazioni delle singole opere, che nel progetto preliminare erano indicate indistintamente come fondazioni profonde. Di seguito sono riassunte le fondazioni previste:

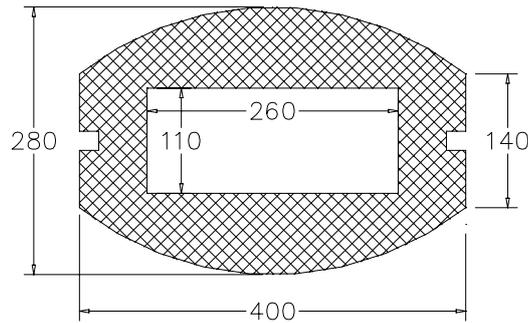
ASSE NORD			
Opera	Fondazioni Dirette	Fondazioni su Pali	Fondazioni su Pozzi
PONTE FOSSO RENARO		SP1, SP2, P1 Φ 1000	
VIADOTTO SAN LORENZO I	SP1, da P1 a P3		SP2, da P4 a P6
VIADOTTO SAN LORENZO II		SP1, SP2, da P1 a P3 Φ 1200	
VIADOTTO PALE	P1, P2		
VIADOTTO SCOPOLI	SP1, P1	da P3 a P5	P2, P6 e SP2
Rampa A svincolo Menotre		P3, P4	SP2, P2
VIADOTTO CHIANTI II	SP1, SP2, da P1 a P8		
VIADOTTO MUCCIA		SP1, SP2, P1, P2, P3 Φ 1200	
ASSE SUD			
Opera	Fondazioni Dirette	Fondazioni su Pali	Fondazioni su Pozzi
VIADOTTO UPPELLO		SP1, SP2, P1, P2 Φ 1000	
VIADOTTO SAN LORENZO I	SP1, da P1 a P3		SP2, da P4 a P6
VIADOTTO SAN LORENZO II		SP1, SP2, da P1 a P3 Φ 1200	
VIADOTTO PALE	P1, P2		
VIADOTTO SCOPOLI	SP1, P1	da P2 a P6	P7 e SP2
Rampa B svincolo Menotre		P2, P3, P4	SP2
VIADOTTO CHIANTI II	SP1, SP2, P1, P2		
VIADOTTO MUCCIA		SP1, SP2, P1, P2, P3 Φ 1200	

Oltre alle modifiche sopra evidenziate, a seguito del recepimento delle nuove “Norme Tecniche per le Costruzioni”, DM 14.09.2005, è stato necessario apportare alcune modifiche, di valenza strutturale, alle dimensioni delle pile e ai sistemi di protezione antisismica. Il Progetto Preliminare prevedeva infatti, a livello tipologico, l’impiego di dispositivi di ritegno meccanico trasversali, su pile e spalle, longitudinali sulla sola spalla fissa, accoppiati a dispositivi oleodinamici longitudinali sulla spalla mobile (shock-transmitters). Il Progetto Definitivo, sviluppato con riferimento ai criteri di progettazione antisismica contenuti nell’OPCM 3274 e nelle nuove norme tecniche sopra citate, propone invece una strategia differenziata in funzione della tipologia e geometria dei viadotti, come descritto nel seguito.

6.4.1. Viadotti in struttura composta acciaio-calcestruzzo

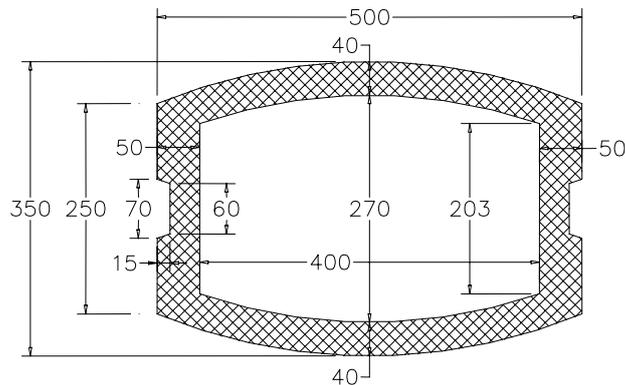
Pile

Il Progetto Preliminare prevedeva per tutti i viadotti (tranne il viadotto Muccia) la sezione trasversale delle pile descritta nella figura seguente:



Progetto Preliminare - Sezione tipo Pila Viadotti

Il Progetto Definitivo ne ha sostanzialmente mantenuto la forma architettonica, adeguando le dimensioni della sezione per soddisfare i criteri di verifica sismica contenuti nell'OPCM 3274 e nelle nuove norme tecniche. In particolare, data l'elevata intensità delle azioni sismiche e l'altezza delle pile (fino ad un massimo di 30 m) si è ritenuto opportuno ridurre la massa propria – e quindi le forze d'inerzia sismica - adottando una sezione trasversale ottimizzata, sempre di tipo cavo, ma con pareti di spessore ridotto (vedi figura).



Progetto Definitivo – Sezione tipo Pila Viadotti

Per la stessa ragione sono stati modificati anche i pulvini, mantenendone comunque il profilo curvo, armonizzato con le velette laterali dell'impalcato.

Per il viadotto Muccia il Progetto Preliminare proposto in fase di gara prevedeva pile a sezione circolare piena, di diametro 2,0 m. In fase di Progetto Definitivo tale diametro è stato portato a 2,5 m, in questo caso per aumentarne la resistenza ai fini sismici.

Sistemi di protezione sismica

Per i tronchi di viadotto con pile di altezza modesta e non regolare (Chienti II nord-primo tronco, San Lorenzo 1 e 2, Pale) si prevede l'utilizzo di isolatori elastomerici, semplici o con nucleo di piombo.

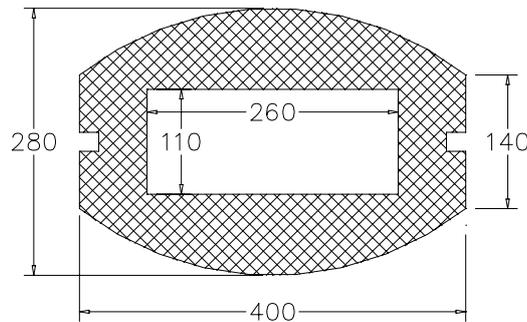
Per i tronchi di viadotto con pile alte e regolari (Scopoli, Chienti II sud, Chienti II nord-secondo tronco) si prevede la ripartizione dell'azione sismica tra le pile mediante dispositivi di vincolo dinamico (shock-transmitter).

Per il viadotto Muccia, data la particolare tipologia delle pile, sono invece previsti dissipatori viscosi, accoppiati ad isolatori elastomerici con funzione di ricentraggio e sostegno dei carichi verticali.

6.4.2. Viadotti in c.a.p.

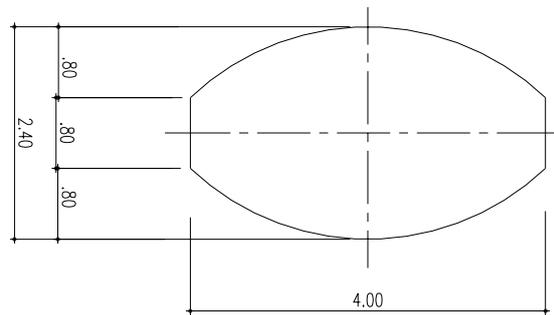
Pile

Il Progetto Preliminare prevedeva, per le pile di tutti i viadotti, la sezione trasversale rappresentata in figura. Il Progetto Definitivo ne ha sostanzialmente mantenuto la forma architettonica.



Progetto Preliminare - Sezione pila

Per i viadotti di altezza maggiore (presenti nel vicino sublotto 2.1 ma non nel sublotto in esame) la sezione trasversale delle pile è rimasta del tutto invariata, con la sola eliminazione dei setti orizzontali intermedi interni, ritenuti non necessari dati i forti spessori in gioco. Per le pile più basse, viceversa, è stata eliminata la cavità interna, in quanto la ridotta altezza non giustifica l'onere di un cassero interno; la sagoma esterna della pila è stata in tal caso assottigliata, con una lieve riduzione di larghezza che conferisce maggior snellezza al profilo del viadotto.

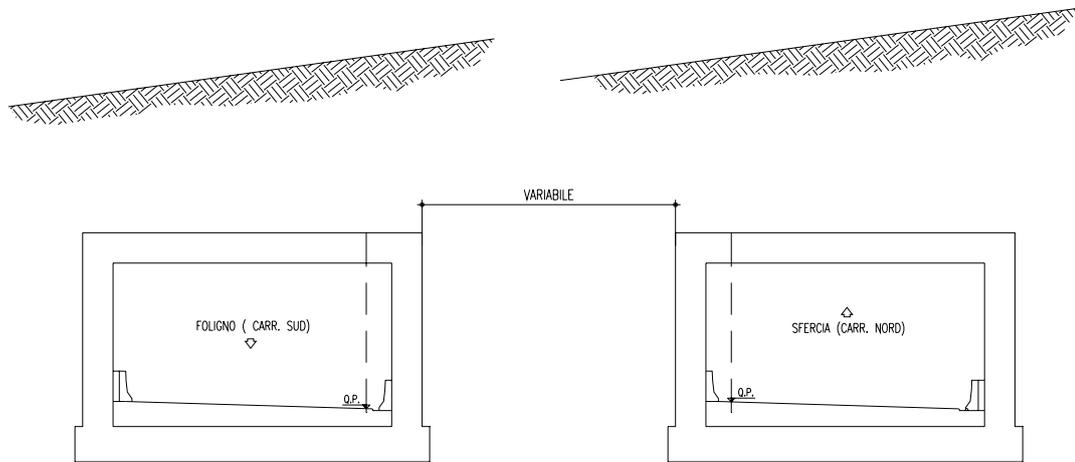


Progetto Definitivo – Pile a sezione piena

Sistemi di protezione sismica

Per tutti i viadotti in c.a.p. è previsto l'utilizzo di isolatori elastomerici, costituiti da dispositivi di appoggio in elastomero armato, caratterizzati da ridotta rigidità orizzontale - per garantire il disaccoppiamento delle oscillazioni sismiche dell'impalcato da quelle della sottostruttura e del terreno - ed elevata rigidità verticale per sostenere i carichi di esercizio. La solidarizzazione delle campate, sempre semplicemente appoggiate, avviene attraverso una soletta di continuità eseguita in opera, anziché tramite le barre di collegamento longitudinali come previsto nel preliminare.

progetto preliminare, la distanza degli assi stradali delle due carreggiate ha sempre consentito di mantenere le strutture separate e distinte (vedi figura).



Galleria artificiale a doppia carreggiata

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione è stata privilegiata la soluzione di sbancamento a partire da fondo scavo. Tale soluzione è resa possibile dalle caratteristiche dei terreni attraversati, che consentono la realizzazione di gradoni ad elevata pendenza - con eventuale consolidamento della parete ove necessario – contenendo così in modo accettabile l’arretramento verso monte del fronte di scavo in assenza di opere di sostegno e il conseguente maggior impegno, seppur provvisorio, del versante. Nel caso della galleria artificiale Colpersico è stato quindi possibile eliminare la paratia provvisoria a sostegno dello scavo lato esterno, presente nel progetto preliminare; è stato invece previsto un trattamento colonnare in jet-grouting lato manufatto esistente, a protezione dello stesso.

6.6. Gallerie naturali

Scelta del metodo di scavo

Il Progetto Preliminare offerto dal Contraente Generale manteneva sostanzialmente la stessa estensione dei tratti di galleria da eseguire con sistema meccanizzato (TBM) prevista nel progetto a base di gara. Infatti, mentre quest’ultimo prevedeva lo scavo di 27.345 m di galleria con TBM, in sede di offerta tale quantità era pari a 26.675,43 m, con una modestissima riduzione imputabile all’accorciamento della galleria Sostino per effetto dell’ottemperanza alle prescrizioni CIPE. In particolare si prevedeva di scavare con TBM due distinti ed indipendenti “gruppi” di gallerie, tutte poste l’una dopo l’altra, in stretta sequenza ed in un contesto geologico e geomeccanico analogo o assimilabile. Il primo gruppo, posto sul versante occidentale ed a cavallo dei sublotti

1.2/2.1, è quello delle gallerie Belfiore, Pale, Sostino e La Franca. Il secondo gruppo, posto sul versante orientale del subplotto 2.1, è quello delle gallerie Varano, Serravalle e Bavareto.

Complessivamente si prevedeva l'impiego di n° 4 TBM scudate da roccia, di cui 2 per le gallerie Belfiore – Pale – Sostino – La Franca, e 2 per le gallerie Varano – Serravalle – Bavareto. Le macchine avrebbero dovuto iniziare lo scavo dall'imbocco occidentale della prima galleria del primo gruppo e dall'imbocco orientale della prima galleria del secondo e, procedendo affiancate ma leggermente sfalsate, avanzare progressivamente e con continuità sino al completamento dell'intera tratta. Dato che, nella maggior parte dei casi, le gallerie sono fra loro molto vicine, sarebbe stato possibile spostare le macchina da un'opera all'altra senza doverle smontare completamente.

