

**ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO  
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa  
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)  
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)  
1° stralcio**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. AN58

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**PROGETTISTI:**

*Ing. VINCENZO MARZI  
Ordine Ingegneri di Bari n. 3594*

**IL GEOLOGO**

*Geol. FRANCESCO MATALONI  
Ordine Geologici del Lazio n. 725*

**IL RESPONSABILE DEL S.I.A.**

*Arch. GIOVANNI MAGARO'  
Ordine Architetti di Roma n. 16183*

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Geom. FABIO QUONDAM*

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

*Dott. ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI*

**PROTOCOLLO**

**DATA:**

**Cantierizzazione  
Relazione**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE				
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00CA00CANRE01_B						
L0702M	D	1801	CODICE ELAB.	T00	CA00	CAN	RE01	B	varie
D									
C									
B	AGGIORNAMENTO			Luglio	19				
A	EMISSIONE			Giugno	2018				
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO			

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>7</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO</b> .....	<b>9</b>
<b>3. ASSETTO LOGISTICO ED OPERATIVO DEI CANTIERI</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 UBICAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI CANTIERI</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2 CANTIERE BASE CB01 – CB02</b> .....	<b>18</b>
3.2.1 Raccolta e smaltimento acque .....	19
3.2.2 Approvvigionamento energetico .....	20
3.2.3 Ripristino aree di cantiere.....	20
<b>3.3 CANTIERI OPERATIVI IMBOCCO LATO UMBRIA (CO 01), PONTE GUINZA (CO 02) E BYPASS SANT’ANTONIO (CO 03)</b> .....	<b>22</b>
3.3.1 Cantiere Operativo CO 01 Imbocco Umbria .....	23
3.3.2 Cantiere Operativo CO 02 Ponte Guinza .....	24
3.3.1 Cantiere Operativo CO 03 by pass Sant’Antonio .....	24
<b>3.4 AREE STOCCAGGIO TEMPORANEE</b> .....	<b>25</b>
<b>4. LAVORI DI SCAVO E MANUTENZIONE VIADOTTI</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1 SCAVO DI OPERE SOTTERRANEO</b> .....	<b>26</b>
4.1.1 Avanzamento meccanico mediante fresa puntuale o martellone (TSM) .....	30
<b>4.2 SCAVI A CIELO APERTO</b> .....	<b>33</b>
4.2.1 Collegamento lato Umbria .....	34
4.2.2 Paratia di imbocco esistente .....	34
4.2.3 Rilevato rinforzato a ritombamento dell’imbocco .....	36
4.2.4 Muri “Asse 3” e “Asse 5” .....	38
4.2.5 Muro di consolidamento paratia esistente rotatoria .....	42
4.2.6 Tombino idraulico .....	43
4.2.7 Chiodatura lungo S.P. 200 .....	47
4.2.8 Imbocco lato Marche galleria Guinza.....	48

---

4.2.9 Collegamento lato Marche .....	50
<b>4.3 LAVORAZIONI ALLO SCOPERTO MANUTENZIONE STRAORDINARIA VIADOTTI....</b>	<b>52</b>
4.3.1 Ponte Guinza .....	54
4.3.2 Viadotto Valpiana .....	56
4.3.3 Viadotto Sorgente .....	57
4.3.4 Viadotto Pieruccia .....	57
4.3.5 Sottovia scatolare Lato Marche .....	59
<b>5. MACCHINARI E ATTREZZATURE UTILIZZATE DURANTE I LAVORI.....</b>	<b>61</b>
<b>6. BILANCIO MATERIE .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1 SITI DI APPROVVIGIONAMENTO E DI DESTINAZIONE FINALE DEI MATERIALI IN ESUBERO.....</b>	<b>65</b>
6.1.1 Siti di estrazione e approvvigionamento inerti.....	65
<b>6.2 AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO.....</b>	<b>68</b>
6.2.1 Durata del deposito delle terre.....	70
<b>6.3 SITI DI DEPOSITO DEFINITIVO TERRE.....</b>	<b>71</b>
<b>6.4 SITI DI CONFERIMENTO MATERIALI DA DEMOLIZIONE .....</b>	<b>73</b>
6.4.1 Viabilità interessata dalla movimentazione terre e materiali .....	74
<b>7. FLUSSI DI TRAFFICO .....</b>	<b>77</b>
<b>7.1 FLUSSI DI TRAFFICO LEGATI ALLA CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>77</b>
7.1.1 Viabilità di cantiere .....	77
7.1.2 Flussi di smarino .....	78
<b>8. FASI DI CANTIERE .....</b>	<b>82</b>
<b>8.1 FASIZZAZIONE INTERVENTI STRUTTURALI GALLERIA GUINZA .....</b>	<b>82</b>
8.1.1 Intervento tipo A: demolizione e ricostruzione rivestimenti provvisori e definitivi .....	82
8.1.2 Intervento tipo B: chiodatura della calotta .....	85
8.1.3 Intervento tipo C: intervento di alesaggio e ricostruzione di rivestimento armato in corrispondenza dei ventilatori.....	85
<b>8.2 FASIZZAZIONE SVINCOLO LATO UMBRIA.....</b>	<b>87</b>

---

8.2.1 Fase 1 (traffico su viabilità esistente) .....	89
8.2.2 Fase 2 (traffico su viabilità esistente) .....	90
8.2.3 Fase 3 (traffico deviato sul piazzale).....	91
8.2.4 Fase 4 (traffico deviato sul piazzale).....	92
8.2.5 Fase 5 (traffico deviato lato valle) .....	93
8.2.6 Fase 6 (traffico deviato lato monte) .....	94
8.2.7 F Fase 7 (completamento impianti).....	95
8.2.8 Fase 8 (traffico su nuova viabilità di progetto) .....	96
<b>8.3 FASIZZAZIONE SVINCOLO LATO MARCHE.....</b>	<b>98</b>
8.3.1 Fase 1 .....	99
8.3.2 Fase 2.....	99
8.3.3 Fase 3.....	100
8.3.4 Lavori da svolgersi in prossimità di pubblico transito.....	101
<b>9. IDENTIFICAZIONE E MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE.....</b>	<b>102</b>
<b>9.1 ATMOSFERA.....</b>	<b>104</b>
9.1.1 La descrizione degli inquinanti considerati per la fase di cantiere .....	104
9.1.2 Analisi degli impatti sulla componente in fase di realizzazione delle opere.....	108
9.1.3 Mitigazioni previste.....	112
<b>9.2 ACQUE.....</b>	<b>121</b>
9.2.1 Interventi di mitigazione .....	124
<b>9.3 SUOLO.....</b>	<b>130</b>
9.3.1 Descrizione degli impatti .....	130
9.3.2 Descrizione degli interventi di mitigazione .....	131
<b>9.4 RUMORE .....</b>	<b>133</b>
9.4.1 Descrizione degli impatti .....	133
9.4.2 Descrizione degli interventi di mitigazione .....	134
<b>9.5 VEGETAZIONE.....</b>	<b>136</b>
9.5.1 Interventi di mitigazione .....	136

<b>9.6 FAUNA .....</b>	<b>138</b>
9.6.1 Analisi degli impatti .....	138
9.6.2 Descrizione degli interventi di mitigazione .....	138

## INDICE FIGURE

Figura 1- Suddivisione in tratti del percorso E45-Mercatello sul Metauro attraverso la Galleria della Guinza .....	9
Figura 2- Planimetria dell'intersezione sul lato umbro della Galleria della Guinza (Rotatoria 1) .....	10
Figura 3 - Planimetria dell'intersezione sul lato marchigiano della galleria della Guinza (Rotatoria 2).....	10
Figura 4- Corografia cantieri.....	17
Figura 5- Layout Cantiere Base 01 .....	18
Figura 6 - Layout Cantiere Base 02.....	19
Figura 7- Cantiere Operativo CO 01 .....	23
Figura 8 - Cantiera Operativo CO 02 .....	24
Figura 9 - Cantiere Operativo CO 03 .....	24
Figura 10 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 01      Figura 11 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 02 .	25
Figura 12 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 03      Figura 13 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 04 .	25
Figura 14 - Metodo di avanzamento in galleria .....	26
Figura 15 - Convogliamento delle venute d'acqua in galleria.....	27
Figura 16 - Lavorazione di scarifica della calotta nelle parti ammalorate .....	28
Figura 17 - Sezione tipo di avanzamento A1 .....	29
Figura 18 – Sezione tipo di avanzamento A2 .....	30
Figura 19 - Fresa Puntuale TSM .....	31
Figura 20- Sezione scavo di galleria con martello .....	32
Figura 21 - Opere geotecniche presso il collegamento lato Umbria .....	34
Figura 22 - Paratia Guinza imbocco esistente: sviluppata .....	35
Figura 23 - Paratia di imbocco esistente: rilevato provvisorio per l'esecuzione dei tiranti integrativi .....	36
Figura 24 - Rilevato rinforzato a tombamento della paratia di imbocco: sezione tipo .....	37

Figura 25 - Scavo di sbancamento per la costruzione del muro .....	39
Figura 26 - Esecuzione dei micropali di fondazione del muro.....	39
Figura 27 - Costruzione del muro di sostegno.....	40
Figura 28 - Riempimento a tergo del muro.....	40
Figura 29 - Deviazione viabilità e realizzazione rilevato lato monte.....	41
Figura 30 - Deviazione viabilità e realizzazione rilevato lato valle .....	41
Figura 31 - Muro di consolidamento paratia esistente rotatoria.....	43
Figura 32- Tombino idraulico: sezione tipo scavo aperto .....	44
Figura 33 - Tombino idraulico: sezione tipo scavo con chiodatura e spritz beton con rete e.s.....	44
Figura 34 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 1 .....	45
Figura 35 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 2.....	45
Figura 36 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 3.....	46
Figura 37 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 4.....	46
Figura 38 - Chiodatura S.P. 200: sezione tipologica .....	47
Figura 39 - Imbocco lato Marche galleria Guinza: intervento sulla parete rocciosa con chiodatura e rete metallica.....	49
Figura 40 - Piattaforma aerea sottoponte.....	53
Figura 41 - Ponte Guinza.....	55
Figura 42 - Sezioni longitudinale e trasversale del ponte .....	56
Figura 43 - Cordolo del viadotto metallico .....	57
Figura 44 - Vista dal basso del viadotto Pieruccia .....	58
Figura 45 - Particolare del cordolo .....	58
Figura 46 - Intervento di sistemazione del sottovia .....	60
Figura 47 - Cava, Impianti di approvvigionamento e siti di smaltimento.....	67
Figura 48 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 01    Figura 49 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 02 ..	68
Figura 50 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 03    Figura 51 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 04 ..	68
Figura 52 - Siti di deposito definitivo Molino dei Roghi e cava di Olmo .....	72
Figura 53 - Autocarro a cassone ribaltabile, volume di carico 21 m <sup>3</sup> .....	76
Figura 54- Corografia cantieri .....	78
Figura 55 - Schematizzazione Movimenti Materie per la movimentazione dei mezzi .....	81
Figura 56 - Svincolo lato Umbria.....	87

Figura 57 - Fase 1 .....	89
Figura 58 - Fase 2 .....	90
Figura 59 - Fase 3 .....	91
Figura 60 - Fase 4 .....	92
Figura 61 - Fase 5 .....	93
Figura 62 - Fase 6 .....	94
Figura 63 - Fase 7 .....	95
Figura 64 - Fase 8 .....	96
Figura 65 - Planimetria Idraulica dell'intersezione Lato Umbria .....	97
Figura 66 - Svincolo lato Marche.....	98
Figura 67 - Fase 1 .....	99
Figura 68 - Fase 2 .....	99
Figura 69 - Fase 3 .....	100
Figura 70 - planimetria Idraulica dell'intersezione Lato Marche .....	100
Figura 71 - Schema segnaletico per la parzializzazione della sede stradale (DM 10/07/2002).....	101
Figura 72 - Barriera antipolvere: pianta prospetto e sezione.....	114
Figura 73 - Bagnature piste e piazzali .....	
Figura 74 - Macchina spazzatrice.....	116
Figura 75 - Impianto di lavaggio pneumatici.....	116
Figura 76 - Svuotamento Betoniera .....	
Figura 77 - Esempio di impianto di lavaggio ruote.....	

## 1.PREMESSA

L'itinerario E78 S.G.C. Grosseto-Fano, appartiene alla rete transeuropea stradale "comprehensive pianificata" TEN-T, definita da Regolamento UE n.1315/2013 dal Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2013, sugli orientamenti dell'Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti. L'itinerario nasce con l'obiettivo di collegare il versante tirrenico a quello adriatico della Penisola. La lunghezza complessiva dell'itinerario è di circa 270 Km ed attraversa la Toscana, l'Umbria e le Marche. Ad oggi alcuni tratti della E78 sono stati realizzati e messi in esercizio, altri tratti sono in fase di esecuzione lavori, ed altri sono in fase di progettazione, come di seguito indicati:

- Tratto 1: Grosseto – Siena (11 lotti: 5 in esercizio, 4 in esecuzione, 1 in gara per affidamento lavori ed 1 in progettazione);
- Tratto 2: Siena – Rigomagno (4 lotti: 3 in esercizio, 1 in progettazione);
- Tratto 3: Rigomagno – Nodo di Arezzo (in esercizio con tratto Autostrada A1);
- Tratto 4: Nodo di Arezzo – Selci Lama (E45) (8 lotti: 6 in esercizio, 2 in progettazione);
- Tratto 5: Selci Lama(E45) - S. Stefano di Gaifa (10 lotti, 1 ultimato, 9 in progettazione);
- Tratto 6: S.Stefano di Gaifa – Fano (in esercizio).

Il progetto di completamento dell'opera realizzata ma mai aperta al traffico è situato tra le regioni Umbria e Marche. L'imbocco lato Umbria è situato in località Parnacciano, Comune di San Giustino (PG), mentre l'imbocco lato Marche è situato a ridosso dell'abitato del Comune di Mercatello sul Metauro (PU).

Il comune di San Giustino si trova lungo l'asse della E45, che collega l'Umbria con l'Emilia-Romagna, ed è transitata da mezzi pesanti. Il comune di Mercatello sul Metauro è collegato alla costa adriatica con la SS73 bis di "Bocca Trabaria", che ha inizio a San Giustino (PG) in corrispondenza dello svincolo con la E45, rappresentando l'unica connessione trasversale tra l'Umbria e le Marche nell'Alto Tevere, e termina a Fano (PU).

L'economia dei due comuni sopra menzionati è basata principalmente sul turismo, dovuto alla vicinanza con importanti centri quali Perugia, Assisi, Urbino, e sulla piccola industria e l'artigianato locale. Va segnalato che di recente, il comune di Mercatello è stato inserito nei borghi più belli d'Italia<sup>1</sup>, proprio per la collocazione paesaggistica di cui gode e per la ricchezza dei monumenti. Il territorio in cui si inserisce l'opera è costituito da rilievi montuosi

---

<sup>1</sup> <http://borghipiubelliditalia.it/project/mercatello-sul-metauro/>

tipici dell'appennino umbro-marchigiano, in cui si alternano tratti di valico con versanti acclivi, presenza di boschi ed incisioni profonde.

Lo sviluppo totale del progetto di adeguamento dell'itinerario E78 Grosseto-Fano, Tratto Selci Lama (E45) – S.Stefano di Gaifa è di circa 10 Km, dove sono già state realizzate tutte le opere d'arte principali, come di seguito riportate, dalla carreggiata in progetto direzione Umbria, a meno delle opere di connessione con la viabilità esistente di inizio/fine intervento:

- Galleria della Guinza circa 6 Km, al netto della pavimentazione e della dotazione impiantistica;
- Tre gallerie: Valpiana, S. Veronica e S. Antonio (per complessivi 950 m), al netto delle dotazioni impiantistiche;
- Ponte Guinza (circa 30 m);
- Tre viadotti in carpenteria metallica: Valpiana, Sorgente e La Pieruccia (per complessivi 400 m);
- Opere stradali e idrauliche minori.

## 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

La Galleria della Guinza fa parte dell'itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto – Fano e si inserisce all'interno del 2° lotto del tratto compreso tra la E45, nei pressi dello svincolo di "Selci", e la località di "Mercatello sul Metauro". La galleria è costituita da un unico tratto completamente in rettilineo con pendenza dello 0.4% in discesa verso il lato marchigiano.

L'estensione complessiva del collegamento tra la E45 e Mercatello Sul Metauro è suddivisa nei tratti evidenziati in *Figura 1- Suddivisione in tratti del percorso E45-Mercatello sul Metauro attraverso la Galleria della Guinza* nella quale si distinguono:

- Un tratto di S.P.200 esistente da adeguare con uno sviluppo complessivo pari a circa 10 km (colore rosa);
- Galleria della Guinza (lotto 2), di lunghezza pari a circa 6 km (colore azzurro). La galleria coincide con l'estensione di tutto il lotto 2, al momento parzialmente realizzato;
- Tratto Guinza-Mercatello (lotto 3), che si estende dall'imbocco sul lato marchigiano della Guinza fino al termine dell'intervento poco prima dell'abitato di Mercatello, di lunghezza pari a circa 4 km (colori verde e giallo).

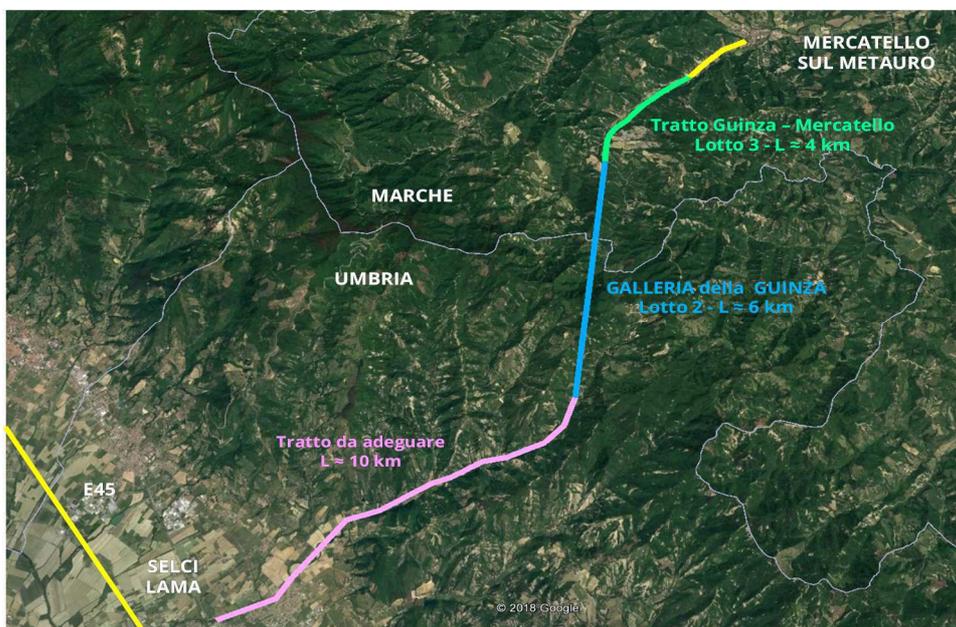


Figura 1- Suddivisione in tratti del percorso E45-Mercatello sul Metauro attraverso la Galleria della Guinza

Nei tratti a monte e a valle della Galleria della Guinza vengono realizzate due intersezioni di collegamento alla viabilità locale.

La connessione in località Parnacciano, sul lato umbro della galleria, verrà realizzata mediante l’inserimento di un’intersezione a rotatoria (di seguito Rotatoria 1) che si colloca nei pressi dell’imbocco della galleria stessa *Figura 2- Planimetria dell’intersezione sul lato umbro della Galleria della Guinza (Rotatoria 1)*.

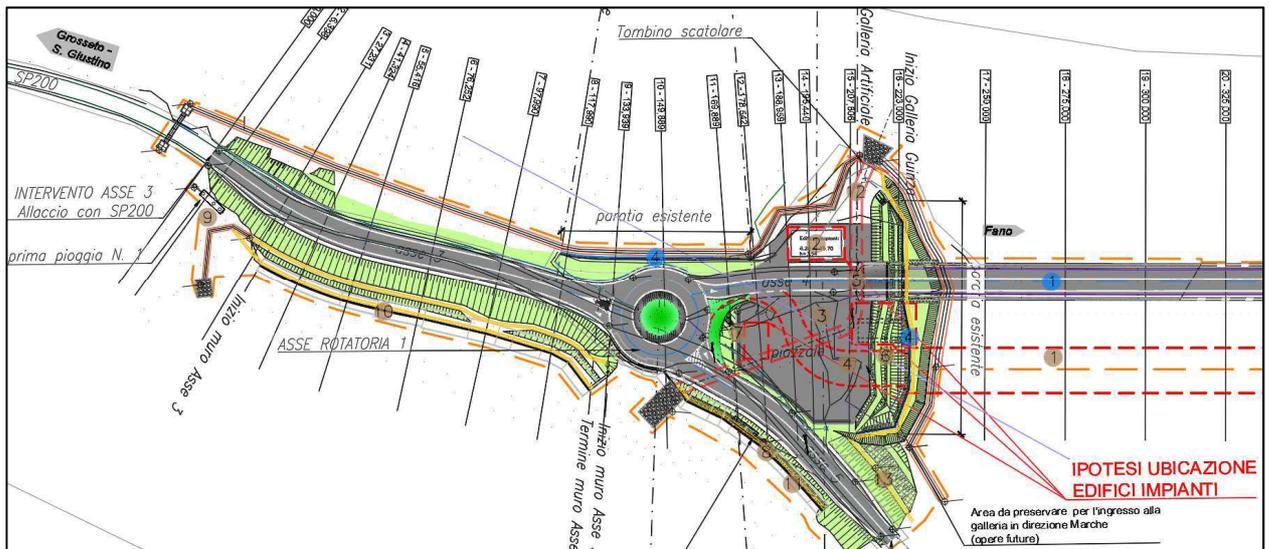


Figura 2- Planimetria dell’intersezione sul lato umbro della Galleria della Guinza (Rotatoria 1)

La seconda intersezione collocata sul lato marchigiano fa parte del lotto 3 ed è posizionata a circa 4 km dallo sbocco verso Mercatello della Galleria della Guinza (di seguito Rotatoria 2). L’intersezione si prevede venga realizzata con la viabilità esistente “Via Cà Lillina”, anche in questo caso mediante l’inserimento di una rotatoria **Errore. L’origine riferimento non è stata trovata.**

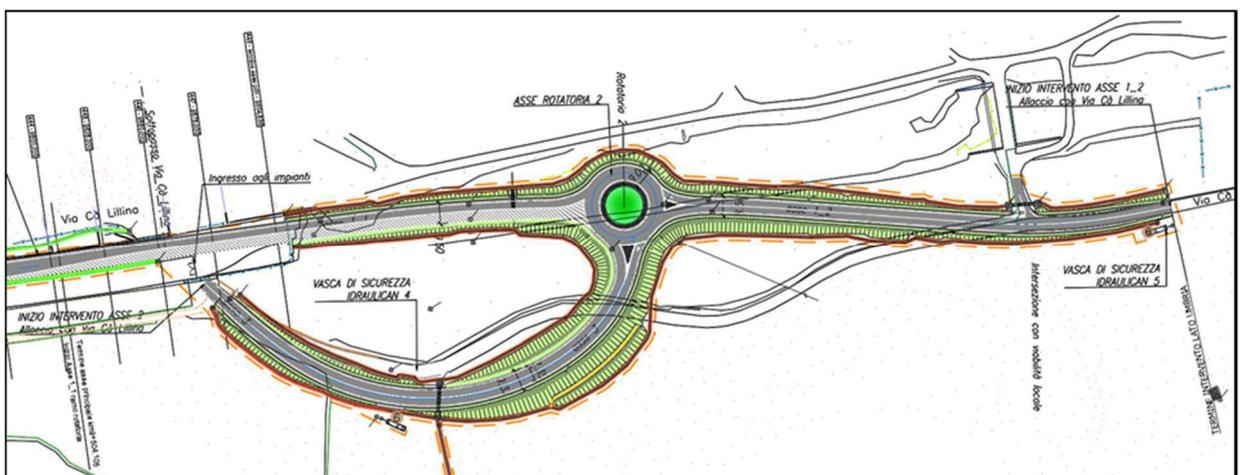


Figura 3 - Planimetria dell’intersezione sul lato marchigiano della galleria della Guinza (Rotatoria 2)

Lo stato dell'arte dell'infrastruttura iniziata anni orsono vede la carreggiata sud realizzata parzialmente, ed in particolare dall'imbocco sud della Galleria artificiale Santa Veronica (Km 6+936) alla progressiva Km 9+610 al netto degli strati di binder e usura. La carreggiata nord risulta invece realizzata (al netto degli strati di binder e usura) dalla progressiva Km 0+225 (imbocco lato Umbria della Galleria Guinza) alla progressiva Km 9+613.

L'innesto con la viabilità esistente lato Umbria (SP 200) prevede la realizzazione di una rotatoria con isola sormontabile (km 0+148) con finitura in pietra locale dello spessore di 6cm, parzialmente in rilevato con scarpata contenuta verso valle dalla presenza di un muro di sottoscarpa in c.a. di altezza variabile da 3.70m a 4.15m con fondazione in micropali. La connessione con la viabilità esistente (SP 200) in direzione Selci Lama prevede invece, l'adozione di una sezione tipo F2 (D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") con una configurazione in rilevato con muro di sottoscarpa in c.a. con fondazione in micropali ed estensione di 112m circa. Tale opera di sostegno ha inizio in corrispondenza della progressiva Km 0+030 e fine alla progressiva Km 0+129 ed altezza variabile da un minimo di 5m ad un massimo di 6.80m.

In modo simile la connessione con la viabilità esistente (SP 200) in direzione Parnacciano (nord) prevede la realizzazione di una nuova strada di collegamento con sezione trasversale di tipo F2 dello sviluppo complessivo di 90m dalla rotatoria di progetto alla pavimentazione esistente della SP 200. La presenza del fosso esistente sul lato est della strada di progetto impone l'adozione di una soluzione in rilevato con due muri di sottoscarpa. Un primo muro è previsto in corrispondenza dell'allaccio con la rotatoria di progetto ed avrà uno sviluppo complessivo di 58m circa e di altezza variabile da un minimo di 3.70m ad un massimo di 7.20m (dalla progressiva totale Km 0+134 alla Km 0+176). Un secondo muro è previsto in parallelo alla strada di collegamento. Quest'ultimo avrà uno sviluppo complessivo di circa 25m ed un'altezza di 4m ed andrà dalla progressiva totale Km 0+179 alla progressiva Km 0+199. Un ulteriore tratto di strada di progetto andrà a collegare la rotatoria prevista per lo svincolo lato Umbria con la Galleria Guinza esistente dove è prevista l'installazione dello strato di usura e di binder. Questa tratta, della lunghezza di 67m circa, differisce poco dalle quote del terreno esistente ed assume una configurazione di tipo C2 (D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade").

**Le opere esistenti in corrispondenza dell'imbocco lato Umbria della Galleria Guinza** includono:

- Due paratie di tipo berlinese con tiranti e travi HEA. Di queste solo la seconda avrà bisogno di un intervento di messa in sicurezza mentre sulla prima verrà realizzato un muro a tergo. La prima delle due paratie è posizionata sul lato ovest della rotatoria di progetto fra la progressiva totale Km 0+116 e la progressiva Km 0+134. La seconda paratia ha uno sviluppo complessivo di circa 85m ed è posizionata in corrispondenza della progressiva Km 0+225, la cui messa in sicurezza sarà propedeutica alla realizzazione dello svincolo.

- La galleria artificiale della Galleria Guinza è costituita da una paratia con struttura intelaiata della lunghezza di 10m (dalla progressiva Km 0+225 al Km 0+235). Per la questa sarà necessario prevedere la messa in sicurezza in corrispondenza del portale con un successivo ritombamento in terra rinforzata con materiale idoneo per una lunghezza pari alla paratia esistente (85m).
- Realizzazione di un by-pass carrabile di 12 m di profondità per l'allocazione degli impianti all'interno della galleria.

Saranno inoltre previsti nuovi di impianti di illuminazione, ventilazione, antincendio ed emergenza mediante realizzazione di edifici per l'alloggiamento degli stessi. Questi sono così riassunti:

- Edificio in sinistra del portale della Galleria Guinza (progressiva Km 0+197) con struttura in c.a. e dimensioni in pianta di 15.70m x 8.20m;
- Edificio per impianto antincendio in corrispondenza dell'imbocco lato Umbria comprendente una vasca antincendio gettata in opera (4.60m x 10m) interrata per 3.80m e collegata alla rete acquedottistica mediante un tubo in polietilene (DN 100). Tre tubi di aspirazione (DN 65) collegheranno l'impianto della vasca ad un edificio ospitante le pompe di aspirazione (progressiva Km 0+192) ed il collettore di mandata (DN 125) al circuito dell'impianto.
- Vasca di sicurezza idraulica interrata e gettata in opera (Km 0+193) a servizio della galleria e della viabilità di progetto lato Umbria di dimensioni 5.60m x 5.60m.
- Un fosso di guardia rivestito in calcestruzzo posto immediatamente a monte della paratia esistente e sul terreno rimodellato. Per questo è previsto un collegamento ad un pozzetto posto in prossimità del lato ovest del piazzale e quindi ad un tubo in calcestruzzo Ø1400.

**Gli interventi in corrispondenza dell'imbocco lato Marche della galleria naturale Guinza** esistente includono:

- La demolizione dell'artificiale esistente allo sbocco;
- La realizzazione di una nuova sezione di galleria artificiale della lunghezza di 6.40m alla progressiva totale Km 6+169;
- Una protezione dell'imbocco mediante l'installazione di una rete metallica a doppia torsione;
- La messa in sicurezza della struttura del ponte in c.a.p. a campata unica esistente, insieme alla demolizione dei cordoli in calcestruzzo, della pavimentazione esistente e dell'impermeabilizzazione. Gli interventi di progetto includono il rifacimento dei giunti e l'impermeabilizzazione dell'impalcato e successiva stesa della pavimentazione flessibile. I nuovi cordoli di progetto consentiranno l'installazione dei dispositivi di ritenuta ad una distanza di 1.30m dal bordo ponte.

Sempre in corrispondenza di quest'area è necessaria la realizzazione dei seguenti manufatti:

- Una vasca di prima pioggia (5.60m x 5.60m) la cui sistemazione è prevista sul lato ovest dell'infrastruttura in uscita dalla Galleria Guinza (Km 6+235). Questa andrà a servire la Galleria Guinza ed il collegamento idraulico sarà garantito mediante un tubo collocato sotto il cordolo ovest dell'impalcato del Ponte Guinza esistente fra le progressive Km 6+183 e Km 6+210;
- Una cabina di consegna Enel avente dimensioni 10m x 5m. Anche questo manufatto verrà posizionato sul lato ovest dell'infrastruttura in corrispondenza della progressiva Km 6+172.

L'installazione della vasca di prima pioggia necessita inoltre un ampliamento della pavimentazione esistente fra le progressive Km 6+258 e Km 6+212 per la realizzazione di un'area carrabile ed accessibile dalla E78. Quest'elemento di progetto includerà la rimodellazione del terreno esistente con il rifacimento della cunetta fra le progressive indicate.

**Gli ulteriori interventi di progetto sui viadotti in carpenteria metallica esistenti**, andranno ad interessare i viadotti con la demolizione dei cordoli esistenti in calcestruzzo ed il rifacimento ex-novo di una parte di piastra ortotropa per consentire l'installazione dei dispositivi di ritenuta ad una distanza di 1.30m dal bordo ponte. L'intervento interesserà i seguenti viadotti:

- Viadotto Valpiana di valle fra le progressive Km 6+660 e Km 6+825;
- Viadotto Sorgente di valle fra le progressive Km 7+055 e Km 7+236;
- Viadotto Pieruccia (impalcato ovest) fra le progressive Km 8+844 e Km 8+900.

**Gli interventi propedeutici all'apertura al traffico della Galleria S. Antonio** fra le progressive Km 7+430 e Km 8+084 saranno del tutto analoghi a quelli previsti per la Galleria Guinza ed in particolare prevedono le seguenti opere:

- La realizzazione di un edificio impianto antincendio ed una vasca per l'impianto antincendio di dimensioni uguali a quelle previste per la Galleria Guinza. Il posizionamento di questi manufatti è previsto alla progressiva Km 7+412;
- L'installazione di una cabina di consegna Enel con un basamento di dimensioni 10m x 5m alla progressiva Km 7+428;
- La realizzazione di un bypass di collegamento fra le due canne della Galleria S. Antonio.
- Realizzazione di un muro di contenimento nel piazzale.

L'infrastruttura di progetto andrà a collegarsi alla rete viaria esistente in prossimità dell'abitato di Mercatello sul Metauro, ed in particolare in corrispondenza del sottovia esistente con Via Cà Lillina.

**Lo svincolo di progetto** è composto da una rotatoria compatta avente diametro esterno pari a 37.4m e collocata alla progressiva totale Km 9+766. Lo svincolo si andrà a comporre complessivamente di 3 assi aventi una configurazione prevalentemente in rilevato e di seguito descritti:

---

- Asse ovest (L=255.549m): si andrà a riallacciare alla piattaforma esistente, che ad oggi non è in esercizio, è realizzata al netto degli strati di usura e binder, ed avrà le dimensioni di una strada tipo C2 (D.M. 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”);
- Asse sud (L=242.672m): quest’asse si andrà ad allacciare alla viabilità esistente Via Cà Lillina in direzione sud-ovest ed avrà le dimensioni di una F2;
- Asse nord (L=237.214m): quest’asse si andrà ad allacciare alla viabilità esistente Via Cà Lillina in direzione nord-est ed avrà le dimensioni di una F2.

**Gli interventi a completamento dello svincolo includono**

- L’idraulica di superficie
- Due vasche di prima pioggia
- Due tombini scatolari per l’attraversamento idraulico della viabilità di progetto.

Le vasche di prima pioggia ed i tombini di attraversamento sono previsti in corrispondenza delle progressive totali Km 9+700 e Km 9+941.

### **3. ASSETTO LOGISTICO ED OPERATIVO DEI CANTIERI**

#### **3.1 UBICAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI CANTIERI**

Per ottimizzare l'esecuzione dei lavori e nel contempo minimizzare gli impatti negativi sul territorio e sulla rete stradale esistente, il sistema di cantierizzazione studiato prevede di affrontare le lavorazioni su diversi fronti operativi al fine di ridurre il più possibile le tempistiche di realizzazione.

L'organizzazione ed il dimensionamento di ogni cantiere è stato basato sulla tipologia d'opera, sulla sua estensione, sui caratteri geometrici delle stesse, sulle scelte progettuali e di costruzione quali il numero di fronti d'attacco della galleria ed i metodi di scavo di adoperato. Dunque, nell'individuazione delle aree da adibire ai cantieri principali e secondari si è tenuto conto, in linea generale dei seguenti requisiti:

- Aree disponibili in intorni già a carattere industriale con dimensioni areali sufficientemente vaste;
- Prossimità a vie di comunicazioni importanti e/o con sedi stradali adeguate al transito pesante;
- Preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio;
- Buona disponibilità idrica ed energetica;
- Lontananza da zone residenziali significative e da ricettori sensibili (scuole, ospedali, ecc.);
- Adiacenza alle opere da realizzare;
- Morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- Possibilità di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo;
- Aree già occupate dal precedente cantiere.

I cantieri previsti per la costruzione della nuova galleria si possono suddividere in 3 categorie come riportato in Tabella 1- Lista cantieri:

- Cantiere base;
- Cantieri Operativi;
- Area stoccaggio temporaneo.

Per lo sviluppo delle attività lavorative la logistica dei cantieri è stata pensata mediante l'allestimento di 2 aree di cantiere base oltre a 4 aree di stoccaggio temporaneo utilizzabili sia come deposito terre che come stoccaggio materiali in aggiunta vi sono 2 cantieri operativi.

Oltre tali aree sono da individuarsi lungo il tracciato in costruzione le aree tecniche, nonché le aree di lavorazione contenenti gli impianti e le attrezzature necessarie per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione dell'opera. Essi sono ubicati in prossimità delle aree di lavorazione soprattutto dei viadotti Valpiana, Pieruccia e Sorgente.

Per la preparazione dei cantieri, delle piste di cantiere ove si prevedono, tenendo presenti le diverse tipologie impiantistiche presenti, saranno eseguite le seguenti attività:

- Scotico del terreno vegetale (quando necessario), con relativa rimozione e accatastamento o sui bordi dell'area o stoccaggio in siti idonei a ciò destinati (il terreno scotico dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche);
- Stesa di tessuto non tessuto;
- Formazioni di piazzali con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico;
- Delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso;
- Predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;
- Realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
- Costruzione dei basamenti per gli impianti ed i baraccamenti;
- Montaggio dei capannoni prefabbricati e degli impianti.

Nella [Tabella 1- Lista cantieri](#) successiva si riportano la stima delle dimensioni delle aree dei cantieri previsti [Figura 4- Corografia cantieri](#).

Tabella 1- Lista cantieri

CANTIERE N	AREA	CAMPO BASE	CANTIERE OPERATIVO	AREA STOCCAGGIO TEMPORANEO
<b>CB 01</b>	2685 m <sup>2</sup>	X		
<b>CB 02</b>	2439 m <sup>2</sup>	X		
<b>CO 01</b>	1689 m <sup>2</sup>		X	
<b>CO 02</b>	3546 m <sup>2</sup>		X	
<b>CO 03</b>	478 m <sup>2</sup>		X	
<b>AS 01</b>	1545 m <sup>2</sup>			X
<b>AS 02</b>	2987 m <sup>2</sup>			X
<b>AS 03</b>	2074 m <sup>2</sup>			X
<b>AS 04</b>	1547 m <sup>2</sup>			X

Le funzioni logistico/operative per lo sviluppo di tutte le attività saranno svolte dai due campi base, che accoglieranno inoltre i baraccamenti di servizio per le maestranze, la Direzione Lavori; le attività operative finalizzate allo sviluppo delle opere lungo il tracciato verranno svolte, secondo i vari tratti di competenza, dai cantieri operativi ubicati lungo il tracciato stesso. La configurazione dei cantieri operativi si differenzia in funzione delle specifiche opere previste nel settore di competenza, difatti uno sarà a servizio delle opere in sotterranea, posto all'imbocco Umbria e l'altro per la realizzazione degli interventi di

manutenzione straordinaria del Ponte Guinza. Per ciascun area di stoccaggio è stata prevista la realizzazione di una berma (duna) per lo stoccaggio temporaneo del terreno vegetale proveniente dalle attività di scotico. Inoltre, lungo il tracciato dell'infrastruttura già realizzata possono essere individuate zone finalizzate allo stoccaggio provvisorio dei terreni derivanti dagli scavi o allo stoccaggio del materiale di approvvigionamento.