Come brevemente descritto nella presente relazione al capitolo 7, e come riportato nella documentazione geologica a corredo del progetto, in corrispondenza delle galleria Pale la bibliografia disponibile, i rilievi in sito e le indagini geofisiche condotte hanno evidenziato un'elevata probabilità di incontrare, in almeno 3 tratte poste a quote compatibili con gli scavi in sotterraneo, cavità di origine carsica analoghe a quelle riscontrate in corrispondenza del vicino abitato di Pale (per maggiori dettagli sull'argomento si rimanda agli elaborati L0703 A0 D P GENER 00 GEO RLG 006A “*Sismica a rifrazione campagna anno 2006*” nonché L0703 A1 D P GENER 00 GEO REL 002A/003°, rispettivamente “*Relazione geologica*” e “*Relazione geomorfologica*”). In tale contesto, considerato che l'opzione TBM impone un investimento iniziale elevato che si giustifica ed ammortizza solo attraverso una maggiore rapidità di esecuzione, ritenuta concreta la possibilità che una TBM possa essere fortemente rallentata e messa in difficoltà dalla presenza delle suddette cavità, si è ritenuto opportuno non prevedere lo scavo della galleria Pale con sistema meccanizzato ma, bensì, con sistema tradizionale. Con il metodo tradizionale sarà possibile un continuo monitoraggio geologico al fronte di scavo, l'esecuzione di perforazioni esplorative in avanzamento e, più in generale, godere della maggiore flessibilità fornita proprio dal sistema in argomento.

Prevedere lo scavo con sistema tradizionale della galleria Pale (lunga oltre 2.000 m per senso di marcia) spezza in maniera netta, ed in posizione circa baricentrica, l'allineamento e la continuità delle prime 4 gallerie originalmente previste con TBM. In pratica resterebbe da un lato la galleria Belfiore, lunga solo 1.100 m, e dall'altra le due gallerie Sostino e La Franca. Va da sé che l'opzione TBM per la galleria Belfiore è a questo punto improponibile in quanto la galleria è molto corta (in relazione all'impiego con TBM) e totalmente isolata dalle altre 2 previste con fresa (Sostino e La Franca) che distano, a questo punto, oltre 3 Km (da percorrere su una vera e propria strada di montagna) dall'imbocco più vicino della stessa Belfiore.

Restano quindi le sole gallerie Sostino e La Franca, il cui sviluppo complessivo (circa 3.850 m per senso di marcia) fa registrare una riduzione di circa il 47% rispetto alla originaria estensione del tratto previsto con TBM, con un totale stravolgimento delle valutazioni economiche, costruttive e delle tempistiche considerate in sede di offerta, oltre all'intervenuta difficoltà di ammortizzare e giustificare ben due TBM su un'estensione così modesta. Infine, considerato che la gal-

leria La Franca, lunga solo 1.050 m circa, potrebbe essere scavata in tempi molto brevi avanzando contemporaneamente in tradizionale da quattro imbocchi, diventa ancor meno sostenibile ipotizzare lo scavo meccanizzato per la sola galleria Sostino, lunga circa 2.800 m, tenuto conto della posizione degli imbocchi, dei ridotti spazi a disposizione, dei lunghi tempi di montaggio della TBM (6 mesi) e di “entrata a regime” del complesso macchina – operatori.

In sintesi, i riscontri e le evidenze emerse dai rilievi e dalle indagini geologiche segnalano la concreta possibilità di incontrare, durante lo scavo della galleria Pale, cavità ipogee di origine carsica. A fronte di ciò si è ritenuto conveniente prevedere lo scavo della stessa galleria con sistema tradizionale piuttosto che con sistema meccanizzato. Essendo tale galleria in posizione baricentrica rispetto all’allineamento di opere previste con sistema meccanizzato (gallerie Belfiore – Pale – Sostino – La Franca), viste lunghezze ed ubicazioni delle singole gallerie, considerato il fatto che lo scavo con TBM era previsto dovesse avvenire progressivamente, galleria dopo galleria, con l’uso simultaneo di due TBM, si perde la convenienza (in termini operativi, economici, nonché di tempistica esecutiva) di eseguire le rimanenti 3 gallerie con sistema meccanizzato. Pertanto anche le gallerie Belfiore, Sostino e La Franca verranno realizzate con sistema tradizionale.

La seguente tabella illustra le lunghezze di tutte le gallerie naturali dei sublotto 1.2/2.1 previste con scavo meccanizzato in sede di offerta; nell’ultima colonna è indicato il metodo di scavo previsto in sede di progettazione definitiva.

GALLERIA	Sublotto	<i>Pista nord</i>	<i>Pista sud</i>	Metodologia di scavo previsto in sede di offerta	Metodologia di scavo previsto in sede di progetto definitivo
		Lunghezza (m)	Lunghezza (m)		
Belfiore	1.2	1103.27	1112.72	TBM	Trad.
Pale	1.2	2323,70	2052,60	TBM	Trad.
Sostino	2.1	2820.5	2834	TBM	Trad.
La Franca	2.1	1051,9	1075,3	TBM	Trad.
Varano	2.1	3560	3471.81	TBM	TBM
Serravalle	2.1	1330	1334.83	TBM	TBM
Bavareto	2.1	1707	1660.96	TBM	TBM

Come si evince dalla stessa tabella nessuna variazione è stata invece apportata per il gruppo di gallerie Varano – Serravalle – Bavareto, che restano da eseguire con sistema meccanizzato.

Sezioni tipo di drenaggio in galleria

Nella relazione illustrativa allegata al progetto preliminare a base di gara (elaborato n. 271) al capitolo 11 “Indirizzi per la redazione del progetto definitivo” si legge quanto segue: *“L’analisi preliminare, anche se ha escluso la possibilità di intercettazione da parte delle gallerie della falda di base che alimenta le grandi emergenze sui due versanti regionali, ha però segnalato la presenza di falde sospese di modesta entità la cui piezometrica risulta incerta e potrebbe interferire con lo scavo delle gallerie. A tal proposito nel progetto preliminare è stata prevista comunque l’impermeabilizzazione ed il drenaggio del cavo in maniera generalizzata per le gallerie con scavo tradizionale, in quanto quelle con scavo meccanizzato la tenuta idraulica è assicurata da opportuni sistemi di giunzione (water-stop) tra i conci prefabbricati che compongono l’intera sezione circolare di contenimento dello scavo. Il progetto definitivo dovrà quindi accertare solamente dove eventualmente sarà indispensabile realizzare l’impermeabilizzazione delle gallerie con scavo tradizionale con tutto il sistema di drenaggio e di raccolta delle acque previsto”*.

In tale contesto le indagini geognostiche ed i rilievi condotti hanno confermato il quadro conoscitivo desunto in sede di progettazione preliminare, ovvero le gallerie non intercettano la falda di base ma, e solo localmente, acquiferi più limitati e superficiali impostati entro i termini della Scaglia e della Maiolica, entrambi delimitati alla base da Formazioni impermeabili (Marne del Sentino – Marne a Fucoidi ecc).

Le rilevazioni hanno permesso di accertare come molte gallerie siano in ogni caso poste totalmente o parzialmente al di sopra del livello della falda; laddove le gallerie sono in falda i battenti idraulici sono, normalmente, modesti o molto modesti.

Per le gallerie le sezioni tipo di drenaggio previste (sezioni tipo 0a – 0b) sono sostanzialmente coincidenti con le previsioni di progetto preliminare e prevedono la presenza di un tessuto non tessuto (elemento drenante) cui viene sovrapposta una guaina sintetica impermeabilizzante in PVC. Il tessuto raccoglie parte delle acque di filtrazione e le convoglia entro tubi in PVC posti all’altezza della muretta. Questi tubi, mediante pozzetti posti normalmente ogni 50 m portano l’acqua all’esterno tramite due linee distinte (una per ciascun lato della sezione). Le due sezioni tipo (0a e 0b) si differenziano fra loro per il fatto che nella tipo 0b è previsto l’allontanamento delle acque unicamente nell’arco rovescio, e pertanto la sezione può essere considerata sostanzialmente impermeabile. La variante apportata al progetto riguarda, in questo caso, la sezione denominata 0c la cui applicazione è prevista, a titolo di maggiore cautela, nei tratti in cui il profilo piezometrico si trova a quote superiori rispetto agli scavi, in presenza di battenti idraulici non eccessivi e supportabili dai normali rivestimenti (in questo caso si è considerato un battente massimo di 35 m) e laddove sono presenti risorse idriche di superficie potenzialmente vulnerabili. La sezione in argomento è analoga alla 0b ma ha una impermeabilizzazione estesa, oltre che in zona di calotta e piedritti, anche in arco rovescio.

La sezione 0c è applicata sulla galleria Belfiore, sulla galleria Muccia dall'imbocco Est fino alla progr. 30+200 e sulla galleria La Rocchetta dall'imbocco Ovest alla progressiva 33+850 e dall'imbocco Est alla progressiva 34+196.

6.7. Cantierizzazione

Si riportano di seguito le modifiche apportate in fase di progettazione definitiva al progetto di cantierizzazione del sublotto 1.2, rispetto al progetto preliminare offerto in fase gara.

- Ridistribuzione delle aree ST1 (area di stoccaggio), FB1 (Impianto di frantumazione e betonaggio) e B1 (Campo Base), con spostamento dell'area B1 da una zona edificata.
- Adeguamento della distribuzione delle aree S2 (area di cantiere secondario) e ST2 (area di stoccaggio) alla nuova conformazione dello svincolo al km 7.
- Adattamento dei confini delle aree ST11 (area di stoccaggio) e S6 (area di cantiere secondario) alla viabilità esistente e di progetto.
- Ridistribuzione interna delle aree FB4 (Impianto di frantumazione e betonaggio), PR1 (Impianto di prefabbricazione), ST13 (area di stoccaggio) e B3 (Campo Base), con adattamento dell'area B3 alla nuova conformazione dello svincolo di Muccia e dell'area FB4 a caratteristiche locali dei terreni e delle coltivazioni.
- Inserimento di dune artificiali in terra, al fine di proteggere da rumore e impatto visivo le aree urbanizzate circostanti, lungo alcuni confini delle seguenti aree di cantiere: B1, B3 (Campi Base), ST1, ST6, ST11, ST13 (aree di stoccaggio), S6 (area di cantiere secondario), FB4 (Impianto di frantumazione e betonaggio), PR1 (Impianto di prefabbricazione).

7. Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

Il tracciato di progetto interseca una successione stratigrafica continua deformata compresa tra il Giurassico inferiore ed il Miocene e costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti termini:

- Calcare massiccio (Hettangiano – Sinemuriano)
- Corniola (Lotharingiano – Domeniano);
- Formazione del Bosso, Calcari e Marne del Sentino (Dogger);
- Calcari Diasprini (Calloviano – Titoniano);
- Maiolica (Titoniano sup. – Aptiano inf.);
- Marne a Fucoidi (Aptiano inf. – Cenomaniano inf.);

- Scaglia bianca (Cenomaniano medio – Turoniano Medio);
- Scaglia rosata (Turoniano sup. – Eocene Medio);
- Scaglia variegata (Eocene sup. – Oligocene inf.);
- Scaglia cinerea (Oligocene Sup. – Burdigaliano);
- Bisciario (Burdigaliano – Langhiano Inferiore);
- Schlier (Langhiano Inferiore – Superiore)

Calcarea Massiccio: affiora a grandi linee intorno all’abitato di Pale. Costituisce l’elemento più profondo ed antico dell’intera sequenza stratigrafica presente in zona. La formazione è costituita da potenti strati (da metrici a decametrici) di calcarea bianco o bianco grigiastro, detritico, cristallino od oolitico, di aspetto massivo; si trova in contatto stratigrafico con, al letto il Calcarea Cavernoso, mai affiorante nell’intera estensione del tracciato, ed al tetto la Corniola. La potenza dell’intera formazione arriva al massimo a 600 m (dato di letteratura). La composizione calcarea pura, unitamente allo stato di permeabilità per fessurazione, favorisce l’instaurarsi di fenomeni carsici, localmente anche importanti, come solchi di carreggiamento, riprecipitazioni calcaree, fessurazioni, inghiottitoi e grotte.

Corniola: micrite biancastra, grigia o beige, molto omogenea, stratificata regolarmente in strati decimetrici con selce bruna o nera in liste e noduli, presente nella parte superiore della formazione. La potenza arriva al massimo a 200 m (dato di letteratura) ma può variare fino a pochi metri nelle serie condensate. Questo litotipo può sviluppare forme di carsismo.

Formazione del Bosso, Calcari e Marne del Sentino: alternanze di calcareniti, calcari, calcari marnosi, marne e marne argillose. Nella serie ridotta dell’Appennino Umbro Marchigiano può sostituire tutte le formazioni comprese tra il Rosso Ammonitico e le Marne a Posidonia. La potenza arriva al massimo a 100 m (dato di letteratura) ma può variare fino a pochi metri nelle serie condensate.

Calcari Diasprini: alternanze di strati centimetrici di calcarea e di selce. La potenza arriva al massimo a qualche decina di metri (dato di letteratura) ma può variare fino a pochi metri.

Maiolica: calcari micritici bianchi, ben stratificati di potenza da decimetrica a metrica, con livelli di selce grigio nerastra e livelli pelitici scuri verso l’alto. Lo spessore della formazione può variare tra 20 e circa 400 m. Si incontra al nucleo delle pieghe antiformali principali, con inclinazione degli strati piuttosto variabile ed elevata fratturazione. La Maiolica presenta in più punti evidenze di fenomeni carsici quali evidenze di dissoluzione ed inghiottitoi.

Marne a Fucoidi: marne e argille marnose varicolori con subordinati calcari e calcari marnosi. Lo spessore massimo raggiunto da questo litotipo nell’area in studio è di circa 200 m. Giace in contatto stratigrafico con la sottostante formazione della Maiolica e interseca il tracciato di progetto quando quest’ultimo attraversa le pieghe antiformali principali.

Scaglia bianca: calcari micritici bianchi, ben stratificati, intercalati a livelli di selce nera. Lo spessore degli strati varia da centimetrico a decimetrico e l’intera formazione ha una potenza di circa 50 – 80 metri. Nell’area di progetto si incontra al contatto con le marne a Fucoidi, e con un

andamento che rispecchia quello della formazione stratigraficamente sottostante. A causa della composizione decisamente calcarea presenta evidenze di erosione carsica quali, principalmente, inghiottitoi e doline.

Scaglia rosata: calcari micritici rossi, rosati o bianchi con intercalazioni marnose e di liste e noduli di selce rossa. Presenta strati di spessore variabile da centimetrico a decimetrico mentre l'intera formazione ha una potenza variabile tra i 200 ed i 400 metri.

A causa della limitata potenza degli strati e di una composizione calcarea e calcarea marnosa si deforma in modo pervasivo e coerente per il suo intero spessore formazionale. Per questo motivo la Scaglia rosata assume inclinazioni estremamente variabili (da orizzontali a verticali) ed immersioni sia verso i quadranti occidentali che verso quelli orientali. La fratturazione e una certa continuità di giaciture poco inclinate porta, nell'area della piana di Colfiorito, allo sviluppo di fenomeni carsici quali inghiottitoi e doline.

Scaglia variegata: calcari marnosi e marne calcaree in strati da centimetrici a decimetrici di colore variabile tra il rosa ed il grigio verde. Lo spessore della formazione è compreso tra i 20 ed i 40 metri.

Scaglia cinerea: marne, marne argillose, marne calcaree e, subordinatamente, calcari marnosi di colore grigio cenere. Dal punto di vista geologico strutturale la scaglia cinerea risulta piegata concordemente alle formazioni a tetto ed a letto.

Bisciario: argille marnose, marne e subordinatamente calcari marnosi con interstrati pelitici o argillosi. Gli strati sono da sottili a medi (da centimetrici a decimetrici), di colori che variano tra grigio azzurro, grigio e marrone grigiastro. Sono anche presenti livelli di arenarie fini cineritiche vulcanoclastiche. La successione possiede un grado di litificazione non elevatissimo, ma comunque maggiore della formazione dello Schlier, elemento caratteristico e distintivo per il riconoscimento sul terreno. Questa formazione è interessata dal clivaggio di frattura regionale, con direzione appenninica (N140° - N160°) e con immersioni variabili tra il nord est ed il sud ovest.

Schlier: argille, marne argillose, marne e marne calcaree debolmente litificate. Gli strati, quando riconoscibili, sono sottili (centimetrici), di colore grigio – grigio azzurro, con un'elevata percentuale di componente argillosa rispetto a quella marnosa – marnoso calcarea. Come nella formazione del Bisciario, possono essere presenti livelli di arenarie fini cineritiche vulcanoclastiche. Il grado di litificazione di questa formazione è basso, tanto da ricordare (salvo rari casi) l'aspetto di argille sovraconsolidate piuttosto che di roccia vera e propria. Le giaciture degli strati sono variabili, sempre con direzioni approssimativamente appenniniche (N140° - N180°) ma con immersioni variabili da orizzontali, a sud ovest, a nord est.

Sui termini del substrato poggiano coperture costituite da:

Alluvioni terrazzate ed antiche: distribuite in corrispondenza dei letti dei fiumi Menotre e Chienti sono rappresentate da depositi prevalentemente ghiaioso – sabbiosi, talvolta con grossi ciottoli, in matrice limoso sabbiosa. La frazione fine talvolta aumenta in percentuale arrivando a formare lenti limose o limoso argillose.

Depositi di conoide di deiezione: queste conoidi si trovano allo sbocco di impluvi collinari e sono costituite da materiali ghiaiosi, sabbiosi e limosi in percentuali variabili.

Coltri colluviali: Si trovano distribuite in tutta l'area e sono costituite dall'alterazione meteorica dei litotipi immediatamente sottostanti.

La successione si presenta sul terreno continua e a polarità diritta, con una percentuale di roccia affiorante variabile che diminuisce, in funzione della litologia, verso l'alto della successione dove sono presenti rocce più debolmente litificate e quindi maggiormente suscettibili alla pedogenesi.

I materiali risultano piegati in una successione di strutture antiformali e sinformi che determinano giaciture degli strati con immersione variabile sia verso ovest che verso est.

La tettonica fragile che a più riprese ha interessato l'area si evidenzia attraverso un corteo di faglie e sovrascorrimenti che frammentano la continuità della successione, scoprendone talvolta la parte più antica e profonda.

Le rocce in affioramento si presentano piegate, con un clivaggio fortemente penetrativo che talvolta oblitera le caratteristiche sedimentarie delle rocce stesse. I piegamenti generano inclinazioni degli strati che possono variare da suborizzontali a circa 60°.

Le strutture plicative e le principali faglie presentano andamenti "appenninici" (NNW-SSE) e sono correlate alle spinte tettoniche di accavallamento del Dominio Umbro – Marchigiano sull'avanpaese adriatico e sugli stessi sedimenti dell'avanfossa tardo miocenica (cannibalizzazione dell'avanfossa).

Dal punto di vista geomorfologico laddove prevalgono litotipi marnosi o marnoso calcarei (Schlier e Bisciro) la morfologia è spesso arrotondata, dolce e gibbosa; le quote medie e l'energia del rilievo sono generalmente modeste. Per contro ove prevalgono i litotipi calcarei o calcareo marnosi (Maiolica e Scaglia) i versanti sono spesso ripidi ed il territorio è contrassegnato da molti affioramenti rocciosi naturali o di origine antropica.

Le aree a prevalenza calcarea si contraddistinguono per una maggiore energia di rilievo e per la presenza di alcuni fenomeni carsici. Normalmente, nella maggior parte delle litologie presenti, si tratta di un carsismo poco evoluto e pervasivo, che si manifesta con forme quali campi carreggiati, piccole vaschette ed inghiottitoi individuati, localmente, in prossimità dell'abitato di Pale (dove sono cartografati anche depositi di travertino) e dell'altopiano di Colfiorito. Non mancano comunque locali evidenze di cavità carsiche anche di grandi dimensioni. In particolare nella zona di Pale in seno al Calcarea Massiccio i rilievi di campagna hanno portato all'individuazione di alcune grotte di dimensioni anche importanti, fra cui va ricordata la "grotta degli innamorati" o dell'"Abbadessa", dotata di molteplici ambienti fra loro comunicanti con altezze delle volte anche nell'ordine di 8 – 9 m; il tutto in prossimità, nel medesimo litotipo ed a quote compatibili con lo scavo della galleria Pale. I sondaggi ed alcune indagini sismiche specificamente condotte

hanno successivamente confermato la possibile presenza di cavità carsiche nel Calcarea Massiccio all'interno della galleria Pale.

Lungo il sublotto sono cartografati altresì accumuli di frana. Si tratta essenzialmente del prodotto di frane di rotolamento o scivolamento planare in roccia e, in seno ai materiali prevalentemente marnosi o marnoso argillosi, colamenti ed accumuli di antica frana (paleofrane), del tipo per scivolamento planare o rototraslazionale su superficie di neoformazione. Esistono inoltre zone in erosione e deposizione fluviale, superfici di spianamento, morfologie controllate da superfici di faglia, conoidi di detrito e di deiezione.

Dal punto di vista idrogeologico va segnalata la presenza di una falda acquifera contenuta nei depositi calcarei e calcareo marnosi permeabili per fratturazione. Essa emerge in corrispondenza delle numerose sorgenti censite ed in particolare lungo il corso dei fiumi Menotre e Chienti. In tale contesto è stato ricostruito il livello della falda in corrispondenza dell'intero tracciato stradale, con particolare riguardo per i tratti in sottoterraneo, mediante misurazione periodiche sui numerosi piezometri messi in opera nel corso dei sondaggi effettuati sia in sede di progettazione preliminare che definitiva.

Con riferimento alle formazioni sopra descritte gli acquiferi di maggior potenzialità si rinvengono nel Calcarea Massiccio, nella Formazione della Corniola, della Maiolica e della Scaglia rosata. Il censimento sorgenti effettuato nell'intorno dell'asse stradale ha confermato come la stragrande maggioranza di esse emerga proprio dai termini della Maiolica o Scaglia; si tratta, nella maggior parte dei casi, di emergenze diffuse, con distanze dall'asse stradale variabili da alcuni Km sino a valori minimi nell'ordine di poche centinaia di metri, con portate normalmente modeste (<0,1 l/sec), forte escursione stagionale ed acque a modesto contenuto di sali, il tutto a conferma di circuiti idrogeologici brevi, bacini modesti e tempi di permanenza nel sottosuolo relativamente contenuti. Non mancano comunque sorgenti che testimoniano circuiti più ampi e portate anche >100 l/sec (ad esempio Capovena ed Alzabove in prossimità di Rasiglia).

Dalle analisi effettuate in corrispondenza delle singole gallerie si evince come la falda sia, in un buon numero di casi, posta a quote pari o inferiori rispetto alle opere, al riparo quindi da possibili interferenze. Per tutti i casi in cui la falda si trova a quote superiori rispetto agli scavi, la presenza di battenti idrici generalmente modesti ha permesso, nell'attraversamento di materiali calcarei permeabili per fratturazione, l'applicazione di opportune sezioni tipo impermeabilizzate.

Infine dal punto di vista sismico il tracciato si snoda attraverso i territori comunali di Foligno (PG), Muccia e Pievebovigliana (MC). Secondo l'ordinanza PCM 3274 del 20/03/03, Foligno e Muccia sono classificati in zona sismica 1, mentre Pievebovigliana è in zona 2.

8. Aspetti geologici e geotecnici

Per ciò che riguarda gli aspetti geotecnici, nella tratta iniziale del lotto (fino alla progr. 3+700 circa) il tracciato non presenta forti dislivelli e si snoda in una situazione caratterizzata dalla presenza di una copertura costituita da materiale alluvionale, colluvione o detrito di falda, di spessori da limitato a medio (10÷20 m), seguito in profondità dalle formazioni lapidee di base (“scaglia cinerea”; “Schiller”; “Bisciario” ecc). I terreni superiori hanno granulometria prevalentemente grossolana (ghiaie e ghiaie sabbie) frequentemente accompagnata da una subordinata matrice fine e da isolati livelli prevalentemente coesivi. Le caratteristiche meccaniche dei primi sono elevate sia in termini di resistenza a taglio che di rigidità; per i secondi le proprietà sono (da medie a) buone, nel senso che non sono stati su alcuna verticale rilevati orizzonti normalmente consolidati (teneri) o solo leggermente sovraconsolidati (media consistenza).

La roccia di base presenta sistematicamente in superficie un livello alterato (“cappellaccio”) all’interno del quale si nota una diffusa fessurazione e bassi livelli dell’indice RQD (Rock Quality Designation); la parte più profonda del deposito fornisce generalmente elevati valori di RQD ed elevate resistenze a compressione dei singoli provini.

Nella situazione di cui sopra si è fatto ricorso per le opere d’arte principale all’adozione di pali trivellati di grande diametro solitamente intestati nel substrato lapideo.

Per i rilevati e le opere d’arte secondarie di attraversamento ci si dovranno attendere cedimenti relativamente limitati e di rapido esaurimento dal completamento della costruzione.

Attraverso la caratterizzazione di dettaglio sia geometrica che geotecnica degli strati della copertura, sia granulari che coesivi, si è giunti alla definizione dei profili di calcolo da adottarsi per il dimensionamento di tutte le opere d’interesse; analogo procedimento è stato seguito per le formazioni di base.

Dalla progressiva 3+700 circa alla 7+190 la situazione morfologica cambia radicalmente poiché il tracciato incontra una serie di rilievi in corrispondenza dei quali le formazioni di base risultano direttamente affioranti. In corrispondenza delle “incisioni” scavate con viadotti si riscontra la presenza di limitati spessori (3÷5m) di detrito di falda, in genere seguito da un primo livello lapideo costituito da materiale completamente alterato e pedogenizzato, seguito dal “cappellaccio” e dalla roccia “integra”, come sopra.

Le soluzioni proposte per le fondazioni dei viadotti sono di appoggio diretto nello strato di base o tramite plinti portati all’interno del “cappellaccio” o a mezzo di pozzi cui si è dovuti ricorrere quando più rilevante risultava lo spessore della copertura.

Essendo in generale il livello di falda molto depresso, in nessun caso gli scavi di cui sopra interferiscono con essa.

La parte terminale del lotto, a partire dalla progressiva 28+920 circa fino a quella finale della tratta ha caratteristiche morfologiche e geotecniche molto simili a quelle teste descritte, con roccia affiorante in corrispondenza dei rilievi e deboli spessori di terreni granulari in copertura, in corrispondenza degli avvallamenti scavalcati da viadotti. Nella parte terminale del lotto (esempio: viadotto Muccia) le incisioni si allargano con un crescente spessore dei depositi non lapidei di copertura (fino a 15÷20 m), sempre caratterizzati dalla prevalenza della componente a granulometria grossolana (ghiaie, ghiaie e sabbie, talvolta a matrice limosa). Anche in questo caso, per tutte le opere principali si è provveduto a definire dei profili geotecnici di riferimento con dettagliata determinazione della geometria e dei parametri geotecnici di calcolo di ciascuno strato.

9. Aspetti idrologici e idraulici

Gli aspetti legati all'analisi delle criticità idrauliche presenti sul territorio, al dimensionamento delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua, principali e secondari, al dimensionamento dei dispositivi di raccolta e allontanamento delle acque dalla piattaforma stradale e al loro eventuale trattamento prima della restituzione, sono stati trattati nella specifica "Relazione idrologica e idraulica".