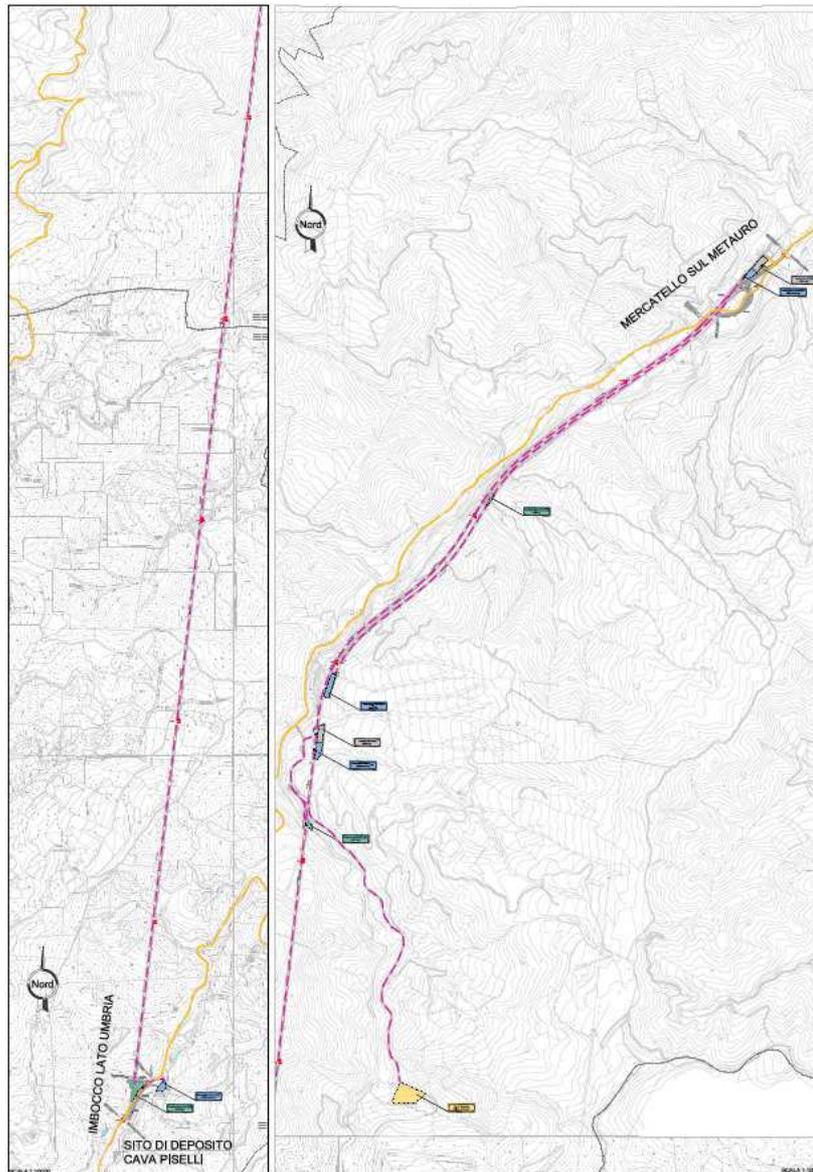


Figura 4- Corografia cantieri

### 3.2 CANTIERE BASE CB01 – CB02

I cantieri Base sono finalizzati alla gestione ed al controllo di tutti i cantieri Operativi relativi alla tratta di competenza, nonché al supporto logistico-abitativo per tutte le maestranze. Fermo restando quanto rappresentato nell'elaborati grafici specifici, le aree sono costituite dai seguenti principali baraccamenti/predisposizioni:

- Uffici tecnici – amministrativi per conduzione e la direzione dei lavori,
- Mensa,
- Locali infermeria;
- Cassette mediche ed estintori di tipologia e numero adeguato;
- Dormitori;
- Servizi igienici;
- Guardiania;
- Cabina elettrica;
- Generatore elettrico;
- Impianti (illuminazione, idrico-fognario, telefonico, protezione da scariche atmosferiche);
- Torri faro;
- Rete di raccolta acque meteoriche e di scolo dei piazzali e la viabilità interna;
- Parcheggi auto.

L'area di cantiere CB 01 posto all'imbocco lato Marche nel Comune di Mercatello del Metauro e svolgerà funzione sia di campo base che area di stoccaggio temporaneo.

Difatti nell'area sarà suddivisa in una parte dedita alla logistica mentre una parte vedrà l'allocazione un'area di stoccaggio dello scotico.

Figura 5- Layout Cantiere Base 01



L'area del Campo Base 02 invece è posto subito prima dell'imbocco del Guinza sempre sul versante marchigiano. Anche in questo è prevista una funzione logistica affiancata ad una area di stoccaggio temporaneo, come riportato nell'immagine seguente.

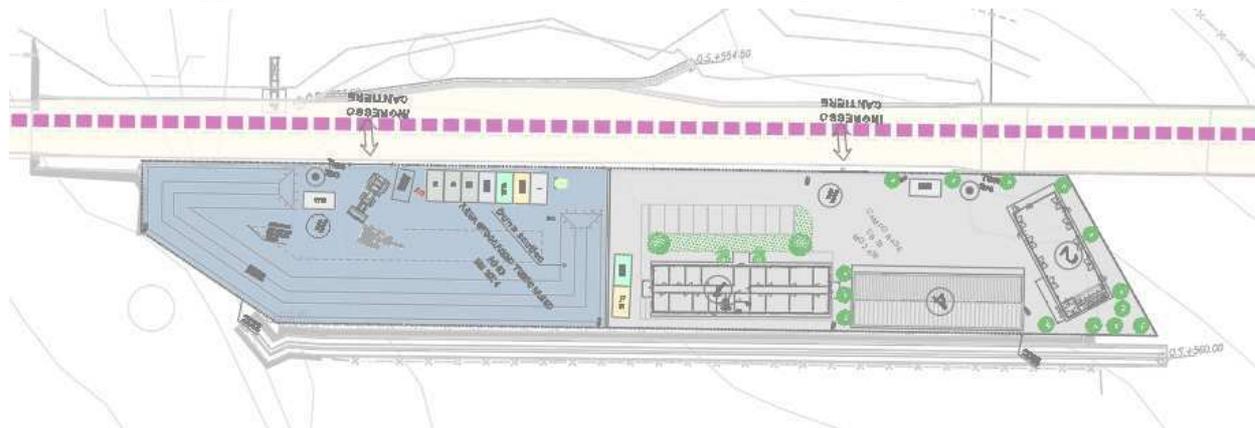


Figura 6 - Layout Cantiere Base 02

### 3.2.1 RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE

#### *Acque meteoriche*

Prima della realizzazione delle pavimentazioni del piazzale del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Le acque meteoriche verranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente in fognatura, mediante un'apposita canalizzazione aperta.

#### *Acque nere*

Gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme del D.M. 152/06; le stesse acque potranno a valle del trattamento essere impiegate per la bagnatura delle piste/strade di cantiere, il lavaggio degli stessi mezzi oppure immesse direttamente in fognatura.

#### *Acque industriali*

L'acqua necessaria per il funzionamento degli impianti tecnologici sarà prelevata dalla rete acquedottistica comunale o, se necessario, trasportata tramite autobotti e convogliata in un serbatoio dal quale sarà distribuita alle utenze finali. L'impianto di trattamento delle acque industriali prevede apposite vasche di decantazione per l'abbattimento dei materiali fini in sospensione e degli oli eventualmente presenti.

#### *Impianto di depurazione delle acque*

L'area di cantiere sarà munita di un sistema di depurazione delle acque, sia di prima pioggia che quelle derivanti dalle attività connesse con la realizzazione dell'opera, le quali saranno o convogliate direttamente nel sistema fognario, oppure saranno sversate nei recettori esistenti previo raggiungimento dei limiti imposti dalla normativa vigente.

### **3.2.2 APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO**

L'impianto elettrico di cantiere sarà costituito essenzialmente dall'impianto di distribuzione in Bassa Tensione (3x380V) per le utenze industriali, tra le quali principalmente:

- Impianti di pompaggio acqua industriale;
- Impianto trattamento acque reflue;
- Illuminazione esterna;
- Officina, laboratorio, uffici, spogliatoi etc;

La fornitura di energia elettrica dall'ente distributore avviene con linea cavo derivato da cabina esistente. L'impianto consta essenzialmente di:

- Cabina "punto di consegna";
- Cabina di trasformazione containerizzata completa di scomparti M.T., trasformatore; quadro Generale di distribuzione B.T. e centralina di rifasamento automatica;
- Impianto di distribuzione alle utenze in B.T. attraverso cavi alloggiati entro tubazioni in PVC interrate;
- Impianto generale di messa a terra per tutte le apparecchiature e le infrastrutture metalliche;
- Stazione di produzione energia per le emergenze.

Tutte le apparecchiature considerate saranno dimensionate, costruite ed installate nel rispetto delle normative e leggi vigenti tra le quali ricordiamo le principali:

- DPR 547 del 27-5-55 e successive integrazioni;
- DM 16-2-82 impianti elettrici installati in luoghi soggetti a prevenzione incendi;
- Legge n°46 del 5-3-90 – norme per la sicurezza degli impianti;
- Norma CEI 64-8 – impianti elettrici utilizzatori con tensione non superiore a 100V;
- Norma CEI 11-8 – impianti di messa a terra;
- Norme CEI 17-13/1-4 – quadri elettrici in B.T. per cantieri;
- Norma CEI 81-1 – protezione di strutture contro fulmini.

### **3.2.3 RIPRISTINO AREE DI CANTIERE**

Saranno previsti, al termine dei lavori, i ripristini di tutte le aree temporaneamente occupate, sia come aree di cantiere che come piste di cantiere. Tutte le superfici verranno ripulite da rifiuti, materiali inerti residui, conglomerati, materiale bituminoso o altri materiali estranei. In particolare si prevede il ripristino delle aree di cantiere con rinverdimento e piantumazione di essenze autoctone.

---

Particolare attenzione è data al suolo ed al sottosuolo delle aree di cantiere, i layout degli stessi sono stati progettati individuando aree idonee per la raccolta, il deposito e lo stoccaggio di oli e carburanti, al fine di evitare ogni percolazione possibile. I macchinari ed i mezzi saranno mantenuti, le operazioni di carico e scarico carburante saranno svolte in apposite aree individuate nel layout di cantiere.

Nell'area del cantiere base, prima dell'inizio delle lavorazioni, sono previsti gli interventi di compattamento del terreno in modo da rendere meno permeabili i suoli oggetto dell'intervento.

### **3.3 CANTIERI OPERATIVI IMBOCCO LATO UMBRIA (CO 01), PONTE GUINZA (CO 02) E BYPASS SANT'ANTONIO (CO 03)**

I cantieri operativi contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere, essi sono ubicati in prossimità uno dell'imbocco della galleria Guinza lato Umbria e l'altro all'uscita dello stesso sul lato Marche.

Nel caso di un cantiere per lavori sotterranei l'allestimento del cantiere si divide in attrezzature a cielo aperto ed attrezzature sotterranee.

Le prime sono:

- Infrastrutture generali (baracche per infermeria, servizi, guardiania);
- Installazioni tecniche esterne (gruppo elettrogeno, macchina per pali, impianti di alimentazione, ecc).

Le Attrezzature sotterranee invece prevedono:

- Installazioni tecniche relative allo scavo di avanzamento (jumbo, chiodatrici, dumper);
- Installazioni tecniche relative all'alimentazione (energia elettrica, acqua, aria compressa, aerazione del cantiere di scavo);
- Sistemi di trasporto per materiale di scavo, calcestruzzo, betoncino proiettato e materiale da costruzione, ecc.;
- Installazioni tecniche per il rivestimento (casseri, armature, macchine per la messa in opera di betoncino proiettato).

Oltre alle attrezzature a cielo aperto, saranno presenti anche:

- Impianti di separazione e depurazione: le acque di deflusso provenienti da galleria vengono per lo più contaminate dalla sabbia e dalle polveri del materiale di scavo nonché dagli additivi chimici impiegati per lo spritz-beton (gunita), ecc. Queste contaminazioni sia fisiche che chimiche dovranno essere eliminate o neutralizzate in modo da evitare un danno a lungo termine ai corsi d'acqua. Lo stesso tipo di problema potrà esservi nel caso di fuoriuscite di acque naturali acide provocata dai lavori di perforazione.

I soli due by-pass il primo carrabile della Guinza ed il secondo pedonale della Sant'Antonio, vedranno allocare le attrezzature per gli scavi in sotterranea, mentre le restanti lavorazioni previste in galleria riguardano delle opere esistenti la sola Guinza con la scarifica e demolizione del primo e secondo strato del rivestimento delle zone della calotta ammalorate

---

su una superficie di 1.5 Km. Nei paragrafi successivi verranno mostrate le lavorazioni nel dettaglio.

### 3.3.1 CANTIERE OPERATIVO CO 01 IMBOCCO UMBRIA

Nell'area del cantiere operativo CO 01 Imbocco lato Umbria a supporto delle lavorazioni in sotterraneo della Guinza, della realizzazione dei degli impianti tecnologici previsti per la galleria. Sono previsti inoltre i lavori di un tombino idraulico di attraversamento all'area d'imbocco. Tale Cantiere Operativo inoltre strategicamente servirà da supporto logistico e tecnico per le lavorazioni dei muri di sottoscarpa previsti per l'allargamento della futura sede stradale.

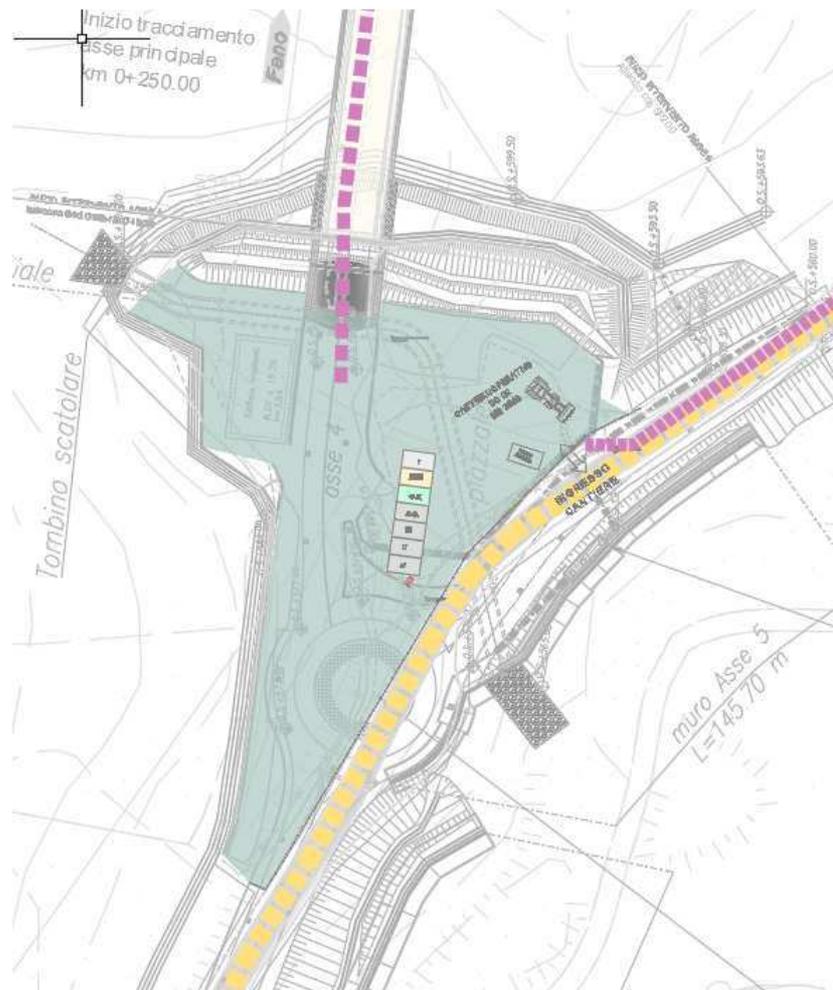


Figura 7- Cantiere Operativo CO 01

### 3.3.2 CANTIERE OPERATIVO CO 02 PONTE GUINZA

L'area di cantiere posta sull'allargamento all'uscita d'imbocco del Ponte Guinza è realizzata a supporto dell'intervento dell'imbocco e delle lavorazioni di manutenzione straordinarie previste al di sotto dell'impalcato del ponte in c.a.p.

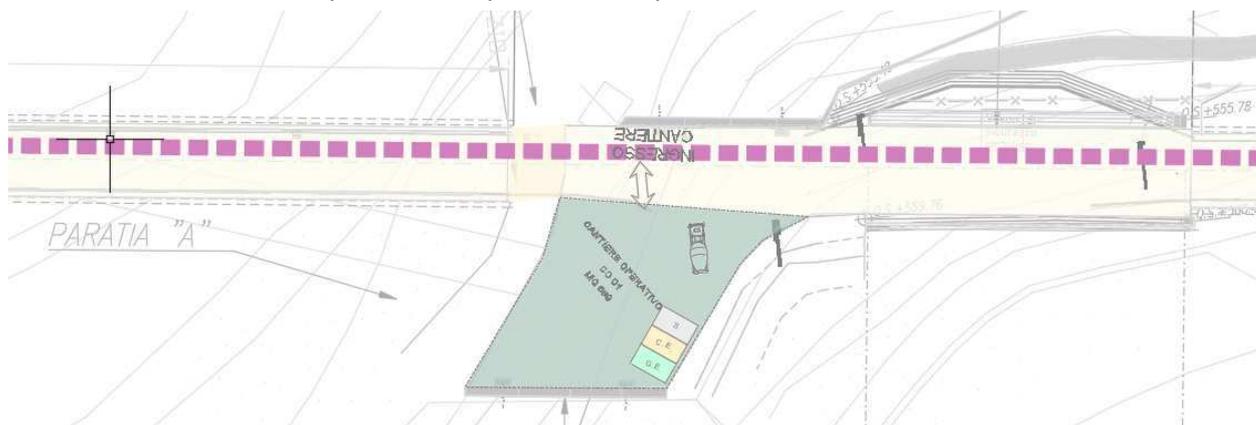


Figura 8 - Cantiere Operativo CO 02

### 3.3.1 CANTIERE OPERATIVO CO 03 BY PASS SANT'ANTONIO

Nell'area del cantiere operativo CO 03 a supporto delle lavorazioni in sotterraneo del bypass pedonale che collegherà le due canne della Sant'Antonio e della realizzazione dei degli impianti tecnologici previsti per la galleria.

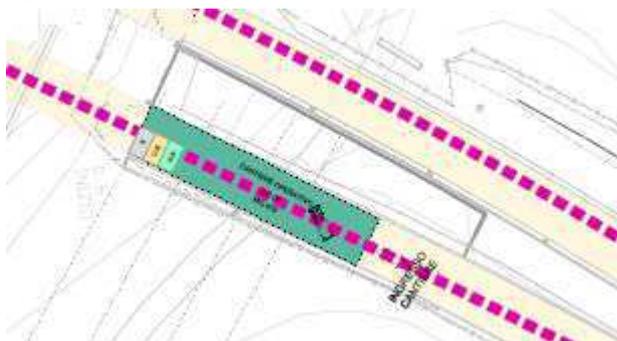


Figura 9 - Cantiere Operativo CO 03

### 3.4 AREE STOCCAGGIO TEMPORANEE

Sono previste 4 aree di stoccaggio temporaneo pensate per destinarci lo scotico ma potranno essere utilizzate anche come stoccaggio dei materiali di approvvigionamento.

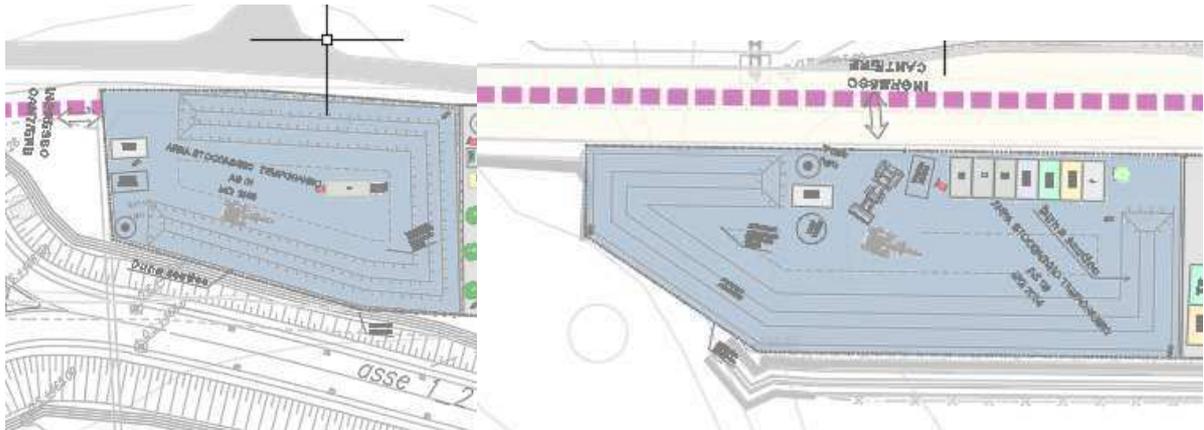


Figura 10 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 01    Figura 11 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 02

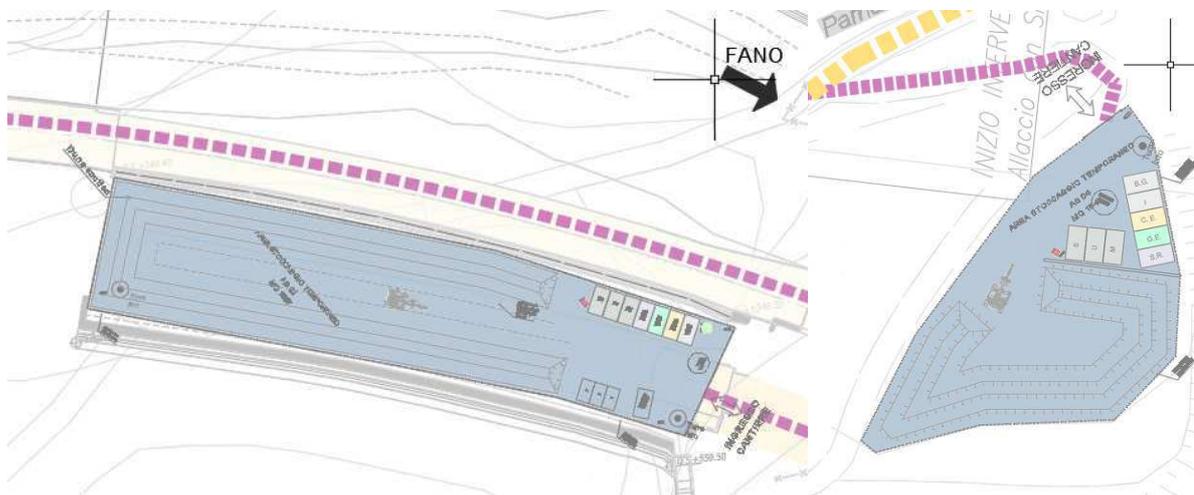


Figura 12 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 03    Figura 13 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 04

## 4.LAVORI DI SCAVO E MANUTENZIONE VIADOTTI

### 4.1 SCAVO DI OPERE SOTTERRANEO

Tutti i metodi di avanzamento sono articolati in modo sequenziale in funzione dello sviluppo dello scavo, degli interventi di sostegno e dello smaltimento del materiale di scavo ed hanno quindi un ritmo ripetitivo.

Il metodo di scavo deve:

- Permettere lo scavo dell'ammasso roccioso nel modo più economico e rapido possibile in relazione al tipo di progetto;
- Evitare di compromettere la stabilità delle rocce;
- Evitare il più possibile scosse e vibrazioni in prossimità di infrastrutture civili;
- Rispettare il più possibile l'ambiente;
- Prevedere un tipo di rivestimento il più possibile economico.

La scelta del metodo di avanzamento più efficiente è determinata sulla base dei seguenti parametri:

- Classificazione dello scavo e dei relativi interventi di consolidamento;
- Sezione, lunghezza e pendenza della galleria;
- Resistenza e abrasività delle rocce, con riferimento al tipo di macchine per lo scavo;
- Condizioni idrogeologiche;
- Altri parametri (ad es. velocità di avanzamento necessaria).

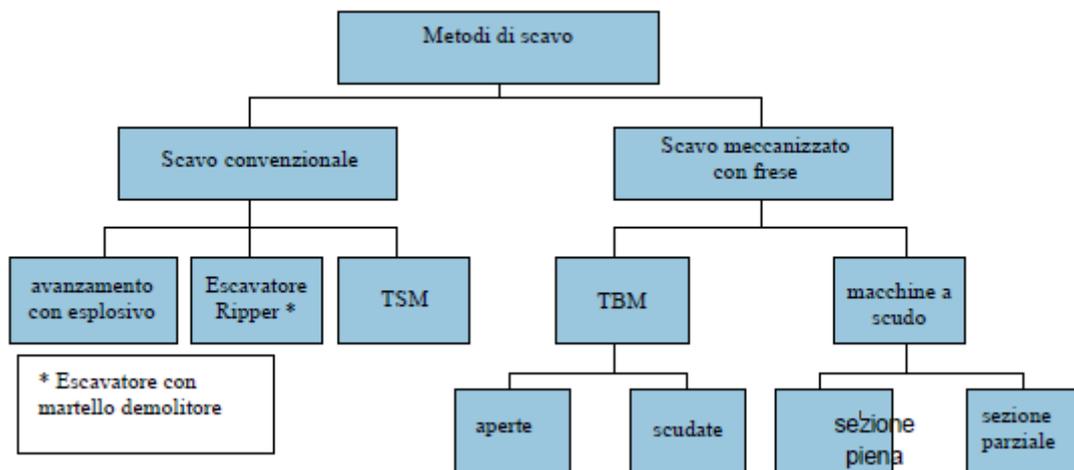


Figura 14 - Metodo di avanzamento in galleria<sup>2</sup>

<sup>2</sup> G.Girmscheid: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Berlino 2000, pg. 67

Per un determinato tipo di avanzamento bisogna stabilire:

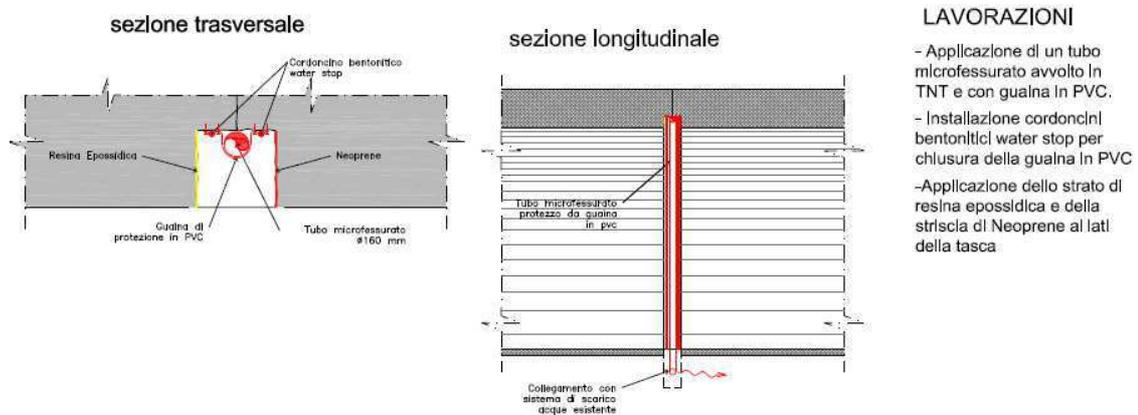
- Tipo di scavo;
- Interventi di sostegno dello scavo;
- Metodi di smaltimento delle acque e impermeabilizzazione;
- Stabilizzazione dell'ammasso roccioso;
- Scelta e configurazione delle apparecchiature e logistica del cantiere;
- Misure di controllo.

Gli scavi in sotterraneo nel presente progetto riguardano la sola realizzazione di due by-pass, uno pedonale all'interno della Galleria Sant'Antonino ed un by-pass carrabile all'interno della Galleria Guinza. Il primo rappresenta un corridoio di sicurezza pedonale tra le gallerie il secondo invece viene realizzato per allocare gli impianti tecnologici della galleria Guinza, opera già realizzata. Tale by pass di soli 12 metri di profondità per una sezione di 80 mq per un totale di 1187 mc di scavo mentre il bypass pedonale ha un volume di scavo pari a 105.6 mc.

Sempre all'interno della Galleria Guinza sono previste le seguenti lavorazioni:

- *intervento A*: circa 340m di demolizione e ricostruzione dei rivestimenti provvisori e definitivi;
- *intervento B*: circa 370m di chiodatura della calotta;
- *intervento C*: 18 fasce di lunghezza limitata a circa 2m in corrispondenza dei ventilatori da appendere in calotta dove è previsto un intervento di alesaggio e ricostruzione di rivestimento armato.

Data la presenza di acqua, alle lavorazioni dovrà precedere necessariamente la realizzazione di dreni PVC al fine di captare le acque e svolgere le lavorazioni in sicurezza nonché evitare contaminazioni di acque *Figura 15 - Convogliamento delle venute d'acqua in galleria.*



#### LAVORAZIONI

- Applicazione di un tubo microfessurato avvolto in TNT e con guaina in PVC.
- Installazione cordoncini bentonitici water stop per chiusura della guaina in PVC
- Applicazione dello strato di resina epossidica e della striscia di Neoprene ai lati della tasca

Figura 15 - Convogliamento delle venute d'acqua in galleria

Lo scavo dei due by pass sarà realizzato con martellone demolitore o fresa puntuale (a sezione quasi intera) una volta trasportato lo smarino, si procederà alla posa in opera del rivestimento di prima fase, mediante spritz-beton e centine metalliche. A distanza dal fronte di scavo, in funzione del comportamento deformativo del cavo, si procederà al getto dei rivestimenti definitivi di arco rovescio, al fine di contrastare adeguatamente il piede del rivestimento di prima fase e il getto dei rivestimenti definitivi di calotta.

Tra il rivestimento di prima fase (spritz-beton) e quello definitivo (cls) si prevede la posa in opera del manto impermeabile costituito da un telo in PVC su supporto di tessuto non tessuto.

Le acque intercettate dall'impermeabilizzazione verranno smaltite da tubazioni drenanti ubicate al piede del manto in PVC protette dal tessuto non tessuto che, a loro volta, saranno collegate al canale di deflusso in asse galleria.

Le lavorazioni di scarifica sono riportate nella *Figura 16 - Lavorazione di scarifica della calotta nelle parti ammalorate* qui di seguito.

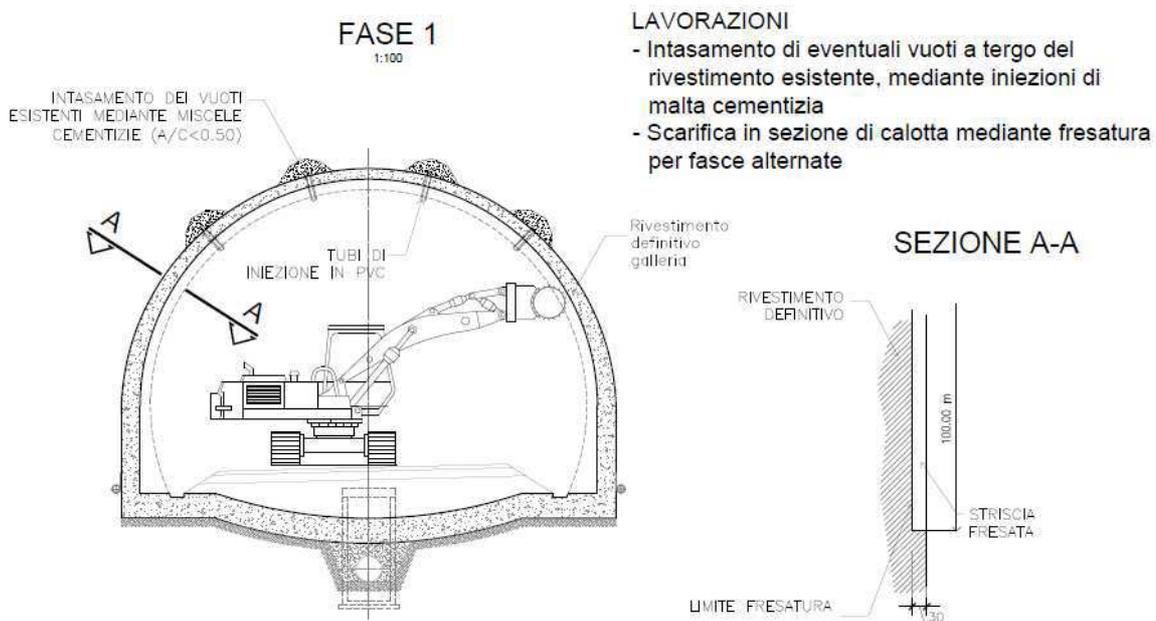


Figura 16 - Lavorazione di scarifica della calotta nelle parti ammalorate

La sezione di scavo per ***il by pass carrabile della Galleria Guinza*** scelta è di tipo A1 ed è costituita da:

- Eventuali 3+3 drenaggi in avanzamento, L=15m, sovrapp. =6m, rivestiti con calza TNT;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Intervento di pre-sostegno del cavo mediante infilaggi metallici costituiti da 35 tubi  $\Phi$  127 spessore 10mm, L=10m, sovrapposizione minima 3.5m, valvolati (1V/m) cementati in foro con miscele cementizie;

- Pre-rivestimento composto da uno strato di 25 cm di spritz-beton fibrorinforzato, con fibra di vetro 35 Kg/m<sup>3</sup> e doppie centine IPN180 con passo 1.25m.
- Arco rovescio (spessore 60 cm) e murette gettate ad una distanza massima dal fronte che dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del fronte di scavo;
- Rivestimento definitivo di calotta dello spessore di 50-90 cm, gettato ad una distanza funzione del reale comportamento deformativo monitorato.

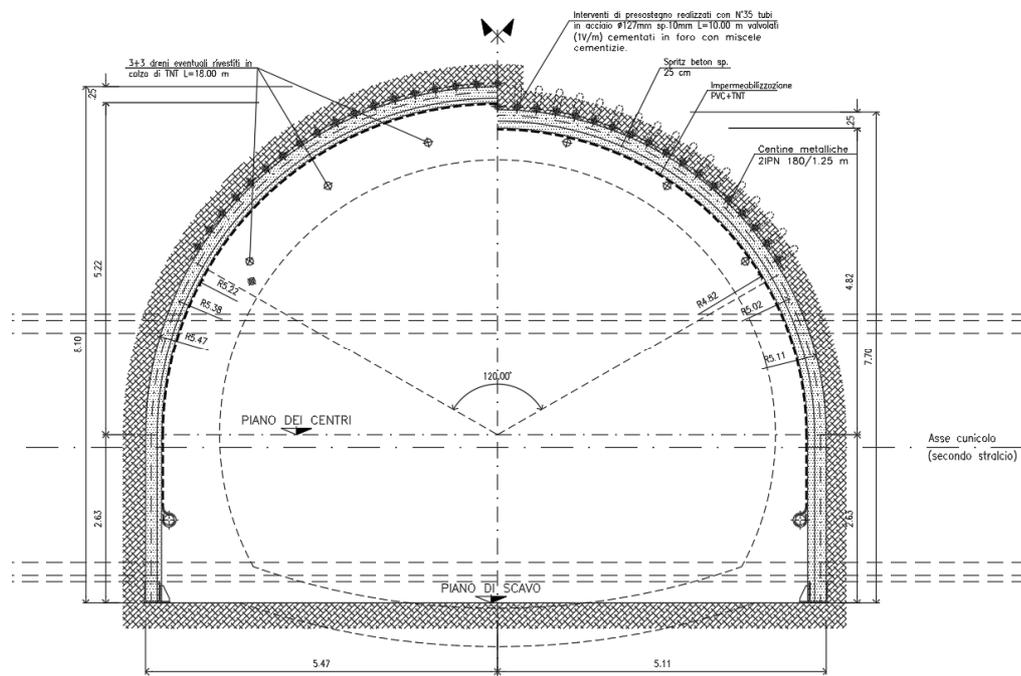


Figura 17 - Sezione tipo di avanzamento A1

**Per il bypass invece della Sant'Antonino** si prevede la seguente sezione di avanzamento, di tipo A2, costituita da:

- Eventuali 3+3 drenaggi in avanzamento, L=15m, sovrapp. =6m, rivestiti con calza TNT;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Pre-rivestimento composto da uno strato di 25 cm di spritz-beton fibrorinforzato, con fibra di vetro 25 Kg/m<sup>3</sup> e doppie centine IPN160 con passo 1.2m.
- Arco rovescio (spessore 50 cm) e murette gettate ad una distanza massima dal fronte che dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del fronte di scavo;
- Rivestimento definitivo di calotta dello spessore di 50 cm, gettato ad una distanza funzione del reale comportamento deformativo monitorato.

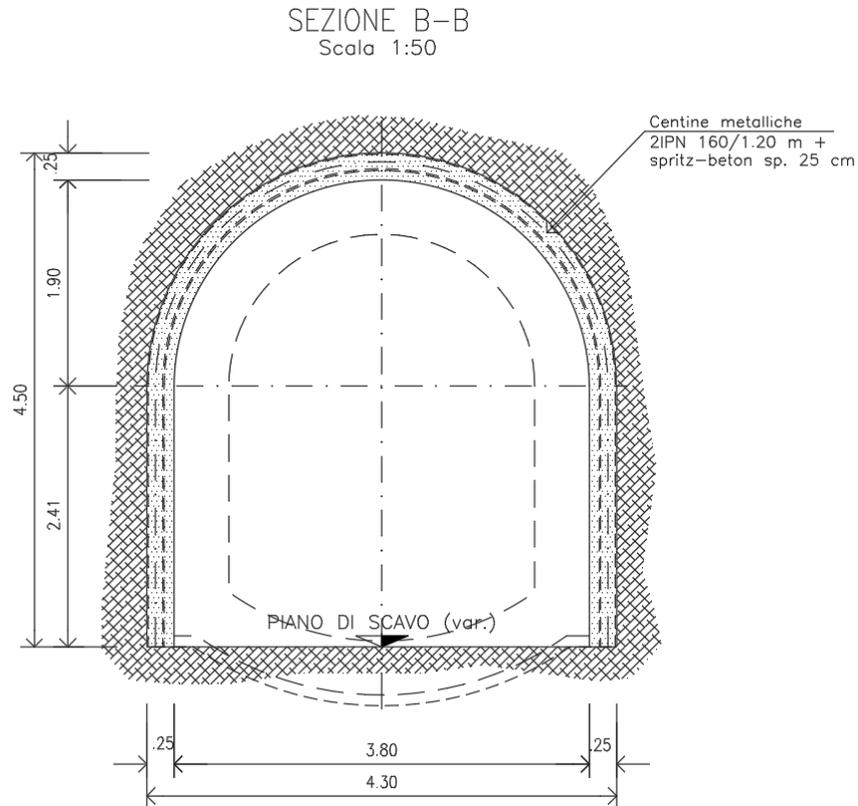


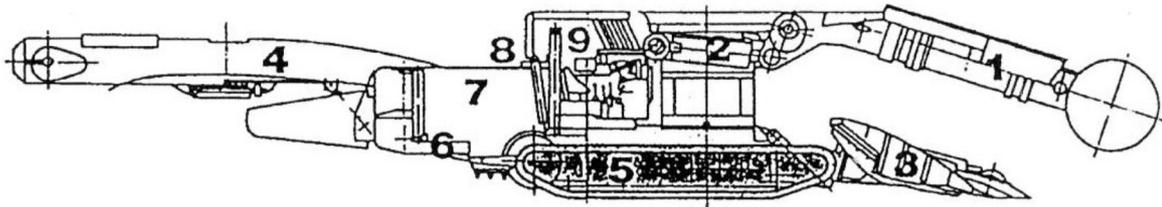
Figura 18 – Sezione tipo di avanzamento A2

#### 4.1.1 AVANZAMENTO MECCANICO MEDIANTE FRESA PUNTUALE O MARTELLONE (TSM)

A seconda delle situazioni che si presentano sui due fronti di scavo si procederà con l'uso o di fresa puntuale o martellone demolitore/escavatore.

**La macchina fresatrice puntuale** è un'apparecchiatura multifunzionale che esegue diverse operazioni distinte. **La macchina è strutturata in modo da effettuare sia lo scavo meccanico della roccia sul fronte di avanzamento, sia la rimozione del materiale scavato, sollevandolo meccanicamente e quindi caricandolo, mediante trasportatori continui, sui mezzi di trasporto.**

La TSM, dato il suo notevole peso e le condizioni molto impegnative in cui opera, è montata su un carrello cingolato. La macchina è costituita dagli elementi raffigurati in figura seguente.



1. Braccio fresatore 2. Meccanismo di orientamento 3. Attrezzatura di carico 4. Trasportatore a catena 5. Carrello cingolato 6. Telaio 7. Apparato elettrico 8. Apparato idraulico 9. Posto di guida

Figura 19 - Fresa Puntuale TSM

La TSM è quindi in grado di svolgere le seguenti funzioni:

- Demolizione del fronte di avanzamento (scavo del materiale) mediante le testa fresatrice,
- Ripresa del materiale mediante attrezzatura di carico,
- Trasporto del materiale mediante nastro trasportatore continuo fino al punto di carico direttamente su mezzi di trasporto o su nastri trasportatori continui secondari.

In alcuni lo scavo può essere eseguito con escavatori. Tali escavatori idraulici sono equipaggiati con benne profonde, che possono essere fornite di denti molto robusti. Per lo scavo di banchi rocciosi stratificati possono essere impiegati anche martelli o scalpelli idraulici, applicabili con rapidità al braccio dell'escavatore, ed altrettanto rapidamente sostituibili. Per ottenere una sezione di scavo il più possibile corrispondente al profilo di progetto, i cucchiai e/o i denti delle escavatori devono poter essere idraulicamente ruotabili su entrambi i lati rispetto all'asse longitudinale. Con un escavatore meccanico, grazie alla sua flessibilità di impiego che permette di ottenere una buona precisione di scavo in rocce di bassa o media durezza, si possono ottenere rendimenti di scavo elevati. In rocce poco compatte l'impiego di escavatori idraulici permette di raggiungere efficienze di scavo molto elevate. Le potenzialità di queste macchine si possono ricavare in via approssimativa dai manuali tecnici dei costruttori.

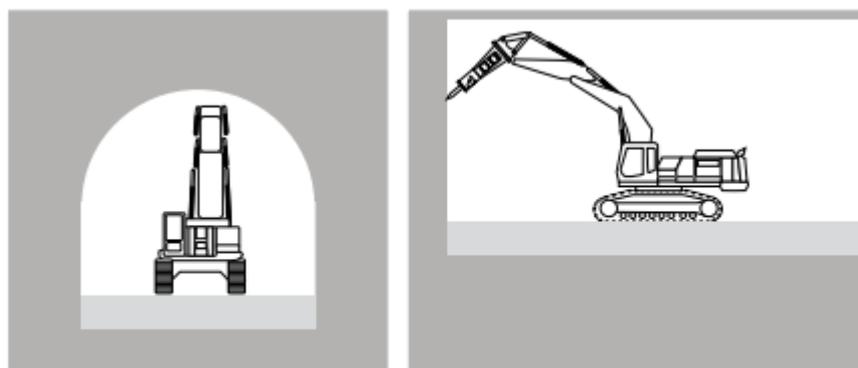
***Il metodo di scavo della galleria con martello demolitore***, da utilizzarsi in alternativa alla fresa puntale è dettato dall'area in sezione e dalla lunghezza del tunnel. Per ragioni logistiche e dimensionali lo scavo per mezzo di martelli idraulici è appropriato per tunnel con una sezione minima di 30 m<sup>2</sup> come nel caso della Sant'Antonio, per dimensioni inferiori saranno richiesti martelli del peso inferiore ai 2000 kg e relativi escavatori <20-25 tonnellate. In gallerie con altezza della sezione inferiore a 7-10 e area di 30-70 m<sup>2</sup> verrà posizionato sul fronte di scavo solo un escavatore con martello demolitore. Le fasi di lavoro generalmente sono le seguenti:

- Scavo al fronte per mezzo del martello demolitore idraulico ed eventuale disaggio;
- Trasporto del materiale scavato, smarino;
- Rinforzo e consolidamento del cavo;
- Eventuale realizzazione dell'arco rovescio con conseguenti operazioni di smarino.

Mediamente durante un normale turno di lavoro di 8h la durata delle operazioni di scavo sono circa:

- Il 20-25% (1.5-2 ore) scavo mediante l'utilizzo del martellone;
- Il 15-20% (1.2-1.5 ore) per lo smarino;
- Il 10-15% (0.8-1.2 ore) per eventuale disaggio e trasporto del materiale di risulta;
- Il 40-55% (3.2-4.4 ore) per le operazioni di consolidamento del cavo.

La maggiore area di lavoro consente la rimozione del materiale simultaneamente alle operazioni di scavo ed è possibile posizionare in prossimità del fronte l'escavatore dotato di martello, la pala gommata per lo smarino e l'autocarro o il dumper articolato per il trasporto del materiale di risulta. Le fasi di scavo e trasporto in realtà si completano a vicenda; quando infatti il materiale è stato scavato da un lato del fronte, il martello può essere trasferito sul lato opposto ed il materiale scavato viene immediatamente rimosso. La rimozione immediata del materiale di risulta migliora anche la visibilità dell'operatore nelle operazioni successive di scavo.



**Scavo di galleria con martello**

Figura 20- Sezione scavo di galleria con martello

**La fresatura della roccia comporta la produzione di molta polvere** che può provocare gravi malattie professionali, quali la silicosi. Pertanto sono fissati dei requisiti molto severi per quanto riguarda l'abbattimento delle polveri. **Quello dell'aerazione e dell'abbattimento delle polveri, in caso di impiego di macchine TSM, è un elemento gestionale indispensabile per garantire la salute dei lavoratori.**

A seconda della potenzialità di fresatura la produzione di polveri può variare da 2000 a 6000 g/m<sup>3</sup> di roccia compatta. All'aumentare della durezza della roccia aumenta anche la produzione di polveri con un incremento della frazione più fine. La concentrazione di polveri misurata nelle dirette vicinanze della macchina TSM varia da 1200 a 4000 mg/m<sup>3</sup> di aria, con possibili punte di 8000 mg/m<sup>3</sup>. Per l'abbattimento delle polveri data la sezione di 100 mq verranno impiegati filtri a umido che necessitano spazi minori, anche se hanno una minore resa.

Le dotazioni dunque nel cantiere operativo o comunque nelle aree delle lavorazioni in sotterraneo prevedranno:

- Macchina perforatrice per i consolidamenti e gli infilaggi al fronte ed al contorno;
- Martelloni demolitori o frese ad attacco puntuale per la realizzazione degli sfondi;
- Autocarri e pale meccaniche per l'allontanamento dello smarino;
- Carro posa-centine per la disposizione degli elementi metallici del pre-rivestimento;
- Eventuale posa rete elettrosaldata di armatura del pre-rivestimento con piattaforma con cestello;
- Pompa per messa in opera di spritz - beton di pre-rivestimento e impermeabilizzazione a spruzzo;
- Lavori vari in quota con piattaforma con cestello;
- Autocarro con braccio meccanico per trasporto e posa armature (arco rovescio/murette e calotta);
- Betoniera e autopompa per getto cls (arco rovescio/murette e calotta);
- Cassaforma mobile per getto calotta.

## **4.2 SCAVI A CIELO APERTO**

Le lavorazioni invece degli scavi all'aperto, si concretizzano sia nell'area del Cantiere Operativo CO02, che nell'area di imbocco che nel lato del versante Marche con la realizzazione dei rilevati per la nuova strada di collegamento Ca' Lillina. In queste aree si realizzeranno buona parte delle opere geotecniche previste in progetto, come riportato qui di seguito:

- Area in corrispondenza dell'imbocco sud (lato Umbria) della galleria Guinza, dove sorgerà la rotatoria che realizza la connessione alla viabilità esistente SP200;
- Area in corrispondenza dell'imbocco nord (lato Marche) della galleria Guinza;

- Area di svincolo in corrispondenza del tratto finale dell'intervento, dove il tracciato viene connesso con la viabilità esistente Via Cà Lillina.

#### 4.2.1 COLLEGAMENTO LATO UMBRIA

Per quanto riguarda l'area di imbocco lato Umbria della galleria Guinza, in località Parnacciano, *la Figura 21 - Opere geotecniche presso il collegamento lato Umbria* fornisce un quadro d'insieme delle opere – esistenti e di nuova realizzazione – ivi previste.

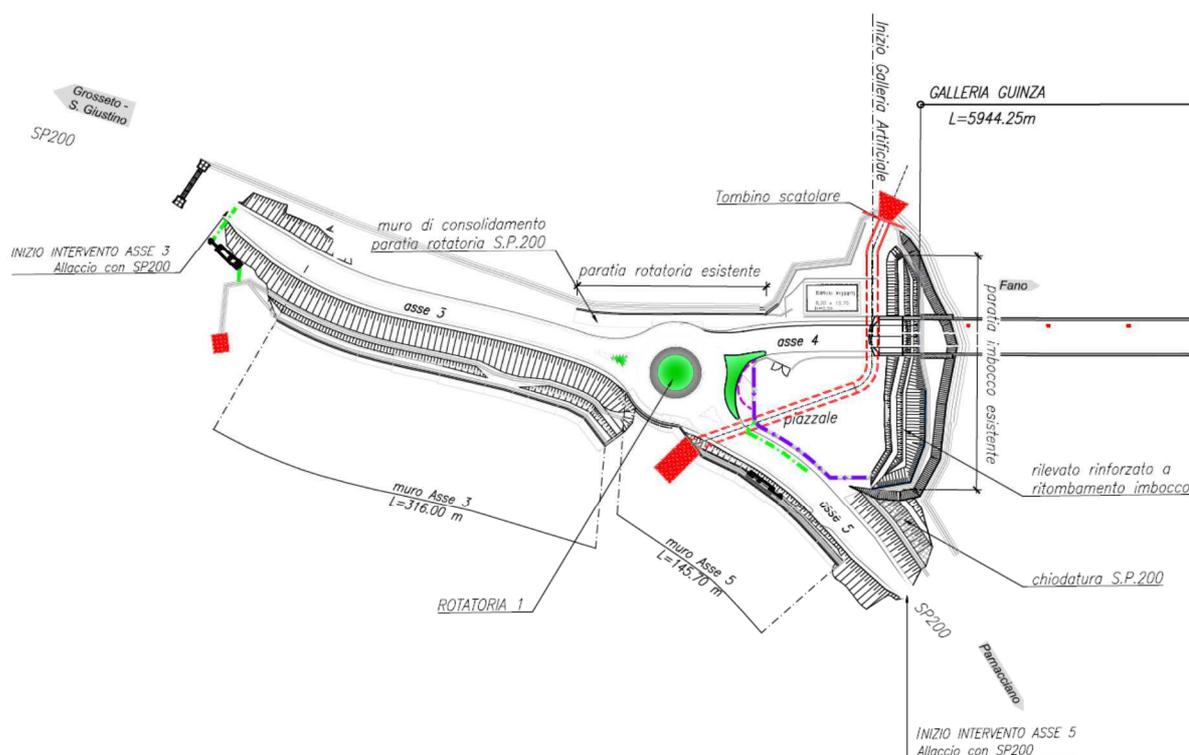


Figura 21 - Opere geotecniche presso il collegamento lato Umbria

#### 4.2.2 PARATIA DI IMBOCCO ESISTENTE

La paratia di micropali esistente posta all'imbocco della galleria non mostra evidenze di sofferenza strutturale.

Le condizioni stesse dell'opera, per la quale all'atto dei sopralluoghi non è stato accertato alcun tipo di difetto/anomalia (fessurazioni, principi di ribaltamento, principi di eccessiva deformazione, principi di cedimenti a tergo dell'opera di sostegno, ecc.), esercitano un controllo indiretto del suo comportamento e forniscono un monitoraggio *ex post* della risposta della struttura.

Tuttavia, dato che la paratia risale ai primi anni del 2000 ed è necessario eseguire ulteriori lavorazioni nell'area, alcune proprio a ridosso dell'opera, è stato previsto di rinforzare la struttura tramite l'esecuzione di un opportuno numero di tiranti integrativi.

Il progetto originario prevedeva, in funzione delle altezze di scavo da sostenere, l'intirantatura dell'opera su 2÷3 ordini di tiranti a trefoli. Tenuto conto che i tiranti in oggetto, progettati e realizzati come ancoraggi provvisori, sono andati ben oltre la prevista vita di servizio, essi potrebbero essere interessati da una caduta delle prestazioni.

Il progetto prevede così la realizzazione di 2÷3 nuovi ordini di tiranti in aggiunta a quelli esistenti (cfr. tiranti rossi in *Figura 22 - Paratia Guinza imbocco esistente: sviluppata*), in modo da ripristinare adeguati livelli di sicurezza e funzionalità per la struttura di sostegno.

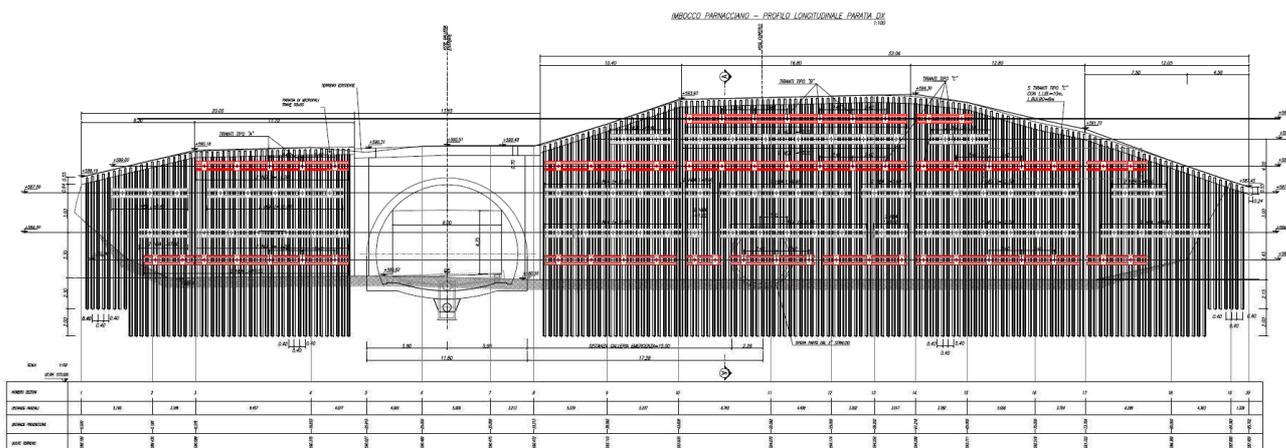


Figura 22 - Paratia Guinza imbocco esistente: sviluppata

Per l'installazione dei nuovi tiranti si rende necessario l'allestimento di un rilevato provvisorio (cfr. *Figura 23 - Paratia di imbocco esistente: rilevato provvisorio per l'esecuzione dei tiranti integrativi*), che permette progressivamente di raggiungerne la quota di tesatura. Una volta eseguito il livello di ancoraggi sommitale, si procede con lo smantellamento del rilevato. Quest'ultimo, data la qualità dei terreni non idonei alla realizzazione dei rilevati, verrà totalmente approvvigionato da cava, in modo tale che una volta rimosso verrà utilizzato per i riempimenti dei muri ai piedi dei rilevati per la realizzazione dell'intero svincolo.

Il rinforzo strutturale così ottenuto consentirà anche di svolgere in sicurezza la demolizione della piastra in c.a., posta immediatamente a ridosso della paratia.

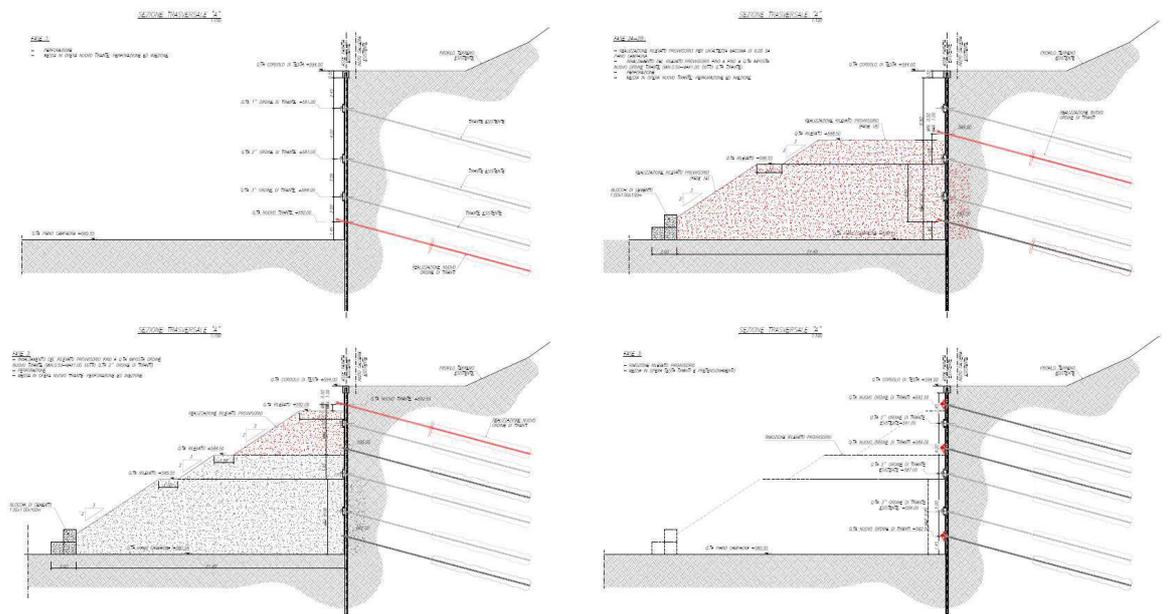


Figura 23 - Paratia di imbocco esistente: rilevato provvisorio per l'esecuzione dei tiranti integrativi

#### 4.2.3 RILEVATO RINFORZATO A RITOMBAMENTO DELL'IMBOCCO

Una volta eseguite tutte le lavorazioni che interessano il piazzale, in particolare la costruzione della galleria artificiale, si procede con il ritombamento della paratia di imbocco lungo il suo intero sviluppo, conseguendo la configurazione definitiva dell'area.

Il tombamento viene ottenuto attraverso la costruzione di un rilevato in terra rinforzata, verrà ritombata anche la zona in cui è stato individuato il futuro imbocco della seconda canna, che in un futuro potrà essere realizzata.

Il rilevato in terra rinforzata sarà realizzato da una struttura tipo Terramesh Verde con paramento a vista inclinato di 70° rispetto all'orizzontale, costituito da strati alternati di griglie in rete metallica, a doppia torsione e maglia esagonale, e di terre fornite a piè d'opera di idonee caratteristiche geotecniche.

La *Figura 24 - Rilevato rinforzato a tombamento della paratia di imbocco: sezione tipo* illustra la sezione tipologica dell'intervento.

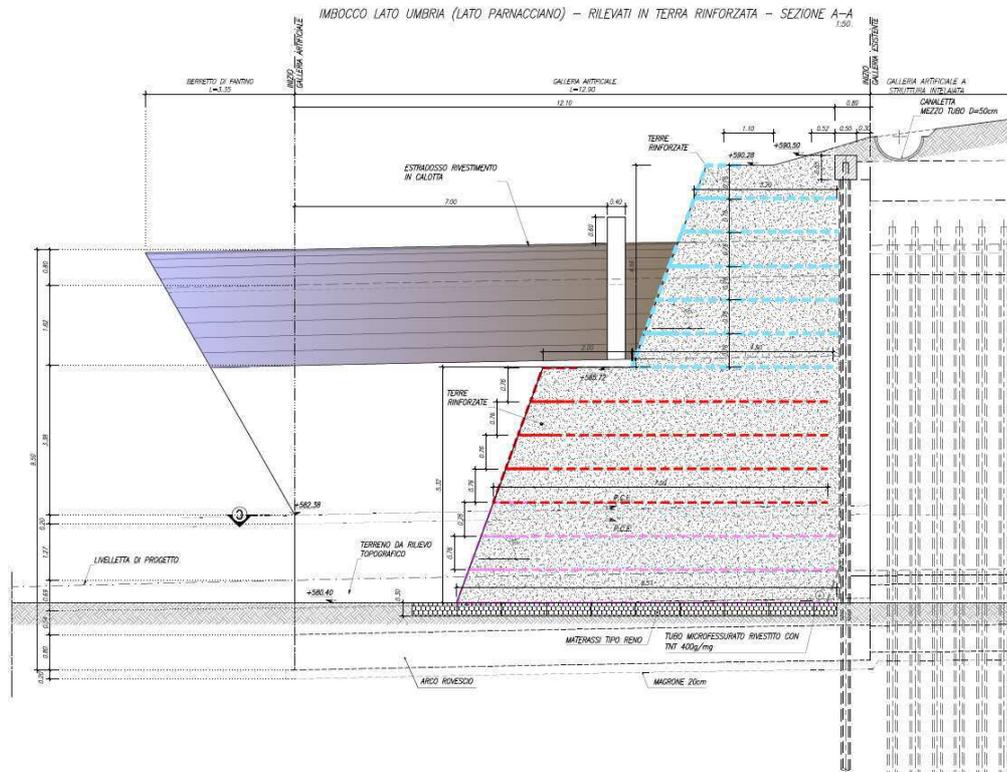


Figura 24 - Rilevato rinforzato a tombamento della paratia di imbocco: sezione tipo

Il manufatto presenta altezze massime pari a circa 10.0 m, ed è costituito dalla sovrapposizione di pacchetti rinforzati di spessore 76cm (finito dopo costipamento).

Sul fronte è previsto l'inserimento di una berma con funzione rompi-tratta di ampiezza  $L=2.0m$ .

Il materiale verrà posto in opera per strati successivi (spessore massimo strato non compattato 30cm), eseguendone la stesa con il mezzo meccanico fino a raggiungere una sufficiente regolarità per iniziare la rullatura.

Il procedimento di compattazione prevede una rullatura con rullo pesante da minimo 15 ton ed un successivo costipamento con "rana compattatrice" della porzione limitrofa al paramento.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme. A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% della larghezza del mezzo costipante.

#### **4.2.4 MURI “ASSE 3” E “ASSE 5”**

Sempre in corrispondenza della rotatoria lato Umbria, il progetto prevede la realizzazione di due tratti di muri di in c.a. gettati in opera, preposti a sottendere il rilevato stradale lungo l'Asse 3 e l'Asse 5.

I muri in oggetto si configurano, dunque, come di sottoscarpa e presentano una massima altezza fuori terra del paramento pari a circa 8.0m.

I muri di interesse sono fondati su micropali colati a gravità di diametro di perforazione  $\phi 300$  mm, armati con profili tubolari metallici, disposti su più file su maglia a quinconce, di lunghezza massima  $L = 15.0$ m.

L'impiego dei micropali è in particolare avvalorato alla luce del contesto geotecnico in cui si opera: l'attraversamento del substrato marnoso-arenaceo, a consistenza litoide, costituisce una soggezione esecutiva, che rende l'applicazione con micropali preferenziale rispetto a tecnologie alternative proprio a causa delle difficoltà connesse alla perforazione del materiale lapideo.

La fasizzazione (delle opere viene descritta nel seguito riferendosi al muro Asse 3, data la maggior articolazione delle lavorazioni).

In fase preparatoria vengono eseguite la scerbatura (ripulitura della vegetazione infestante), la regolarizzazione e l'eventuale rimozione dei volumi instabili lungo il pendio da scavare.

Segue l'esecuzione dello scavo provvisorio necessario per la costruzione del muro (*Figura 25 - Scavo di sbancamento per la costruzione del muro*) eseguito per successivi ribassi con pendenza  $h/b=1/1$  e progressivamente consolidato con intervento combinato chiodatura con barre di ancoraggio passive + microdreni suborizzontali + spritz-beton proiettato (spessore 5cm di regolarizzazione+10cm) armato con doppio strato di rete elettrosaldata.

In relazione alla presenza di flysch marnoso-arenaceo affiorante, si prevede di eseguire lo scavo alternando l'uso del martello demolitore, nelle porzioni più tenaci e competenti dell'ammasso (tipicamente nei partimenti arenacei), a quello della benna rinforzata da roccia, per le parti più tenere.

Nella parte sommitale della scarpata di scavo si ricorre ad una sistemazione a gradoni che favorisce il corretto ammorsamento del riempimento – successivo - sui fianchi del rilevato esistente.

La quota di fondo scavo costituisce il piano di lavoro dal quale vengono trivellati e gettati i micropali di fondazione (*Figura 26 - Esecuzione dei micropali di fondazione del muro*).

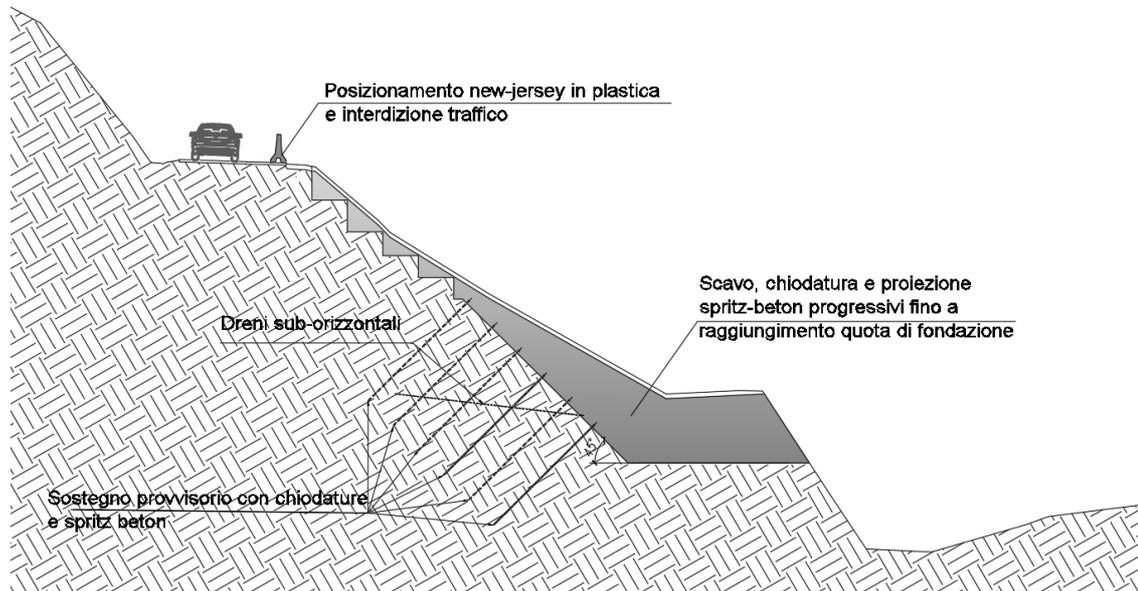


Figura 25 - Scavo di sbancamento per la costruzione del muro

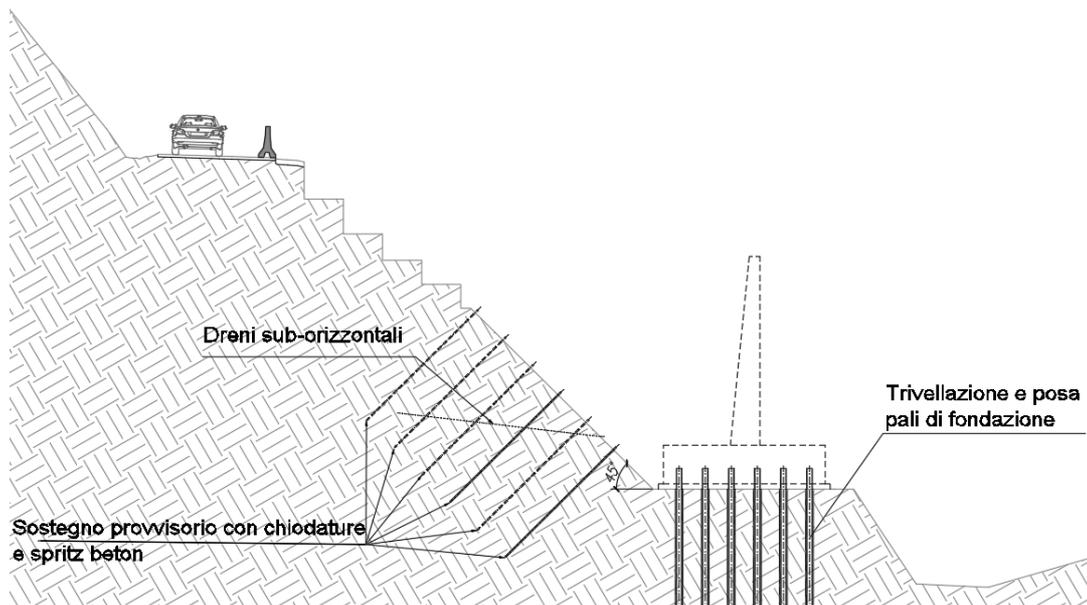


Figura 26 - Esecuzione dei micropali di fondazione del muro

Segue armatura e getto della fondazione e dell'elevazione del muro (*Figura 27 - Costruzione del muro di sostegno*).

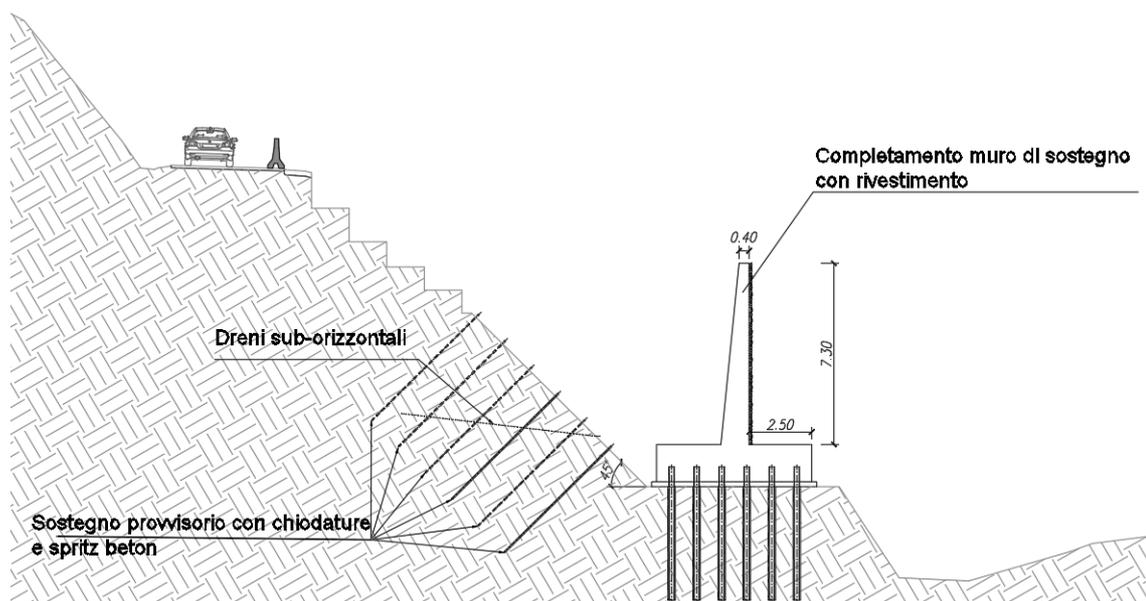


Figura 27 - Costruzione del muro di sostegno

Successivamente viene eseguito il rinterro a tergo del muro fino alla quota della sede stradale attuale (*Figura 28 - Riempimento a tergo del muro*). Il profilo del riempimento viene sagomato con pendenza  $h/b=2/3$ .

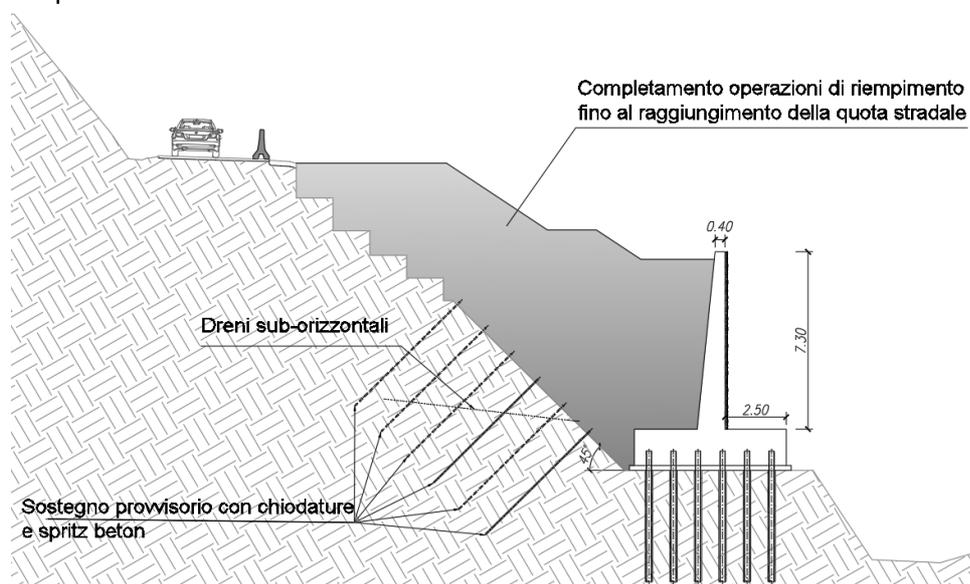


Figura 28 - Riempimento a tergo del muro

A seguire, il traffico viene spostato sull'allargamento, mentre lato monte viene messo in opera il rilevato che realizza l'adeguamento altimetrico della livelletta, necessario per raccordare la viabilità attuale con il piazzale di imbocco e la galleria (*Figura 29 - Deviazione viabilità e realizzazione rilevato lato monte*).

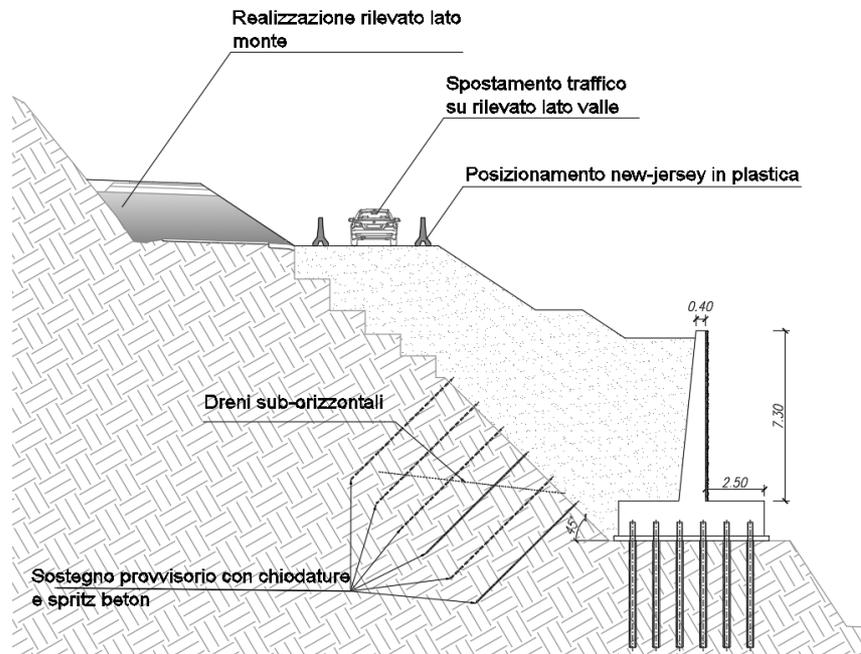


Figura 29 - Deviazione viabilità e realizzazione rilevato lato monte

Viene infine ri-deviato il traffico a monte e completato il rilevato lato valle (*Figura 30 - Deviazione viabilità e realizzazione rilevato lato valle*).

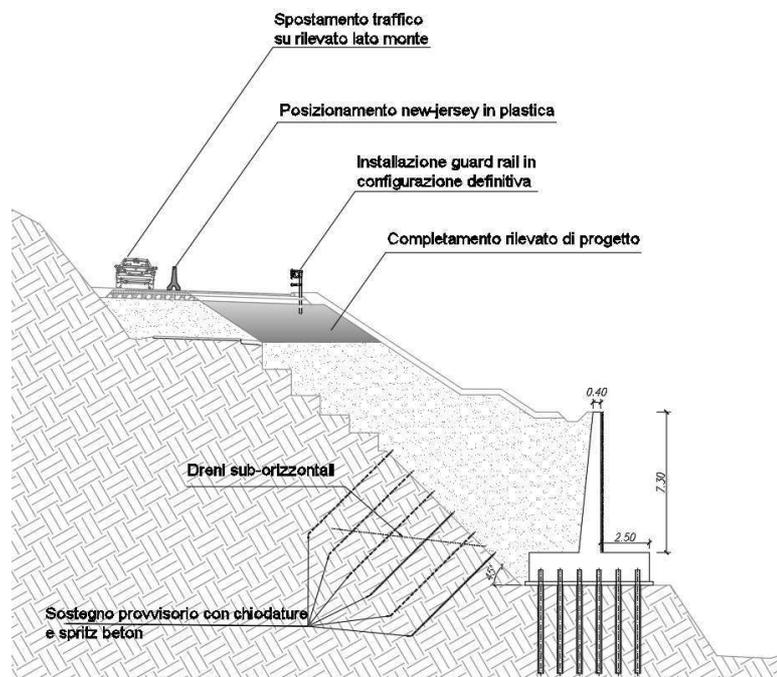


Figura 30 - Deviazione viabilità e realizzazione rilevato lato valle

#### **4.2.5 MURO DI CONSOLIDAMENTO PARATIA ESISTENTE ROTATORIA**

Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione del muro di consolidamento della berlinese di micropali esistente ubicata a ovest della futura rotatoria.

Esso costituisce la struttura di sostegno definitiva in luogo della berlinese, la quale è un'opera a carattere provvisoria, non in grado di esprimere adeguate condizioni di sicurezza e di funzionalità come presidio permanente.

Il muro di interesse verrà eseguito in c.a. gettato in opera, e presenta una massima altezza del paramento pari a ca 11.0m.

La fondazione è di tipo indiretto, su micropali colati a gravità di diametro di perforazione  $\phi 300$ , armati con profili tubolari metallici, disposti su più file su maglia a quinconce, di lunghezza massima  $L = 20.0m$ .

Il muro è stato equipaggiato con un sistema di drenaggio atto allo smaltimento di eventuali acque di ruscellamento/infiltrazione, consistente in una canaletta di guardia in testa all'opera, e in dei barbacani e dreni suborizzontali, atti al convogliamento delle acque captate oltre il fronte dell'opera *Figura 31 - Muro di consolidamento paratia esistente rotatoria*.

Nell'ottica degli aspetti operativi, per quanto attiene i micropali di fondazione è importante sottolineare che l'installazione dell'armatura ed il colamento della malta cementizia nel prestabilito intervallo di profondità devono essere eseguiti dal p.c. attuale, mediante perforazione "a vuoto" nel tratto superficiale. Tale modalità operativa viene adottata al fine di consolidare il terreno a valle della paratia prima di eseguire lo scavo necessario per la realizzazione della fondazione del muro, in modo da incrementare il contributo resistente offerto dal terreno di valle.

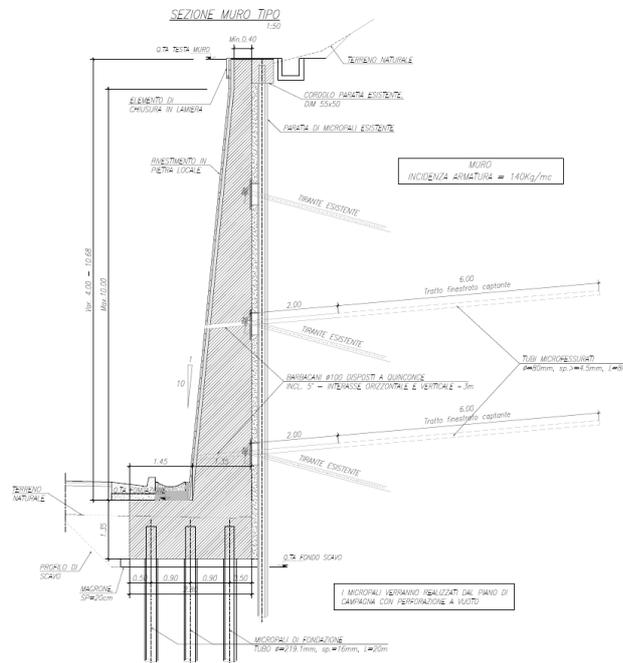


Figura 31 - Muro di consolidamento paratia esistente rotatoria

#### 4.2.6 TOMBINO IDRAULICO

Anche nel caso del **tombino scatolare idraulico** sono previsti degli interventi di protezione degli scavi provvisionali necessari per la sua costruzione.

Essi constano di:

- Nel settore centrale e di valle, è possibile ricorrere a scavi aperti non sostenuti, sagomati con pendenza 1/1, senza necessità di opere di presidio laterale; durante il ribasso dello scavo, vengono eseguiti dei microdreni suborizzontali, atti all'intercettazione di eventuali accumuli di acqua immagazzinati negli strati arenacei del flysch (*Figura 32- Tombino idraulico: sezione tipo scavo aperto*);
- Nel settore di monte, ad ovest del piazzale, la riprofilatura del terreno è condizionata da soggezioni di ingombro planimetrico, imposte dalla presenza delle pre-esistenze che si affacciano sul perimetro dello scavo (berlinesi esistenti, manufatti di imbocco della galleria Guinza, ecc.). Si è dunque reso necessario profilare gli scavi con inclinazione pari a 60° sull'orizzontale, prevedendo il consolidamento delle scarpate con intervento combinato pareti chiodate con barre di ancoraggio passive + microdreni suborizzontali + spritz-beton proiettato (spessore 5cm+10cm) armato con doppio strato di rete elettrosaldata (*Figura 33 - Tombino idraulico: sezione tipo scavo con chiodatura e spritz beton con rete e.s.*).