Le attività condotte al fine della sua redazione sono state articolate nella preventiva individuazione degli Enti competenti in materia idraulica e all'acquisizione dei documenti riportanti norme di attuazione in materia idraulica ovvero i Piani per l'Assetto Idrogeologico. E' stata inoltre acquisita l'ulteriore documentazione tecnica in grado di fornire utili indicazioni ai fini delle valutazioni.

Dal punto di vista delle competenze, il territorio attraversato dall'asse viario "S.S.77 'Val di Chienti' tronco Pontelatrave – Foligno, tratti Foligno-Valmenotre e galleria Muccia-Pontelatrave (Galleria Muccia inclusa)" si snoda all'interno di due regioni (Marche e Umbria) la cui linea di confine risulta quasi coincidente con lo spartiacque dei due bacini idrografici del fiume Tevere, di livello nazionale, e del fiume Chienti, di livello regionale.

In particolare, sul lato umbro, ci si trova all'interno del bacino idrografico del fiume Menotre, e la competenza in materia idraulica è demandata all'autorità di Bacino del Fiume Tevere il quale ha appositamente redatto il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tevere, ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998. Le analisi sono state condotte, pertanto, nel rispetto delle direttive incluse nelle norme tecniche di attuazione attualmente in vigore, che definiscono la delimitazione delle fasce fluviali e delle zone a rischio di inondazione nonché le procedure per la definizione degli idrogrammi di progetto da assumere come piene di riferimen-

to, sono quelle allegate alla revisione del Piano adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 114 del 5 Aprile 2006.

Sul lato marchigiano, ci si trova all'interno del bacino del fiume Chienti il quale rientra nel sistema dei bacini di livello regionale della Regione Marche e pertanto le relative competenze sono state demandate all'Autorità di Bacino Regionale. Anche per il bacino idrografico del Chienti è stato redatto il Piano di Assetto Idrogeologico, adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n. 15/2001 e n. 42/2003.

I bacini idrografici dei corsi d'acqua attraversati dall'infrastruttura sono riportati nelle corografie in scala 1:25 000 e 1:100 000.

I fiumi Menotre e Chienti di Gelagna, pur appartenendo a due diversi sistemi idrografici (bacino del Tevere, nel versante tirrenico il primo, bacino del Chienti, nel versante adriatico il secondo) hanno agli attraversamenti bacini praticamente speculari, sia come dimensioni che come caratteristiche superficiali (litologia, copertura vegetale, uso del suolo). Come generalmente avviene per i bacini montani impostati su rocce carbonatiche, il meccanismo di formazione della piena a seguito di eventi meteorologici intensi è fortemente influenzato dall'alta permeabilità dei terreni, legata alla presenza diffusa di rocce molto fessurate che localmente danno vita a fenomeni carsici di infiltrazione anche di notevole entità.

Il tratto umbro, denominato “Foligno – Valmenotre”, attraversa il territorio del comune di Foligno in provincia di Perugia. A partire dall'esistente svincolo sulla S.S. 3 “Flaminia” nei pressi di Foligno, il corridoio stradale di progetto attraversa nel primo tratto la valle del fosso Renaro nei pressi di Uppello.

Il tracciato inizia quindi a salire a mezzacosta lungo il versante nord-occidentale del Monte Serrone, passando in viadotto il Fosso S. Lorenzo ed il Fosso Altolina, e raggiunge in quota la valle del fiume Menotre nei pressi di Pale. Lungo il percorso a mezzacosta è prevista un'alternanza di tratti in galleria e viadotto. Vengono attraversate, in particolare, alcune profonde incisioni di versante percorse dalle testate di brevi e ripidi fossi, per lo più asciutti.

Il tratto marchigiano, denominato Galleria Muccia – Pontelatrive, attraversa il territorio dei comuni di Muccia e Serravalle del Chienti in provincia di Macerata.

Una volta oltrepassato in galleria il versante meridionale del Monte di Muccia, in sinistra di Chienti, gli attraversamenti in viadotto di questo tratto riguardano il fiume Chienti di Gelagna immediatamente a monte della fine del tratto di intervento.

I corsi d'acqua attraversati dal tracciato stradale, causa di possibili interferenze idrauliche con la struttura di attraversamento, sono stati oggetto di uno studio idrologico-idraulico volto alla determinazione delle portate massime e dei livelli idrometrici raggiungibili dalla corrente nelle condizioni “ante opera” e “post operam” al fine di evidenziarne gli scostamenti. A tal fine è stato condotto uno studio sommariamente suddiviso nelle seguenti fasi:

- caratterizzazione climatica del territorio;
- valutazione degli idrogrammi di piena “sintetici”;
- ricostruzione dei profili idrometrici nelle condizioni ante e post operam;
- dimensionamento dei dispositivi di smaltimento acque di piattaforma.

10. Le opere d’arte

La scelta delle tipologie strutturali da utilizzare per le opere d’arte è stata guidata da criteri di economicità, durabilità e qualità delle opere. Per le opere all’aperto è stata posta particolare attenzione all’aspetto architettonico, cercando soluzioni di impatto contenuto che potessero adattarsi con la necessaria flessibilità alla morfologia dei luoghi.

Le opere d’arte principali sono sostanzialmente riconducibili alle seguenti tipologie:

- 1) Gallerie artificiali;
- 2) Gallerie naturali;
- 3) Viadotti con impalcati a travi prefabbricate in c.a.p.;
- 4) Viadotti con impalcati in struttura composta acciaio-calcestruzzo.

10.1. Gallerie artificiali

Per le gallerie artificiali è stata adottata la tipologia a sezione scatolare in c.a. interamente eseguita in opera (Figura 10.1). Rispetto al progetto preliminare, oltre alla galleria Colpersico da realizzare in affiancamento all’esistente manufatto, sono state introdotte, in seguito ai necessari adattamenti al nuovo modello del terreno elaborato sulla base di nuova cartografia aerofotogrammetrica e di rilievi celerimetrici integrativi, tre nuove gallerie.

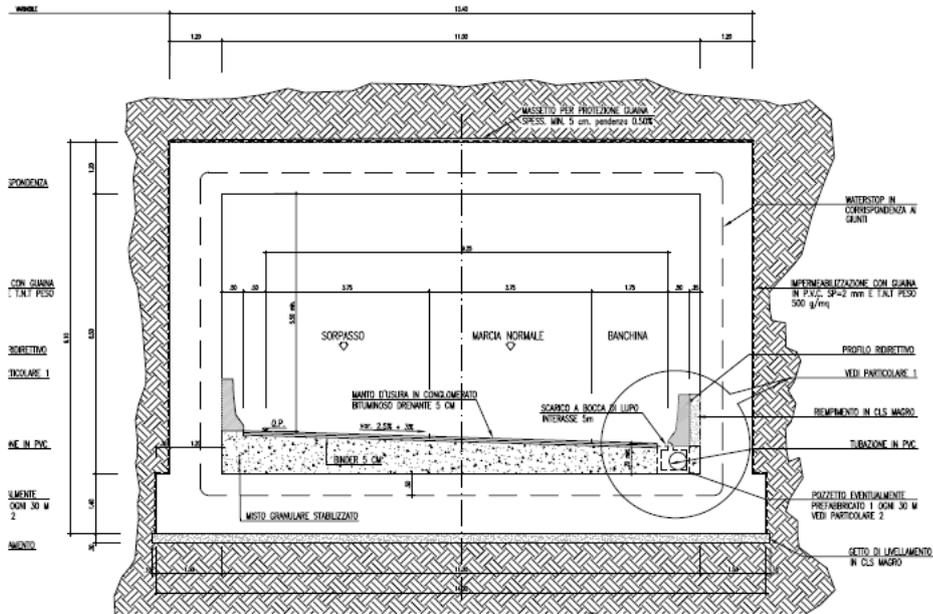


Figura 10.1 - Sezione tipo galleria artificiale

Nel complesso le gallerie artificiali presenti nel sublotto 1.2 sono le seguenti:

Asse NORD

Nome	Dimensioni interne	Lunghezza	Progr.In.	Prog.Fine
SAN LORENZO I	11,0x6,5	250,00	2+540,00	2+790,00
SAN LORENZO II	11,0x6,5	130,00	2+985,00	3+115,00

Asse SUD

Nome	Dimensioni interne	Lunghezza	Progr.In.	Prog.Fine
COLPERSICO	11,0x6,9	234,00	1+468,50	1+702,50
SAN LORENZO I	(11,15-12,15) x 6,5	235,00	2+525,00	2+760,00
SAN LORENZO II	2x (12,2x6,5)	105,00	3+007,00	3+112,00
CHIENTI	11,0x6,5	50,00	28+796,00	28+846,00
BRODELLA	11,0x6,5	110,00	33+451,00	33+561,00

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione è stata privilegiata la soluzione di sbancamento a partire da fondo scavo. Tale soluzione è resa possibile dalle caratteristiche dei terreni attraversati, che consentono la realizzazione di gradoni ad elevata pendenza - con eventuale consolidamento della parete ove necessario - contenendo così in modo accettabile l'arretramento verso monte del fronte di scavo in assenza di opere di sostegno e il conseguente maggior impegno, seppur provvisorio, del versante. Nel caso della galleria artificiale Colpersico è stato quindi possibile eliminare la paratia provvisoria a sostegno dello scavo lato esterno, prevista nel progetto preli-

minare; è stato invece previsto un trattamento colonnare in jet-grouting lato manufatto esistente, a protezione dello stesso.

Per le gallerie S.Lorenzo 1 e S.Lorenzo 2, che interessano entrambi gli assi, considerata la consistente interdistanza tra le due carreggiate è stata applicata la tipologia a canna singola per ciascun senso di marcia (Figura 10.2).

Nel solo caso della galleria artificiale Chienti, considerata la particolare natura del terreno (costituito da coltre detritica prevalentemente granulare), è stato necessario disporre a sostegno dello scavo una paratia provvisoria del tipo berlinese tirantata. Inoltre, per ridurre le elevate spinte sismiche del terreno è stato previsto un intervento di miglioramento del terreno a tergo della paratia mediante trattamenti in jet-grouting da eseguire prima della realizzazione dei tiranti.

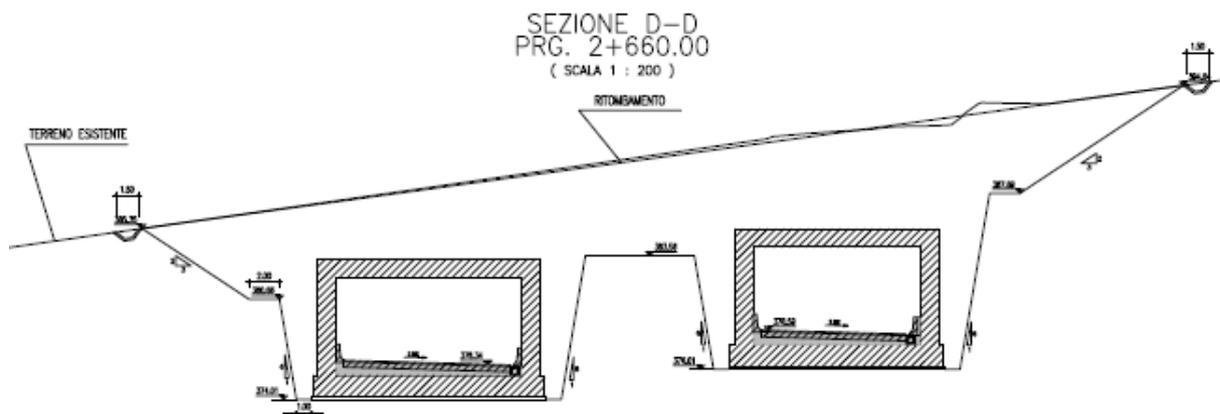


Figura 10.2 - Galleria artificiale "S.Lorenzo 1"

10.2. Gallerie naturali

Il tracciato del Progetto Definitivo prevede la realizzazione di 6 gallerie monodirezionali a doppia canna, con fornice caratterizzato da un raggio interno di 5,95 m in modo da contenere una carreggiata con le stesse caratteristiche geometriche di quella all'esterno, con larghezza complessiva di 9,75 m, comprendenti le due corsie di marcia da 3,75 m ciascuna e le banchine laterali da 1,75 m in destra e 0,50 m in sinistra. La carreggiata è delimitata, come previsto dalla vigente normativa, da profili ridirettivi tipo New Jersey gettati in opera a ridosso dei piedritti della galleria stessa, in modo da poter alloggiare anche i vari cavidotti per gli impianti.

In tutte le gallerie è prevista l'ubicazione di una nicchia per l'S.O.S. ogni 150 m circa sul lato destro e di piazzole di sosta, di lunghezza pari a circa 50 m, a una distanza massima di 600 m. Inoltre, le canne delle due carreggiate sono collegate tra loro mediante by-pass pedonali e carrabili, i primi posti ad un interasse di circa 300 m, i secondi ubicati in modo tale da rispettare l'interasse di 900 m previsto dalle vigenti norme stradali (DM 5/11/01).

Nelle gallerie di lunghezza superiore ai 1000 m è stata introdotta la pavimentazione in calcestruzzo, che presenta diversi vantaggi rispetto a quella tradizionale in conglomerato bituminoso: primo fra tutti quello di non contribuire alla combustione in caso di incendio, poi una maggiore durabilità, la riduzione del rumore e la sua luminosità che migliora la sicurezza, abbassando il rischio di incidenti, e favorisce il risparmio energetico in fase di esercizio.