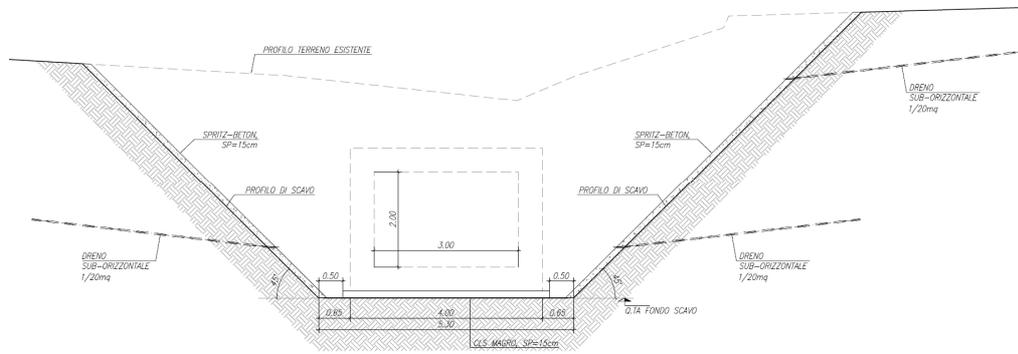


Figura 32- Tombino idraulico: sezione tipo scavo aperto

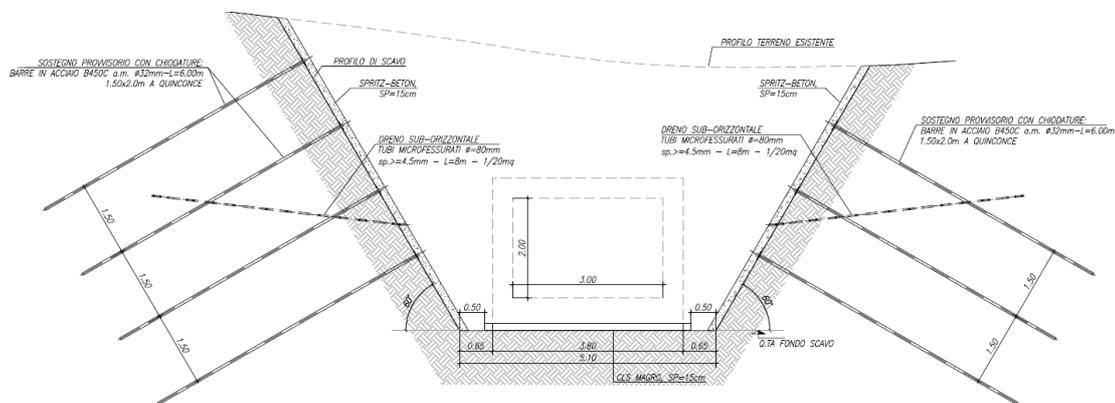


Figura 33 - Tombino idraulico: sezione tipo scavo con chiodatura e spritz beton con rete e.s.

Il procedimento di lavoro è di seguito dettagliato:

- Scavo di sbancamento fino alla profondità di -0.50 m rispetto alla quota del livello di ancoraggi più in alto;
- Proiezione di uno strato di spritz-beton di regolarizzazione dello spessore di 5 cm;
- Perforazione e messa in opera degli ancoraggi passivi del livello in esame;
- Posa in opera della rete elettrosaldata;
- Proiezione del secondo strato di spritz-beton dello spessore di 10cm;
- Ripetizione fasi precedenti per ogni livello di ancoraggio passivo, fino alla quota di fondo scavo finale.

Il consolidamento così ottenuto si configura come un intervento di natura temporanea, in attesa che, con il rinfilanco/ricoprimento finale del tombino, le spinte confluenti sulle scarpate si spengano nella risposta reattiva del terreno di riempimento.

Analogamente a quanto già osservato in precedenza, si prevede di eseguire lo scavo in roccia alternando l'uso del martello demolitore a quello della benna rinforzata da roccia.

La realizzazione del tombino avviene per fasi.

Inizialmente, in una delle primissime fasi cantiere, si prevede di realizzare il tombino fino in prossimità della S.P. 200 (*Figura 34 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 1*).

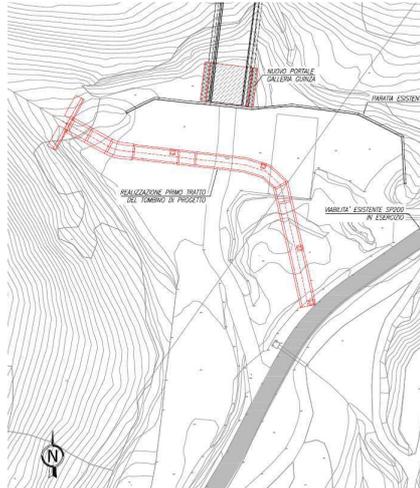


Figura 34 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 1

Seguono la realizzazione della galleria artificiale e le lavorazioni sul piazzale *Figura 35 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 2*.

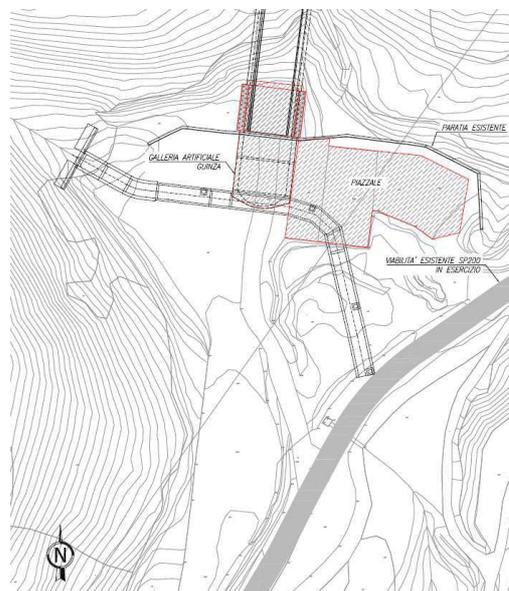


Figura 35 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 2

Avviene poi la deviazione della viabilità esistente ed il completamento del tombino (scavo, costruzione della struttura, rinfiacco), quest'ultima attività da prevedersi assieme alla realizzazione del muro "Asse 5" (*Figura 36 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 3*).

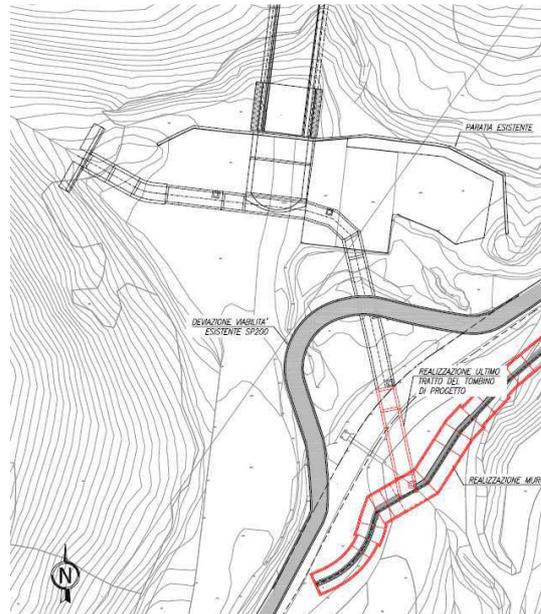


Figura 36 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 3

La sequenza costruttiva ha termine con il ripristino della viabilità (

*Figura 37 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 4).*

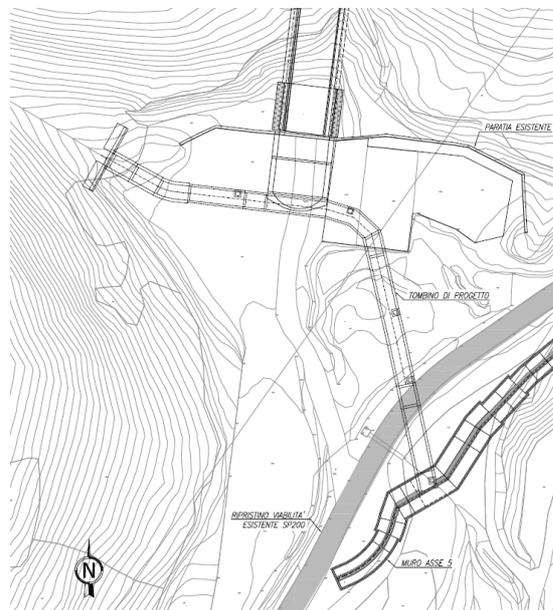


Figura 37 - Realizzazione tombino scatolare: FASE 4

#### 4.2.7 CHIODATURA LUNGO S.P. 200

Sempre in prossimità del piazzale antistante l'imbocco lato Umbria, è prevista in progetto la **chiodatura lungo la S.P. 200** degli scavi a carattere definitivo necessari per realizzare l'adeguamento della rete viaria esistente.

Segnatamente, gli scavi chiodati vengono eseguiti per consentire l'allargamento verso monte della viabilità di accesso al sito, la S.P. 200 appunto, che borda sul lato est il piazzale.

Il sistema di consolidamento in oggetto è realizzato con un intervento combinato pareti chiodate con barre di ancoraggio passive + rivestimento in geocomposito metallico.

Nella seguente immagine viene illustrata la sezione tipologica dell'intervento.

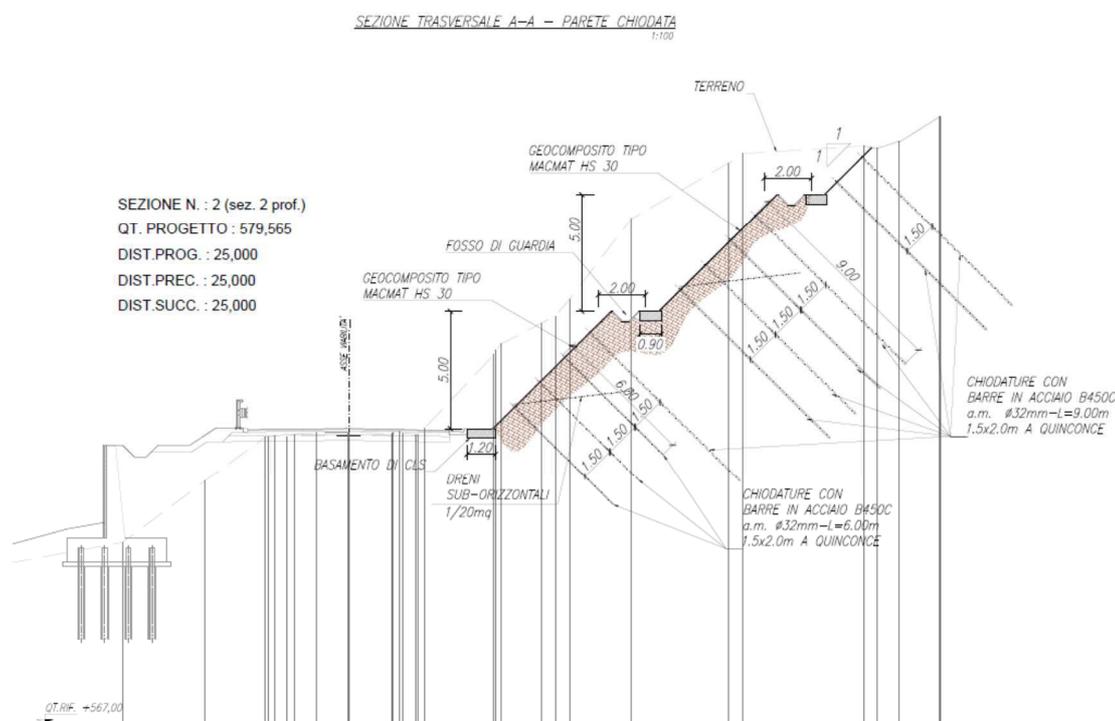


Figura 38 - Chiodatura S.P. 200: sezione tipologica

L'impiego della parete chiodata è prevista su un fronte di sviluppo longitudinale pari a ca 35m. La parete chiodata viene profilata con pendenza di 45° sull'orizzontale, dotata di berme di ampiezza pari a 2m, eseguite con funzione rompitratta al più ogni 5m circa di altezza della banca. Le massime altezze di scavo chiodato da sostenere risultano pari a circa 12.0m.

Gli scavi saranno rivestiti con un geocomposito metallico, composto da una rete a doppia torsione intessuta con funi di acciaio ed accoppiata in fase di produzione ad una geostuoia antiersiva tridimensionale in filamenti di polipropilene.

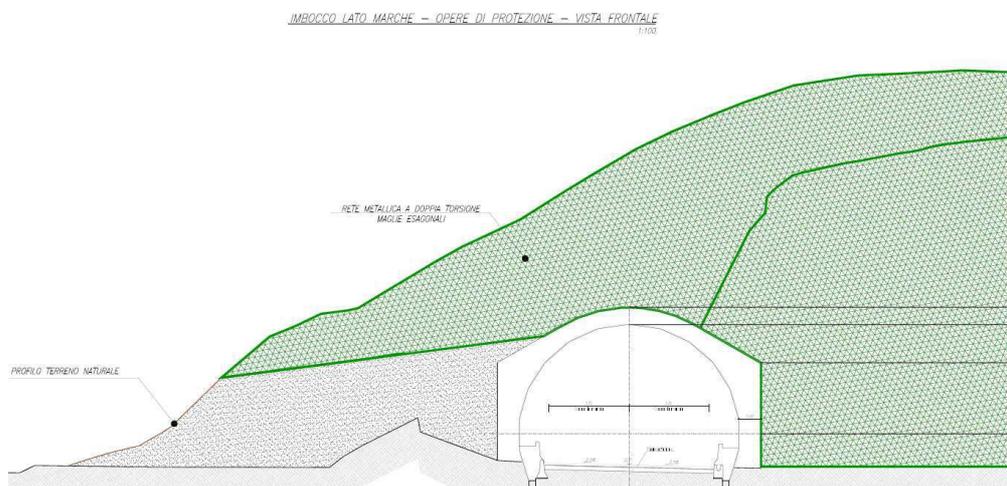
L'intervento è completato anche in tal caso dall'installazione di dreni suborizzontali, atti a dissipare eventuali sovrappressioni neutre destatesi in corrispondenza dell'opera.

La fasizzazione dell'opera in oggetto prevede uno scavo d'approccio per l'esecuzione del primo ordine di chiodi. Segue la messa in posto del chiodo di ancoraggio e la sigillatura con malta cementizia iniettata a gravità. Lo scavo procede quindi per successivi ribassi alle quota prevista per i successivi ordini di chiodatura, fino al raggiungimento della quota di fondo scavo. Parallelamente, si procede con l'installazione dei microdreni suborizzontali. Segue installazione del rivestimento corticale della rete ed esecuzione della fune di monte: la rete viene srotolata lungo il pendio dopo averla fissata facendola svoltare attorno alla fune di monte. Si procede con la legatura dei rotoli di rete. Vengono posizionate le piastre in acciaio sugli ancoraggi di monte e serrate con dado apposito. Si opera fino a risvoltare il rivestimento intorno al cavo di base. Infine si realizza il posizionamento delle piastre in acciaio sugli ancoraggi intermedi e al piede e serraggio con dado apposito.

#### 4.2.8 IMBOCCO LATO MARCHE GALLERIA GUINZA

All'imbocco lato Marche, in direzione della località Mercatello, non sono attualmente presenti opere di sostegno, dato che il versante si prestava alla realizzazione di un imbocco diretto in naturale della galleria.

Oltre agli interventi di messa in sicurezza dell'imbocco esistente, in questa fase si procederà alla sistemazione dello sperone roccioso tramite un intervento di protezione a carattere permanente con chiodatura e rete metallica, esemplificato dalle seguenti immagini.



Più in particolare, le lavorazioni di messa in sicurezza della parete rocciosa prevedono la realizzazione di una diffusa maglia di rinforzo costituita da chiodatura con barre di ancoraggio passive in acciaio, piene e a filettatura continua, alloggiate e intasate con malta cementizia su tutta la lunghezza all'interno di perfori di diametro  $\phi = 100mm$ .



(eventuali) e al piede e serraggio con dado apposito. Le piastre servono a far rimanere il rivestimento aderente al terreno.

#### **4.2.9 COLLEGAMENTO LATO MARCHE**

Presso l'area di svincolo lato Marche, le opere geotecniche consistono nella realizzazione di un rilevato stradale che funge da rampa di raccordo con la viabilità esistente. I rilevati in oggetto presentano un'altezza massima  $H \approx 7.5\text{m}$  circa.

In tale zona, dal punto di vista cantieristico si segnala unicamente la necessità di operare un intervento di bonifica, consistente nel completo asporto degli spessori di terreno vegetale (scotico)/terreni a scadente comportamento geotecnico indicati dalle indagini geotecniche in corrispondenza del sedime dei futuri rilevati.

La bonifica viene realizzata mediante approfondimento dello sbancamento su trincee di scavo a sezione obbligata e sostituzione con materiale arido selezionato opportunamente compattato. Sulla scorta dei dati disponibili dalle indagini, si prevede in definitiva di adottare scotico sp. 20cm + bonifica sp. 80cm.

Le dotazioni per la realizzazione delle opere soprariportate possono essere riassunte nell'elenco seguente:

- Parcheggio dei mezzi d'opera direttamente impegnati nello sviluppo dei lavori;
- Area stoccaggio terre.

La realizzazione dello scavo dei muri:

- Moto grader;
- Bulldozer apripista;
- Escavatori;
- Autocarri e pale meccaniche per l'allontanamento dei materiali di risulta;
- Betoniere ed autopompe per i getti in cls (per eventuali muri o opere d'arte lungo l'asse);
- Trivellatrici o macchine per la realizzazione dei micropali e dei pali;
- Gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione;
- Stabilizzatrice per trattamento a calce;
- Mezzo spandi calce;
- Rullo tassellato.

Per quel che riguarda invece la realizzazione dei rilevati invece:

- Moto grader;
  - Bulldozer apripista;
  - Escavatori;
  - Compattatrice, pale gommate;
  - Autocarri e pale meccaniche per l'allontanamento dei materiali di risulta;
  - Betoniere ed autopompe per i getti in cls (per eventuali muri o opere d'arte lungo l'asse);
-

- Pompe idrauliche per gli scavi;
- Gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione;
- Stabilizzatrice per trattamento a calce;
- Mezzo spandi calce;
- Rullo tassellato.

### **4.3 LAVORAZIONI ALLO SCOPERTO MANUTENZIONE STRAORDINARIA VIADOTTI**

L'area di lavorazione finalizzata alla sostituzione dei cordoli dei viadotti esistenti, all'installazione di una nuova barriera di sicurezza idonea al carico di traffico della futura infrastruttura. Tutti i viadotti interessati da tali lavorazioni sono il Valpiana, il Sorgente ed il Pieruccia. Per l'unico viadotto in CAP, IL Ponte Guinza, invece oltre alla sostituzione del cordolo e all'installazione di una nuova barriera si prevede il rifacimento dei traversi del ponte.

L'area di lavorazione finalizzata alla realizzazione dei viadotti costituisce un'area di lavoro mobile che verrà modificata in base allo sviluppo delle lavorazioni. L'organizzazione dell'area di lavorazione deve essere tale da consentire l'accesso e l'operatività dei mezzi d'opera. Le aree interessate dalla sostituzione con demolizione dei cordoli ed infine la realizzazione della nuova barriera di sicurezza, sono da individuarsi su tutta la lunghezza dei viadotti e da entrambi i lati del bordo ponte.

La demolizione del cordolo ed il rifacimento dello stesso prevedrà lavorazioni dalla quota del piano di calpestio del viadotto, mentre per la realizzazione della nuova barriera sarà bisogno di realizzare interventi dal basso, sottoponte. La nuova barriera si colloca a 1.30m dal bordo ponte e vedrà per i Viadotti in acciaio la rimozione della piastra ortotropa per l'intera lunghezza del viadotto stesso. Successivamente verrà saldato un nuovo scatolare al cassone, imbullonata la barriera verrà poi ricostruita la piastra ortotropa e si procederà alla stesa del pacchetto della pavimentazione.

La lavorazione della saldatura dello scatolare, dovrà avvenire dal sottoponte per cui si prevede per i Viadotti Valpiana, Sorgente e Pieruccia l'utilizzo di una piattaforma aerea by bridge *Figura 40 - Piattaforma aerea sottoponte*, comunemente chiamate anche piattaforme sottoponte, una macchina speciale che, grazie ad un particolare sistema di movimentazione "in negativo" (dall'alto verso il basso) e all'ampia capacità di sfilo del braccio, permette di effettuare la lavorazione in condizione di sicurezza.

L'avanzato meccanismo di funzionamento delle piattaforme sottoponte conferisce alle stesse diversi vantaggi di utilizzo, tra cui:

- Semplicità nel piazzamento del mezzo, che può essere svolto anche in totale autonomia;
- Facile manovrabilità;
- Superamento di ostacoli come marciapiedi, recinzioni e barriere stradali antirumore;
- Pieno controllo sulla rotazione e sull'estensione del braccio;
- Massima funzionalità anche in caso di condizioni climatiche avverse.

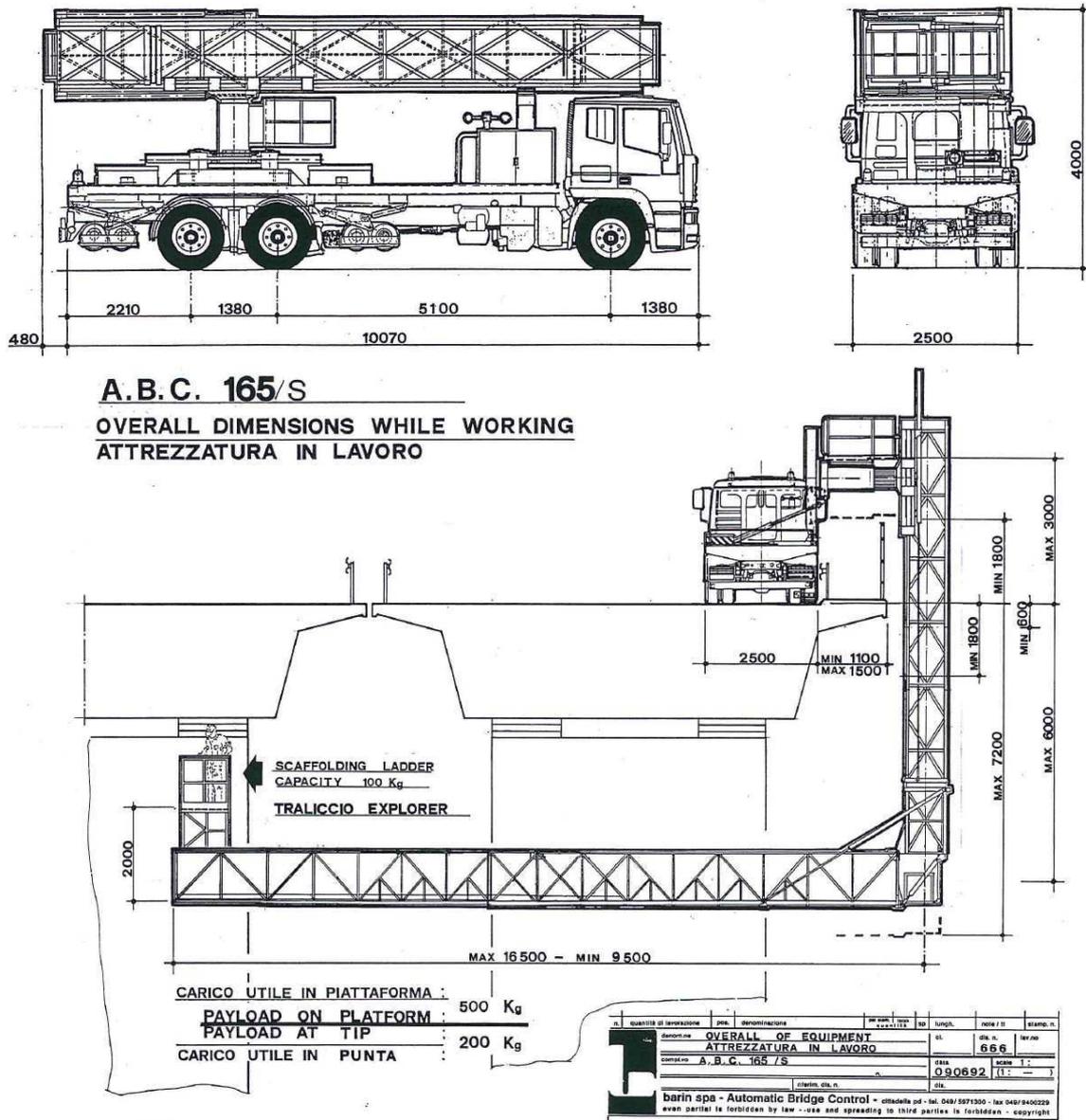


Figura 40 - Piattaforma aerea sottoponte



L'area di lavorazione deve essere organizzata in modo tale da prevedere le seguenti aree e attrezzature:

- Parcheggio dei mezzi d'opera direttamente impegnati nello sviluppo dei lavori;
- Aree di manovra e stazionamento mezzi d'opera in funzione (autogrù, autocarri, ecc.);
- Area lavorazione e stoccaggio materiali di costruzione;
- Area stoccaggio materiali di risulta;

In generale potranno essere presenti le seguenti dotazioni:

- Autocarro con cestello elevatore o ponteggi con piattaforma elevatrice (per il trasferimento delle maestranze sull'impalcato);
- Saldatrici;
- Betoniere ed autopompe per i getti in cls;
- Gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione.

#### **4.3.1 PONTE GUINZA**

Il ponte è costituito da due impalcati di luce pari a circa 27 m giuntati longitudinalmente; detti impalcati sono costituiti rispettivamente da 9 travi e da 8 travi a cassoncino in c.a.p. (in totale 17 travi) e due cordoli di bordo di larghezza pari a 1,2 m.



Figura 41 - Ponte Guinza

Dall'ispezione visiva è risultato che le travi in c.a.p. si trovano in buone condizioni mentre i traversi sono localmente ammalorati (assenza di copriferro e con barre di armatura esposte).

Si prevede pertanto di eseguire gli interventi locali seguenti:

- Demolizione della pavimentazione esistente fino all'estradosso della soletta e realizzazione della nuova pavimentazione comprensiva dell'impermeabilizzazione;
- Sostituzione dei giunti trasversali e longitudinale con il ripristino della pavimentazione sovrastante;
- Demolizione dei cordoli esistenti e ricostruzione dei nuovi per alloggio barriere di sicurezza;
- Inserimento in prossimità delle spalle di 4 caditoie per smaltimento delle acque di piattaforma;
- Risanamento dei traversi esistenti (scarifica del cls, pulitura delle armature esistenti affioranti dalla ruggine e ripristino).

Si riporta di seguito una sezione longitudinale e trasversale del ponte (disegni di progetto originale) e una vista in pianta del ponte con gli interventi da eseguire.

In questo caso si potrà prevedere una lavorazione dal basso da realizzarsi un ponteggio che non interferisca con il corso del fiume, difatti tale lavorazione dovrà essere effettuata nel periodo di magra del fiume Guinza.

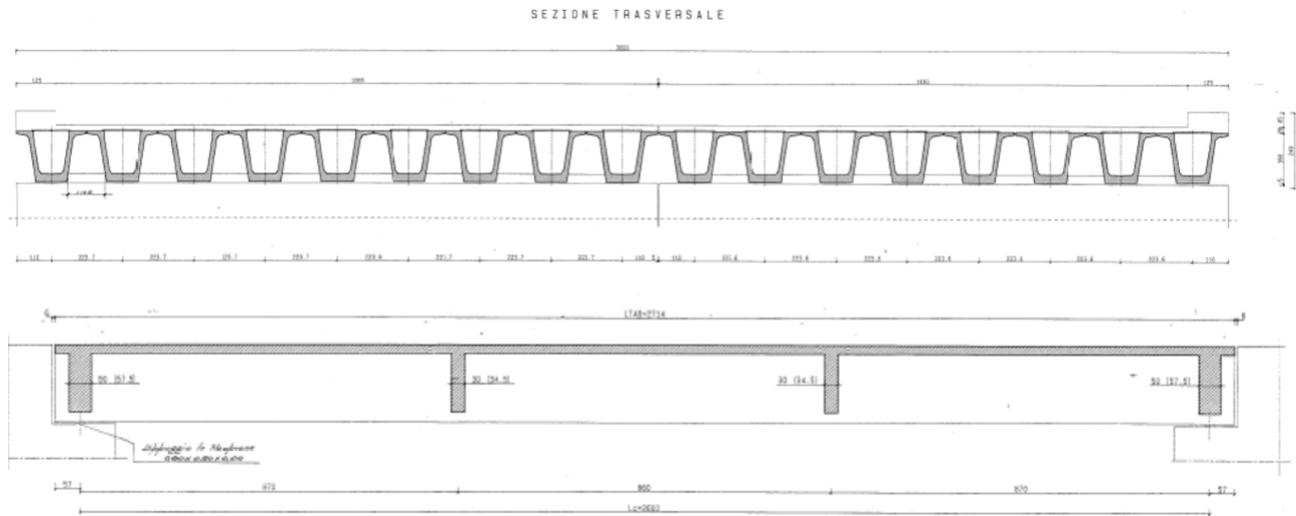


Figura 42 - Sezioni longitudinale e trasversale del ponte

#### 4.3.2 VIADOTTO VALPIANA

Il viadotto ha un impalcato realizzato in piastra ortotropa composta da una piastra isotropa sottile irrigidita da elementi longitudinali principalmente di sezione chiusa, irrigidita da traversi longitudinali con interasse pari a 3 m. Dal sopralluogo è stato possibile ricostruire la geometria della carpenteria metallica comprensiva degli spessori dei singoli elementi strutturali descritti precedentemente.



Figura 43 - Cordolo del viadotto metallico

L'intervento di progetto prevede la realizzazione della demolizione di parte della piastra ortotropa, inserimento di uno scatolare sul quale ancorare la nuova barriera di sicurezza e successiva risaldatura della stessa piastra.

Riassumendo si prevedono i seguenti interventi locali:

- Esecuzione di nuovi cordoli;
- Rottura e saldatura della piastra ortotropa per l'alloggio della barriera;
- Posa in opera della barriera;
- Rifacimento pacchetto stradale.

#### **4.3.3 VIADOTTO SORGENTE**

Il viadotto ha un impalcato realizzato in piastra ortotropa composta da una piastra isotropa sottile irrigidita da elementi longitudinali principalmente di sezione chiusa, irrigidita da traversi longitudinali con interasse pari a 3 m. Dal sopralluogo è stato possibile ricostruire la geometria della carpenteria metallica comprensiva degli spessori dei singoli elementi strutturali descritti precedentemente.

L'intervento di progetto prevede la realizzazione della demolizione di parte della piastra ortotropa, inserimento di uno scatolare sul quale ancorare la nuova barriera di sicurezza e successiva risaldatura della stessa piastra.

Riassumendo si prevedono i seguenti interventi locali:

- Esecuzione di nuovi cordoli;
- Rottura e saldatura della piastra ortotropa per l'alloggio della barriera;
- Posa in opera della barriera;
- Rifacimento pacchetto stradale.

#### **4.3.4 VIADOTTO PIERUCCIA**

Il viadotto ha un impalcato realizzato in piastra ortotropa composta da una piastra isotropa sottile irrigidita da elementi longitudinali principalmente di sezione chiusa, irrigidita da traversi longitudinali con interasse pari a 3 m. Dal sopralluogo è stato possibile ricostruire la geometria della carpenteria metallica comprensiva degli spessori dei singoli elementi strutturali descritti precedentemente.

Il viadotto è costituito da due impalcati affiancati a distanza variabile, originariamente costituenti le due carreggiate. A ciò corrisponde una differente dimensione tra lo sbalzo esterno e quello interno di ciascuna carreggiata.

Le figure seguenti mostrano i due impalcati affiancati e un particolare dello sbalzo interno.



Figura 44 - Vista dal basso del viadotto Pieruccia



Figura 45 - Particolare del cordolo

L'intervento di progetto prevede la realizzazione della demolizione di parte della piastra ortotropa, inserimento di uno scatolare sul quale ancorare la nuova barriera di sicurezza e successiva risaldatura della stessa piastra.

Riassumendo si prevedono i seguenti interventi locali:

- Esecuzione di nuovi cordoli;
- Rottura e saldatura della piastra ortotropa per l'alloggio della barriera;
- Posa in opera della barriera;
- Rifacimento pacchetto stradale.

#### **4.3.5 SOTTOVIA SCATOLARE LATO MARCHE**

Nella parte terminale dell'intervento in progetto si trova un sottovia scatolare di demanio comunale.

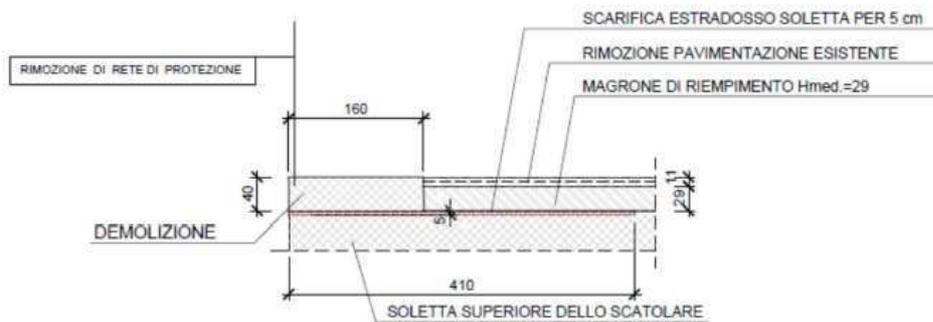
Si tratta di una struttura scatolare a singola canna in c.a. A seguito dell'ispezione visiva emerge un ammaloramento superficiale localizzato in alcune zone. Si prevede pertanto di intervenire con la scarifica del cls ammalorato, la rimozione dell'ossidazione dalle armature e il ripristino del copriferro rimosso.

Altro intervento locale è il rifacimento dei cordoli in cls porta barriere di sicurezza. Si prevede la realizzazione di un nuovo cordolo in posizione centrale e la demolizione e ricostruzione del cordolo di bordo sul lato sinistro.

**CORDOLO LATERALE SX**

**STATO ATTUALE DEMOLIZIONI**

Scala 1:50



**SITUAZIONE FINALE CON NUOVO CORDOLO**

Scala 1:50

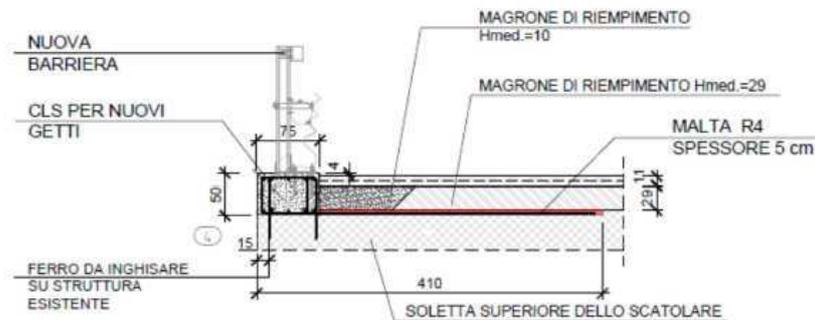


Figura 46 - Intervento di sistemazione del sottovia

Riassumendo si prevedono i seguenti interventi locali:

- Demolizione di un cordolo esistente e realizzazione di nuovi cordoli per le barriere di sicurezza;
- Interventi locali di risanamento.

A differenza degli altri interventi, in questo caso sarà previsto un normale ponteggio, con realizzazione di una sosta semaforica alternata al fine di non interrompere la viabilità locale.

## **5. MACCHINARI E ATTREZZATURE UTILIZZATE DURANTE I LAVORI**

Durante la realizzazione dell'opera si dovrà fare ricorso a macchine edili di ultima generazione (pala gommata, escavatore, elevatori meccanici, escavatori a risucchio, mezzi a controllo remoto con GPS), in grado di ridurre l'impatto ambientale (mezzi a norma Euro 4 ed Euro 5), derivante dalle emissioni di inquinanti in atmosfera (NOX, CO, ecc.).

Il contenimento delle emissioni sarà inoltre assicurato dalla continua manutenzione a cui i mezzi saranno sottoposti. Le mitigazione e prescrizioni atte a limitare l'inquinamento atmosferico saranno:

- Impiego di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
- Impiego di mezzi rispondenti ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti,
- Utilizzo di mezzi a basso consumo e ridotte emissioni;
- Utilizzo di auto di servizio del cantiere elettriche: per limitare le emissioni inquinanti in atmosfera, oltre che per ridurre i consumi, il personale utilizzerà per gli spostamenti da un cantiere all'altro autovetture ad alimentazione elettrica.

Per la realizzazione delle opere civili si può prevedere l'impiego dei seguenti macchinari principali:

- Autobetoniere;
- Autobotti;
- Autocarri e dumper;
- Autogru idrauliche ed a traliccio;
- Autovetture;
- Carrelli elevatori;
- Casseri;
- Compressori;
- Escavatori;
- Escavatori con fresa puntuale;
- Motocompressori;
- Pale meccaniche;
- Perforatrici per consolidamenti;
- Pompe per acqua;
- Pompe per calcestruzzo;
- Rulli compattatori;
- Jumbo.

Si utilizzeranno mezzi di trasporto con capacità differenziata, in modo da ottimizzare i carichi sfruttando al massimo la capacità stessa, e in uscita dai cantieri si limiterà opportunamente la velocità sulla piste di cantiere (indicativamente a 30 km/h).

Per le attività di rifornimento verranno predisposte adeguate procedure che riducano al minimo il rischio di perdite di carburante.

Infine, si elencano, di seguito, le seguenti installazioni di impianti e attrezzature principali:

- Prefabbricati uso Uffici, Spogliatoi e servizi igienici;
- Prefabbricati uso Magazzino, officina e laboratorio;
- Cabine elettriche e gruppi elettro-generatori di emergenza;
- Vasche trattamento acque;
- Impianti antincendio;
- Aree deposito olii e carburanti;
- Impianti lavaggio ruote;
- Impianti di ventilazione in galleria;
- Solleventori telescopici.

## 6.BILANCIO MATERIE

Nella seguenti Tabelle è stata riportata in modo sintetico la stima dei volumi degli scavi e degli approvvigionamenti e le modalità di utilizzo. Il bilancio materie ha tenuto anche conto dell'effetto del rigonfiamento e della compattazione del terreno in seguito alle lavorazioni, pertanto è stato applicato un coefficiente pari a 1,1 e 1,3 per tener conto del rigonfiamento per effetto dello scavo ed un coefficiente di compattazione per la messa in opera compreso fra 1,05 (terreno vegetale) e 1,2 per il restanti terreni.

Stima volumi dei materiali provenienti da scavi	Quantità (m <sup>3</sup> banco)	Coeff rigonf	Quantità (m <sup>3</sup> smosso)
Scotico	5.640	1,1	6.204
Scavi all'aperto	38.802	1,3	50.442
Scavi opere idrauliche	5.053	1,3	6.569
Scavi in galleria	1.292	1,3	1.680
Scavi fondazioni profonde	1.940	1,3	2.522
<b>Totale</b>	<b>52.727</b>		<b>67.417</b>

Tabella 2 - Riepilogo delle quantità di materiale escavato

La stima del volume di materiale movimentato dagli scavi è di circa 52.700 m<sup>3</sup> (in banco) e circa 67.400 m<sup>3</sup> allo stato smosso.

Stima dei fabbisogni di materiali inerti		Quantità (m <sup>3</sup> banco)	Quantità riutilizzata in progetto (m <sup>3</sup> ricompattato)	Approvvigionamento da cava (m <sup>3</sup> banco)
Rilevato	lato umbria	23.271	---	23.271
	lato marche	46.034	---	46.034
	terra rinforzata	9.158	---	9.158
Preparazione piano di posa		5.640	---	5.640
Materiali aridi anticapillari		45	---	45
Rinterri		9.387	---	9.387
Misto granular per pavimentazione		5.361	---	5.361
Terreno vegetale		7.407	7.407	---
<b>Totale</b>		<b>106.303</b>	<b>7.407</b>	<b>98.896</b>

Tabella 3 - Riepilogo delle quantità dei fabbisogni

Il fabbisogno complessivo è stimato in circa 106.300 m<sup>3</sup> in banco di cui circa 7.400 m<sup>3</sup> (fabbisogno relativo al terreno vegetale) verrà soddisfatto mediante il riutilizzo delle terre scavate provenienti dallo scotico e parte degli scavi all'aperto; il restante fabbisogno, pari a circa 98.900 m<sup>3</sup> (banco) verrà soddisfatto mediante approvvigionamento da cava.

Considerata la natura torbida dei litotipi interessati dagli scavi, caratterizzati da una fitta alternanza di strati pelitico-arenacei, il riutilizzo in sito, al fine di soddisfare parte del fabbisogno di materiale inerte, può interessare solo la frazione arenacea (pari mediamente a circa il 25%). I volumi in gioco e la bassa percentuale del potenziale riutilizzo non giustifica l'installazione/gestione in sito di un oneroso impianto di frantumazione, vagliatura e lavaggio per la separazione della frazione arenacea. Pertanto, i circa 59.640 m<sup>3</sup> (smosso) di terre in esubero, secondo il bilancio materie riportato nella tabella seguente, verranno conferiti in due siti di deposito definitivi esterni individuati (descritti di seguito) per rimodellamento morfologico.

Stima dei volumi terre in esubero	Scavo		Riutilizzo all'interno del sito			Riutilizzo fuori dal sito			
	m <sup>3</sup> banco	m <sup>3</sup> smosso	m <sup>3</sup> smosso	coefficiente compattamento	m <sup>3</sup> ricompattato	m <sup>3</sup> smosso	coefficiente compattamento	m <sup>3</sup> ricompattato	siti deposito definitivo
Scotico	5.640	6.204	6.204	1,05	5.908	0		0	
Scavi all'aperto	38.802	50.442	1.574	1,05	1.499	48.868	1,2	40.723	Cava attiva di Olmo (Ditta Piselli cave)
Scavi opere idrauliche	5.053	6.569	0		0	6.569	1,2	5.474	Sito località Molino dei Roghi
Scavi in galleria	1.292	1.680	0		0	1.680	1,2	1.400	Cava attiva di Olmo (Ditta Piselli cave)
Scavi fondazioni profonde	1.940	2.522	0		0	2.522	1,2	2.101	Cava attiva di Olmo (Ditta Piselli cave)
<b>Totale</b>	<b>52.727</b>	<b>67.417</b>	<b>7.778</b>		<b>7.407</b>	<b>59.639</b>		<b>49.698</b>	

Tabella 4 - Volume di materiali da conferire nei siti di deposito

I calcestruzzi e le miscele bituminose verranno approvvigionati in forma preconfezionata da impianti di produzione.

## **6.1 SITI DI APPROVVIGIONAMENTO E DI DESTINAZIONE FINALE DEI MATERIALI IN ESUBERO**

In questa fase progettuale è stata condotta un'analisi territoriale, sviluppata in un ambito sufficientemente esteso intorno all'area d'interesse, volta all'individuazione di siti estrattivi e impianti di smaltimento attivi, utilizzabili rispettivamente per l'approvvigionamento di materiali utili per la realizzazione delle opere previste e per il conferimento delle terre non riutilizzate nell'ambito dell'intervento. Nei successivi paragrafi è indicata la localizzazione e le caratteristiche dei siti selezionati ritenuti più idonei in termini di vicinanza dal sito e capacità produttività/stoccaggio.

### **6.1.1 SITI DI ESTRAZIONE E APPROVVIGIONAMENTO INERTI**

La ricerca dei siti di approvvigionamento si è basata sulle informazioni reperite dal sito istituzionale della Provincia di Pesaro-Urbino, dal sito istituzionale del sistema ambientale della Regione Marche, da informazioni acquisite dal personale della Regione/Provincia o contattando le aziende di settore che operano sul territorio.

Le principali cave attive presenti nelle aree più vicine al tracciato rivestono particolare interesse ai fini della loro vocazione quali siti di approvvigionamento di materiali da rilevato e, in parte, come inerti di pregio.

L'elenco di seguito indicato è da ritenersi non esaustivo e non vincolante ma è stato redatto esclusivamente nell'ottica di verificare la disponibilità sul territorio di un numero di impianti di approvvigionamento con quantità di materiale sufficiente alla realizzazione delle opere.

I siti estrattivi indicati hanno una potenzialità sufficiente a coprire il fabbisogno di materiale; tuttavia qualora dovesse trascorre un tempo considerevole prima dell'inizio dei lavori, sarà necessario accertare la reale disponibilità volumetrica delle cave che si intende utilizzare.

Per l'intervento in esame sono state individuate le seguenti cave elencate di seguito da quella più vicina a quella più lontana all'area dell'intervento:

- Cava San Paterniano (Piselli Cave srl) posta a circa 22 km;
- Cava Salvi (località Urbania) posta a circa 27 km;
- Cava ConCave posta a circa 31 km;
- Cava di Gorgo a Cerbara (località Piobbico) posta a circa 39 km.

Nella seguente tabella riassuntiva sono riportati alcuni dati tecnici delle cave elencate, tratti dalle autorizzazioni che è stato possibile reperire sui siti web e/o forniti dai gestori dei siti contattati, riportate in Allegato, a cui si rimanda per ulteriori dettagli sui prodotti forniti e sulle autorizzazioni. In tabella è stata indicata anche la distanza di ciascun impianto dall'area dell'intervento e la viabilità interessata.

Tipologia sito	Cava
----------------	------

**PROGETTO DEFINITIVO**

Ditta	Piselli Cave s.r.l.
Localizzazione cava	San Paterniano - Città di Castello (PG)
Distanza impianto dal sito di progetto	22 km circa
Principale viabilità di accesso interessata	SP200-viab. locale-E45
Autorizzazione attività estrattiva	Vedi allegato
Tipologia materiale da estrarre	Calcare
Prodotti forniti	Aggregati vari
Quantitativi di materiale da estrarre	Vedi allegato
<b>Tipologia sito</b>	<b>Cava</b>
Ditta	Cave Salvi s.r.l.
Localizzazione cava	Ca' Madonna 2 - Urbania (PU)
Distanza impianto dal sito di progetto	27 km circa
Principale viabilità di accesso interessata	SP Urbana Piobbico/SP21- SS73 bis- E78
Autorizzazione attività estrattiva	Vedi allegato
Tipologia materiale da estrarre	Calcare
Prodotti forniti	Aggregati vari
Quantitativi di materiale da estrarre	Vedi allegato
<b>Tipologia sito</b>	<b>Cava</b>
Ditta	Concave srl
Localizzazione cava	Loc Goretto Formole 20 – Santo Stefano (AR)
Distanza impianto dal sito di progetto	31 km
Principale viabilità di accesso interessata	SP200 – SS37 bis – E45
Autorizzazione attività estrattiva	---
Tipologia materiale da estrarre	Calcare
Prodotti forniti	Aggregati vari
Quantitativi di materiale da estrarre	---
<b>Tipologia sito</b>	<b>Cava</b>
Ditta	Cava di Gorgo a Cerbara srl
Localizzazione cava	Gorgo a Cerbara - Piobbico (PU)
Distanza impianto dal sito di progetto	39 km circa
Principale viabilità di accesso interessata	SS Apecchiese - SP Urbana Piobbico/SP21- SS73 bis- E78
Autorizzazione attività estrattiva	Vedi allegato
Tipologia materiale da estrarre	Calcare
Prodotti forniti	Aggregati vari
Quantitativi di materiale da estrarre autorizzato residuo	Vedi allegato

Tabella 5 -Caratteristiche tecniche delle cave

L'ubicazione degli impianti è riportata nell'elaborato grafico "Corografia cave, siti di deposito definitivi terre e materiali da demolizione" (Cod. Elab. T00GE00GEOCD01\_B).

**PROGETTO DEFINITVO**

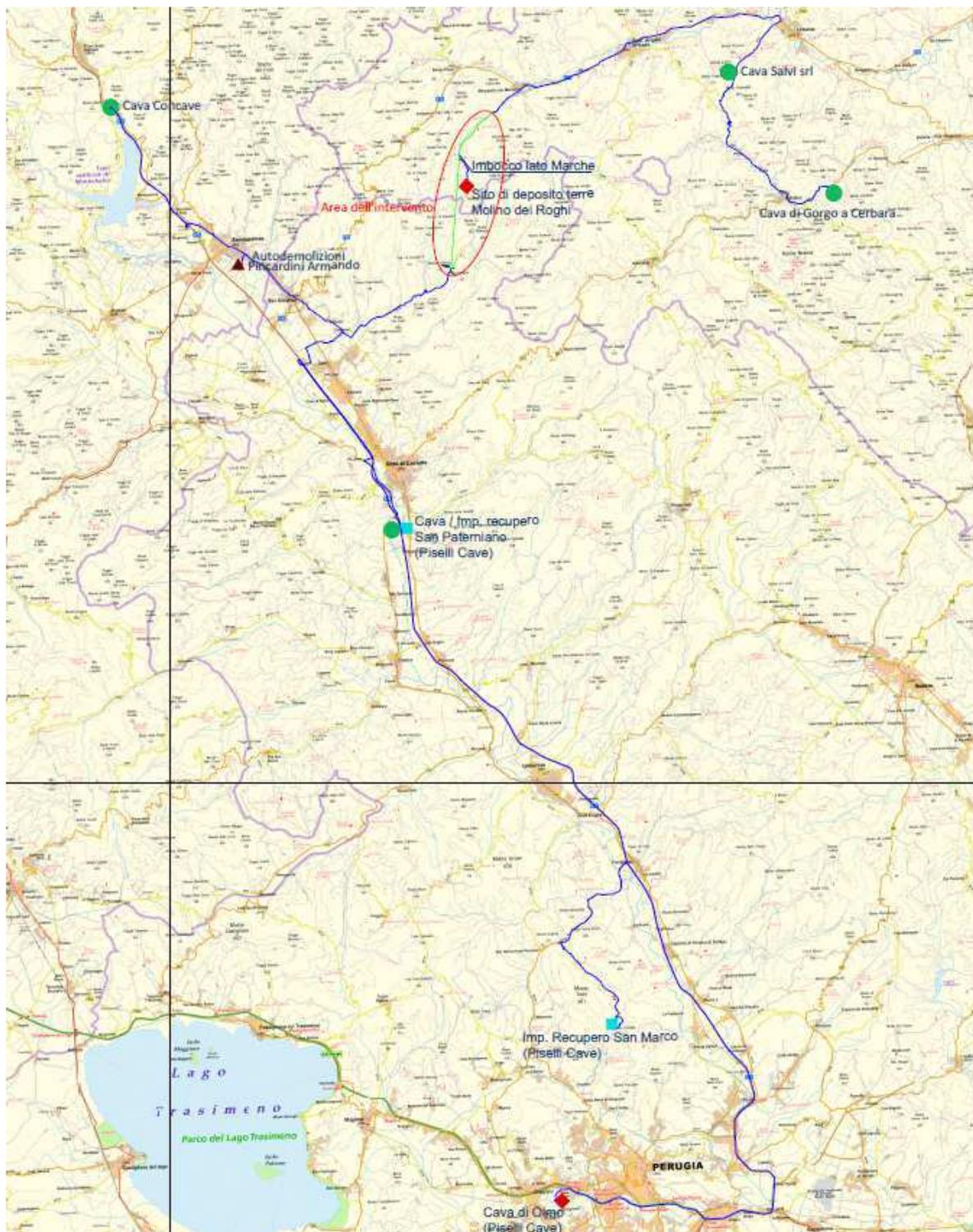


Figura 47 - Cava, Impianti di approvvigionamento e siti di smaltimento

## 6.2 AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nell'ambito della cantierizzazione, secondo la definizione all'art. 5 del D.P.R. 120/2017 sono state individuate delle aree per lo stoccaggio intermedio delle terre. Considerata la morfologia acclive dei luoghi in cui si sviluppa il tracciato della galleria, le aree di cantiere/depositi intermedi delle terre e rocce da scavo sono stati posizionati lungo l'infrastruttura esistente.

L'area di deposito individuata sono riportate di seguito.

Sono previste 4 aree di stoccaggio temporaneo pensate per destinarci lo scotico ma potranno essere utilizzate anche come stoccaggio dei materiali di approvvigionamento.

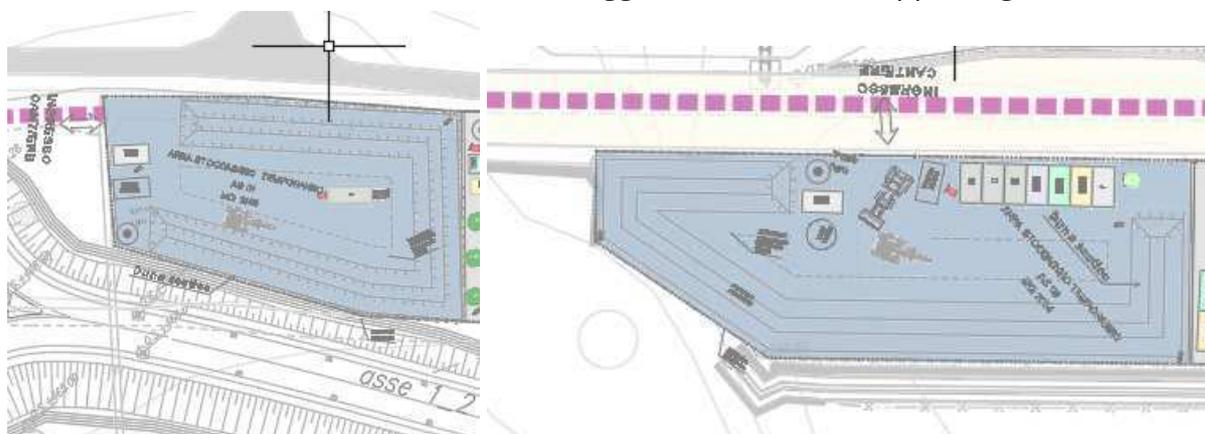


Figura 48 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 01 Figura 49 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 02

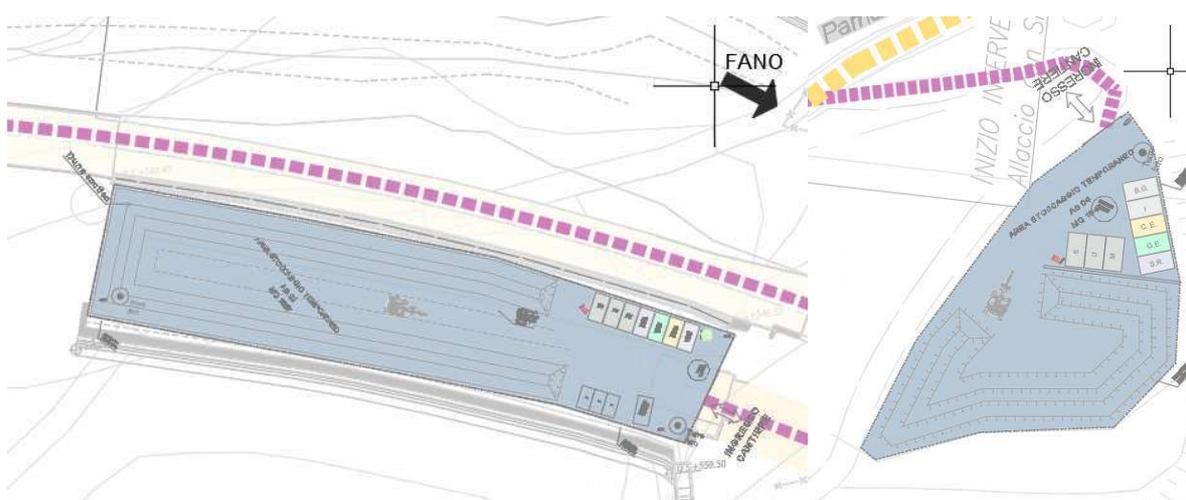


Figura 50 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 03 Figura 51 – Area Stoccaggio Temporaneo AS 04

In considerazione della destinazione d'uso delle aree riservate a deposito intermedio, le CSC da trapiantare per il terreno abbancato sono quelle della Colonna A della Tabella 1 Allegato 5, al Titolo V Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e con protezione impermeabilizzata della base di appoggio anche quelle di colonna B.

I materiali che verranno depositati, nelle aree adibite al deposito materiale, possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- Terreno sterile derivante da scavi in galleria (smarino);
- Terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico pari a 20 cm).

La rimozione del terreno vegetale interessa non solo le aree di sedime dell'opera, ma anche tutte le aree interessate dalla cantierizzazione (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito).

Le aree di deposito, con dimensioni diverse in funzione dei quantitativi di materiali da accumulare, verranno realizzate in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale. All'interno delle singole aree il terreno viene stoccato in cumuli separati, distinti per natura litologica e quindi per provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

La preparazione e disposizione delle aree di deposito richiede in breve le seguenti lavorazioni:

- Lo scotico del terreno vegetale, che verrà accantonato lungo il perimetro di ciascuna area,
- La regolarizzazione, compattazione ed impermeabilizzazione del fondo,
- La creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia,
- La posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione.

Su queste apposite aree si seguiranno alcuni principali accorgimenti nella fase costruttiva, utili ad evitare potenziali contaminazioni.

Nel caso di deposito di accumulo dei materiali da scavo finalizzato al successivo riutilizzo:

- Si garantirà il funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento,
  - Si doterà di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali,
-

- Si avvarrà di misure identificative delle aree di deposito (con cartellonistica adeguata),
- Si doterà di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.

### **6.2.1 DURATA DEL DEPOSITO DELLE TERRE**

La durata dei depositi comprende i tempi necessari per la realizzazione dell'arco rovescio e di tutte le eventuali finiture, nonché il ripristino del terreno vegetale di copertura delle scarpate ed il ripristino ambientale delle aree, attività che saranno necessariamente tra le ultime lavorazioni previste dal cronoprogramma di progetto e non può superare il termine del fine lavori.

Definito il tempo massimo di deposito, va evidenziato che il sistema che verrà impiegato per la maggior parte delle aree sarà di tipo "dinamico". Pertanto in ciascuna area di deposito saranno normalmente collocate delle terre, derivanti da scavi e sterri, che verranno quindi reimpiegate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri o sottofondi ed in caso di esubero verranno portate a discarica o riutilizzate per il ripristino ambientale di cave.

Faranno generalmente eccezione a questa logica le aree che verranno impiegate per il deposito del terreno vegetale. Questo avrà origine dalle operazioni di scotico eseguite sia nelle aree di lavoro che in quelle destinate ai cantieri, svolte nella prima fase di attività, e verrà reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate. Tipicamente quindi il terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato sia durante i lavori, per il rivestimento delle scarpate, sia nella fase finale.

### 6.3 SITI DI DEPOSITO DEFINITIVO TERRE

Nell'ambito del presente progetto sono stati individuati due siti di deposito definitivo in cui abbancare i materiali in esubero che non è stato possibile riutilizzare nell'ambito del progetto in esame allo scopo di effettuare il recupero ambientale:

- sito di deposito di località Molino dei Roghi posto a circa 2 km;
- ex cava di Olmo gestita dalla ditta Pisellicave posta a circa 84 km.

Il sito di conferimento (località Molino dei Roghi) è quello già utilizzato in passato per l'abbancamento dei materiali in esubero, nell'ambito dei lavori del lotto adiacente, ed approvato con delibera n. 4188 del 16 novembre 1992 (riportata in allegato). Il conferimento delle modeste quantità di terre in esubero destinato al deposito di Molino dei Roghi (circa 6.500 m<sup>3</sup> smossi – circa 5.500 m<sup>3</sup> ricompattati) ha lo scopo esclusivamente di completare in modo definitivo la sistemazione morfologica di questo sito. Nella Figura seguente si riporta uno stralcio planimetrico dell'area, mentre i dettagli della sistemazione morfologica con le sezioni tipo sono riportate nella "Planimetria e sistemazione morfologica del sito di deposito definitivo di Molino dei Roghi" (Cod. Elab. T00GE00GEODC01\_B).





Figura 52 - Siti di deposito definitivo Molino dei Roghi e cava di Olmo

La restante quantità, gran parte del materiale in esubero pari a circa 54.240 m<sup>3</sup> smossi (circa 45.200 m<sup>3</sup> ricompattati), verrà conferito nella cava attiva di estrazione di località Olmo (Perugia) gestita dalla ditta Pisellicave (figura 6). Questa cava è autorizzata ad accettare terre e rocce da scavo sia in regime di sottoprodotto, per rimodellamento morfologico (Permesso a Costruire n.642 del 12/08/09 e Autorizzazione Paesaggistica n.449 del 15/07/09 rilasciate dal Comune di Perugia), sia in regime di rifiuto (CER 170504) come da Autorizzazione Provincia di Perugia "Iscrizione Albo Gestore Rifiuti Non Pericolosi n.344/07", ultimo rilascio del 9/11/15 in corso di promozione ad Autorizzazione Unica Ambientale"). L'impianto ha una capacità di circa 120.000 m<sup>3</sup> come indicato nella dichiarazione del titolare dell'impianto riportata in allegato unitamente alle autorizzazioni citate. L'ubicazione degli impianti è riportata nell'elaborato grafico "Corografia cave, siti di deposito definitivi terre e materiali da demolizione" (Cod. Elab. T00GE00GEOCD01\_B).

## 6.4 SITI DI CONFERIMENTO MATERIALI DA DEMOLIZIONE

Per quanto riguarda il conferimento dei materiali da demolizione sono stati individuati due impianti di recupero autorizzati per attività di recupero R5 – R13 che accettano materiali derivanti dall'attività di demolizione dei cls e il fresato stradale; le quantità stimate in progetto per queste tipologie di rifiuto ammontano rispettivamente a circa 5.900 m<sup>3</sup> (14.160 t) e 14.000 m<sup>3</sup> (circa 18.200 t). Nella tabella seguente sono riportati gli impianti selezionati con le relative quantità di rifiuto autorizzate, le distanze ed i percorsi previsti; le autorizzazioni sono riportate in allegato.

OPERATORE	UBICAZIONE IMPIANTO	CODICE CER AUTORIZZATO	QUANTITÀ AUTORIZZATE	DISTANZA SITO/CANTIERE (M)	VIABILITÀ INTERESSATA
Piselli Cave srl	Loc. San Paterniano, Citta di Castello (PG)	Punto 7.1 demolizioni CER 170101 CER 170102 CER 170103 CER 170107 CER 170904	47.152 t/a	22	SP200-viab. locale-E45
		Punto 7.6 fresati CER 170302	94.661 t/a		
	Loc. Sant'Angelo Fraz. San Marco (Perugia)	Punto 7.1 demolizioni CER 170101 CER 170102 CER 170103 CER 170107 CER 170904	47.152 t/a	68	SP200-viab. locale-E45-SP169-SP170
		Punto 7.6 fresati CER 170302	94.661 t/a		

Tabella 6 - Caratteristiche tecniche degli impianti di deposito

Come si evince dalla tabella per entrambi gli impianti le quantità autorizzate sono ampiamente superiori alle quantità da conferire.

L'ubicazione degli impianti è riportata nell'elaborato grafico "Corografia cave, siti di deposito definitivi terre e materiali da demolizione" (Cod. Elab. T00GE00GEOCD01\_B), mentre le autorizzazioni sono riportate in allegato.

Per quanto riguarda il recupero di eventuali materiali ferrosi prodotti dalle attività di demolizione è stato individuato l'impianto Pincardini Armando s.r.l. ubicato in loc. San Sepolcro, ad una distanza di circa 16 km, la viabilità interessata dall'area dell'intervento all'impianto riguarda la SP200 e viabilità locale.

L'ubicazione dell'impianto è riportata nell'elaborato grafico "Corografia cave, siti di deposito definitivi terre e materiali da demolizione" (Cod. Elab. T00GE00GEOCD01\_B).

Nella seguente tabella riassuntiva sono riportati alcuni dati tecnici dell'impianto per il conferimento dei metalli tratti dall'autorizzazione che è riportata in Allegato a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Tipologia sito	Impianto per il conferimento dei metalli
Ditta	Pincardini Armando s.r.l.
Localizzazione	San Sepolcro
Distanza impianto dal sito di progetto	16 km circa
Autorizzazione sito	Vedi allegato
Tipologia di materiale accettato	CER 170405, 170407
Volumetrie residue	Vedi allegato

Tabella 7 -Caratteristiche tecniche dell'impianto di recupero materiali ferrosi

#### **6.4.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE TERRE E MATERIALI**

I percorsi attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali da scavo dal luogo di produzione al sito di deposito temporaneo, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale (rimodellamenti morfologici, deposito ultimo) nel caso specifico del presente intervento sono individuabili con l'infrastruttura esistente chiusa al traffico, si movimenteranno solo dall'imbocco lato Umbria i mezzi in uscita verso Cava di Olmo ed invece sul lato dell'imbocco lato Marche della Guinza si movimenteranno quelli per Molino dei Roghi.

Tutti i mezzi d'opera con capacità massima di 18 m<sup>3</sup>, si atterranno al Codice della Strada e saranno opportunamente coperti per evitare interferenze tra il materiale trasportato e gli agenti atmosferici o eventuali altri materiali con cui potrebbero venire in contatto.

I percorsi sono fissi e definiti a priori ed i conducenti, a meno di situazioni di emergenza, vi si atterranno senza operare variazioni. I percorsi dei mezzi di cantiere sono indicati nella Tavola T00-CA00-CAN-PL01\_B e negli elaborati relativi alla cantierizzazione.

Per l'utilizzo dei materiali di scavo nell'ambito del cantiere in qualità di sottoprodotti, si prevede il trasporto con automezzi dai siti di produzione a quelli di deposito intermedio e, infine, a quelli di riutilizzo interno.

Al fine di garantire l'effettiva tracciabilità della movimentazione delle terre e rocce da scavo prodotte e riutilizzate nel complesso dell'opera, dovrà inoltre essere tracciato il flusso di materiale (rendiconto) dell'intero ciclo ad intervalli periodici stabiliti (es. trimestrali), secondo uno schema di cui si riporta nella successiva Tabella una possibile tabella riassuntiva tipo; ciò al fine di associare a ciascuna opera (WBS) che produce materiale (es.: galleria) quella che necessità di materiale (es.: rilevato).

Sito di produzione	Trimestre anno xxxx			Transito in sito di deposito intermedio	Destinazione effettiva
	Gennaio m <sup>3</sup>	Febbraio m <sup>3</sup>	Marzo m <sup>3</sup>		
WBS a				AS x	WBS 1
				AS x	WBS 2
				AS x	WBS 3
WBS b				AS x	WBS 3
				AS x	WBS 4
				AS x	WBS 5
WBS c				AS x	WBS 1
				AS x	WBS 3
				AS x	WBS 5
<b>Totali mensili</b>					
<b>Totali trimestre</b>					

Tabella 8 - Schema tipo di flusso materiale

Per il trasporto dei materiali di scavo, di demolizione e da costruzione su distanze più o meno lunghe sono necessarie adeguate ed efficienti attrezzature.

Le apparecchiature di trasporto impiegate sono:

- Camion/dumper/automezzi speciali,
- Pompe per calcestruzzo,
- Gru ed apparecchi di sollevamento.

A tale riguardo si enunciano alcune avvertenze:

I **camion / dumper** servono come automezzi impiegabili in modo flessibile per il trasporto di diversi materiali, quali materiale di scavo e demolizione, calcestruzzo, sabbia – ghiaia, ecc.,

Le **pompe per calcestruzzo** sono impiegate per il getto del calcestruzzo nelle casseforme. Per il getto del calcestruzzo sono utilizzabili diversi tipi di pompe: accanto alle pompe per calcestruzzo in opera vi sono anche pompe per l'applicazione ad umido dello spritz-beton.

Per il trasporto del materiale di scavo della galleria all'esterno possono essere impiegati i seguenti sistemi:

- Trasporto con dumper e camion,
- Trasporto mediante pale gommate.

Il materiale di scavo viene prelevato sul fronte di scavo mediante le attrezzature di rimozione precedentemente descritte e caricato sulle attrezzature di trasporto. Per le

sezioni di galleria di progetto si potrebbero impiegare anche i Dumper, a condizione che vi sia la possibilità per due automezzi di incrociarsi in galleria senza ostacolarsi.

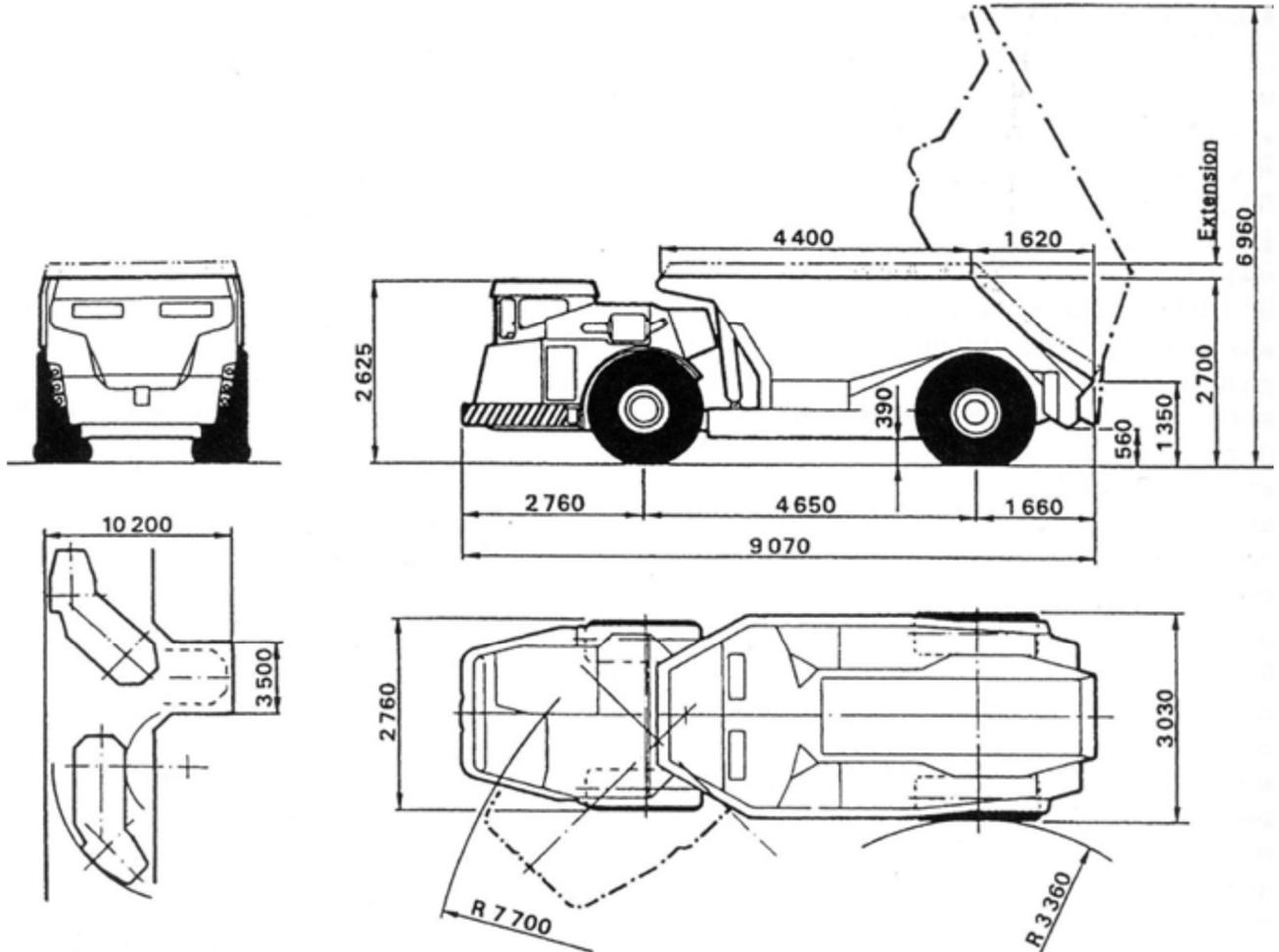


Figura 53 - Autocarro a cassone ribaltabile, volume di carico 21 m<sup>3</sup>

## 7. FLUSSI DI TRAFFICO

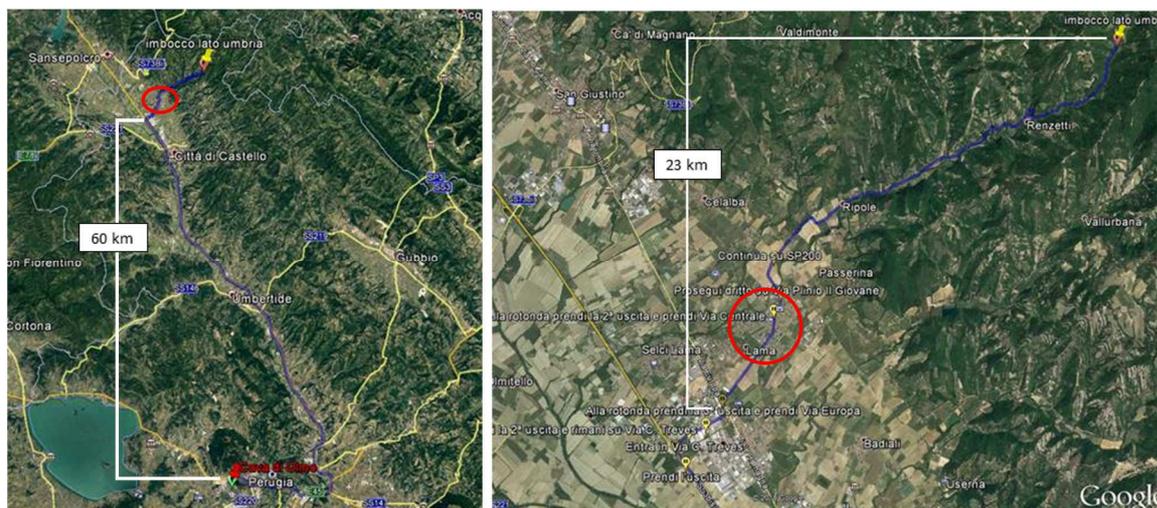
Il progetto di realizzazione della nuova infrastruttura viaria, vedrà per un periodo di 780 gg un flusso di mezzi d'opera che circherà per buona parte lungo il sedime della già realizzata infrastruttura e poi successivamente su diverse viabilità nevralgiche del territorio umbro e marchigiano quali la SS73 bis, la SS 73, la E 45, e la Strada Provinciale Urbania Piobbico. Queste strade verranno interessate dal passaggio dei mezzi relativi allo smarino e dall'approvvigionamento del materiale necessario alla realizzazione dell'opera.

Le analisi mostrate in tale capitolo dovranno comunque essere oggetto di verifica in fase di progettazione esecutiva. L'analisi dei flussi di traffico attuali e relativi alla fase di cantierizzazione, ha seguito degli step procedurali l'analisi dei dati del TGM relativo alla tratta attualmente in esercizio su cui circheranno i mezzi, successivamente all'analisi del livello di servizio della stessa ed in ultimo alle distribuzioni dei materiali di smarino e dell'approvvigionamento in base alle offerte/domande originate dal territorio.

### 7.1 FLUSSI DI TRAFFICO LEGATI ALLA CANTIERIZZAZIONE

#### 7.1.1 VIABILITÀ DI CANTIERE

La viabilità principale dell'allontanamento e dell'approvvigionamento del materiale prevede un tratto di circa 20 km su SPSP200, tra l'imbocco Sud della Guinza e lo svincolo sulla E45, con attraversamento dell'abitato di LAMA (cerchiato in rosso). Il restante tratto di circa 60 km è interamente su E45.



Il resto delle movimentazioni invece saranno interne, evitando così di interferire con la viabilità locale, come mostrato dalle figure sotto riportate.

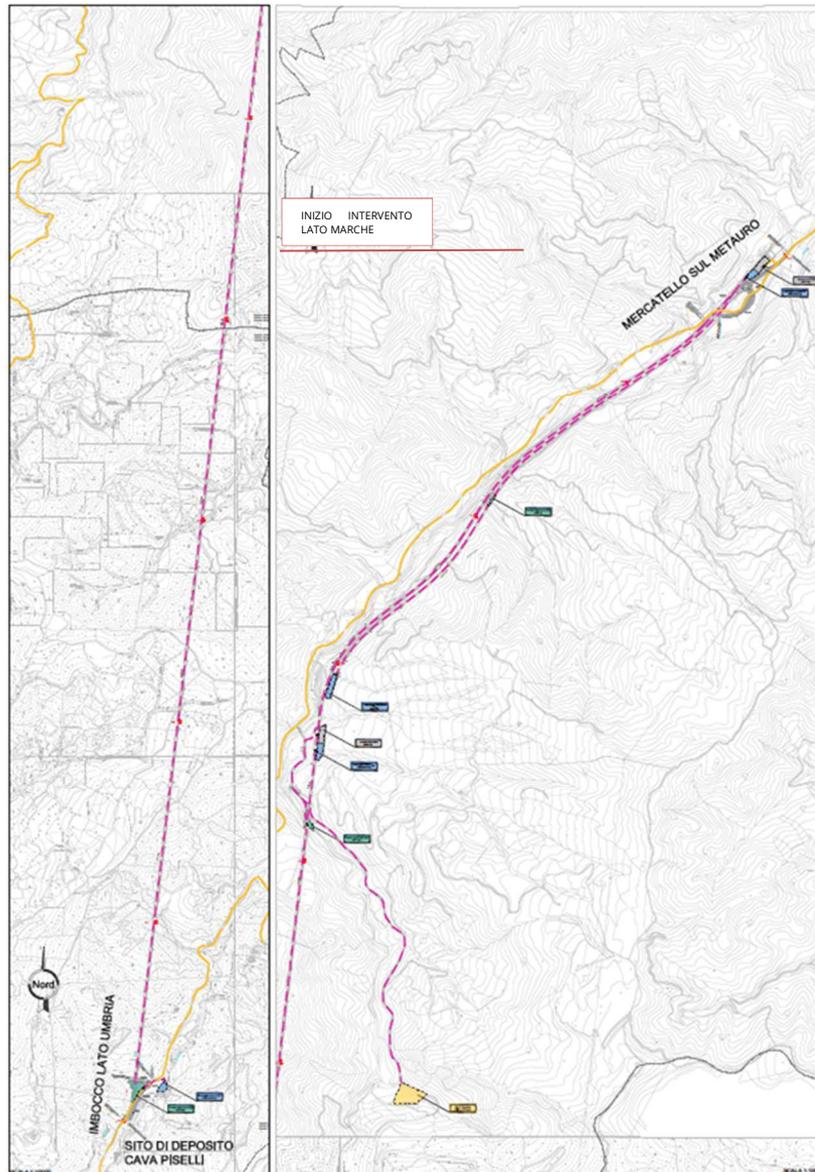


Figura 54- Corografia cantieri

### 7.1.2 FLUSSI DI SMARINO

L'opera in realizzando la cui durata dei lavori si attesta su 720 gg, circa 26 mesi, prevede una produzione di circa 67.416 m<sup>3</sup> di materiale smosso da conferire nei siti individuati. Tale quantitativo viene prodotto dallo scavo dei by pass, dagli imbocchi, delle opere di sostegno ai piedi dei rilevati, dall'idraulica e dall'alesaggio della galleria esistente.

Dall'analisi del cronoprogramma, sono state effettuate le seguenti considerazioni riguardo le interferenze tra la viabilità locale e quella di cantiere.

Si aggiungono alle tabelle precedentemente riportate anche i servizi di allentamento delle demolizioni del cls e del fresato d'asfalto, nelle quantità sotto riportate.