La pavimentazione prevista è caratterizzata da un pacchetto, realizzato al di sopra del materiale di riempimento, costituito da uno strato di stabilizzato avente spessore pari a 30 cm e da una lastra di calcestruzzo non armato che presenta uno spessore di 25 cm. Questa è costituita, per i primi 20 cm, da calcestruzzo di classe Rck 35, mentre i restanti 5 cm sono caratterizzati da un calcestruzzo Rck 40 con inerte “duro” coadiuvato da un trattamento superficiale per l’asporto delle particelle fini.

Il conglomerato cementizio viene realizzato in due fasi, producendo piastre lunghe circa 6 m, con la larghezza della carreggiata divisa in 3 parti. I giunti trasversali sono armati come giunti di dilatazione, con barre di compartecipazione solidarizzate ad una delle piastre e libere di scorrere in una guaina in quella adiacente; i giunti longitudinali sono invece collegati da barre in acciaio ad aderenza migliorata annegate nel calcestruzzo.

Nella tabella seguente sono riportate la lunghezza delle singole canne e le relative progressive di imbocco.

GALLERIA	CARREGGIATA NORD			CARREGGIATA SUD		
	<i>Imbocco lato Foligno</i>	<i>Imbocco lato Pontelatave</i>	<i>Lunghezza</i>	<i>Imbocco lato Foligno</i>	<i>Imbocco lato Pontelatave</i>	<i>Lunghezza</i>
	progr.	progr.	(m)	progr.	progr.	(m)
Belfiore	3703.24	4806.51	1103.27	3689.80	4802.52	1112.72
Pale	4892.30	7216	2323,70	4917.40	69700	2052,60
Muccia	28923.50	31049.50	2126	28956.74	31180.00	2223.26
Costafiore	31527.20	32095.00	567.8	31558.04	32113.74	555.7
Maddalena	32163.18	32832.85	669.67	32212.04	32785.50	573.46
La Rocchetta	33630.00	34415.00	785	33700.24	34680.00	979.76

Dal punto di vista litologico i terreni interessati dallo scavo appartengono alle seguenti principali sequenze stratigrafiche e, in subordine, ai depositi superficiali recenti:

- terreni di sedimentazione di piattaforma carbonatica, rappresentati dal **Calcere Massiccio**;
- terreni di sedimentazione pelagica rappresentati dalle seguenti litologie (dal basso verso l'alto): **Corniola** (calcarei micritici grigi, stratificati con liste di selce), **Rosso Ammonitici Umbro – Marchigiano** (calcarei nodulari rosati alternati a marne);
- terreni di sedimentazione emipelagica rappresentati dalle seguenti litologie (dal basso verso l'alto): **Maiolica** (calcarei micritici bianchi, stratificati con selce e sottili livelli pelitici), **Marne a fucoidi** (argille, marne varicolori, calcari marnosi con intercalazioni di argilliti nere), **Scaglia bianca** (calcarei micritici bianchi con selce, argilliti e siltiti), **Scaglia Rosa** (calcarei micritici rossi/rosati e marne), **Scaglia Variegata** (calcarei marnosi e marne calcaree), **Scaglia Cinerea** (calcarei micritici e marne), **Bisciario** (marne e calcari siliceo – marnosi), **Schlier** (marne, marne argillose e calcari marnosi).

La tipologia proposta per l'avanzamento dello scavo secondo il metodo ADECO-RS, indicato in capitolato, prevede lo scavo della galleria a piena sezione con tecnica tradizionale.

In base alla litologia, alle coperture ed alle caratteristiche geomeccaniche dei materiali attraversati, si sono individuate nove sezioni tipo denominate, in base al comportamento dell'ammasso allo scavo AB, AC, B0, B0V, B1, B2, B2V, C1 e C2.

Laddove l'ammasso roccioso interessato dallo scavo presenta un comportamento di tipo A, "fronte stabile", lo scavo è seguito, nel caso in cui la litologia e la giacitura favorevole degli strati lo consente, dalla messa in opera di una bullonatura radiale sistematica e di uno strato di spritz

beton (Sezione tipo AB) o da una piccola centina metallica singola con spritz beton (Sezione tipo AC).

Nelle tratte in cui l'ammasso presenta un comportamento tipo B, "fronte stabile a breve termine", qualora i soli interventi di contenimento del cavo non risultassero sufficienti si potrà prevedere: la realizzazione di interventi di presostegno del fronte di scavo mediante la messa in opera di una coronella di tubi al contorno (Sezione Tipo B0V e B2V), la messa in opera, nel caso in cui la litologia e la giacitura favorevole degli strati lo consente, di un intervento di una bullonatura radiale sistematica (sezione Tipo B1) ed in ultimo la realizzazione di un intervento di consolidamento in avanzamento del fronte di scavo costituito da elementi strutturali in VTR volti a contrastare l'evoluzione dei fenomeni deformativi in presenza di materiali alterati nelle zone di faglia (Sezione tipo B2, B2V). Gli interventi al fronte verranno dosati quantitativamente e geometricamente in funzione della situazione geologica presente al fronte in fase di scavo. Tali sezioni sono associate alla realizzazione del rivestimento di prima fase in centine e spritz-beton.

Dove lo scavo interessa materiali a comportamento di tipo C - "fronte instabile", i trattamenti di preconsolidamento del fronte di scavo vengono integrati con il consolidamento in avanzamento del contorno del cavo rispettivamente costituito da colonne in jet grouting (Sezione tipo C1) e da elementi strutturali in VTR valvolati e iniettati (Sezione tipo C2). Inoltre, sia la sezione C1 che la C2 prevedono l'eventuale presenza di un puntone di chiusura del rivestimento di prima fase.

Si riportano nel dettaglio gli interventi previsti e la sequenza delle fasi esecutive per ciascuna sezione tipo.

Sezione tipo AB

La sezione tipo AB è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30 m e sovrapposizione pari a 3 m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25 m;
- un prerivestimento costituito da 20 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa dei bulloni, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa dei bulloni in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 10 cm di spritz;
- una chiodatura in calotta costituita da raggiere alternate e sfalsate di 6-7 chiodi Swellex ($T \geq 120$ kN) o in alternativa CT-BOLT M20 ($T \geq 150 \div 180$ kN) L=4.0 m e passo p=1.25 m;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in cls semplice, dello spessore di 50 cm in arco rovescio e di 50 cm in calotta.

Sezione tipo AC

La sezione tipo AC è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30 m e sovrapposizione pari a 6 m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25 m;
- un prerivestimento composto da una singola centina HEB 140 con passo $p = 1.5$ m e da 25 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 15 cm di spritz;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in cls semplice dello spessore di 50 cm in arco rovescio e di 50 cm in calotta.

Sezione tipo B0

La sezione tipo B0 è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30 m e sovrapposizione pari a 5 m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25 m;
- un prerivestimento composto da centine 2 IPN 160 con passo $p = 1.25$ m e da 30 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 20 cm di spritz;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in cls semplice dello spessore di 60 cm in arco rovescio e di 60 cm in calotta.

Sezione tipo B0V

La sezione tipo B0V è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30 m e sovrapposizione pari a 6 m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25m;
- un intervento di pre-sostegno costituito da una coronella di n° 37 tubi in acciaio cementati $\phi 88.9$ mm, sp.10 mm, disposti su un angolo 120° con passo $p=0.40$ m, lunghezza L=18.0 m e sovrapposizione 6.0 m;
- un prerivestimento composto da centine 2 IPN 180 con passo $p = 1.0$ m e da 30 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere pos-

- sibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 20 cm di spritz;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
 - rivestimento definitivo in cls semplice di spessore 80 cm in arco rovescio e spessore medio 85 cm in calotta; le murette sono in c.a..

Sezione tipo B1

La sezione tipo B1 è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30 m e sovrapposizione pari a 5 m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25 m;
- una chiodatura in calotta costituita da raggieri alternate di 8-9 chiodi autopercoranti R25 ($T \geq 200$ kN) o in alternativa CT-BOLT M20 ($T \geq 150 \div 180$ kN) di lunghezza L=4.0 m e passo longitudinale p=1.25 m;
- un prerinvestimento composto da centine 2 IPN 160 con passo p = 1.25 m e da 30 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 20 cm di spritz;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in cls semplice dello spessore di 60 cm in arco rovescio e di 60 cm in calotta.

Sezione tipo B2

La sezione tipo B2 è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30 m e sovrapposizione pari a 6 m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25 m;
- un preconsolidamento del fronte realizzato mediante la messa in opera di n° 40 elementi strutturali in vetroresina iniettati, aventi lunghezza pari a L=18.00 m e sovrapposizione minima con il campo successivo pari a 6.00 m;
- un prerinvestimento composto da centine 2 IPN 180 con passo p = 1.00 m e da 30 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 20 cm di spritz;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in cls semplice dello spessore di 70 cm in calotta e in c.a. dello spessore di 80 cm in arco rovescio; le murette sono in c.a..

Sezione tipo B2V

La sezione tipo B2V è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30 m e sovrapposizione pari a 6 m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25 m;
- un intervento di pre-sostegno costituito da una coronella di n° 37 tubi in acciaio cementati $\phi 88.9$ mm, sp.10 mm, disposti su un angolo 120° con passo $p=0.40$ m, lunghezza L=18.0 m e sovrapposizione 6.0 m;
- un preconsolidamento del fronte realizzato mediante la messa in opera di n° 40 elementi strutturali in vetroresina iniettati, aventi lunghezza pari a L=18.00 m e sovrapposizione minima con il campo successivo pari a 6.00 m;
- un prerivestimento composto da centine 2 IPN 180 con passo $p = 1.00$ m e da 30 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 20 cm di spritz;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in cls semplice dello spessore medio di 95 cm in calotta e in c.a. dello spessore di 90 cm in arco rovescio; le murette sono in c.a..

Sezione tipo C1

La sezione tipo C1 è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=36 m e sovrapposizione pari a 9 m, ciechi i primi 6 m da bocca foro e microfessurati i restanti 30 m;
- un preconsolidamento del fronte realizzato mediante la messa in opera di n° 50 elementi strutturali in vetroresina iniettati, aventi lunghezza pari a L=18.00 m e sovrapposizione minima con il campo successivo pari a 9.00 m;
- un preconsolidamento al contorno costituito da terreno consolidato mediante n° 51 colonne in jet-grouting $\phi 80$ cm con passo $p=0.40$ m, aventi lunghezza L=18.0 m e sovrapposizione minima con il campo successivo pari a 9.0 m, delle quali n° 27 colonne, disposte su un angolo 120° in calotta, armate con tubi metallici $\phi 88.9$ mm, sp.10 mm;
- un prerivestimento composto da centine 2 IPN 200 con passo $p = 1.00$ m (con eventuale puntone) e da 35 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 25 cm di spritz;

- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in c.a. dello spessore di 100 cm in arco rovescio e dello spessore medio di 95 cm in calotta; le murette sono in c.a..

Sezione tipo C2

La sezione tipo C2 è costituita da:

- n. 6 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), $L=36$ m e sovrapposizione pari a 6 m, ciechi i primi 6 m da bocca foro e microfessurati i restanti 30 m;
- un preconsolidamento del fronte realizzato mediante la messa in opera di n° 50 elementi strutturali in vetroresina cementati, aventi lunghezza pari a $L=24.00$ m e sovrapposizione minima con il campo successivo pari a 9.0 m;
- coronella di terreno consolidato al contorno mediante n° 55 elementi strutturali in vetroresina valvolati 2vlv/m ed iniettati, aventi lunghezza pari a $L=24.00$ m e sovrapposizione minima con il campo successivo pari a 9.00 m;
- consolidamento al piede delle centine mediante n° 6+6 elementi strutturali in vetroresina valvolati 2vlv/m ed iniettati, aventi lunghezza 24.00 m e sovrapposizione pari a 9.0 m;
- un prerivestimento composto da centine 2 IPN 200 con passo $p = 1.00$ m (con eventuale puntune) e da 35 cm di spritz-beton rinforzato con fibre in polipropilene ed armato con rete elettrosaldata $\phi 6/10 \times 10$ cm, eseguito in due fasi: la prima, costituita da 10 cm di pre-spritz, da mettere in opera prima della posa della centina, al fine di ridurre la franosità dello scavo e rendere possibile, alle maestranze, di operare in prossimità del fronte durante la posa delle centine in condizioni di adeguata sicurezza; la seconda, strutturale, costituita da altri 25 cm di spritz;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- rivestimento definitivo in c.a. dello spessore di 90 cm in arco rovescio e in calotta; le murette sono in c.a..

Sezioni tipo di drenaggio

Dal punto di vista idrogeologico la realizzazione di una galleria rappresenta un'alterazione del reticolo di flusso esistente, dal momento che costituisce una zona all'interno dell'ammasso roccioso attraverso la quale permea un certo quantitativo di acqua. La conseguente variazione della superficie piezometrica, rispetto alla configurazione di equilibrio preesistente, può essere gestita attraverso un controllo delle pressioni idrauliche agenti sui rivestimenti della galleria al fine di limitare l'impatto della realizzazione dell'opera nei confronti dell'assetto idrogeologico del territorio.

Il controllo della pressione idraulica agente sul rivestimento dell'opera avviene normalmente mediante la posa in opera di un elemento drenante interposto fra la roccia ed il rivestimento definitivo, o fra prerivestimento e rivestimento definitivo, opportunamente collegato a tubazioni destinate a raccogliere ed allontanare le infiltrazioni d'acqua. Si può quindi immediatamente in-

tuire come possano essere previste diverse sezioni di drenaggio in relazione alle diverse caratteristiche dell'elemento drenante, nonché ai diversi sistemi di raccolta ed allontanamento delle acque. Tali sezioni sono sostanzialmente indipendenti dalle sezioni strutturali, nel senso che la posa in opera del sistema di raccolta delle acque, e la realizzazione delle opere idrauliche per l'allontanamento di quest'ultime, non interferisce con l'aspetto strutturale della galleria se non nel definirne il carico idraulico.