Tabella 9 - Volumi delle demolizioni da smaltire

Totale rimozione pavimentazione bituminosa	13.915
Totale demolizioni CLS totali	5.864

**I movimenti riguarderanno per una durata di 26 mesi i seguenti quantitativi di terre e rocce:**

1. Imbocco Guinza lato Umbria complessivamente 44.225 m<sup>3</sup> di materiale smosso da destinarsi a Cava di Olmo;
2. Imbocco Guinza lato Marche complessivamente 5.500 m<sup>3</sup> di materiale smosso da destinarsi a Molino dei Roghi.

**I movimenti in approvvigionamento invece per una durata di 26 mesi i seguenti quantitativi:**

1. Imbocco Guinza lato Umbria complessivamente 42.429 m<sup>3</sup> di materiale in approvvigionamento per rilevati, anticapillari, rinterri;
2. Imbocco Guinza lato Marche complessivamente 56.034 m<sup>3</sup> di materiale in approvvigionamento per rilevati, anticapillari, rinterri.

A questi si sommano circa 42.000 m<sup>3</sup> di calcestruzzi e bitumi per pavimentazioni tutti in approvvigionamento lato Marche.

**I flussi dei mezzi d'opera prima mostrati, sono però mancanti dei flussi relativi agli approvvigionamenti. Su questi però bisogna fare una specifica, i dati relativi agli approvvigionamenti analizzati riguardano perlopiù la fornitura di calcestruzzo e la pavimentazione, sono esclusi da questo conteggio le centine, il ferro e tutte le forniture di elementi prefabbricabili o qualsiasi fornitura utile per la realizzazione dell'opera.**

**PROGETTO DEFINITIVO**

I movimenti generati nella prima fase dai soli scavi, che transiteranno su mezzi d'opera con capacità di cassone di 18 m<sup>3</sup> sono stati assegnati alla viabilità secondo le destinazioni finali come riportato qui di seguito:

Tabella 10 – Mezzi di cantiere

<b>NOME ATTIVITA'</b>	<b>DURATA</b>	<b>VOLUME SMOSSO</b>	<b>CASSONE</b>	<b>NUMERO MEZZI TOTALI A/R</b>	<b>NUMERO MEZZI GIORNO A/R</b>
<b>VOLUMI PER CAVA DI OLMO</b>	120	44225	18	4914	41
<b>VOLUMI PER MOLINO DEI ROGHI</b>	120	5500	18	612	5
<b>DEMOLIZIONI</b>	120	20000	18	2224	19

Per quel che riguarda invece gli approvvigionamenti si riporta la tabella seguente:

<b>NOME ATTIVITA'</b>	<b>DURATA</b>	<b>VOLUME SMOSSO</b>	<b>CASSONE</b>	<b>NUMERO MEZZI TOTALI A/R</b>	<b>NUMERO MEZZI GIORNO A/R</b>
<b>LATO UMBRIA</b>	720	42.429	18	4716	7
<b>LATO MARCHE</b>	720	56.034	18	6226	9
<b>CALCESTRUZZI PAVIMENTAZIONI LATO MARCHE</b>	<b>E</b> 250	42000	10	8400	34

**MOVIMENTI MATERIE E FABBISOGNI GALLERIA GUINZA**

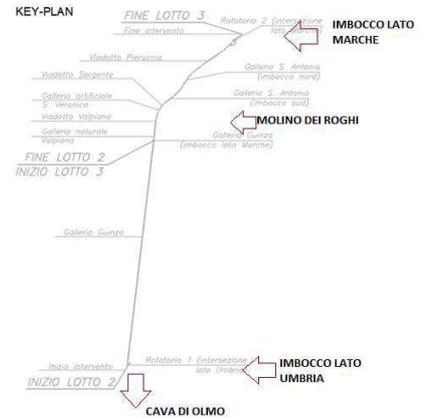
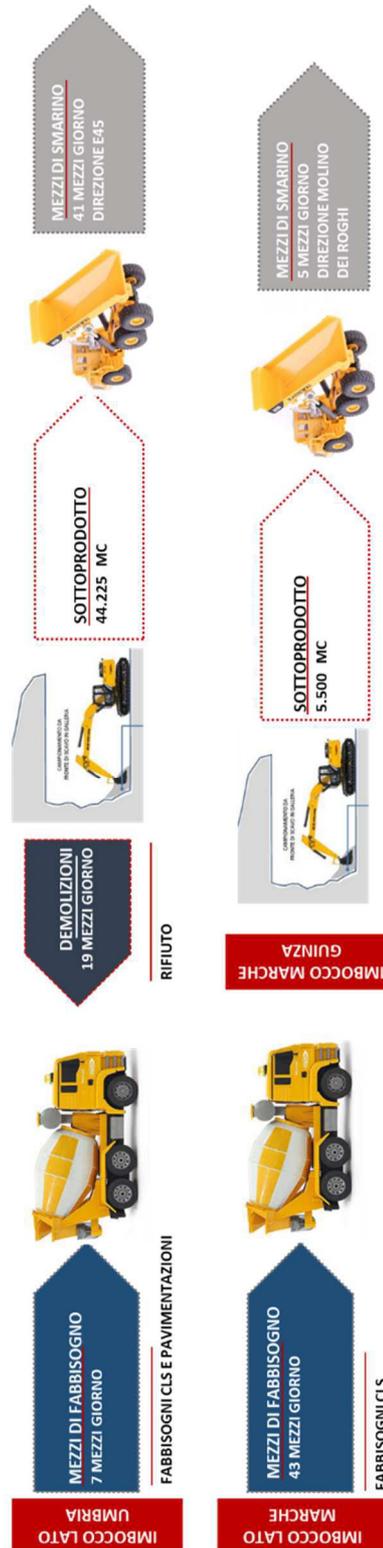


Figura 55 - Schematizzazione Movimenti Materie per la movimentazione dei mezzi

## **8. FASI DI CANTIERE**

### **8.1 FASIZZAZIONE INTERVENTI STRUTTURALI GALLERIA GUINZA**

#### **8.1.1 INTERVENTO TIPO A: DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE RIVESTIMENTI PROVVISORI E DEFINITIVI**

L'intervento di tipo A consiste essenzialmente nella completa demolizione (a meno di una porzione centrale di arco rovescio) e rifacimento dei tratti di galleria interessati da sottospessori sia in calotta che in corrispondenza dei piedritti, previa fresatura dell'ammasso atta a garantire gli spessori di progetto. Di seguito si riportano, nel dettaglio, le fasi esecutive dell'intervento in esame:

##### **8.1.1.1 Fase 1**

###### Fase 1.1 – Posa centinature provvisorie in intradosso

In corrispondenza del singolo tratto di intervento, saranno posate in opera, in intradosso galleria, centine metalliche HEA160/100 cm a cavallo del tratto di intervento, per una estensione pari alla lunghezza del tratto stesso più 5 m prima e 5 m dopo.

###### Fase 1.2 – Esecuzione eventuali dreni radiali

In funzione del grado di alterazione dell'ammasso roccioso a tergo del tratto di galleria nel quale è previsto l'intervento, si prevede la realizzazione di 3+3 drenaggi radiali ogni 2 m, di lunghezza pari a 10 m, attrezzati con tubo microfessurato in pvc di diametro 100 mm con intorno una calza di protezione in TNT.

###### Fase 1.3 – Consolidamento del cavo mediante chiodature in VTR

Al fine di consolidare l'ammasso immediatamente a tergo della galleria e garantirne l'autosostegno in fase di rimozione dei rivestimenti, si provvederà all'esecuzione del consolidamento al contorno mediante 17 tubi in VTR  $\phi 60/2m$  valvolati (n.1 valvola/m) ad aderenza migliorata di lunghezza pari a 6 m disposti a interasse longitudinale pari a 1 m.

Le fasi costruttive sono le seguenti:

- a. Perforazione eseguita a secco  $\phi \geq 100$  mm.
- b. Immediata posa dell'elemento strutturale in vetroresina, munito dell'opportuna attrezzatura per la cementazione ed esecuzione di cianfrinatura a boccaforo.
- c. Inghisaggio del tubo mediante una miscela cementizia iniettata a bassa pressione tra tubo e pareti del perforo ed all'interno del tubo stesso. L'iniezione dovrà essere proseguita fino

a totale riempimento e la valvola di non ritorno dovrà garantire il mantenimento della bassa pressione per il tempo di presa della miscela cementizia.

- d. Iniezione ad alta pressione delle singole valvole mediante doppio otturatore. Le modalità di esecuzione delle iniezioni a pressione e volume controllato (pressione di rifiuto, volume di rifiuto, numero di valvole aperte etc..) saranno adattati ai riscontri in corso d'opera, in funzione dei dati di assorbimento.

Si osserva che il consolidamento radiale del cavo mediante barre in VTR è stato introdotto cautelativamente al fine di garantire la sicurezza delle maestranze nelle operazioni di demolizione e ripristino del rivestimento provvisorio, non essendo attese convergenze del cavo, già scontate durante lo scavo della galleria all'epoca dei lavori, anche in ragione della lunghezza del tratto non sostenuto ridotta.

### **8.1.1.2 Fase 2**

#### Fase 2.1 – Rimozione centine di protezione

In questa fase saranno rimosse 2 centine di protezione per poter effettuare le lavorazioni successive su una fascia profonda 2 m.

#### Fase 2.2 – Demolizione rivestimento definitivo

In questa fase si procederà con la demolizione controllata e successiva asportazione di una fascia di rivestimento definitivo di profondità pari a 2 m, esclusa una porzione centrale di arco rovescio larga circa 8.8 m a cavallo della mezzeria.

Le operazioni di demolizione del rivestimento definitivo dovranno essere eseguite con la massima cautela tenendo in conto il possibile distacco di parti dello stesso rivestimento.

#### Fase 2.3 – Demolizione rivestimento provvisorio

In questa fase si procederà con la demolizione e successiva asportazione del prerivestimento costituito da Centine e Spritz Beton per una fascia di profondità pari a 2 m.

#### Fase 2.4 – Fresatura ammasso fino a nuova sagoma di progetto

In questa fase si procederà con la fresatura dell'ammasso per una fascia di profondità pari a 2 m della larghezza necessaria a realizzare il rivestimento di progetto secondo gli elaborati di carpenteria.

### **8.1.1.3 Fase 3**

#### Fase 3.1 – Realizzazione prerivestimento

Al termine di ogni campo di demolizione/fresatura si procederà all'immediata posa in opera del rivestimento di prima fase, costituito da coppie di centine metalliche IPN160 disposte ad interasse 1.0 m e da spritz-beton fibrorinforzato per uno spessore complessivo pari a 20 cm.

---

Fase 3.2 – Reiterazione operazioni fino alla realizzazione di un concio di galleria con prriverstimento di lunghezza massima pari a 12 m

Le operazioni di demolizione dei rivestimenti definitivi e provvisori esistenti e l'esecuzione dei nuovi prriverstimenti dovranno essere ripetute fino a raggiungere una lunghezza massima di 12 m o pari alla lunghezza del tratto di intervento nel caso sia inferiore a tale misura.

Fase 3.3 – Esecuzione micropali di ancoraggio dei cordoli in c.a. di base piedritti e posa impermeabilizzazione

In questa fase saranno eseguiti micropali inclinati a 30° rispetto all'orizzontale alla base dello scavo, che fungeranno da ancoraggi per il cordolo in c.a. di base dei piedritti della galleria. I micropali avranno le seguenti caratteristiche:

- Diametro di perforazione pari a 200 mm.
- Interasse longitudinale pari a 1.0 m.
- Lunghezza perforazione pari a 10.0 m.
- Armatura costituita da tubolari in acciaio  $\square 114.3$  mm sp.8 mm lunghi 11.0 m.
- Testa del tubolare munita di 4 barre saldate  $\square 24$  di armatura in acciaio B450c piegata "a maniglione" per garantire la solidarietà del micropalo al cordolo in c.a.
- Iniezioni tipo IGU.

All'intorno del cavo a contatto con il prriverstimento si prevede la messa in opera di uno strato protettivo di tessuto non tessuto e di un telo impermeabilizzante in PVC di spessore 2 mm. All'estradosso del cordolo in c.a. di base piedritto si prevede il posizionamento di un tubo in PVC microfessurato per la raccolta delle acque di percolazione collegato al sistema di drenaggio interno alla galleria.

Fase 3.4 – Esecuzione inghisaggi di collegamento cordolo in c.a. con porzione di AR esistente rimasta

In questa fase saranno effettuate le perforazioni e predisposti gli inghisaggi di connessione dei nuovi cordoli in c.a. di base dei piedritti della GN con la porzione di AR rimasta intatta. Gli inghisaggi saranno disposti su 2 file, una a 10 cm dall'intradosso e una a 10 cm dall'estradosso e con interasse longitudinale pari a 60 cm.

Ciascun inghisaggio sarà realizzato con resina tipo HILTI HIT-RE 200, e presenterà le seguenti caratteristiche:

- Diametro perforazione: 28 mm
- Profondità di perforazione: 40 cm
- Inghisaggio costituito da barre di acciaio B450c lunghe 100 cm di diametro pari a 20 mm

Fase 3.5 – Realizzazione cordolo in c.a. di base piedritti

In questa fase si procederà alla posa in opera dell'armatura e al getto del calcestruzzo del cordolo in c.a. di base dei piedritti inglobando la testa dei tubolari in acciaio precedentemente predisposti. Il cordolo avrà lunghezza pari a 12.0 m o pari alla lunghezza del tratto di intervento se minore. Si prevede un'incidenza armatura pari a 100 kg/m<sup>3</sup> per il cordolo in c.a..

**8.1.1.4 Fase 4**

Fase 4.1 – Completamento rivestimento definitivo

Una volta posata l'impermeabilizzazione si procederà alla posa delle armature e al getto del rivestimento definitivo di completamento della struttura (calotta e piedritti). Si prevede uno spessore minimo pari a 50 cm con incidenza armatura pari a 100 kg/m<sup>3</sup>

Fase 4.2 – Reiterazione operazioni fino alla al completamento del tratto di intervento se di lunghezza superiore a 12 m

Le lavorazioni descritte nelle fasi 2, 3 e 4.1 saranno ripetute per conci successivi sino a coprire l'intera lunghezza del tratto di intervento.

**8.1.1.5 Fase 5**

In questa fase si completeranno le finiture interne e si installeranno le dotazioni impiantistiche.

**8.1.2 INTERVENTO TIPO B: CHIODATURA DELLA CALOTTA**

L'intervento di tipo B consiste essenzialmente nell'esecuzione di chiodature radiali in acciaio nei tratti di galleria interessati da sottospessori solo in calotta.

Si prevede la posa in opera di barre lunghe 6 m a filettatura continua in acciaio di diametro 28 mm, con perforazione 51 mm. Le barre saranno cementate per l'intera lunghezza.

La maglia di disposizione dei chiodi radiali è a quinconce con interasse circonferenziale pari a 1.5 m e longitudinale pari a 1.0 m.

**8.1.3 INTERVENTO TIPO C: INTERVENTO DI ALESAGGIO E RICOSTRUZIONE DI RIVESTIMENTO ARMATO IN CORRISPONDENZA DEI VENTILATORI**

L'intervento di tipo C è previsto in corrispondenza delle zone dove è previsto il fissaggio dei ventilatori in calotta e consiste nella scarifica di due fasce di rivestimento definitivo esistente e ricostruzione di cordoli in c.a.

Di seguito si riportano, nel dettaglio, le fasi esecutive dell'intervento in esame:

---

### **8.1.3.1 Fase 1**

#### Fase 1.1 – Scarifica fasce di rivestimento definitivo

In questa fase saranno scarificate 2 fasce di rivestimento definitivo di profondità longitudinale pari a 60 cm ciascuna e spessore pari a 30 cm e di distanza “d” variabile in funzione dell’effettivo interasse tra i sostegni dei ventilatori.

La demolizione interesserà calotta e piedritti sino alla superficie di appoggio delle canalette esistenti al piede.

### **8.1.3.2 Fase 2**

#### Fase 2.1 – Esecuzione micropali di ancoraggio dei cordoli in c.a. di base piedritti

In questa fase saranno eseguiti 3+3 micropali inclinati a 30° rispetto all’orizzontale alla base dello scavo, che fungeranno da ancoraggi per il cordolo in c.a. di base dei piedritti della galleria. I micropali avranno le seguenti caratteristiche:

- Diametro di perforazione pari a 200 mm.
- Interasse longitudinale pari a 1.0 m.
- Lunghezza perforazione pari a 10.0 m.
- Armatura costituita da tubolari in acciaio  $\square 114.3$  mm sp.8 mm lunghi 11.0 m.
- Testa del tubolare munita di 4 barre saldate  $\square 24$  di armatura in acciaio B450c piegata “a maniglione” per garantire la solidarietà del micropalo al cordolo in c.a.
- Iniezioni tipo IGU.

All’intorno del cavo a contatto con il prerinvestimento si prevede la messa in opera di uno strato protettivo di tessuto non tessuto e di un telo impermeabilizzante in PVC di spessore 2 mm. All’estradosso del cordolo in c.a. di base piedritto si prevede il posizionamento di un tubo in PVC microfessurato per la raccolta delle acque di percolazione collegato al sistema di drenaggio interno alla galleria.

#### Fase 2.2 – Realizzazione cordolo in c.a. di base piedritti

In questa fase si procederà alla posa in opera dell’armatura e al getto del calcestruzzo del cordolo in c.a. di base dei piedritti inglobando la testa dei tubolari in acciaio precedentemente predisposti. Il cordolo avrà lunghezza pari al tratto di intervento (60 cm + 60 cm + d). Si prevede un’incidenza armatura pari a 100 kg/m<sup>3</sup> per il cordolo in c.a..

### **8.1.3.3 Fasi 3-4**

In questa fase si procederà alla posa delle armature e al getto del rivestimento definitivo di completamento della struttura (calotta e piedritti). Si prevede un’incidenza armatura pari a 100 kg/m<sup>3</sup>

---

### 8.1.3.4 Fase 5

In questa fase si completeranno le finiture interne e si installeranno le dotazioni impiantistiche.

## 8.2 FASIZZAZIONE SVINCOLO LATO UMBRIA



Figura 56 - Svincolo lato Umbria

L'innesto con la viabilità esistente lato Umbria (SP 200) prevede la realizzazione di uno svincolo in corrispondenza dell'imbocco dell'esistente Galleria Guinza. In quest'area, per la realizzazione dello svincolo di progetto, è stata considerata la configurazione del terreno e delle opere esistenti e la soluzione prescelta prevede la realizzazione di una rotatoria con isola sormontabile (km 0+148) con finitura in pietra locale dello spessore di 6cm. La rotatoria risulterà parzialmente in rilevato con scarpata contenuta verso valle dalla presenza di un muro di sottoscarpa in c.a. di altezza variabile da 3.70m a 4.15m con fondazione in micropali. L'allaccio con la viabilità esistente (SP 200) in direzione Selci Lama prevede l'adozione di una sezione tipo F2 (D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") con una configurazione in rilevato con muro di sottoscarpa in c.a. con fondazione in micropali ed estensione di 112m circa. Tale opera di sostegno ha inizio in corrispondenza della progressiva Km 0+030 e fine alla progressiva Km 0+129 ed altezza variabile da un minimo di 5m ad un massimo di 6.80m. In maniera simile l'allaccio con la viabilità esistente (SP 200) in direzione Parnacciano (nord) prevede la realizzazione di una nuova strada di collegamento con sezione trasversale di tipo F2 dello sviluppo complessivo di 90m dalla

rotatoria di progetto alla pavimentazione esistente della SP 200. La presenza del fosso esistente sul lato est della strada di progetto impone l'adozione di una soluzione in rilevato con due muri di sottoscarpa. Un primo muro è previsto in corrispondenza dell'allaccio con la rotatoria di progetto ed avrà uno sviluppo complessivo di 58m circa e di altezza variabile da un minimo di 3.70m ad un massimo di 7.20m (dalla progressiva totale Km 0+134 alla Km 0+176). Un secondo muro è previsto in parallelo alla strada di collegamento. Quest'ultimo avrà uno sviluppo complessivo di circa 25m ed un'altezza di 4m ed andrà dalla progressiva totale Km 0+179 alla progressiva Km 0+199. Un ulteriore tratto di strada di progetto andrà a collegare la rotatoria prevista per lo svincolo lato Umbria con la Galleria Guinza esistente dove è prevista l'installazione dello strato di usura e di binder. Questa tratta, della lunghezza di 67m circa, differisce poco dalle quote del terreno esistente ed assume una configurazione di tipo C2 (D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade").

Le opere esistenti in corrispondenza dell'imbocco lato Umbria della Galleria Guinza includono due paratie di tipo berlinese con tiranti e travi HEA. La messa in sicurezza di queste due paratie rientra fra gli interventi prioritari per consentire l'apertura al traffico della Galleria Guinza e dello svincolo. La prima delle due paratie è posizionata sul lato ovest della rotatoria di progetto fra la progressiva totale Km 0+116 e la progressiva Km 0+134. La seconda paratia ha uno sviluppo complessivo di circa 85m ed è posizionata in corrispondenza della progressiva Km 0+225. La messa in sicurezza delle due paratie è necessaria e complementare alla realizzazione di due ulteriori opere in calcestruzzo. La galleria artificiale della Galleria Guinza è seguita da un artificiale a struttura intelaiata della lunghezza di 10m (dalla progressiva Km 0+225 al Km 0+235). Per la paratia messa in sicurezza in corrispondenza del portale e le gallerie artificiali è previsto un ritombamento in terra rinforzata avente uno sviluppo in corrispondenza del filo superiore pari a quello della paratia esistente (85m) ed avente le funzioni di supporto e di sistemazione ambientale.

È prevista anche la demolizione del basamento esistente in corrispondenza del portale. Questo è costituita da due platee adiacenti, una in calcestruzzo magro dello spessore di 15 cm e l'altra di c.a. dello spessore di 25cm.

Le attività per la realizzazione dell'intersezione Lato Umbria rappresentano le fasi più delicate del progetto, l'area di intervento presenta l'interferenza con la viabilità esistente SP200.

Per garantire la continuità del traffico locale sono state studiate cinque fasi lavorative in cui avverranno le deviazioni del traffico.

Le fasi possono essere sinteticamente distinte come di seguito.

### 8.2.1 FASE 1 (TRAFFICO SU VIABILITÀ ESISTENTE)

- Traffico su strada esistente SP200;
- Consolidamento della paratia di imbocco esistente mediante tirantatura con rilevato provvisorio e successiva rimozione;
- Realizzazione muro di sostegno paratia esistente lato sinistro della nuova rotatoria.

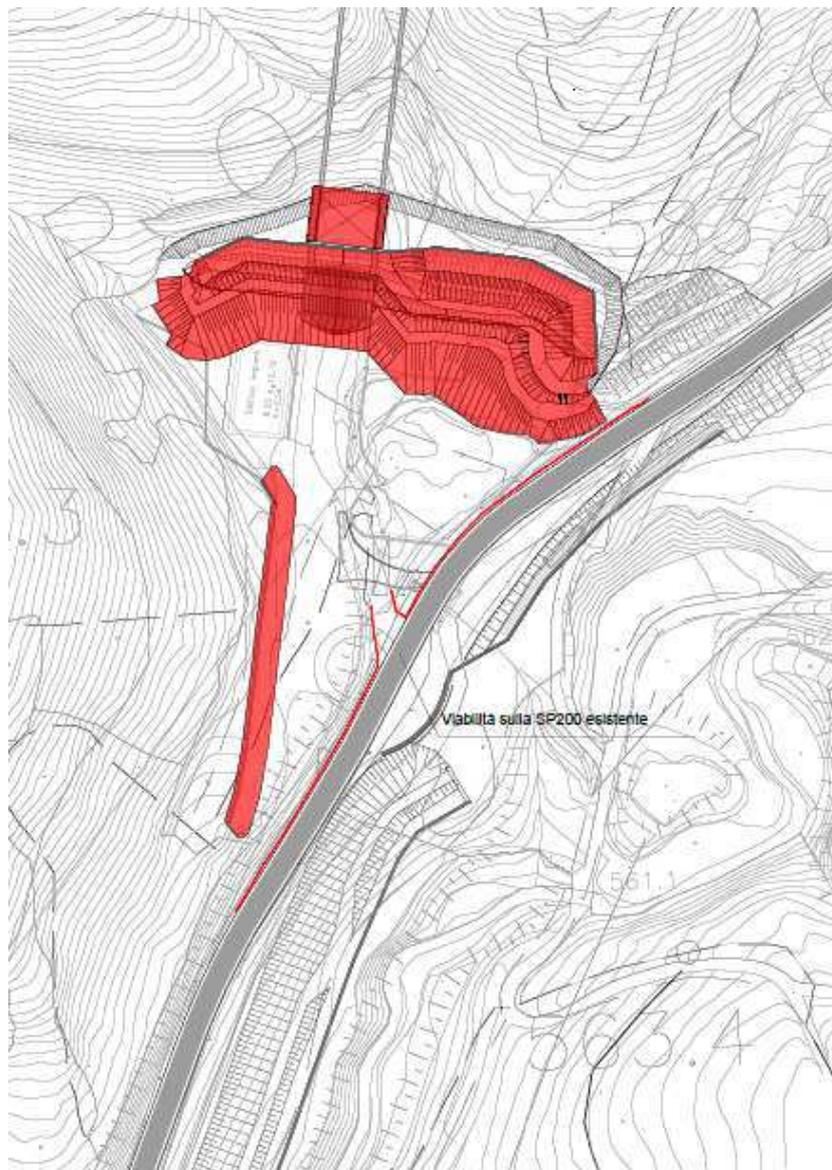


Figura 57 - Fase 1

### 8.2.2 FASE 2 (TRAFFICO SU VIABILITÀ ESISTENTE)

- Traffico su strada esistente SP200;
- Costruzione del primo tratto del tombino idraulico;
- Completamento delle opere di imbocco della galleria con terra rinforzata.

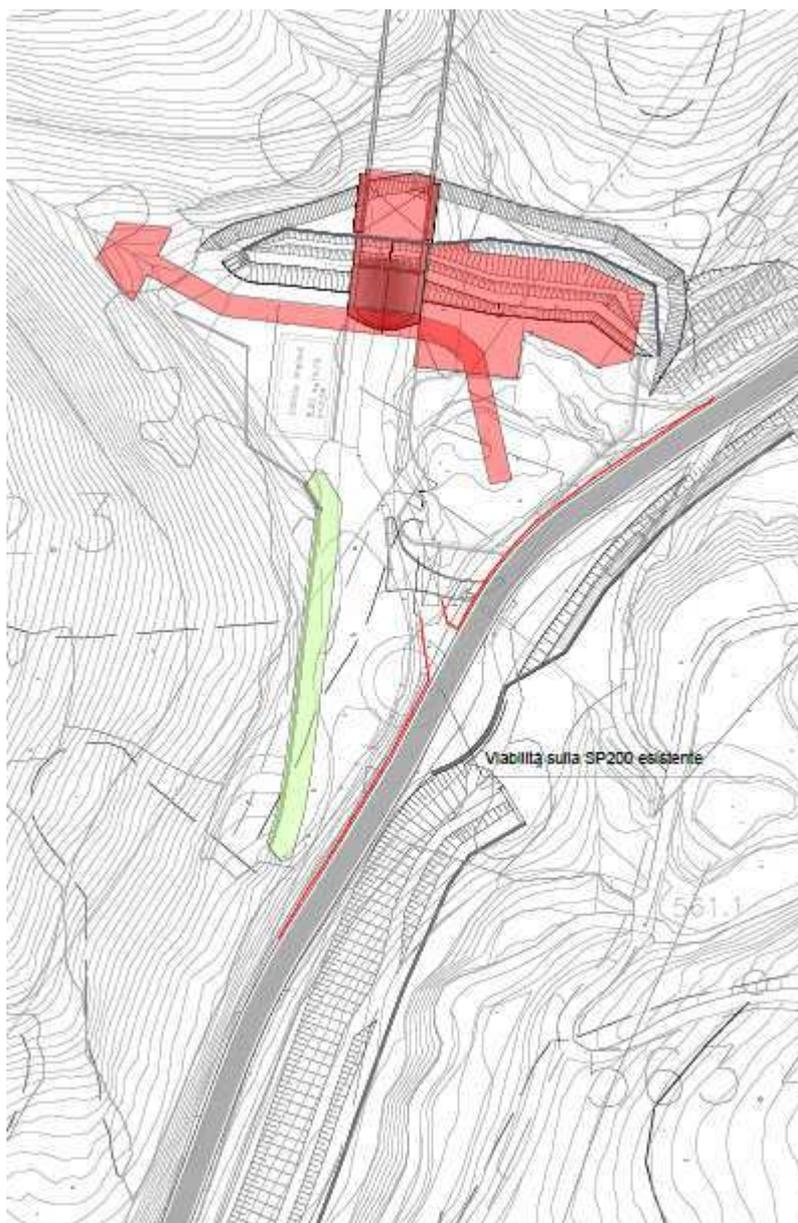


Figura 58 - Fase 2

### 8.2.3 FASE 3 (TRAFFICO DEVIATO SUL PIAZZALE)

- Preparazione della nuova viabilità provvisoria lato valle;
- Deviazione traffico sul piazzale;
- Realizzazione del secondo tratto del tombino idraulico;
- Realizzazione dei muri Asse 3 ed Asse 5;
- Completamento parte del piazzale e realizzazione locali impianti.



Figura 59 – Fase 3

#### 8.2.4 FASE 4 (TRAFFICO DEVIATO SUL PIAZZALE)

- Deviazione traffico sul piazzale dell'imbocco;
- Realizzazione rilevato con riempimento del muro ai piedi del rilevato;
- Realizzazione di parte della futura sede stradale compresa la rotatoria.

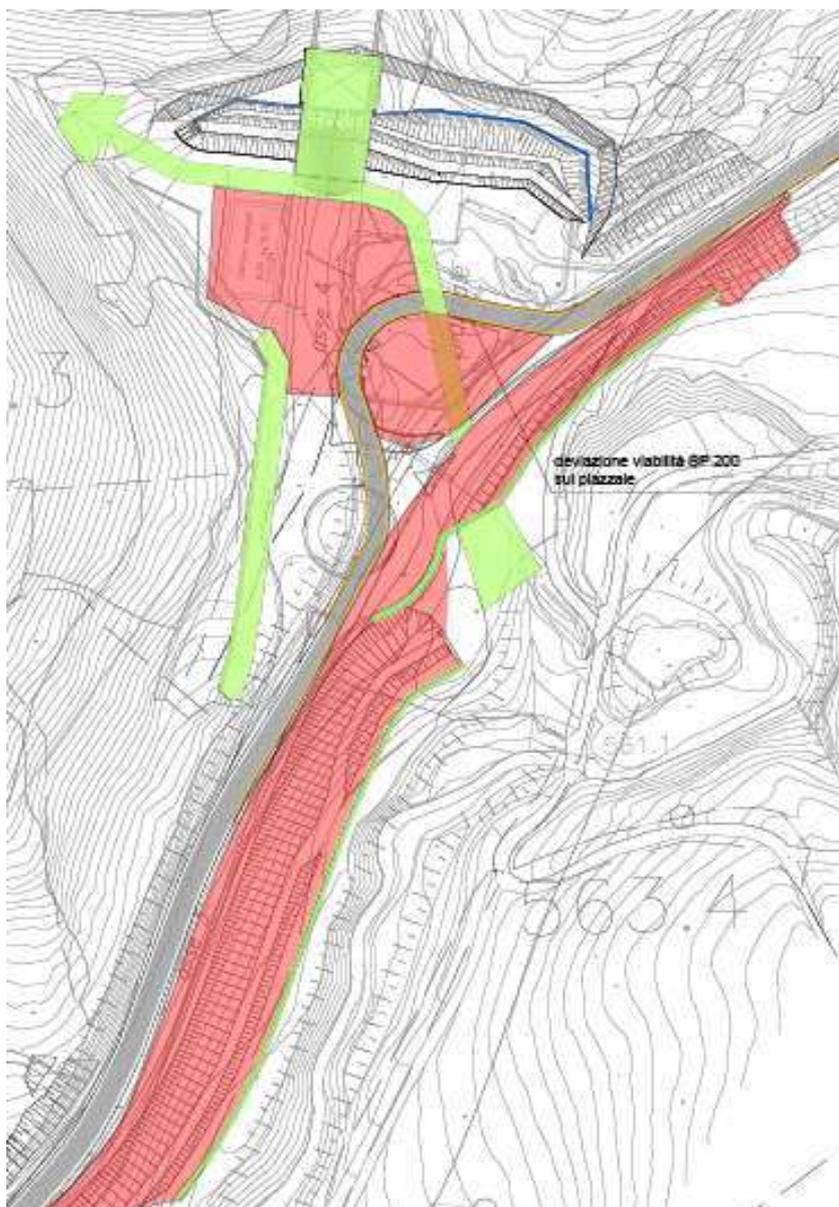


Figura 60 - Fase 4

### 8.2.5 FASE 5 (TRAFFICO DEVIATO LATO VALLE)

- Traffico deviato sulla viabilità provvisoria lato valle;
- Realizzazione rilevato del nuovo tracciato lato monte e formazione parziale della rotatoria;
- Livellamento piazzale a quota progetto;
- Messa in sicurezza con reti del versante tra Paratia del Portale e SP200;
- Realizzazione pavimentazione e cordoli lato monte.

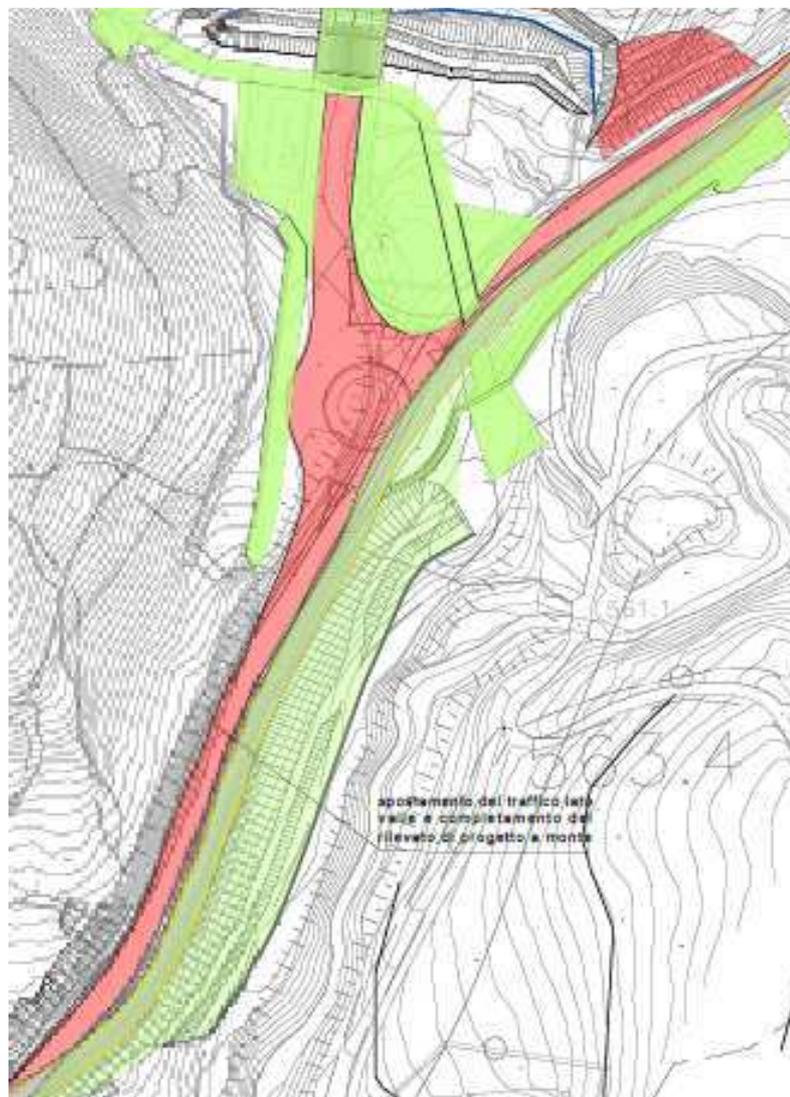


Figura 61 - Fase 5

### 8.2.6 FASE 6 (TRAFFICO DEVIATO LATO MONTE)

- Spostamento del traffico sul rilevato realizzato lato monte;
- Realizzazione della parte restante del rilevato di progetto;
- Completamento rotatoria;
- Realizzazione pavimentazione e cordoli lato valle;
- Realizzazione muretto del piazzale;
- Realizzazione ritombamento e rilevato in terra rinforzata in corrispondenza della paratia del portale;
- Spostamento del traffico sulla nuova rotatoria di progetto;
- Realizzazione dell'Edificio impianti e completamento del piazzale;
- Realizzazione vasca di prima pioggia;
- Realizzazione opere conclusive, impianti.



Figura 62 - Fase 6

### 8.2.7F FASE 7 (COMPLETAMENTO IMPIANTI)

- Completamento impianti imbocco galleria



Figura 63 - Fase 7

### 8.2.8 FASE 8 (TRAFFICO SU NUOVA VIABILITÀ DI PROGETTO)

- Finiture e segnaletica definitiva.



Figura 64 - Fase 8

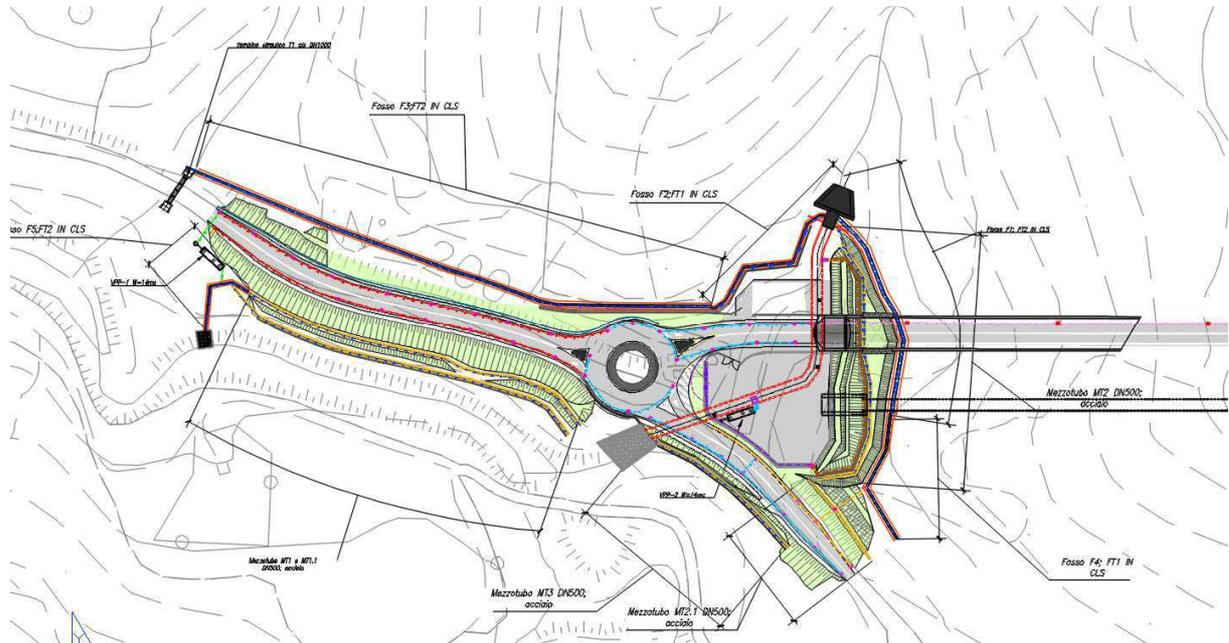


Figura 65 - Planimetria Idraulica dell'intersezione Lato Umbria

Per ulteriori dettagli sulle fasi consultare le tavole "T00CA00CANDG02A", "T00CA00CANDG03A", "T00CA00CANDG04A", "T00CA00CANDG05A".