La scelta delle sezioni di drenaggio da utilizzare è stata effettuata tenendo in considerazione il profilo idrogeologico di progetto, i livelli idrici attesi in ciascuna galleria in relazione alle quote di scavo, e la presenza o meno di sorgenti in un adeguato intorno delle opere sotterranee, con il fine principale di tutelare al meglio il territorio e le sue risorse ambientali.

Vengono pertanto di seguito brevemente descritte le sezioni tipo di drenaggio previste e le relative caratteristiche.

Sezione tipo 0a (a drenaggio libero)

Rappresenta la classica sezione di drenaggio utilizzata in galleria. Tra il rivestimento di prima fase e quello definitivo viene posto in opera un tessuto non tessuto (elemento drenante) cui viene sovrapposta una guaina sintetica impermeabilizzante in PVC. Il tessuto raccoglie parte delle acque di filtrazione e le convoglia entro tubi in PVC posti all'altezza della muretta. Questi tubi, mediante pozzetti posti normalmente ogni 50 m, portano l'acqua all'esterno tramite due linee distinte (una per ciascun lato della sezione).

La sezione in argomento viene utilizzata in corrispondenza di carichi idraulici superiori ai 35 m al fine di ridurre le pressioni agenti sui rivestimenti, o in terreni caratterizzati da una permeabilità modesta ove la sua applicazione esclude eventuali interferenze con sorgenti, e comunque più in generale laddove non sono presenti sorgenti nell'intorno dell'opera. La stessa sezione può essere utilizzata quando la falda è posizionata in corrispondenza della livelletta stradale o a quota inferiore rispetto a questa, in quanto la relativa applicazione non determina ripercussioni sui livelli idrici.

Sezione tipo 0b (a drenaggio parzializzato)

Tale sezione è del tutto simile alla sezione 0a; la differenza consiste nel fatto che viene consentito di convogliare l'acqua esternamente alla galleria unicamente alla tubazione posta nell'arco rovescio, e pertanto la sezione può essere considerata sostanzialmente impermeabile. La sezione 0b viene utilizzata in terreni a medio alta permeabilità in presenza di falda ma con carichi idraulici inferiori ai 35 m. La sua applicazione permette di minimizzare le eventuali interferenze fra le gallerie, nelle condizioni di lungo termine, e le falde idriche sotterranee.

Sezione tipo 0c (a drenaggio impedito)

La sezione presenta le stesse caratteristiche della sezione 0b, ma il tessuto non tessuto e la guaina sintetica vengono estesi anche alla zona dell'arco rovescio. Tale sezione di drenaggio, che

raggiunge il massimo grado di impermeabilità, viene cautelativamente prevista in presenza di carichi idraulici in calotta minori di 35 m ed in presenza di terreni a permeabilità media ed elevata con sorgenti (normalmente perenni) poste nell'intorno della galleria potenzialmente vulnerabili. Questa sezione viene impiegata in tutte le tratte dove è imperativo un rigoroso controllo ambientale relativamente all'acquifero.

La tabella seguente riassume la distribuzione delle sezioni di drenaggio per singola galleria.

Galleria	Sorgenti prossime al tracciato	Livello falda	Sezione tipo idrogeologica
BELFIORE	Non sono presenti sorgenti	La falda è posizionata in prossimità della calotta da km 4+060 a km 4+540	0a su tutta la galleria
PALE	Non sono presenti sorgenti	La falda è posizionata poco sopra la calotta dall'imbocco ovest fino a km 6+320 e sotto la quota di progetto della galleria da km 6+320 a imbocco est.	0b su tutta la galleria
MUCCIA	59, 65, 66, 61	La falda è posizionata al di sopra della galleria con altezze variabili fino a un massimo di 35 m dal centro della galleria.	Sezione 0a da imbocco W a km 30+200 Sezione 0c da km 30+200 a imbocco Est
COSTAFIORE	Non sono presenti sorgenti	La falda è posizionata sotto la galleria o in corrispondenza della calotta.	0a su tutta la galleria
MADDALENA	Non sono presenti sorgenti	La falda è posizionata al di sopra della galleria con carico massimo di 30 m dal centro della galleria.	0a su tutta la galleria
LA ROCCHETTA	64	La falda è posizionata al di sopra della galleria con carico idraulico massimo di 30 m nella parte centrale dell'opera.	Sezione 0c da imbocco W a km 33+850 Sezione 0a da km 33+850 a km 34+196 Sezione 0c da km 34+196 a imbocco Est

Imbocchi

Per quanto concerne gli imbocchi, sulla base dei materiali geomeccanici presenti sono state individuate tre diverse tipologie di attacco del fronte di scavo con le corrispondenti opere di sostegno degli scavi necessari alla realizzazione degli stessi:

Attacco diretto

Realizzabile in presenza di formazioni rocciose con buone caratteristiche geomeccaniche (Maio-lica, Calcere Massiccio), dove sono previsti sbancamenti in roccia e stabilizzazione delle pareti mediante la messa in opera di chiodature, reti metalliche di contenimento e spritz - beton. Gli sbancamenti sono stati impostati con pendenze tali da garantire la stabilità del versante (solitamente inclinazione 5 su 1). Generalmente si sono adottate chiodature disposte a maglia quinconcia 2.0 m × 2.0 m, della lunghezza di 6 m, ancorate per l'intera lunghezza, ortogonali rispetto alla parete di scavo. Si adatteranno barre in acciaio FeB 38K, di diametro ϕ 26 mm.

Berlinese in micropali

Realizzabile per lo più in formazioni geologiche stratificate in livelli di spessore da centimetrico a decimetrico con aspetto scaglioso e/o caotico (Scaglie Rosate, Scaglie Bianche...). Talvolta possono anche includere porzioni di materiale di tipo detritico con la presenza di una granulometria grossolana (Detriti di falda...). Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo “berlinese” in micropali in tubi in acciaio Fe510, con diametro esterno $\text{Ø}152,4$ mm o $\text{Ø}168,3$ mm, spessore 10 mm, spessori 10 mm, disposti a passo di 0,50 m, con preforo di diametro $\text{Ø}\geq 220$ o 240 mm tirantata. Generalmente si sono impiegati tiranti aventi 2 - 3 trefoli, disposti con passo 2,5 – 3 m, con inclinazione di 0-15-20° rispetto alla verticale e di 0° sul piano orizzontale. Per le quote di esecuzione degli ordini di tiranti e la disposizione della paratia si rimanda ai relativi elaborati grafici.

I tiranti sono a carattere provvisorio; l’iniezione della miscela cementizia dovrà avvenire ad alta pressione e dovrà essere ripetuta.

Le travi di ripartizione dei tiranti generalmente saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 160 o HEB 180 accoppiati.

Pali di grosso diametro

Realizzabile per lo più in formazioni geologiche con prevalenza di materiale di tipo detritico (detriti di falda...) dalle maggiori caratteristiche spingenti. Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia in pali in calcestruzzo armato di grosso diametro tirantati $\text{Ø}800$ mm, passo 1000 mm. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato. Generalmente si sono impiegati tiranti aventi un numero di trefoli variabile da 3 a 5, disposti con passo 2,0 m ed inclinazione di 0-15-25° rispetto alla verticale e di 0° sul piano orizzontale.

10.3. Viadotti

Come già proposto in fase di gara, i viadotti sono stati rivisitati con particolare attenzione all’aspetto formale delle opere, adottando forme arrotondate per le pile, i pulvini e per il guscio esterno degli impalcati, in funzione di un generale miglioramento dell’inserimento paesaggistico-ambientale, anche in considerazione delle raccomandazioni CIPE, punto D.

Per i viadotti Renaro NORD e Uppello SUD in c.a.p., trattandosi di raddoppio di viadotti esistenti dell’attuale SS 77, non si è ritenuto opportuno adottare forme arrotondate, al fine di non differenziarli dall’esistente opera in affiancamento.

La scelta della tipologia dei viadotti è stata dettata innanzitutto dalla luce delle campate, adottando un appropriato rapporto tra luce ed altezza delle pile, nonché dalla sismicità delle aree interessate. Tali aspetti vengono descritti nel seguito.

Viadotti in c.a.p.

Questa tipologia di impalcato è stata utilizzata per i viadotti con campate fino a 30 m di luce. Si prevede l'utilizzo di travi prefabbricate in c.a.p., precomprese in stabilimento con trefoli aderenti, aventi sezione a Pigreco con ala larga inferiore. L'impalcato viene completato in opera mediante il getto di una soletta di spessore 25 cm su predalles.

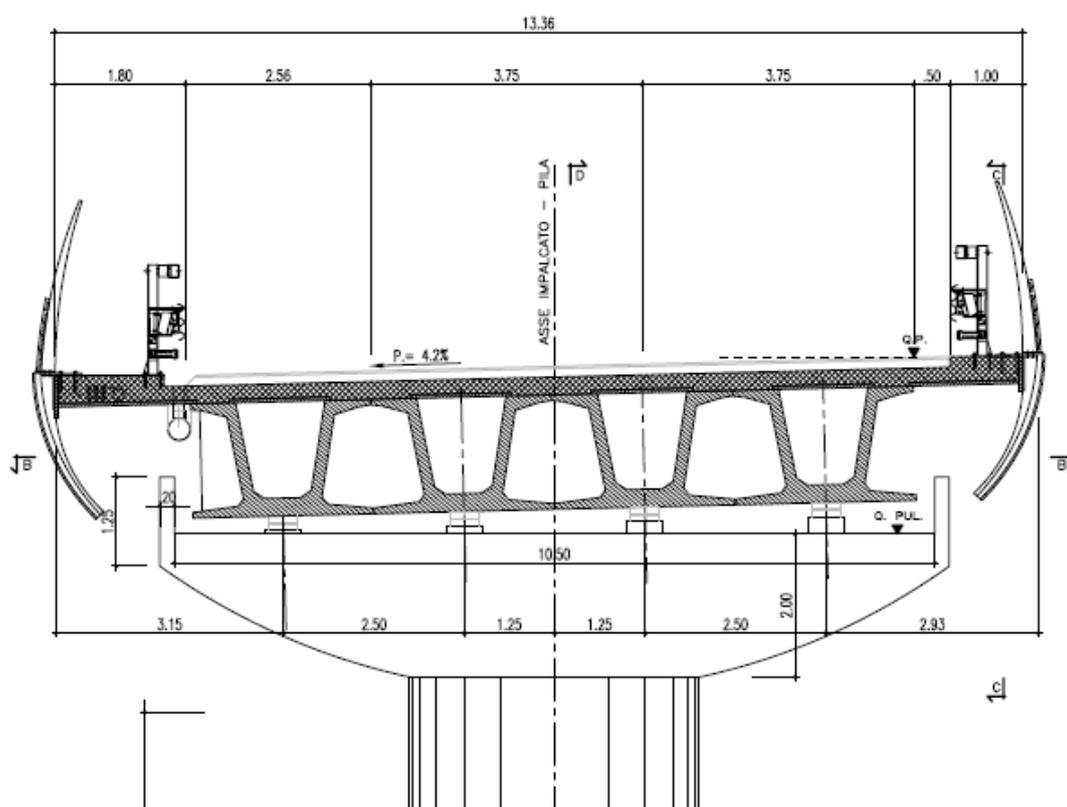


Figura 10.3 - Viadotto in c.a.p.

Dal punto di vista dello schema statico longitudinale, gli impalcato sono semplicemente appoggiati sulle pile e collegati tra loro mediante una soletta di continuità che permette la trasmissione delle azioni orizzontali. L'assenza di giunti di dilatazione tra gli impalcato offre vantaggi sia dal punto di vista del comfort dell'utente (riduzione di discontinuità del piano viabile) sia dal punto di vista manutentivo (problema del degrado dei giunti per effetto dei carichi viaggianti e degli agenti atmosferici).

Considerata l'elevata sismicità dell'area, al fine di ridurre le azioni agenti sulle sottostrutture, si è proceduto ad isolare gli impalcati rispetto alle pile e alle spalle tramite l'installazione di isolatori sismici elastomerici. In questo modo si è aumentato il periodo proprio di oscillazione della struttura riducendo quindi la forza di inerzia sismica derivante dallo spettro di risposta elastico.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei ponti e viadotti in c.a.p appartenenti al presente sublotto.

Asse NORD

Nome	Lunghezza	Campate	Progr.In.	Prog.Fine
VIADOTTO FOSSO RENARO	40,40	2 x 20,20	0+771,00	0+811,40

Asse SUD

Nome	Lunghezza	Campate	Progr.In.	Prog.Fine
VIADOTTO UPPELLO	61,40	20,20+21,00+20,20	1+156,35	1+217,75

Le fondazioni sono, in generale, del tipo profondo su pali di grande diametro.

Viadotti in struttura composta acciaio-calcestruzzo

Questa tipologia di impalcati è stata adottata per i viadotti con campate di luce superiore ai 30 m. L'impalcato è caratterizzato dalla presenza di due sole travi portanti principali a doppio T, poste a distanza variabile in funzione della larghezza dell'impalcato, con traversi di collegamento a doppio T posti ad interasse longitudinale massimo di 6,0 m (Figura 10.4).

La soletta collaborante in c.a., di spessore 25 cm, è realizzata in opera su predalles appoggiate sulle travi principali e su una trave di spina, a sua volta poggiante sui traversi, realizzando così lo schema statico di trave continua su tre appoggi con sbalzi laterali.

Le travi principali sono interamente saldate, mentre i traversi sono uniti alle travi con giunto bullonato. Tutte le carpenterie metalliche sono interamente realizzate in acciaio "Corten".

Al fine di migliorare l'aspetto estetico degli impalcati, le travi, oltre ad essere interamente saldate, nei tratti in curva saranno realizzate con la stessa curvatura dell'asse stradale.

Riguardo allo schema statico longitudinale è confermata la soluzione di impalcato continuo sulle pile, già prevista nel progetto a base di gara.

La scelta delle giunzioni saldate per le travi principali, con completo ripristino della continuità della trave, e la particolare cura nei dettagli costruttivi, con assenza di irrigidimenti longitudinali d'anima sulle facce interne ed esterne delle travi, conferisce all'opera un notevole pregio formale e, allo stesso tempo, facilita la manutenzione delle parti metalliche.

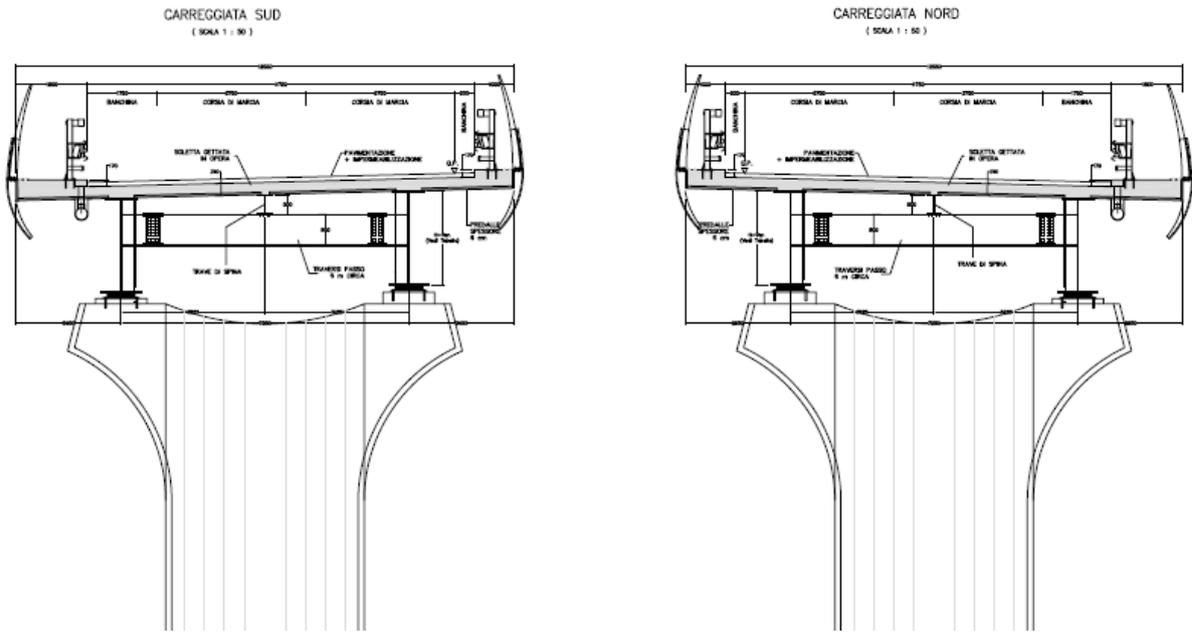


Figura 10.4 - Viadotto in struttura composta

Caso a parte è quello del viadotto Muccia per il quale, considerata la particolarità dei luoghi e la necessità di rendere più trasparente il manufatto, si è ricorso ad uno schema strutturale del tipo ‘a via inferiore’, da realizzarsi mediante una struttura in acciaio corten che incorpora nel suo spessore le barriere antirumore, contenendo così l’ingombro complessivo del manufatto (Figura 10.5).

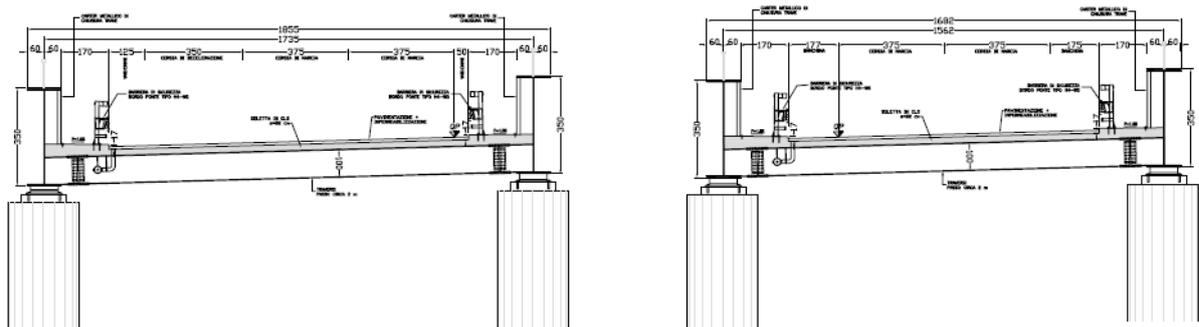


Figura 10.5 - Viadotto Muccia (a via inferiore)

I viadotti in struttura composta presenti nel sublotto 1.2 sono i seguenti:

Asse NORD

Nome	Lungh.	Campate	Prog. In.	Prog.Fine
SAN LORENZO I	351,08	38,04+5x55+38,04	1+975,01	2+324,76
SAN LORENZO II	189,98	39,99+2x55+39,99	3+497,00	3+687,35

PALE	83,00	2x33+17	4+807,91	4+892,19
VIADOTTO SCOPOLI	359,20	55,49+65,13+40,2+45,0+57,56+57,66+38,16	7+241,75	7+600,00
CHIANTI II	430,00	40x6+55+80+55	31+094,00	31+524,00
MUCCIA	225,00	52,5+62,5+2x47,5	33+137,96	33+362,50

Asse SUD

Nome	Lungh.	Tipo	Prog. In.	Prog. Fine
SAN LORENZO I	344,22	37,96+5x53,76+37,46	1+973,15	2+318,46
SAN LORENZO II	190,34	40,17+2x55+40,17	3+485,00	3+674,96
PALE	112,00	2x42,5+27	4+803,96	4+915,96
VIADOTTO SCOPOLI	400,17	35,08+65,03+52,12+52,17+59,1+59,2+39,92+37,53	7+203	7+604,50
CHIANTI II	188,00	54+80+54	31+365,84	31+553,84
MUCCIA	217,00	52+2x65+35	33+130,43	33+347,86

Svincolo MENOTRE

Nome	Lungh.	Campate	Prog. In.	Prog. Fine
RAMPA B V. Scopoli	129,00	64,50+3x21,5	0+536,87	0+661,50
RAMPA A V. Scopoli	100,00	62+38	0	0+100,00

Le fondazioni sono generalmente del tipo profondo su pali di grande diametro o su pozzi; localmente, in presenza di substrato roccioso affiorante, sono previste fondazioni dirette.

Definizione delle strategie di protezione sismica

La strategia di protezione sismica è stata diversificata in funzione della tipologia dei viadotti e della loro geometria, con particolare riferimento alla lunghezza ed altezza dell'opera. In generale sono stati adottati i criteri seguenti:

Viadotti a travi prefabbricate in c.a.p.:

- Campate in semplice appoggio collegate mediante soletta di continuità (catena cinematica);
- Utilizzo di isolatori elastomerici (su pile e spalle);
- Analisi sismica condotta con lo spettro elastico (fattore di struttura $q=1$).

Viadotti (o tronchi di viadotto) in struttura composta a geometria irregolare (pile fino a 15 m):

- Impalcato continuo;

- Utilizzo di isolatori elastomerici con nucleo di piombo (sulle pile);
- Appoggi multidirezionali (sulle spalle);
- Analisi sismica condotta con l'uso di accelerogrammi simulati artificialmente a partire dagli spettri elastici (fattore di struttura $q=1$).

Viadotti (o tronchi di viadotto) in struttura composta a geometria regolare (pile fino a 20-30 m):

- Impalcato continuo;
- Appoggi unidirezionali longitudinali (sulle spalle);
- Appoggi multidirezionali (sulle pile basse);
- Appoggi fissi (sulla pila centrale);
- Appoggi unidirezionali longitudinali (sulle restanti pile) accoppiati a dispositivi di vincolo dinamico (shock-transmitters) per consentire i movimenti termici;
- Analisi sismica condotta con fattore di struttura $q=3,5$ con gerarchia delle resistenze sulle pile.

Per il viadotto Muccia, data la particolare tipologia (a via inferiore con pile a colonna circolare isolate) sono stati invece previsti:

- Dissipatori viscosi in direzione trasversale sulle pile e sulle spalle;
- Dissipatori viscosi in direzione longitudinale sulle sole spalle (che sopportano l'intera azione sismica longitudinale);
- Isolatori elastomerici con funzione di ricentraggio elastico sulle pile e sulle spalle;
- Analisi sismica condotta con l'uso di accelerogrammi simulati artificialmente a partire dagli spettri elastici (fattore di struttura $q=1$).

10.4. Opere d'arte minori

Opere di attraversamento stradale

Tali opere sono costituite, in generale, da sottovia scatolari, realizzati ex novo o a prolungamento di sottopassi esistenti, necessari per mantenere la continuità della rete viaria esistente attraverso la nuova infrastruttura. I manufatti scatolari hanno sezione rettangolare, di dimensioni variabili secondo il tipo di strada interferente, e sono realizzati in calcestruzzo armato interamente gettato in opera.

I sottovia presenti nel sublotto sono riassunti nella tabella seguente:

Progressiva	Dim. interne	Lunghezza	Spess. soletta	Spess. Fondaz.	Spess. Piedr.
Pr. 00+510.30	5.00x4.50	13,5	0.70	0.90	0.60
Pr. 00+937.76	9.00x5.50	35,45	1.20	1.40	0.80
Pr. 33+115.79	12.00x6.00	35,0+33,2	1.30	1.50	1.20
Pr. 33+377.07	12.00x6.00	41,7+39,6	1.30	1.50	1.20

Opere di attraversamento idraulico

Le opere di attraversamento idraulico sono costituite da:

- Tombini scatolari in c.a.;
- Tombini circolari prefabbricati in cls (Ø1500 sull'asse principale; Ø1000 sulle deviazioni della viabilità secondaria e svincoli; Ø800 per il collegamento dei fossi di guardia).

Opere di sostegno

La vicinanza di insediamenti produttivi o residenziali e comunque i vari vincoli presenti nell'intorno dell'infrastruttura in progetto hanno determinato in alcuni casi l'impossibilità di realizzare la sezione tipo dei rilevati con pendenza delle scarpate 2/3. In altri casi tale circostanza deriva dalla pendenza dei versanti, soprattutto nelle zone a mezza costa, con conseguente necessità di opere di sostegno, sia di sottoscarpa, sia di controripa, al fine di ridurre l'occupazione e, talvolta, proprio per rendere possibile la realizzazione delle opere.

A causa della forte sismicità dell'area e del consistente aggravio delle sollecitazioni sismiche introdotto dalla nuova normativa, non si è ritenuto opportuno realizzare i classici muri di sostegno a mensola in c.a., ma si è optato per opere a gravità e muri prefabbricati di tipo speciale.

In particolare, per il sostegno dei rilevati sono state utilizzate le seguenti tipologie di muri:

- muri in terra armata;
- muri in terra verde rinforzata.

Per i muri di controripa, al fine di contenere gli sbancamenti a tergo, sono state invece adottate gabbionate fino a 6 m di altezza e muri prefabbricati in c.a. con mensola di contrappeso per le altezze superiori.

La scelta dei gabbioni è stata dettata soprattutto dalla notevole disponibilità di smarino proveniente dalle gallerie. Per quanto riguarda i muri prefabbricati, la tipologia proposta si presta bene allo specifico utilizzo previsto, in particolare in zona sismica, trattandosi di elementi articolati vincolati (mediante giunto a cerniera) a una fondazione di dimensioni contenute e dotati di mensola posteriore di contrappeso ad altezza intermedia che consente di minimizzare gli scavi provvisori a tergo del muro riducendo il volume di terreno da sbancare.

11. Cantierizzazione

Per la definizione del progetto di cantierizzazione sono state individuate ed approfondite le seguenti tematiche:

- Individuazione delle aree logistiche (campi base), in relazione al collegamento con la viabilità ordinaria esistente sul territorio e con le aree di lavorazione ed indicazione delle caratteristiche e degli apprestamenti necessari;
- individuazione delle aree di cantiere secondarie, definite sulla base delle esigenze legate alle varie tipologie di opere, dell'esame dei collegamenti con la viabilità esistente, dell'accesso all'area logistica, dei vincoli ambientali e di carattere locale ed indicazione delle caratteristiche e degli apprestamenti necessari;
- individuazione delle aree di stoccaggio, definite sulla base delle esigenze legate all'esecuzione delle opere ed in particolare delle gallerie, con particolare attenzione ai collegamenti con la viabilità esistente;
- individuazione delle aree per impianti vari (prefabbricazione conci, frantumazione e betonaggio), definite sulla base delle esigenze legate all'esecuzione delle opere, all'equidistanza e con particolare attenzione ai collegamenti con la viabilità esistente;
- mantenimento della viabilità esistente, anche con predisposizione di eventuali deviazioni provvisorie;
- Studio delle aree di cantiere tipo in corrispondenza delle opere d'arte;
- Indicazioni sulle caratteristiche di realizzazione del campo base.