### 8.3 FASIZZAZIONE SVINCOLO LATO MARCHE



Figura 66 - Svincolo lato Marche

L'infrastruttura di progetto andrà a collegarsi alla rete viaria esistente in prossimità dell'abitato di Mercatello sul Metauro, ed in particolare in corrispondenza del sottovia esistente con Via Cà Lillina. Lo svincolo di progetto è composto da una rotatoria compatta avente diametro esterno pari a 37.4m e collocata alla progressiva totale Km 9+766. Lo svincolo si andrà a comporre complessivamente di 3 assi aventi una configurazione prevalentemente in rilevato e di seguito descritti:

**Asse ovest (L=255.549m):** si andrà a riallacciare alla piattaforma esistente, che ad oggi non è in esercizio, è realizzata al netto degli strati di usura e binder, ed avrà le dimensioni di una strada tipo C2 (D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade");

**Asse sud (L=242.672m):** quest'asse si andrà ad allacciare alla viabilità esistente Via Cà Lillina in direzione sud-ovest ed avrà le dimensioni di una F2;

**Asse nord (L=237.214m):** quest'asse si andrà ad allacciare alla viabilità esistente Via Cà Lillina in direzione nord-est ed avrà le dimensioni di una F2.

Gli interventi a completamento dello svincolo includono l'idraulica di superficie, due vasche di prima pioggia e due tombini scatolari per l'attraversamento idraulico della viabilità di progetto. Le vasche di prima pioggia ed i tombini di attraversamento sono previsti in corrispondenza delle progressive totali Km 9+700 e Km 9+941.

La sequenza delle attività sono sfalsate temporalmente come evidenziato dal programma lavori e le uniche attività che avvenendo in contemporanea possono essere gestite intervento in aree diverse durante le lavorazioni.

Durante le fasi realizzative dell'intersezione Lato Marche l'unica intersezione reale è con la viabilità esistente in esercizio, questa è stata risolta realizzando una deviazione provvisoria su via Ca Lillina.

Le fasi lavorative possono essere sinteticamente distinte come di seguito.

### 8.3.1 FASE 1

- Il traffico sulla viabilità esistente resterà invariato;
- Realizzazione del tratto nord dello svincolo;
- Realizzazione dei rami della viabilità provvisoria;
- Realizzazione vasche di prima pioggia.

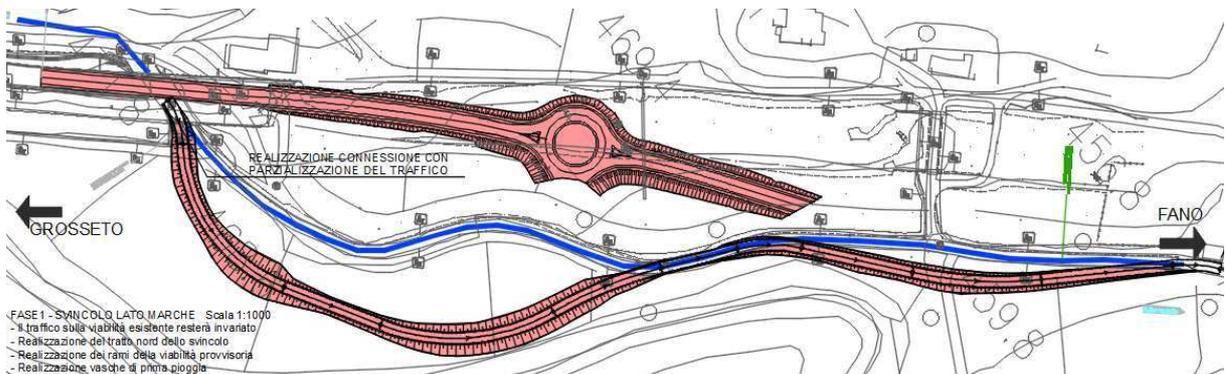


Figura 67 - Fase 1

### 8.3.2 FASE 2

- Deviazione del traffico sulla viabilità provvisoria
- Realizzazione del tratto sud dello svincolo

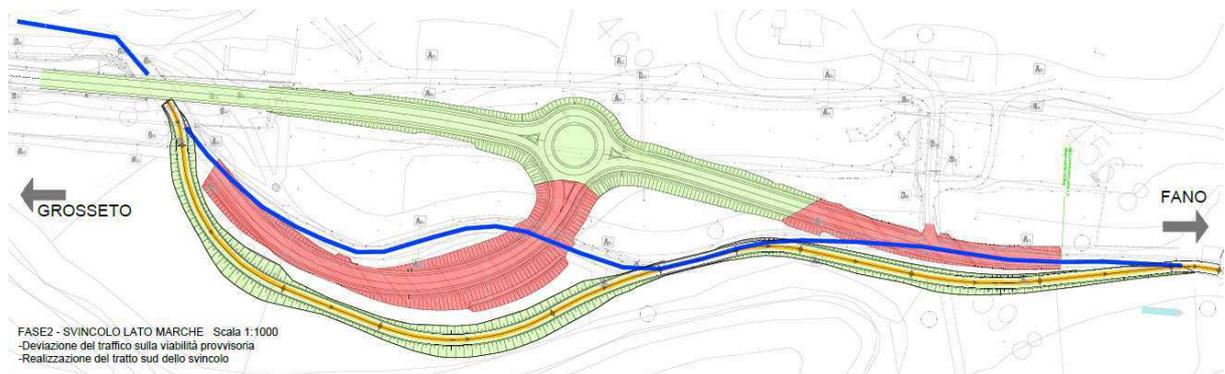


Figura 68 - Fase 2

### 8.3.3 FASE 3

- Deviazione del traffico sulla nuova rotatoria;
- Demolizione della deviazione provvisoria.

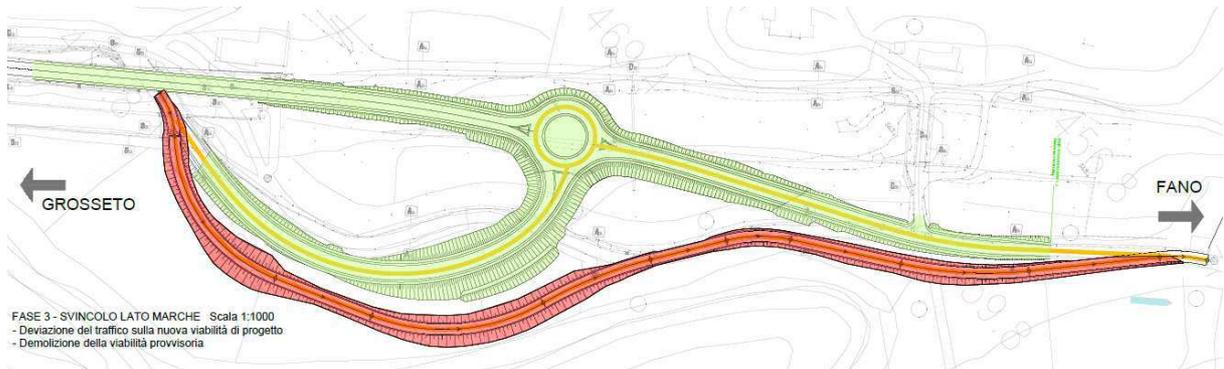


Figura 69 - Fase 3

Per ulteriori dettagli sulle fasi consultare le tavole "T00CA00CANDG01A".



Figura 70 - planimetria Idraulica dell'intersezione Lato Marche

### 8.3.4 LAVORI DA SVOLGERSI IN PROSSIMITÀ DI PUBBLICO TRANSITO

Poiché sarà necessario mantenere attiva la circolazione, attualmente presente sulla SP200 e Via Cà Lillia in località Mercatello sul Metauro, durante tutte le fasi di realizzazione dell’opera, tutte le lavorazioni previste dovranno in ogni istante interfacciarsi con una corretta programmazione della gestione del traffico veicolare esistente, disponendo adeguate misure di sicurezza al fine di gestire al meglio i flussi. Tutte le deviazioni e le parzialiizzazioni provvisorie della sede stradale, variabili in base all’avanzamento dei lavori, dovranno essere preventivamente indicate da opportuna segnaletica come previsto al capitolo 6.2.6 del PSC elaborato “TT00SI00SICRE01A”.

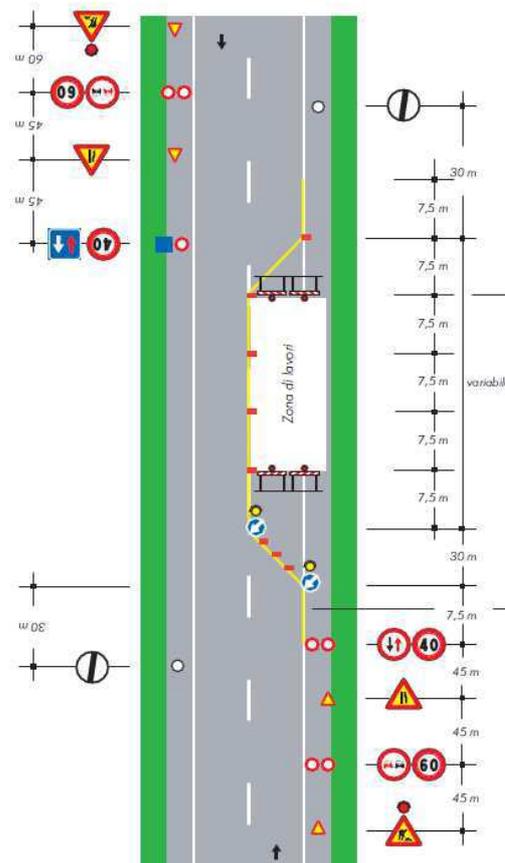


Figura 71 - Schema segnaletico per la parzializzazione della sede stradale (DM 10/07/2002)

## **9. IDENTIFICAZIONE E MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE**

In generale le interferenze e le criticità inerenti alle fasi di costruzione delle opere sono legate a due ordini di problemi:

- Il primo, legato al contesto territoriale direttamente coinvolto dalla realizzazione dell'infrastruttura e per ovviare a questo si è scelto di localizzare le aree di cantiere, in aree maggiormente compatibili ad accogliere gli impianti e gli spazi di lavorazione, lontani dai centri abitati, lungo l'infrastruttura ed in aree già utilizzate per la realizzazione dell'infrastruttura;
- Il secondo invece, è determinato dagli aspetti propri della gestione tecnico-operativa dei cantieri stessi, ossia l'insieme delle attività e strutture logistiche previste nei singoli siti, che possono generare problemi di inserimento risolvibili solo con l'attuazione di opportune opere di mitigazione, sia puntualmente in corrispondenza dei siti di lavorazione e deposito, sia lungo i percorsi veicolari.

Una scelta razionale per quanto riguarda l'ubicazione e la logistica delle aree di cantierizzazione all'interno dei singoli tratti operativi può indubbiamente contribuire a limitare gli impatti sull'ambiente e sulla popolazione. In questo senso le scelte sono state orientate come descritto nei seguenti punti:

- Collocazione delle aree di cantiere in posizione limitrofa all'area dei lavori, al fine di consentire il facile raggiungimento dei siti di lavorazione, limitando quanto possibile il disturbo determinato dalla movimentazione di mezzi;
- Superficie dei siti di cantiere idonee al fine di consentire l'espletamento delle attività previste e nel contempo quanto più possibile contenute al fine di limitare l'occupazione (temporanea) di suolo ove sia stato necessario prevederlo;
- Ricerca di localizzazioni baricentriche rispetto all'estesa di pertinenza, in modo da ottimizzare gli spostamenti e le fasi di intervento;
- Possibilità di garantire un agevole accesso viario, in relazione anche alle modalità di approvvigionamento/smaltimento dei materiali;
- Allaccio alla rete dei servizi (elettricità, rete acque bianche/nere);
- Limitazione, per quanto possibile, degli impatti indotti sugli eventuali ricettori insediati in prossimità delle aree operative ed, in generale, la riduzione al minimo di potenziali interferenze ambientali al contorno e lungo le vie di accesso;
- Utilizzo di aree che potranno essere facilmente recuperate e risistemate al termine dei lavori.

L'apertura di un cantiere genera comunque degli effetti negativi su quasi tutte le componenti ambientali ed è per questo che qui di seguito sarà effettuata l'analisi delle problematiche ambientali di carattere temporaneo connesse al momento esecutivo

dell'opera e alle differenti tipologie di attività svolte, e saranno definite le misure di mitigazione previste, con particolare riferimento alle seguenti componenti:

- Atmosfera;
- Acque;
- Suolo e sottosuolo;
- Rumore e vibrazioni;
- Vegetazione e flora;
- Fauna.

**L'efficacia delle misure previste dovrà comunque essere verificata durante l'esecuzione dei lavori attraverso l'attuazione del Piano di Monitoraggio in corso d'opera.**

## **9.1 ATMOSFERA**

La componente atmosfera in generale concerne tanto le caratteristiche meteo-climatiche quanto la qualità dell'aria. Il clima è l'insieme dei fenomeni meteorologici che, in una data regione, costituiscono lo stato medio dell'atmosfera. La qualità dell'aria invece è riconducibile alla sua composizione chimica e dipende dalla presenza, in misura più o meno marcata, di sostanze inquinanti.

La realizzazione dell'infrastruttura di progetto può avere effetti sia sulle caratteristiche meteo-climatiche sia sulle caratteristiche di qualità dell'aria. Gli effetti del primo tipo sono di norma dovuti a cause di perturbazione capaci di modificare gli equilibri energetici dell'atmosfera. Gli effetti del secondo tipo (variazioni della composizione del miscuglio aria) sono direttamente riconducibili alle emissioni di gas e vapori, di polveri e di particolati.

La magnitudo dell'impatto deriva in maniera congiunta dall'ubicazione e dall'entità delle emissioni veicolari, dalle proprietà diffusive dell'atmosfera e dai fenomeni chimico-fisici che, dagli inquinanti direttamente immessi nell'atmosfera, portano alla formazione di inquinanti secondari. La caratterizzazione dello stato della componente atmosfera richiede pertanto l'analisi congiunta dello stato della qualità dell'aria e delle proprietà diffusive dell'atmosfera.

Per quanto riguarda gli inquinanti sono state prese in considerazione le concentrazioni degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e delle polveri fini (PM<sub>10</sub>) del monossido di carbonio (CO) poiché rappresentano i principali prodotti dell'attività di cantiere.

### **9.1.1 LA DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI CONSIDERATI PER LA FASE DI CANTIERE**

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa come "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità o con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli usi legittimi dell'ambiente; da alterare le risorse biologiche ed i beni materiali pubblici e privati".

La totalità dei fenomeni d'inquinamento atmosferico avviene nella porzione più bassa dell'atmosfera chiamata "Planetary Boundary Layer" (Strato Limite Planetario), o PBL. Il PBL comprende la parte di troposfera nella quale la struttura del campo anemologico risente dell'influenza della superficie terrestre e si estende fino a oltre 1 km di altezza.

I più importanti fattori meteorologici che interessano i fenomeni di inquinamento atmosferico sono:

- Il vento orizzontale (velocità e direzione), generato dalla componente geostrofica e modificato dal contributo delle forze di attrito del terreno e da effetti meteorologici locali, come brezze marine, di monte e di valle, circolazioni urbano-rurali, ecc;
- La stabilità atmosferica, che è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti;

- La quota sul livello del mare;
- Le inversioni termiche che determinano l'altezza del PBL;
- I movimenti atmosferici verticali dovuti a sistemi baroclini od orografici.

La stabilità atmosferica assume un ruolo fondamentale nella dispersione degli inquinanti.

I più gravi episodi di inquinamento si verificano in condizioni di inversione termica; in questi casi infatti gli inquinanti emessi al di sotto della quota di inversione (a meno di possedere un'energia cinetica sufficiente a forare l'inversione), non riescono ad innalzarsi poiché risalendo si trovano ad essere comunque più freddi e dunque più pesanti dell'aria circostante.

Di seguito si descrivono i principali inquinanti legati alla fase di realizzazione delle opere oggetto di Appalto.

### **NO<sub>x</sub> (Ossidi di azoto)**

La sigla (NO<sub>x</sub>) identifica in modo collettivo gli ossidi di azoto che si producono come sottoprodotti durante una combustione che avviene utilizzando aria (dal camino a legna, al motore delle automobili, alle centrali termoelettriche).

Si generano a causa dei processi di combustione, negli autoveicoli e negli impianti industriali e di riscaldamento, indipendentemente dal tipo di combustibile utilizzato.

Durante le combustioni, l'azoto molecolare (N<sub>2</sub>), presente nell'aria che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), che è quindi un inquinante secondario, perché non emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario": si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

Il biossido di azoto causa irritazioni alle vie respiratorie e modeste alterazioni della funzionalità respiratoria, in particolare nei soggetti asmatici. Per lunghe esposizioni a dosi elevate, può causare enfisemi polmonari e diminuzione della resistenza alle infezioni batteriche.

Il biossido di azoto contribuisce ad originare lo smog fotochimico. Contribuisce anche ad originare nebbie e piogge acide, formando acido nitrico a contatto con l'umidità atmosferica.

Per limitare e controllare le emissioni di NO<sub>x</sub> è dunque fondamentale che:

- La carburazione avvenga nel modo più uniforme possibile, evitando picchi di temperatura.
  - Sia utilizzato un dispositivo EGR che immettendo in camera di combustione gas combusti (inerti) riduca le temperature massime di combustione.
  - Sia installata una marmitta catalitica, componente che favorisce la reazione molecolare.
  - Si faccia ricorso a catalizzatori (SCR - Selective Catalytic Reduction) o metodi di iniezione di reagenti direttamente in camera di combustione (SNCR - Selective Non-Catalytic Reduction).
-

### **CO (Monossido di Carbonio)**

Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. Il CO è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico per il quale l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>). Si forma durante la combustione delle sostanze organiche, quando questa è incompleta per difetto di ossigeno. La quantità maggiore di questa specie è prodotta dagli autoveicoli e dall'industria (impianti siderurgici e raffinerie di petrolio). I motori Diesel, funzionando con maggiori quantità di aria, garantiscono una combustione più completa ed emettono minori quantità di CO rispetto ai motori a benzina (in compenso emettono più materiale particellare). Negli ultimi anni la quantità di CO emessa dagli scarichi degli autoveicoli è diminuita per il miglioramento dell'efficienza dei motori, per il controllo obbligatorio delle emissioni e per il crescente utilizzo delle marmitte catalitiche. Le emissioni naturali del monossido di carbonio comprendono l'ossidazione del metano e degli altri idrocarburi naturalmente emessi nell'atmosfera, l'emissione diretta dalle piante e l'attività microbica degli oceani. Le emissioni naturali e quelle antropiche di questa specie sono globalmente dello stesso ordine di grandezza.

Il ruolo del monossido di carbonio nella chimica troposferica delle aree industrializzate è di trascurabile importanza, data la scarsa reattività di questa molecola. Il tempo medio di residenza del CO in atmosfera è di circa quattro mesi, e, quindi, questa specie può essere utilizzata come tracciante dell'andamento temporale degli inquinanti primari al livello del suolo.

La presenza di monossido di carbonio nell'aria in corrispondenza di una strada è infatti notevolmente correlata al flusso di traffico relativo. Contribuisce alla formazione delle piogge acide e dello smog fotochimico. La presenza di monossido di carbonio nelle aree inquinate mostra anche una pronunciata variabilità in funzione delle condizioni atmosferiche ed è in particolare notevolmente influenzata dalla presenza del vento che tende a ridurne l'entità. A ragioni meteorologiche è riconducibile la variabilità stagionale del CO, caratterizzato da massimi nei periodi invernali e minimi nei periodi estivi.

Oltre a questo, il CO presenta una forte variabilità spaziale: in una strada isolata la sua concentrazione mostra di solito valori massimi nell'intorno dell'asse stradale e decresce molto rapidamente allontanandosi da esso, fino a diventare trascurabile a una distanza di alcune decine di metri.

La presenza di monossido di carbonio nelle aree inquinate mostra anche una pronunciata variabilità in funzione delle condizioni atmosferiche ed è in particolare notevolmente influenzata dalla presenza del vento che tende a ridurne l'entità. A ragioni meteorologiche è riconducibile la variabilità stagionale del CO, caratterizzato da massimi nei periodi invernali e minimi nei periodi estivi.

Gli effetti sull'ambiente sono da considerarsi trascurabili, mentre gli effetti sull'uomo sono particolarmente pericolosi. La sua pericolosità è dovuta alla formazione con l'emoglobina del sangue di un composto fisiologicamente inattivo, la carbossiemoglobina, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti: i primi sintomi dell'avvelenamento sono cefalea e vertigine. La morte sopravviene pertanto per asfissia. L'affinità del CO per l'emoglobina è di circa oltre 200 volte superiore a quella dell'ossigeno. A basse concentrazioni provoca emicranie, debolezza diffusa, giramenti di testa; a concentrazioni maggiori può provocare esiti letali.

L'effetto del CO risulta maggiore in altitudine, per la ridotta percentuale di ossigeno nell'aria. In presenza di 1000 ppm si sopravvive circa 90 minuti. A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. Quando nell'aria la concentrazione di CO è di 12-31 ppm si arriva al 2-5% di carbossiemoglobina e si manifestano i primi segni con aumento delle pulsazioni cardiache, aumento della frequenza respiratoria e disturbi psicomotori (nei guidatori di auto si allungano in modo pericoloso i tempi di reazione). A 100 ppm di esposizione per diverse ore (come nel caso di lunghe soste in gallerie stradali) compaiono vertigini, cefalea e senso generale di spossatezza, che possono essere seguiti da collasso. L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

### **Particolato (PM10 –PM2,5)**

Con il termine polveri atmosferiche, o materiale particolato, si intende l'insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, tendono a rimanere sospese in aria per tempi più o meno lunghi. Le caratteristiche dimensionali, morfologiche e chimiche delle particelle possono variare anche sensibilmente in funzione delle sorgenti e dei fenomeni di trasporto e trasformazione. Hanno dimensioni comprese tra 0,005µm e 50-150µm ed una composizione costituita da una miscela di elementi quali: carbonio (organico ed elementare), fibre tessili naturali ed artificiali, silice, metalli (ferro, rame, piombo, nichel, cadmio), nitrati, solfati, composti organici (idrocarburi, acidi organici, I.P.A.), materiale inerte (frammenti di suolo, spore, pollini), ecc.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera sono definite con vari termini, tra i quali i più usati sono: PTS (Polveri Totali Sospese) o TSP (Total Suspended Particles) o PM (Particulate Matter).

Il particolato atmosferico è un inquinante che ha origine sia per emissione diretta (particelle primarie) che per reazioni chimico-fisiche in atmosfera da precursori gassosi, quali ossidi di azoto e di zolfo, ammoniaca, composti organici (particelle secondarie). Alcune particelle sono di dimensioni tali da essere visibili, come la fuliggine o il fumo, altre possono essere viste solo al microscopio ottico o elettronico. Le sorgenti del particolato atmosferico possono essere antropiche e naturali. Le più importanti fonti antropiche sono: traffico veicolare (processi di combustione di benzina e gasolio, degrado pneumatici e marmitte, abrasione

---

dell'asfalto, logorio freni, movimentazione del materiale depositato al suolo), combustione di combustibili fossili (centrali termoelettriche, riscaldamento civile), legno, rifiuti, processi industriali (cementifici, fonderie, miniere), combustione di residui agricoli, cave e miniere a cielo aperto. Le fonti naturali, invece, sono sostanzialmente: aerosol marino, erosione del suolo e delle rocce ed in generale materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), aerosol biogenico (spore, polline e frammenti vegetali), virus, batteri, incendi boschivi, emissioni vulcaniche.

Esistono differenti metodi di classificazione del particolato atmosferico. Quello più usato prevede la suddivisione delle polveri in "classi" in funzione della dimensione delle particelle (misurata in micrometri,  $\mu\text{m}$ ) e la quantificazione della loro presenza in aria in termini di concentrazione (espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sulla base delle dimensioni, si possono distinguere le seguenti categorie: il particolato grossolano con diametro superiore a  $10\mu\text{m}$ ; il particolato fine con diametro inferiore a  $10\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ); il particolato finissimo con diametro inferiore a  $2.5\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ), che costituisce circa il 60% del  $\text{PM}_{10}$ ; ed il particolato ultra fine con diametro inferiore a  $1\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_1$ ).

### **9.1.2 ANALISI DEGLI IMPATTI SULLA COMPONENTE IN FASE DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE**

Nelle simulazioni condotte sulla componente atmosfera non sono emerse particolari criticità causate dalle lavorazioni eseguite nelle aree di cantiere e lungo la viabilità di cantiere, in ogni caso, di seguito si riporta una disamina dei principali impatti indotti dalle lavorazioni per la realizzazione delle opere di progetto, che sono legati essenzialmente alla produzione di polveri; questa fattispecie si verifica sia per il sollevamento da polveri generato direttamente dalle lavorazioni, sia per quello indotto indirettamente dal transito degli automezzi sulla viabilità interna ed esterna ai cantieri.

I fenomeni che durante le attività dei cantieri possono, se non idoneamente monitorati, determinare significative emissioni di polveri di altre sostanze inquinanti sono i seguenti:

- Presenza e movimentazione di mezzi di cantiere lungo piste e piazzali di cantiere;
- Trasporto dei materiali;
- Stoccaggio dei materiali;
- Emissioni da macchinari e attrezzature;
- Attività di scavo a cielo aperto;
- Realizzazioni di paratie e micropali;
- Attività di scavo delle gallerie;
- Demolizioni e scapitozzatura.

#### **Presenza e movimentazione di mezzi di cantiere lungo piste e piazzali di cantiere**

Per quanto riguarda la presenza e movimentazione di mezzi di cantiere lungo piste e piazzali di cantiere gli impatti sono ascrivibili sia al passaggio di mezzi (numero, massa e velocità), che all'erosione e trasporto, da parte di correnti d'aria e vento.

La quantità di polveri emesse varia linearmente con il volume di traffico in transito e dipende dalla percentuale di limo, cioè di particelle caratterizzate da un diametro minore di 75 µm, contenute nel materiale superficiale presente sulla pista di cantiere.

Le attività di trasporto dei materiali sono connesse a molteplici variabili che determinano il livello di disturbo sul territorio quali, il cronoprogramma delle fasi di avanzamento dei lavori; i quantitativi da trasportare, la portata degli autocarri, la distanza dalla fonte di approvvigionamento dei materiali, il numero di viaggi/giorno, il numero dei mezzi impiegati, la frequenza media di carico/scarico, il lasso di permanenza presso i siti di cantiere, la contemporaneità di attività critiche, il percorso utilizzato, il livello di traffico esistente, la presenza di ricettori nell'intorno dei percorsi utilizzati, la presenza di aree sensibili.

### **Stoccaggio**

Per ciò che concerne queste operazioni, lo sviluppo di emissioni di polveri deriva maggiormente da operazioni di stoccaggio all'esterno in cumuli, (si utilizza per grandi quantità di materiali solidi), ed è connessa alle attività di formazione di un nuovo cumulo, per cui può accadere che il vento o l'aria richiamata intercettino il flusso di materiale in caduta separando e disperdendo la parte di materiale a granulometria fine da quella grossolana; inoltre, allorquando il materiale in caduta si posa su cumulo si forma una nube di polvere; un altro fattore importante è quello legato all'azione erosiva del vento su un cumulo formato.

Un cumulo è considerato attivo quando il materiale viene continuamente alimentato e ripreso dal cumulo, viceversa è considerato inattivo quando non viene alimentato o ripreso del materiale per lunghi periodi. Tutte le tipologie di cumuli, considerando lo stoccaggio in cumuli come sistema composto da un cumulo attivo e dai sistemi/attività di alimentazione e ripresa possono determinare importanti emissioni di polveri.

La quantità di emissione delle aree deposito dipende dal volume movimentato dello stoccaggio, dal grado di umidità degli inerti, dal contenuto di frazione fine e dall'età dell'accumulo.

Le fasi iniziali di conferimento all'area di deposito di nuovo materiale sono caratterizzate dal massimo potenziale di impatto: le particelle più fini possono essere facilmente disperse in atmosfera sia ad opera del vento, sia durante la movimentazione del materiale. Quando gli accumuli sono formati, il potenziale di dispersione si riduce decisamente a causa dell'aggregazione e della cementificazione delle particelle fini determinate dall'umidità; l'eventuale successiva esposizione a piogge contribuisce a mantenere umido l'ammasso di inerti.

In presenza di sistemi di stoccaggio chiusi (capannoni, silos ecc.) le emissioni di polveri possono verificarsi soltanto nelle fasi di carico e scarico del materiale.

### **Emissioni da macchinari e attrezzature**

Un'altra fonte di inquinamento è quella legata alle emissioni di particolato ad opera dei motori delle macchine operatrici all'interno dei cantieri e dei mezzi pesanti deputati al trasporto degli inerti. Gran parte dei mezzi e macchinari alimentati a combustibile che operano nei cantieri comportano l'impiego di motori diesel che a fronte di determinati vantaggi, anche di tipo prestazionale, emettono quantità di particolato, per la maggior parte caratterizzato da ridotte dimensioni (95% presenta diametro aerodinamico inferiore a 1µm).

La struttura chimica di tale particolato è costituita da nuclei di materiale carbonioso sui quali sono adsorbiti idrocarburi, tra i quali gli IPA, i nitro-IPA e altre sostanze organiche, acqua, solfati e materiali inorganici generati dall'usura delle parti meccaniche del motore. In ragione della presenza di sostanze di natura mutagena e cancerogena, lo IARC classifica il particolato diesel come "probabilmente cancerogeno".

### **Attività di scavo a cielo aperto**

Questo tipo di attività sarà svolto con l'ausilio di macchine per il movimento terra (escavatori, pale); queste ultime conferiranno le terre o direttamente su camion o presso le aree di stoccaggio da cui saranno nuovamente movimentate per essere caricate sui mezzi deputati al loro trasporto a destinazione.

Le sorgenti di potenziali emissioni di polvere nella fattispecie sono dovute a:

- Movimento terre;
- Transito mezzi pesanti su superfici pavimentate e/o non pavimentate;
- Carico dei mezzi;
- Scarico presso i sistemi di stoccaggio temporaneo del materiale.

### **Realizzazione di paratie e micropali per opere provvisorie e palificate**

Questa fase lavorativa concerne l'esecuzione delle opere provvisorie, quali le paratie di micropali, necessarie a sostenere le pareti di scavo (fondazioni pile e spalle, imbocchi gallerie, ecc.); in questa fase rientrano anche la realizzazione delle palificate per il sostegno dei versanti.

Le lavorazioni per l'esecuzione dei pali consistono nello scavo del foro, nel posizionamento dell'armatura, nel getto, nella scapitozzatura delle testate, nella realizzazione dei cordoli in calcestruzzo ecc..

Nella fattispecie le emissioni di polveri si generano sia per le perforazioni in roccia o in materiali duri (cemento, calcestruzzo), che per le perforazioni o trivellazioni nei terreni.

Nelle prime l'azione disgregante degli utensili produce sempre uno sfrido, rimosso pneumaticamente o idraulicamente dal foro in esecuzione, costituito essenzialmente da polveri.

Per quanto riguarda le perforatrici per micropali occorre considerare che:

- Producono uno sfrido grossolano;
- Lavorano ad umido con fanghi o additivi schiumogeni (stabilizzanti del foro) ed a boccaforo;
- Producono un getto di terra umida.

Per le perforatrici per micropali le emissioni sono determinate dalla:

- Gestione della terra umida prodotta;
- Attivazione di sistema di aspirazione.

### **Demolizioni e scapitozzature**

Gli interventi che richiedono la demolizione di parti di getti di calcestruzzo o la pulizia di superfici possono determinare significative emissioni di polveri.

Le macchine utilizzare per questa tipologia di operazioni saranno:

- La fresa ad attacco puntuale;
- Il martello idraulico ad elevata energia, comunemente detto frantumatore idraulico a percussione o martellone.

Per le demolizioni di elementi strutturali in cantiere, il martellone può essere utilizzato in combinazione a macchine per il taglio con filo diamantato e pinze.

Nell'analizzare le potenzialità emissive di tali operazioni occorre considerare che:

- Sia la fresa ad attacco puntuale che le macchine per taglio con filo diamantato sono macchine che producono sfridi di piccole dimensioni;
- Il martellone è un demolitore che opera in genere una frantumazione primaria producendo elementi di medio-grosse dimensioni successivamente riducibili per mezzo della macchina stessa o che, in ogni caso, necessitano una successiva movimentazione;
- Sia il martellone sia gli utensili della fresa tendono ad usurarsi ed è nota che la produzione di polveri fini è strettamente connessa con la diminuzione dell'affilatura degli utensili e l'aumento del grado di smussatura degli stessi;
- Le macchine per taglio con filo diamantato progressivamente si consumano fino a raggiungere la parte di utensile non più caratterizzata dalla presenza di diamanti e, di conseguenza, peggiorano le prestazioni del macchinario in termini di taglio e di conseguente tipologia e quantità di sfrido;
- Le macchine per taglio con filo diamantato lavorano ad umido in quanto l'acqua è il sistema di raffreddamento utensili ed evacuazione dello sfrido;

- Per il martellone è difficile attrezzarsi per ridurre l'altezza e la velocità di caduta dei materiali nonché il loro immediato confinamento ad umido;
- Per la fresa è più facile gestire, se non l'altezza di caduta, l'immediata rimozione dello smarino umido mediante sistemi di raccolta materiali.

### **Scavi per la realizzazione delle gallerie**

I lavori di scavo per la realizzazione delle gallerie inevitabilmente producono emissioni di polvere in atmosfera, sia per quanto riguarda l'ambiente esterno che per quanto riguarda l'inquinamento e la salute degli operatori all'interno degli scavi in sotterraneo.

Nella pianificazione dei cantieri e delle fasi lavorative dei lavori in sotterraneo devono essere previsti accorgimenti tecnici e organizzativi in grado di ridurre al minimo l'impatto sulla salute e sicurezza dei lavoratori, garantendo nel cantiere sotterraneo le migliori condizioni possibili. Questo assunto vale anche per il rischio di esposizione a polveri respirabili di "silice libera cristallina", il cui acronimo è SLC e con il quale sono da intendersi tutte le fasi cristalline del biossido di silicio ( $\text{SiO}_2$ ) non combinato con altri elementi. Gli effetti dell'esposizione lavorativa a SLC per via inalatoria sono vari e pesanti, dalla silicosi al cancro polmonare.

Le misure di prevenzione e mitigazione sono stabilite dal D.Lgs 81/2008 e smi. Un'altra fonte di emissione è dovuta ai gas tossici derivanti dalle macchine utilizzate; i più frequenti sono gli ossidi di carbonio e i vapori nitrosi.

Un gas che può facilmente essere associato al metano è l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) in quanto è complementare al metano nel suo processo di trasformazione da cellulosa di vegetale in gas. E' un gas incolore e inodore, più pesante dell'aria e molto pericoloso per la salute fino ad essere letale se presente in certe concentrazioni in atmosfera.

Per limitare l'emissione di monossido di carbonio (CO) da parte dei motori diesel dei mezzi presenti in galleria è necessario utilizzare macchine equipaggiate con motori in buono stato di manutenzione e perfettamente regolati nel processo di combustione anche in funzione dell'altitudine. Le macchine, inoltre, devono essere munite dei depuratori dei fumi di scarico.

La caratteristica principale di una fresa puntuale è la modalità di scavo che viene eseguito a mezzo di una testa sulla cui superficie sono assemblati utensili di taglio. Gli utensili singoli o multipli sono montati all'estremità di bracci articolati e snodabili per cui la sezione di scavo può variare con l'apertura o l'orientamento di questi bracci portafresa.

### **9.1.3 MITIGAZIONI PREVISTE**

Al fine di contenere entro soglie ammissibili gli impatti dalle lavorazioni sono state pianificate idonee azioni di mitigazione, calibrate sulle caratteristiche tipologiche delle sorgenti, avendo come riferimento sia esperienze analoghe alla realizzazione dell'infrastruttura di progetto, che alcune fonti bibliografiche rappresentate dai BREF (BAT Reference Documents)

sviluppati dall' "European IPPC Bureau" e dalle direttive sviluppate da enti governativi in materia di costruzioni.

A valle della emanazione della Direttiva 2008/1/CE dell'Unione Europea del 15 gennaio 2008 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC Directive) ed in particolare in base a quanto previsto dall'Art. 2, dall'Art. 16, dall'All. IV in tema di inquinamento atmosferico e di utilizzo delle migliori tecniche disponibili (BAT) per prevenire e minimizzare gli impatti sull'ambiente derivanti da varie attività, sono state pubblicate dall'Ufficio Europeo IPPC (nato per rispettare quanto previsto dall'Art. 17 della medesima direttiva) vari documenti riguardanti la gestione degli impatti da parte delle categorie di attività industriali previste dall'Allegato 1 alla Direttiva 2008/1 CE.

Particolarmente adeguate all'analisi degli impatti da polveri risultano quelle inerenti le attività di stoccaggio e manipolazione (processo e trasporto) di materiali e tra questi di materiali solidi ("Integrated Pollution Prevention Control on Best Available Technologies on Emission from Storage").

### **Emissioni da piste piazzali e dal passaggio dei mezzi per il trasporto dei materiali**

Gli interventi di mitigazione che si intende adottare in fase di cantiere per ridurre gli impatti in atmosfera derivanti dalle emissioni da piste piazzali e dal passaggio dei mezzi per il trasporto dei materiali sono di seguito elencati:

- Progetto lay-out di cantiere: il progetto del lay-out del cantiere è stato improntato a limitare sia le distanze di trasporto sia il numero dei movimenti di traffico con carico potenzialmente polverulento; in particolare la riduzione del numero di viaggi si otterrà disponendo di mezzi a grande capacità di carico; saranno inoltre utilizzati mezzi a basso consumo e a ridotte emissioni; la viabilità interna al campo base verrà rivestita in conglomerato bituminoso o cemento. Per le piste di cantiere si farà ricorso alla nuova viabilità esistente;
- E' inoltre il caso di ribadire che la cantierizzazione proposta per l'intervento in oggetto prevedendo l'eliminazione di ogni interferenza con le zone abitate costituisce di per sé una forma importantissima di mitigazione;
- Limitazione di movimentazione terre in presenza di velocità del vento elevata: sarà evitata la movimentazione per terreni di classe di dispersività S1 (limi sciolti) in presenza di vento superiore a 8 m/sec; per terreni di classe S3 (sabbie fini) la soglia di vento al di sotto della quale le lavorazioni sono consentite è pari a 14 m/sec mentre per terreni di classe S4 e S5 (sabbie grossolane e ghiaie) tale soglia è pari a 20 m/sec;
- Idonea gestione delle velocità dei mezzi di trasporto: la limitazione della velocità dei mezzi di trasporto consentirà, soprattutto per le piste e i piazzali di cantiere non asfaltati la riduzione delle emissioni di polveri causate dai fenomeni di risollevarimento. Per ridurre l'ammontare di polvere che viene sollevata dai veicoli in movimento, saranno poste in essere le seguenti procedure:

- Adeguata formazione delle maestranze;
- Informazione puntuale sui limiti di velocità lungo le vie di transito;
- Creazione di percorsi obbligati lungo vie di accesso, di uscita e percorsi all'interno del cantiere (mediante installazione di new jersey) e controllati;
- Installazione di dossi lungo i percorsi stabiliti e segnalati.
- Utilizzo di barriere antipolvere nei tratti di maggiore sensibilità e in prossimità dei ricettori: le diverse operazioni di cantiere comporteranno inevitabilmente situazioni di inquinamento atmosferico dovute ai gas di scarico delle macchine ed al rilascio di sostanze aerodisperse. La larghezza di ogni pannello modulare da assemblare sarà di 3,50 m; l'altezza della barriera ammonterà a 2,00 m; il plinto della barriera, in calcestruzzo avrà dimensioni di cm 15 di altezza e cm 60 di base. La rete antipolvere sarà in polietilene. Soprattutto nelle lavorazioni sui Viadotti, dove verranno installate delle reti a protezione di eventuali dispersioni o cadute di materia nei corpi idrici posti al di sotto degli stessi, ed a protezione della fauna e della vegetazione presente;

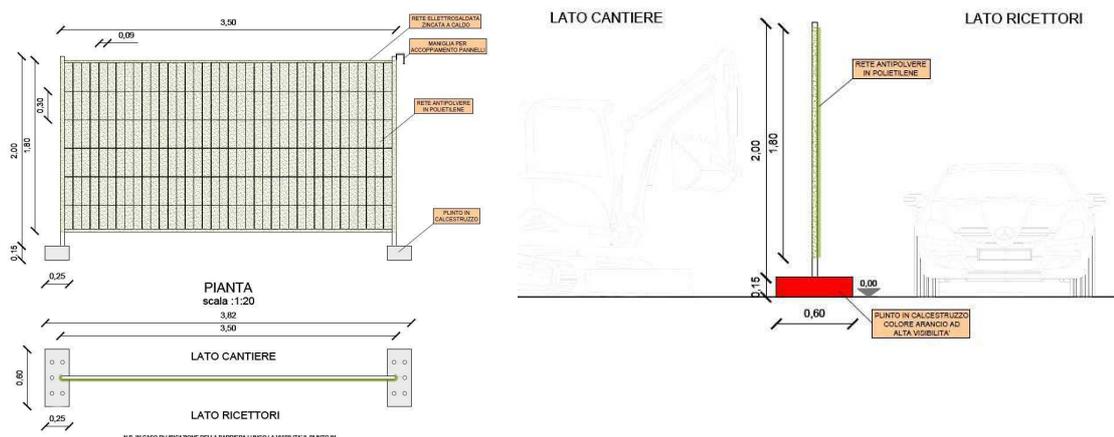


Figura 72 - Barriera antipolvere: pianta prospetto e sezione

- Riduzione/gestione delle aree soggette ad impatto del vento: si limiteranno il più possibile aree e piste sterrate e si provvederà attraverso la copertura vegetale (idrosemina e pacciamatura temporanea) e/o l'installazione di barriere frangivento (in legno o recinzioni rivestite con teli) la riduzione dei fenomeni anemologici;

- Adozione di idonee tecniche di bagnatura di piste e piazzali: al fine di inibire la dispersione delle polveri aumentando il contenuto di umidità del terreno e favorendo l'agglomerazione delle particelle aerodispersibili saranno adottate idonee tecniche di nebulizzazione: in presenza di emissioni significative e/o accidentali si farà ricorso ad impianti di nebulizzazione in grado di abbattere una nube di polvere che si è aerodispersa da una sorgente intervenendo sulla nube stessa mediante un getto di acqua nebulizzato orientato in modo da occupare un congruo volume di aria intorno alla sorgente;



Figura 73 - Bagnature piste e piazzali

In particolare all'interno dei cantieri, la produzione di polvere sulle piste sarà limitata dall'uso di un autocarro aspersore che bagnerà adeguatamente la viabilità interna, permettendo di mantenere le piste ben umide per impedire il sollevamento della polvere. Nei tratti di pista di cantiere maggiormente utilizzati sarà inoltre previsto un sistema di bagnatura automatica con una tubazione collegata ad una centralina che comanderà l'innaffiamento a seconda delle condizioni atmosferiche e del livello delle polveri. In luogo dei comuni irrigatori a spruzzo saranno previsti ugelli nebulizzatori che consentono al tempo stesso di risparmiare acqua di bagnatura e di mantenere la superficie della pista e/o dei cumuli umida anziché bagnata, con evidente vantaggio in termini di comfort e di sicurezza provocato dall'assenza di pozzanghere.