Inoltre sono state individuate e progettate una serie di strade per il collegamento dalla viabilità principale alle aree operative di cantiere, in particolare agli imbocchi delle gallerie e ai viadotti. Tali viabilità sono in parte di nuova realizzazione ed in parte di adeguamento di strade esistenti. Infine, nel progetto di cantierizzazione sono state individuate le cave e le discariche fruibili nelle zone interessate dai lavori.

12. Interventi di inserimento e mitigazione ambientale

La necessità di mitigare e inserire correttamente nel paesaggio locale le nuove tratte del Quadrilatero Umbria-Marche è stata impostata sul mantenimento del corredo floristico locale (in particolare arboreo e arbustivo), arricchendolo ove necessario con elementi fortemente legati alle specifiche ecologiche e microclimatiche.

Gli ambiti attraversati dalle opere che compongono i sublotto 1.2 e 2.1 della SS 77 presentano caratteri di eterogeneità, poiché contengono formazioni forestali delle quote medio-alte dell'Appennino centrale - tratta Volperino-Pontelatrave, con altitudine media di circa 700-750 m s.l.m., con presenza di microclimi fresco-umidi nelle vallette con esposizione a nord - e di situazioni più xero-termofile, nei versanti esposti a meridione e alle quote più basse (dintorni di Foligno).

In corrispondenza dei tratti iniziali e finali dell'intervento sono presenti formazioni vegetali deteriorate o ruderali, tipiche delle pianure antropizzate.

L'intervento di inserimento paesaggistico in primo luogo, e secondariamente le esigenze di mitigazione di situazioni specifiche, hanno condotto alla elaborazione di alcune tipologie base relative a punti notevoli dei tracciati, che sono stati applicati nell'intero progetto, con le dovute modifiche dei parametri compositivi. Le tipologie individuate sono le seguenti:

- tratti a mezza costa;
- tratti in prossimità dei centri urbani;
- tratti in pianura;
- imbocchi e sbocchi delle gallerie;
- viadotti.

Un breve glossario serve a chiarire i significati attribuiti alla terminologia essenziale utilizzata.

Per interventi di **ripristino** si intendono quelli localizzati all'interno di aree non direttamente interferite dal progetto: si tratta in particolare di aree per lo stoccaggio dei materiali, piste di cantiere e le stesse aree destinate alle lavorazioni. In queste zone è stato previsto un intervento finalizzato alla restituzione dei luoghi alle condizioni iniziali, se l'uso attuale è di tipo agricolo, o all'impianto di specie arboree e arbustive per le aree intercluse, con "ripristino" naturale della vegetazione autoctona, eliminando le eventuali cause di degrado ambientale preesistenti o determinate dalla realizzazione dell'opera.

Gli interventi di **inserimento** sono previsti nelle zone in cui il progetto interferisce in modo sostanziale e permanente con il paesaggio, ad esempio in prossimità degli imbocchi delle gallerie, nelle zone in trincea ed in rilevato, modificandone significativamente la conformazione morfolo-

gica. Sono finalizzati al miglioramento delle condizioni antecedenti l'intervento, mediante l'impianto di vegetazione arborea e arbustiva, utile a creare uno schermo visivo per mascherare o un "cannocchiale" per evidenziare e attirare l'attenzione su emergenze ambientali, paesaggistiche, monumentali e storiche.

Con tali interventi si formeranno i nuclei costitutivi di più ampi ecosistemi ad integrazione e completamento di quelli esistenti. Tale risultato verrà ottenuto con piccoli interventi localizzati, inizialmente utilizzando specie ed associazioni vegetali pioniere, capaci di favorire il raggiungimento autonomo di livelli di complessità strutturale e di diversità biologica più elevati.

Tali interventi sono previsti soprattutto dove la conformazione stessa dei luoghi rende inevitabili interventi onerosi per l'ambiente (sbancamenti, creazione di rilevati, scavo in roccia), non permettendo tracciati alternativi meno impattanti.

In una seconda fase sono state analizzate le possibili migliorie nell'inserimento delle opere di mitigazione (barriere acustiche in particolare), sostituendo o integrando ove possibile le barriere stesse con dune in terra, modellate opportunamente e rinverdate per eliminare l'effetto "muro" creato dalle barriere metalliche.

Infine sono state affrontate le problematiche legate alla frammentazione del territorio causata dalla nuova infrastruttura, cercando di ricreare le condizioni iniziali di "permeabilità biologica" garantendo la presenza di passaggi faunistici naturali o artificiali almeno ogni 1500 m. I passaggi sono stati individuati in corrispondenza dei numerosi viadotti previsti in progetto, ma soprattutto nei corridoi naturali più ampi presenti sopra le gallerie artificiali e naturali.

Tra gli interventi previsti sono presenti tipologie diverse in funzione delle quote e delle esposizioni dei tratti di infrastruttura realizzati all'esterno (tra una galleria e la successiva).

Inserimenti e mitigazioni comprendono quindi:

- dune vegetate con specie diverse in base alla funzione e alle condizioni stazionali, sia all'esterno dell'opera che negli spazi tra le due carreggiate (vegetazione preferenzialmente sempreverde);
- imbocchi e sbocchi di gallerie (arbusti a consolidamento delle scarpate denudate e miscuglio di specie erbacee con apparati radicali fittonanti e superficiali);
- consolidamento di versanti acclivi denudati (impiego talee di salici - *S. purpurea* e *S. triandra* - e olivello spinoso);
- mascheramento di cantieri operativi (impianto di siepi fitte con specie sempreverdi e spoglianti perimetralmente ai cantieri, da effettuarsi prima dell'avvio dei lavori);
- realizzazione di filari alberati lungo la viabilità esistente e lungo alcuni brevi tratti di quella in progetto (le specie sono state scelte in funzione di eventuali preesistenze e delle condizioni paesaggistiche e microclimatiche locali; anche questo tipo di interventi possono essere effettuati fin dall'avvio dei lavori, nei tratti di viabilità esistente che non subirà modifiche geometriche);

- inserimento e mitigazione delle aree spartitraffico, caratterizzate da ampiezze anche di parecchi metri (con specie arbustive aventi carattere ornamentale, disposte ad intervalli di 20-30 m, per creare una variazione cromatica piacevole, oltre che uno schermo ai fari delle auto).

Mitigazione acustica

Scopo dello studio acustico è l’ottimizzazione degli interventi di mitigazione previsti nello Studio di Impatto Ambientale, componenti “rumore”, relativo al progetto preliminare del sublotto in oggetto.

L’analisi dello stato acustico attuale dell’ambiente ha prefigurato una caratterizzazione dei livelli sonori ante operam all’interno di un corridoio di interferenza acustica di ampiezza di 100 m per lato a partire dal ciglio esterno della sede stradale. All’uopo si è resa necessaria un’apposita campagna di rilievi fonometrici i cui risultati sono riportati nella specifica relazione tecnica allegata al presente progetto definitivo.

La metodologia adottata per la valutazione della rumorosità di progetto nelle condizioni più critiche è consistita nella creazione di un modello acustico tridimensionale, tarato sui risultati della campagna di misure fonometriche. Per verificare la compatibilità del progetto con gli standard, lo studio ha tenuto conto delle leggi nazionali vigenti. Il confronto tra i livelli di rumore previsti ed i valori limite di immissione di rumore ha permesso di determinare gli obiettivi di mitigazione acustica, sui quali sono stati ridimensionati gli eventuali interventi di mitigazione. La verifica è stata compiuta per i primi due piani degli edifici, prendendo a riferimento il più sfavorito per la definizione delle opere di bonifica. Il lavoro è stato condotto in modo tale da cercare di eliminare le criticità acustiche secondo il criterio dettato dall’art. 5 del D.M. Ambiente 29/11/2000, il quale prescrive che gli interventi strutturali finalizzati all’attività di risanamento devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente rumorosa
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore
- direttamente sul ricettore.

Le barriere antirumore utilizzate per limitare le immissioni sonore della nuova infrastruttura in progetto sono di forma bidimensionale e dotate di elemento diffrattore sommitale. Tali barriere possono raggiungere altezze comprese tra i 2 ed i 4,5 m e lunghezze variabili in funzione dell’estensione dell’area da proteggere. In casi particolari (viadotti esistenti Renaro e Uppello), è stato necessario utilizzare barriere acustiche di tipo “integrato”, ovvero combinate con la barriera di sicurezza, dati gli esigui spazi disponibili.

Per motivi paesaggistici e di inserimento ambientale, in alternativa alle barriere acustiche, è possibile ricorrere a terrapieni realizzati in modo da creare terrazze degradanti e rinverdite.

La resa acustica delle barriere è funzione della geometria sorgente-ricettore e della composizione spettrale del rumore che si deve attenuare. In linea di massima, con l'utilizzo delle barriere bidimensionali si possono ottenere attenuazioni acustiche variabili da 7 a 14 dB(A). Per raggiungere i risultati ottenuti con le simulazioni, le barriere antirumore dovranno essere dotate di elemento diffrattore sommitale di diametro pari a 600 mm.

13. Interferenze

Per quel che concerne le interferenze con i sottoservizi presenti nell'area oggetto dell'intervento, sono state svolte le seguenti attività:

- censimento delle interferenze sulla base di quanto previsto nel progetto preliminare;
- verifica delle interferenze con i pubblici servizi visibili con sopralluoghi in sito e successivi contatti con gli enti territoriali e gli enti gestori dei servizi per prendere conoscenza delle realtà locali;
- richiesta formale agli stessi enti e alle società che gestiscono pubblici servizi.

Inoltre, per ogni interferenza sono state redatte schede monografiche di sintesi ove sono riportate le seguenti informazioni: Ente di appartenenza, inquadramento territoriale, documentazione fotografica, breve descrizione dell'interferenza e della risoluzione proposta, stima dei tempi e dei costi necessari alla risoluzione (vedere elaborato “Schede monografiche di sintesi” codice LO703_AI_DP_GENEROO_INT_REL_002_A).

Le interferenze dei pubblici servizi più rilevanti tra quelle individuate sono il Metanodotto Recanati-Foligno di importanza interregionale, che trasporta il Metano dall'Adriatico alla Regione Umbria, il metanodotto METEMA e gli elettrodotti ENEL Alta Tensione.

Entrando maggiormente nel dettaglio, le interferenze che insistono nella zona oggetto d'intervento riguardano:

- Rete tecnologica: Energia elettrica
La *linea ENEL AT* interferisce, con un traliccio alto circa 20 m, alla progressiva di progetto 0+193 km (riferita all'asse nord), ovvero in corrispondenza del tratto iniziale in cui si prevede l'adeguamento dell'esistente carreggiata, già a quattro corsie, mediante l'ampliamento sul lato destro. La risoluzione indicata è lo spostamento del traliccio di circa 15 m a destra del rilevato, in quanto l'area interessata è libera da fabbricati poiché attualmente coltivata a seminativo.

Per l'interferenza ENEL AT alla progressiva 0+280 km (sempre riferita all'asse nord) si prevede lo spostamento del traliccio in modo da allontanarlo dal piede del rilevato di progetto.

L'interferenza ENEL AT in corrispondenza dell'abitato di Ponte S.Lucia, con lo svincolo "Val Menotre" non esiste più, in quanto lo svincolo è stato spostato più a nord con il progetto della nuova Variante di Pale. Resta comunque l'interferenza, non più con il tracciato di progetto, ma con le aree di cantiere ubicate nella stessa area. La linea AT in questa area è costituita da 4 tralicci alti circa 12 m.

Per quanto riguarda le *linee ENEL Media e Bassa Tensione* censite, nella maggior parte dei casi l'interferenza è caratterizzata dalla presenza di pali o cavi in aree interessate dalla carreggiata o dai cantieri che verranno aperti, come ad esempio nel cantiere di Ponte S.Lucia. La risoluzione prevista è di due tipologie, tramite spostamento della linea aerea o interrimento della stessa.

- Rete tecnologica: Metanodotto

Il metanodotto Recanati-Foligno di interesse nazionale è gestito dalla SNAM Rete Gas Spa ed interferisce con il tracciato di progetto nel tratto marchigiano.

Per la gran parte delle interferenze censite la risoluzione proposta è la protezione della condotta con apposito tubo di protezione.

L'interferenza più rilevante viene riscontrata nell'abitato di Muccia in corrispondenza delle spalle del viadotto Muccia, alla progressiva km 33+453. Per permettere la realizzazione delle opere sarà necessario spostare la condotta ad adeguata distanza dalle opere in progetto. Il tempo per la risoluzione dell'interferenza è stimabile in 12-18 mesi.

- Rete tecnologica: Acquedotto

Le interferenze con l'acquedotto non presentano particolari problematiche di risoluzione, in quanto si tratta di condotte di distribuzione dell'acqua per centri abitati di montagna, con l'eccezione del progetto "Valle Umbra", in corso di realizzazione nei pressi di Ponte S. Lucia, che comunque non interferisce più con l'asse di progetto a seguito dello spostamento dello Svincolo Valmenotre.

- Rete tecnologica: Fognature

L'interferenza di maggiore rilevanza per le fognature del depuratore era stata individuata nel progetto preliminare a base di gara nei pressi dello svincolo "Val Menotre", nelle frazioni di Pale e di Ponte S. Lucia in Comune di Foligno. Con il progetto della Variante di Pale prescritto dal CIPE, e quindi con lo spostamento più a nord dello svincolo, tale interferenza non esiste più.

Negli altri tratti le interferenze con le fognature riguardano tubazioni a servizio dei piccoli centri abitati di montagna.

14. Quadro economico

Si rimanda allo specifico elaborato progettuale GENER 00 CMS CMT 002 rev.B

15. Cronoprogramma dei lavori del Sublotto 1.2

Si rimanda allo specifico elaborato progettuale GENER 00 CMS CRO 001 rev.B