- Periodica pulizia delle strade: la pulizia delle aree soggette al transito di veicoli sarà garantita sia attraverso azioni preventive, finalizzate ad evitare il deposito di materiale e sia attraverso attività di pulizia. Le principali azioni preventive consistono nell'evitare perdite di carico dai mezzi in transito, e, per quanto possibile, il transito di mezzi da aree non asfaltate ad aree asfaltate, gestire correttamente le torbide prodotte dall'impiego di acqua durante le fasi di scavo e/o demolizione. Le attività di pulizia potranno essere svolte mediante l'impiego di macchine spazzatrici, dotate di sistemi di spazzole rotanti e bagnati, cui è applicato anche un sistema di aspirazione, montati stabilmente su veicoli

commerciali (camion di piccole/medie dimensioni o veicoli ad hoc) o applicabili in caso di necessità a mezzi da cantiere.



Figura 74 - Macchina spazzatrice

- Lavaggio pneumatici: in corrispondenza dell'uscita di tutti i cantieri saranno predisposte vasche per il lavaggio delle ruote degli automezzi; queste vasche, costituite da una platea in calcestruzzo saranno dotate di un impianto idraulico irrorante acqua in pressione tramite appositi ugelli disposti a diverse altezze, in modo che gli automezzi in uscita dal cantiere non diffondano polveri e non imbrattino la sede stradale della viabilità esterna; inoltre all'interfaccia con la rete viaria esistente sarà previsto il passaggio di una moto spazzatrice ad intervalli di tempo regolari, per evitare che i veicoli a motori, con i loro copertoni, raccolgano e trasportino polvere.



Figura 75 - Impianto di lavaggio pneumatici

- Copertura dei carichi: i veicoli utilizzati per la movimentazione degli inerti dovranno essere dotati di apposito sistema di copertura del carico durante la fase di trasporto, al fine di garantire l'assenza di fuoriuscite di materiale polveroso o particellare.

### **Stoccaggio dei materiali**

Sono previste le seguenti misure di mitigazione:

- Umidificazione del materiale;
- Utilizzo di sistemi chiusi nelle condizioni di cumuli con elevato potere dispersivo;
- Scelta dell'ubicazione dei cumuli: i cumuli saranno mascherati rispetto alla direzione prevalente del vento;
- Modalità di realizzazione dei cumuli: i cumuli saranno di dimensioni contenute, sarà ridotto al minimo necessario il traffico dei mezzi nell'intorno degli stessi;
- Impiego di sistemi di protezione del vento (barriere per la riduzione del vento);
- Interventi di bagnatura dei cumuli;
- Interventi di inerbimento con idrosemina ed innaffiamento dei depositi di terreno accumulati al fine di ridurre l'innalzamento di polveri nelle aree di deposito temporaneo;
- Predisposizione di impianti di nebulizzazione per le aree destinate al deposito temporaneo di inerti.

### **Emissioni da macchine operatrici e mezzi di trasporto**

Il contenimento delle emissioni di polveri da parte degli scarichi dei macchinari utilizzati è sostanzialmente legato all'accurata scelta dei macchinari, che privilegerà quelli di recente costruzione, e l'impiego di Filtri antiparticolato – FAP.

All'uopo si farà ricorso a macchine edili di ultima generazione (pala meccanica, escavatore, elevatori meccanici, escavatori a risucchio, mezzi a controllo remoto con GPS), in grado di ridurre l'impatto ambientale, derivante dalle emissioni di inquinanti in atmosfera (NO<sub>x</sub>, CO, ecc.).

Il contenimento delle emissioni sarà inoltre assicurato dalla continua manutenzione a cui i mezzi saranno sottoposti. Le mitigazione e prescrizioni previste atte a limitare l'inquinamento atmosferico si possono dunque così sintetizzare:

- Impiego di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
- Impiego di mezzi rispondenti ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti;
- Utilizzo di mezzi a basso consumo e ridotte emissioni.
- Utilizzo di auto di servizio del cantiere elettriche: per limitare le emissioni inquinanti in atmosfera, oltre che per ridurre i consumi, il personale utilizzerà per gli spostamenti da un cantiere all'altro autovetture ad alimentazione elettrica. L'auto elettrica infatti non produce rilascio di idrocarburi, ossido di azoto, monossido di carbonio, anidride carbonica, ossido di zolfo ecc. All'uopo sarà installata una colonnina per la ricarica delle auto elettriche all'interno di ogni area di cantiere.

### **Scavi a cielo aperto**

---

Per quanto riguarda queste attività le mitigazioni da porre in essere sono analoghe a quelle già descritte nei paragrafi precedenti a cui si rimanda; un ulteriore elemento di attenzione concerne il grado di umidità del materiale da scavare per minimizzare le emissioni polverulente anche nelle fasi di scavo. Qualora il contenuto di acqua nel materiale di scavo risulti limitato si dovrà provvedere all'umidificazione attraverso i metodi descritti nel paragrafo relativo alle piste/piazzali.

In particolare la fase più problematica è quella in cui il materiale escavato viene movimentato e fatto cadere da un sistema di carico verso un sistema di stoccaggio, o di carico. L'aria richiamata dal flusso di materiale in caduta lo permea trascinando e disperdendo particelle di polveri.

Sono di particolare importanza al riguardo:

- mantenere in perfetto stato le pavimentazioni stradali di cantiere al fine di evitare il sobbalzo dei cassoni, dei carichi e delle sponde evitando fuoriuscite di polvere;
- effettuare le operazioni di carico dei materiali inerti soltanto nelle zone dedicate.

Per le procedure di formazione di eventuali cumuli di stoccaggio mediante camion a cassone ribaltabile, in situazioni contraddistinte dalla compresenza di elementi predisponenti ai fenomeni di emissioni di polveri (ad esempio prolungate siccità) e di particolare sensibilità/prossimità dei potenziali ricettori sarà opportuno fare ricorso ai cannoni nebulizzatori. Questa tipologia di intervento infatti permette di garantire simultaneamente un adeguato tenore di umidità del materiale da scavare e l'abbattimento delle polveri determinato nelle fasi di carico e successiva movimentazione del materiale.

### **Realizzazioni di paratie e micropali**

Gli interventi previsti per contenere le emissioni durante la realizzazioni di paratie e micropali sono i seguenti:

- preparazione del sito: si provvederà ad una preventiva bagnatura dei siti che consentirà di ridurre le emissioni di polveri soprattutto nelle fasi iniziali dello scavo che si caratterizzano come quelle più critiche;
  - scelta e gestione utensili: occorre una corretta manutenzione e sostituzione degli utensili evitando livelli di usura che superino i valori consigliati dai costruttori poiché tali utensili favoriscono sfridi grossolani;
  - scelta di macchinari da utilizzare: saranno preferite sonde perforatrici a funzionamento idraulico; l'adozione di fanghi bentonitici come mezzo di spurgo consente una riduzione molto significativa delle emissioni (superiori al 90% rispetto al soluzioni con spurgo ad aria);
  - corretta manutenzione dei macchinari: la pulizia delle attrezzature effettuata sul posto, specie delle sonde e delle aste deve essere eseguita con acqua in pressione ma in zona dove è possibile gestire le torbide prodotte poiché contengono quantità consistente di sostanze fini.
-

### **Demolizioni e scapitozzatura**

Gli interventi finalizzati a ridurre le emissioni riconducibili alle demolizioni e scapitozzature si riassumono di seguito:

- gestione degli utensili di taglio: saranno affilati regolarmente gli utensili di taglio per garantire una corretta profondità del taglio; la quantità di polvere prodotta per tonnellata di materiale abbattuto è maggiore al diminuire dei blocchi prodotti;
- riduzione della altezza di caduta del materiale: la maggior parte della polvere prodotta durante una demolizione rimane sulla superficie del materiale e il flusso d'aria che viene richiamato e transita all'interno degli interstizi del materiale in moto aumenta all'aumentare dell'altezza di caduta; pertanto è necessario contenere tali altezze inserendo sistemi di raccolta dei materiali regolabili in altezza e sollevabili verso il punto di lavoro;
- riduzione dell'effetto della velocità del vento/protezione dal vento: utilizzo di reti antivento;
- bagnatura del materiale prima dell'inizio delle lavorazioni;
- bagnatura del materiale al punto di sollecitazione e in fase di caduta: al fine di contenere la polverosità in attività con impiego di martelloni o frese ad attacco puntuale si adotteranno macchine dotate di sistemi in grado di bagnare il materiale durante la fase di asportazione o frantumazione;
- raccolta delle torbide di acqua prodotte: nel caso di bagnatura del materiale o abbattimenti ad umido delle polveri aerodisperse bisogna gestire le torbide prodotte che percolano, travalicando, l'area in cui sono presenti i prodotti della demolizione/scavo; la gestione avverrà tenendo sgombra l'area su cui questo percolato può disperdersi ed attrezzando la stessa area con una canaletta di evacuazione in cui, anche mediante lancia ad acqua, la torbida dispersa può essere convogliata e raccolta.

### **Scavi per la realizzazione delle gallerie**

Le misure di mitigazione e prevenzione per i lavori in sotterraneo sono di seguito elencate:

- utilizzo di fresa puntuale per lo scavo dotata di sistema di nebulizzazione delle polveri provocate durante la fresatura;
- di sistema "posacentina";
- di impianto di depurazione dei gas di scarico;
- limitazione delle emissioni da motori diesel: sarà possibile minimizzare gli effetti tossici delle EMD utilizzando sistemi di filtri antiparticolato (SFA). Un buon SFA possiede un'efficacia di oltre il 99%; peraltro nei cantieri sotterranei l'uso dei SFA è obbligatorio. E' necessaria inoltre la sistematica manutenzione dei motori diesel;

- realizzazione di un impianto di ventilazione e di controllo dei parametri ambientali interni quali il tasso di CO e l'opacità dell'aria;
- bagnatura costante durante le operazioni di carico del materiale abbattuto.

Per quanto riguarda le aree esterne al cantiere lo scavo delle gallerie comporterà ricadute sull'atmosfera dovute ai gas di scarico dei mezzi pesanti, al sollevamento di polveri dovute al transito su superfici sterrate, alle operazioni di carico e scarico, al trasporto dello smarino, ecc. L'applicazione delle misure di mitigazione già descritte nei paragrafi precedenti consentirà di mantenere le emissioni entro valori di soglia accettabili.

## 9.2 ACQUE

Le problematiche indotte dalla fase di realizzazione dell'opera stradale di progetto sull'ambiente idrico sono legate, da un lato, alla vulnerabilità dell'ambiente, dall'altro a una non corretta gestione delle aree di cantiere o ad una sottovalutazione dell'ambiente idrico circostante.

In merito alla vulnerabilità dell'ambiente sono state prese in considerazione le possibili cause di inquinamento delle acque, sia superficiali che profonde, indotte dai cantieri, dovute a: sversamenti di sostanze inquinanti (oli, benzine, scarichi, etc.) sui piazzali di lavoro e lungo i percorsi dei mezzi meccanici, immissione di acque torbide, scarichi di acque bianche e nere e di rifiuti prodotti dagli addetti di cantiere.

Le problematiche legate alla componente ambientale acque superficiali possono essere di tipo quantitativo, ovvero dovute alla possibile alterazione dei deflussi dei corsi d'acqua e dei deflussi delle acque di ruscellamento con conseguente alterazione dell'equilibrio idrologico dell'area interessata, o di tipo qualitativo idrologico-idraulico riferite invece alla possibile alterazione delle qualità fisico-chimiche- batteriologiche delle acque superficiali.

Tali categorie di criticità non sono però completamente indipendenti, poiché l'alterazione delle caratteristiche quantitative delle acque superficiali può provocare una variazione di quelle qualitative e viceversa: infatti, le variazioni dell'equilibrio idrologico dell'area, eventualmente prodotte dall'interruzione del deflusso delle acque di ruscellamento, possono creare, nel caso di precipitazioni intense, fenomeni di alluvionamento del sito di cantiere con conseguente dispersione di sostanze inquinanti nel sistema idrico superficiale, in quello sotterraneo e sul suolo, nel caso in cui non siano state predisposte adeguate procedure per lo stoccaggio e lo smaltimento di tali sostanze inquinanti.

Anche per le acque sotterranee è possibile individuare due tipologie di impatti: quantitative idrogeologiche dovute alla possibile modificazione dei deflussi sotterranei con conseguente alterazione dell'equilibrio idrogeologico dell'area interessata e qualitative idrogeologiche riferite invece alla possibile alterazione delle qualità fisico-chimiche-biologiche delle acque sotterranee.

### **Criticità di tipo quantitativo**

Le interferenze che i cantieri possono determinare sulla componente acque superficiali sono:

- L'interruzione del deflusso delle acque di ruscellamento causato dalla realizzazione dei cantieri (e/o realizzazione di piazzole e piste) in corrispondenza di impluvi e/o incisioni;
  - La modifica delle condizioni di deflusso dei corsi d'acqua dovute ad attività di lavorazione all'interno dell'alveo;
  - La riduzione della portata nei corsi d'acqua a causa dall'approvvigionamento di acqua per le attività industriali;
-

- L'incremento della portata nei corsi d'acqua che può avere origine dall'eventuale smaltimento delle acque industriali e/o nere depurate e dall'immissione delle acque meteoriche in esubero.

Relativamente alle acque che insistono direttamente sulle superfici di cantiere, come di seguito meglio descritto si prevede un sistema di raccolta e trattamento delle acque al fine di evitare l'infiltrazione delle stesse nel terreno sottostante e l'eventuale contaminazione della falda acquifera.

Non si prevedono variazioni della portata nei corsi d'acqua dovuti all'attingimento e /o all'immissione di acqua direttamente collegate all'attività di cantiere; infatti l'approvvigionamento sarà garantito previa autorizzazione dalla rete acquedottistica esistente e in alternativa tramite autocisterne.

Le interferenze quantitative che il cantiere può produrre sulla componente acque sotterranee consistono in un'alterazione del livello piezometrico dovuto alla realizzazione di scavi e fossi di drenaggio nel corso delle lavorazioni e dall'alterazione delle caratteristiche di deflusso delle acque superficiali.

### **Criticità di tipo qualitativo**

L'alterazione delle caratteristiche fisico-chimiche-batteriologiche delle acque superficiali e delle acque sotterranee può derivare dalla non corretta raccolta e smaltimento delle acque utilizzate nel cantiere o dallo sversamento nei corpi idrici e sul suolo di sostanze inquinanti, quali solidi sospesi, oli, idrocarburi, cemento e derivati, metalli pesanti, liquami fognari, pesticidi, erbicidi ed altre sostanze pericolose. Tali sostanze possono determinare l'inquinamento delle acque a seguito del contatto diretto oppure per dilavamento del suolo o per percolazione di fluidi inquinanti.

### **Solidi sospesi**

I sedimenti in sospensione costituiscono una forma di contaminazione delle acque che può essere particolarmente diffusa per la tipologia dei cantieri in esame. Tale forma di inquinamento può avere origine principalmente dalle seguenti attività di cantiere:

- Scavi e lavori di sterro;
- Lavori di movimento terra;
- Lavaggio delle superfici dei piazzali di cantiere;
- Lavaggio delle ruote degli automezzi;
- Dilavamento ad opera delle acque piovane delle polveri e del fango depositati sulla viabilità impegnata dai mezzi di cantiere;
- Lavori di costruzione in vicinanza di corsi d'acqua;
- Scarico fuori norma in acque superficiali.

### **Oli ed idrocarburi**

All'interno delle aree di cantiere sono comunemente impiegati oli ed idrocarburi (carburanti, fluidi di lubrificazione e fluidi per impianti idraulici).

Le principali attività di cantiere che possono causare inquinamento da oli ed idrocarburi sono:

- Utilizzo di serbatoi di deposito di carburante con perdite dovute a danneggiamenti per valvole e tubazioni danneggiate o deteriorate, parti corrose o deteriorate, danni indotti dal gelo (improbabili nell'area in oggetto);
- Attività di rifornimento dei mezzi di cantiere e degli stessi serbatoi;
- Utilizzo di pompe o generatori con perdite;
- Abbandono degli oli usati;
- Incidenti (perdite accidentali durante l'attività di rifornimento, rotture meccaniche di tubazioni idrauliche, capacità inadeguata delle vasche di contenimento).

### **Cemento e prodotti di natura cementizia**

L'utilizzo del cemento e di prodotti di natura cementizia sul sito di cantiere presenta rischi di contaminazione dell'ambiente idrico superficiale e profondo. Le attività di cantiere che possono provocare lo sversamento nei corpi idrici di cemento e derivati sono:

- Lavaggio delle betoniere;
- Attività di bagnatura del calcestruzzo durante i getti;
- Attività di getto per opere realizzate in alveo: nel caso di negligenze e disattenzioni, oppure di casserature in cattive condizioni, è possibile la fuoriuscita dei materiali a base cementizia e quindi la contaminazione del suolo e delle acque.

### **Altre sostanze inquinanti e pericolose impiegate nei cantieri**

Oltre alle sostanze fin qui elencate, all'interno dei cantieri possono manifestarsi rischi di inquinamento a causa dell'uso o della diffusione di sostanze di varia natura quali: rifiuti, solventi, detersivi, vernici sigillanti adesivi erbicidi; altre eventuali sostanze chimiche.

### **Tipologie d'impatto generabili dalla realizzazione di fondazioni profonde, interventi di consolidamento e sostegno e relative prescrizioni**

Particolare rilevanza per l'inquinamento delle acque sotterranee assumono gli interventi di consolidamento del terreno e la costruzione di fondazioni profonde.

Le attività di realizzazione di fondazioni profonde e opere di sostegno quali la realizzazione di diaframmi, pali e paratie di micropali possono dare origine a:

- Danneggiamento di sottoservizi esistenti, sia in maniera diretta per perforazione degli stessi, sia in maniera indiretta a causa di cedimenti indotti dal peso dei macchinari impiegati per la perforazione;
- Perdite di miscela cementizia all'interno dei terreni permeabili;
- Perdite di oli e carburante da parte dei macchinari impiegati nei lavori.

Sono stati approfonditi tanto il rilievo che il censimento dei sottoservizi, e di eventuali manufatti interrati, saranno realizzati di fossi di guardia intorno all'area di lavoro, ed infine sarà effettuata una sistematica manutenzione dei macchinari impiegati.

### **9.2.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

Di seguito si riporta una disamina dei principali interventi di mitigazione previsti per la componente acque di carattere generale concernenti la corretta gestione dei cantieri, dei mezzi e delle fasi lavorative.

#### **Consumo di risorsa idrica**

La gestione di tutte le attività di costruzione che prevedono l'uso di acqua sarà effettuata con modalità in grado di garantirne il riutilizzo o almeno di ridurne quanto più possibile i consumi.

Come già indicato, le acque per gli usi potabili e industriali (per il funzionamento degli impianti tecnologici) dei cantieri saranno a seconda dei casi approvvigionate tramite collegamento con la rete acquedottistica pubblica previa autorizzazione dell'Amministrazione competente; nei casi in cui ciò non fosse possibile, saranno trasportate tramite autobotti e convogliate in un serbatoio.

#### **Alterazione del livello di falda**

Le acque industriali per i cantieri in esame saranno approvvigionate tramite allacciamento all'acquedotto o attraverso autobotti, pertanto non saranno necessari emungimenti.

#### **Raccolta e smaltimento delle acque dei cantieri base e operativi**

Le acque di cantiere a seconda delle attività che le hanno generate, possono avere caratteristiche particolari che rendono necessario un certo tipo di trattamento preventivo a seconda della loro provenienza e del carico inquinante.

Le acque nere confluiranno in un impianto di raccolta da realizzare in ciascun cantiere e, ove possibile, saranno conferite alla fognatura. Le acque nere non conferite al sistema fognario saranno trattate in apposito impianto di trattamento che assicurerà un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. Allegato 5 parte terza.

---

Le acque derivanti dalla mensa riservata agli addetti ai lavori, prima di raggiungere il recapito finale dovranno essere sottoposte a trattamento di condensazione dei grassi.

Per le aree destinate a cantiere operativo (cantiere svincolo sud e cantiere operativo gallerie) in cui saranno installati i magazzini, i depositi di oli e carburanti, le aree di lavorazione ferro e gli impianti di lavaggio dei mezzi (aree che saranno opportunamente pavimentate), la rete di captazione delle acque meteoriche e di lavaggio convoglierà le acque in una vasca per la sedimentazione dei materiali in sospensione ed in una vasca per la disoleazione, prima dello scarico.

Le acque meteoriche saranno preventivamente raccolte lungo i limiti dei tre cantieri attraverso i fossi guardia e convogliate direttamente in un recapito finale.

Ai fini della prevenzione di rischi di contaminazione ambientale, le acque piovane che invece interferiscono con l'area di cantiere, ad esempio dilavando superfici impermeabilizzate dove sono stoccati i materiali da costruzione oppure i depositi per il trattamento dei rifiuti, nonché aree di betonaggio o di rifornimento di carburanti, subiranno un opportuno trattamento in impianti di depurazione prima dello scarico tramite fognatura bianca o in acque superficiali, nel rispetto delle condizioni stabilite dalle leggi regionali.

Gli impianti di depurazione dei reflui, insieme alle opere di regimazione delle acque, (reti di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche e reflue e le reti di adduzione, riciclo e di scarico delle acque) saranno essere realizzati prima delle altre attività lavorative previste presso i cantieri.

### **Tutela delle acque dallo sversamento di sostanze inquinanti**

Al fine di tutelare le acque da sversamenti accidentali di sostanze pericolose per l'ambiente (oli, idrocarburi, solventi, ecc.), i cantieri e i depositi anche temporanei di tali sostanze, saranno dotati di idonei sistemi tecnologici e di adeguate procedure di intervento subito operative al verificarsi di un'emergenza.

### **Idrocarburi**

I serbatoi del carburante saranno posti all'interno di una vasca di contenimento impermeabile con capacità pari almeno al 110% di quella dello stesso serbatoio posta su un'area pavimentata, per impedire la contaminazione del suolo durante le operazioni di rifornimento, e sotto una tettoia al fine di prevenire il riempimento della vasca di contenimento in caso di precipitazioni piovose, l'impianto dovrà essere comunque provvisto di una pompa per rimuovere l'acqua dalla vasca.

Per le attività di rifornimento saranno predisposte adeguate procedure che riducano al minimo il rischio di perdite:

- Il rifornimento del deposito di carburante, nei cantieri in cui avverrà tramite autobotti, dovrà realizzarsi alla presenza di un addetto designato dal responsabile del cantiere;

- Tutte le valvole dell'impianto di distribuzione del deposito carburante saranno in acciaio inossidabile; su esse dovranno essere chiaramente indicate le posizioni di apertura e di chiusura;
- L'impianto di distribuzione del carburante sarà sottoposto a periodica manutenzione; l'Impresa dovrà provvedere immediatamente alla riparazione in caso di perdite. In vicinanza della tettoia che ospita l'impianto dovranno essere tenuti a disposizione dei materiali assorbenti (materiali granulari o in fogli) da impiegare in caso di perdite accidentali durante le operazioni di rifornimento;
- L'area prossima al serbatoio impiegata per il rifornimento dei mezzi dovrà essere pavimentata.

La manutenzione dei macchinari impiegati nelle aree di cantiere è di fondamentale importanza; gli addetti alle macchine operatrici dovranno controllare il funzionamento delle stesse con cadenza giornaliera, al fine di verificare eventuali problemi meccanici, mentre settimanalmente dovrà essere redatto un rapporto d'ispezione di tutti i mezzi impiegati dal cantiere. Ogni perdita di carburante, di liquido dell'impianto frenante, di oli del motore o degli impianti idraulici, dovrà essere immediatamente segnalata al responsabile della manutenzione.

Le operazioni di manutenzione o di riparazione dei macchinari devono aver luogo unicamente all'interno del cantiere, in aree opportunamente definite e pavimentate, dove siano disponibili dei dispositivi e delle attrezzature per intervenire prontamente in caso di dispersione di sostanze inquinanti sul terreno.

Sarà vietato effettuare operazioni sia di rifornimento che di manutenzione dei mezzi di cantiere in vicinanza dei corsi d'acqua: eventuali perdite durante tali operazioni condurrebbero ad inquinamento delle acque.

Tutti i mezzi di cantiere impiegati dovranno essere preventivamente puliti, così da evitare l'immissione di sostanze contaminanti, e dotati di appositi sistemi per evitare perdite di oli o di carburante.

### **Sversamento di cemento e prodotti di natura cementizia**

In corrispondenza delle aree di lavaggio delle autobetoniere e attrezzi impiegati per i getti, sarà effettuata l'impermeabilizzazione del suolo (pavimentazione). Le aree di lavaggio saranno provviste di una vasca di raccolta delle acque collegata ad un apposito impianto di depurazione.

Tutti i carichi di calcestruzzo dovranno essere trasportati con la dovuta cautela al fine di evitare perdite lungo il percorso; in aree a particolare rischio, quali quelle in vicinanza di corsi d'acqua, occorrerà usare particolare attenzione durante il trasporto, tenendo una velocità particolarmente moderata; nelle stesse aree l'Impresa proponente curerà la manutenzione delle piste di cantiere e degli incroci con la viabilità esterna.

**Per le operazioni di getto di calcestruzzo è importante che si adottino particolari precauzioni nei siti dove vi è la possibilità di contaminare le acque superficiali e sotterranee (tipicamente per opere realizzate nell'alveo dei corsi d'acqua).**

Tali precauzioni comprendono:

- Il lavaggio dei macchinari solo nelle aree appositamente predisposte lontane dai corsi d'acqua;
- La verifica della chiusura e sigillatura delle cassature onde evitare perdite durante il getto: esse debbono essere preferibilmente nuove o comunque ben mantenute in modo che venga assicurata la perfetta aderenza delle loro superfici di contatto;
- Ove possibile, l'esecuzione dei getti di calcestruzzo mediante l'impiego di una pompa idraulica al fine di ridurre il rischio di perdite o sversamenti accidentali; l'estremità del manicotto della pompa dovrà essere tenuta ferma per mezzo di una fune durante le operazioni in vicinanza di corsi d'acqua al fine di evitare che la pompa versi accidentalmente del calcestruzzo al di fuori dell'area interessata dal getto;
- Ove possibile, si eviterà che il braccio delle pompe o i secchioni impiegati per il getto abbiano a transitare al di sopra di corpi idrici;
- In corrispondenza del punto di consegna occorrerà prendere adeguate precauzioni al fine di evitare sversamenti dalle autobetoniere, che potrebbero tradursi in contaminazione del terreno e delle acque superficiali o sotterranee;
- Il disarmante per le casseforme dovrà essere impiegato in maniera controllata al fine di evitare sversamenti accidentali;
- I getti appena eseguiti saranno coperti con teli impermeabili al fine di evitarne il dilavamento in caso di precipitazioni intense;
- Dopo il getto, il calcestruzzo in eccesso dovrà essere smaltito in luoghi prestabiliti, e non sversato sul terreno.

**Gestione delle acque reflue e delle parti di calcestruzzo di scarto provenienti dal lavaggio dei mezzi di cantiere**

Una volta ultimate le fasi di getto in opera del calcestruzzo si provvederà allo svuotamento e lavaggio dell'autobetoniera. La fase di svuotamento dei residui solidificati avverrà nella zona appositamente predisposta per tutti i mezzi di cantiere. Questa piazzuola di svuotamento dovrà essere allestita con un basamento in calcestruzzo realizzato previa posa di guaina impermeabile, in modo tale che i residui della betoniera (parte solido e parte fluido) vengano svuotati senza che i liquidi possano infiltrarsi nel sottosuolo (la guaina impermeabile impedisce il percolamento). Periodicamente si provvederà a frantumare i depositi solidi e ad allontanarli dal cantiere (rifiuto inerte).

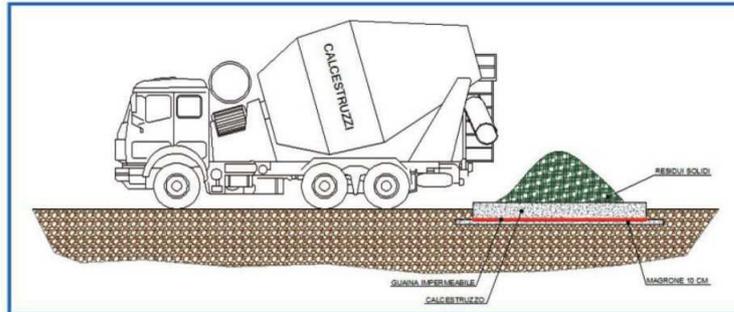


Figura 76 - Svuotamento Betoniera

L'autobetoniera, dopo lo svuotamento dei residui solidi, sarà quindi, completamente lavata presso la vasca di lavaggio. Le acque di lavaggio saranno convogliate all'interno della vasca stessa, insieme a eventuali residui di cls, inerti, ecc. La parte fluida col tempo può solidificarsi sul fondo della vasca, mentre la parte liquida rimane in superficie, in parte evaporando nei mesi caldi, in parte riempiendo la vasca stessa.



Figura 77 - Esempio di impianto di lavaggio ruote

Il lavaggio delle betoniere comporta la presenza di oli, grassi, additivi, cemento, sostanze chimiche ecc., nelle acque di lavaggio. Al termine della sequenza di lavaggio, si possono identificare tre stadi delle sostanze:

- Liquido: i fluidi raccolti nella vasca devono essere inviati a un impianto di decantazione. Le acque depurate possono essere recuperate e reimpiegate in cantiere;
- Fango: i fanghi di risulta devono essere inviati in discariche autorizzate;

- Solido: la parte solida deve essere periodicamente demolita e conferita presso impianto di vagliatura e recupero inerti di cantiere per un possibile riutilizzo.

Anche i residui provenienti dall'impianto di lavaggio ruote sono costituiti da fanghi o elementi solidi, che dovranno essere, quindi, periodicamente frantumati, rimossi e smaltiti. I reflui liquidi, possono essere riciclati utilizzando le vasche di sedimentazione ed eventuale addizione di un flocculante oppure allontanati dal cantiere e conferiti in discarica.

## **9.3 SUOLO**

### **9.3.1 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI**

Il suolo è un elemento ambientale di primaria importanza, che va considerato come una risorsa difficilmente rinnovabile, se non in tempi molto lunghi; per questo motivo è necessario operare al fine di minimizzarne ogni possibile impatto.

I principali impatti che possono verificarsi sulla componente suolo e sottosuolo in fase di realizzazione delle opere sono di seguito indicati:

- Consumi di suolo: sottrazione permanente o temporanea di suolo, connessa all'occupazione di terreno da parte di nuove strutture e/o macchinari di cantiere o all'apertura di nuove piste di cantiere;
- Alterazioni degli assetti superficiali del suolo conseguenti a livellamenti, ad operazioni di compattazione degli strati superficiali o profondi del suolo, nonché a semplici operazioni di movimento terra;
- Riduzione della stabilità complessiva del sottosuolo a seguito delle realizzazioni delle gallerie;
- Inquinamento del suolo: a seguito di sversamenti accidentali di oli meccanici a causa della presenza di mezzi d'opera sul territorio durante la fase di cantiere.

Per quanto riguarda i soprassuoli particolare attenzione sarà posta alle modalità di scotico, stoccaggio e riutilizzo del terreno: tali attività avranno luogo evitando che l'humus vada disperso o venga stoccato per i tempi previsti senza le dovute precauzioni, finalizzate ad evitare il deterioramento delle sue qualità produttive per opera degli agenti meteorici (piogge dilavanti) oppure a causa del verificarsi di prolungate condizioni anaerobiche. In sede di ripristino verranno messe in opera tutte le tecniche atte a ricreare l'originaria pedologia e morfologia di superficie. Nel caso in cui l'area che ospiterà il cantiere si trovi in condizioni di degrado ambientale, al termine dei lavori si realizzerà il recupero della stessa utilizzando terreno di qualità sufficienti per un'evoluzione naturale del suolo a una condizione paragonabile a quella del territorio circostante.

Per quanto riguarda il terreno sottostante lo strato di scotico, durante la fase di esercizio del cantiere si verificherà un'alterazione, seppur temporanea, della permeabilità dovuta alla pavimentazione di alcune superfici. Il terreno in questo caso non può più svolgere la sua funzione di drenaggio delle acque meteoriche che dovranno quindi essere raccolte tramite appositi impianti.

Durante la fase di esercizio del cantiere, le attività lavorative possono inoltre provocare impatti negativi sia sul terreno di scotico (se non correttamente stoccato) che sul terreno di cantiere a causa di sversamento di sostanze inquinanti.

Nel paragrafo seguente si riportano gli interventi di mitigazione e le prescrizioni da adottarsi per la tutela della componente suolo e sottosuolo.

Per quanto riguarda le opere in sottterraneo dall'analisi delle indagini geognostiche si è potuto constatare che, attraversando con le gallerie materiali clastici dotati di buoni angoli d'attrito interno, non si prevedono particolari criticità che possono ripercuotersi sulla componente in oggetto.

### **9.3.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

#### ***Procedure generali di gestione e stoccaggio delle sostanze inquinanti***

La possibilità di inquinamento del suolo derivante dagli sversamenti delle sostanze chimiche impiegate sul sito di cantiere sarà prevenuta attraverso apposite procedure comprendenti:

- La scelta di prodotti che a parità di efficacia possono ritenersi più sicuri;
- La definizione di metodologie di lavoro tali da prevenire o ridurre la diffusione nell'ambiente di sostanze inquinanti (ad esempio applicazione a spruzzo anziché per versamento);
- La limitazione dei quantitativi di sostanze mantenuti nei siti di lavoro al fine di ridurre l'impatto in caso di incidente;
- La verifica che ogni sostanza sia tenuta in contenitori adeguati e non danneggiati, contenenti all'esterno una chiara etichetta per l'identificazione del prodotto;
- Lo stoccaggio delle sostanze pericolose in apposite aree controllate;
- Lo smaltimento dei contenitori vuoti e delle attrezzature contaminate da sostanze chimiche secondo le prescrizioni della vigente normativa;
- La definizione di procedure di bonifica per tutte le sostanze impiegate nel cantiere;
- La formazione e l'informazione dei lavoratori sulle modalità di corretto utilizzo delle varie sostanze chimiche;
- L'isolamento dal terreno delle lavorazioni per cui si impiegano oli, solventi e sostanze detergenti, così come delle aree di stoccaggio di tali sostanze, tramite teli impermeabili (anche in geotessuto);
- La pavimentazione delle aree circostanti le officine dove si svolgono lavorazioni che possano comportare la dispersione di sostanze liquide nell'ambiente esterno.

Particolare cura sarà posta inoltre, per evitare l'inquinamento del suolo, alla gestione dei rifiuti.

#### ***Modalità di scotico, accumulo e rimessa in posto dei suoli***

Per ogni area di cantiere si dovrà prevedere l'asportazione del terreno vegetale ed il suo accantonamento in cumuli lontano dalle aree di traffico dei mezzi per preservarne la fertilità. Per la corretta gestione della "risorsa suolo", operando scavi a partire dalla superficie sarà mantenuto separato lo strato superficiale (relativo agli orizzonti più ricchi in sostanza organica ed attività biologica) da quelli sottostanti.

Nell'ambito delle modalità di messa in posto del materiale terroso sarà evitato l'eccessivo passaggio con macchine pesanti e al contempo saranno adottate tutte le possibili accortezze

---

tecniche per evitare compattamenti o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo.

All'interno delle aree di deposito temporaneo, lo stoccaggio del suolo fertile avverrà secondo modalità tese ad evitare eccessi di mineralizzazione della sostanza organica; per questo motivo tali accumuli temporanei di terreno vegetale non supereranno i 2/3 m di altezza; i cumuli saranno sagomati secondo pendenze in grado di garantire la loro stabilità.

Inoltre, al fine di garantire il successo degli interventi a verde si prevede, per evitare la riproduzione di specie infestanti, di applicare alcune tecniche quali pacciamature e semine di copertura con miscele ricche in leguminose già nella fase di cantiere.

***Protezione dagli sversamenti di sostanze inquinanti***

Le modalità di protezione del suolo da sostanze inquinanti come oli ed idrocarburi, prodotti cementizi ecc. sono analoghe a quelle indicate per la componente Acqua.

## **9.4 RUMORE**

### **9.4.1 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI**

L'attività di cantiere può determinare notevoli effetti sul clima acustico dell'ambiente in cui essa è inserita. Alcuni aspetti sono di carattere generale, mentre l'individuazione e la risoluzione di problemi specifici deve essere affrontata attraverso la conoscenza delle caratteristiche del cantiere stesso, delle lavorazioni che si andranno ad eseguire, dei quantitativi di materiale in gioco e della loro modalità di trasporto, del personale presente e della organizzazione del lavoro.

Dal punto di vista normativo, l'inquinamento acustico in fase di cantiere è regolamentato dalla Legge Quadro sul rumore n. 447/95 che al punto h) del comma 1 art. 6 "Competenze dei comuni" recita:

"Sono di competenza dei comuni secondo le leggi statali e regionali e i rispettivi statuti: (...) L'autorizzazione anche in deroga ai valori limite (...) per lo svolgimento di attività temporanee (...) nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso".

Dunque le attività di cantiere possono esse autorizzate anche in deroga ai limiti massimi ammessi dalla normativa vigente. Ciò nondimeno, quando le attività di realizzazione di un'opera sono prolungate nel tempo è necessario limitare il più possibile le emissioni acustiche. In relazione ai livelli sonori massimi che possono essere ritenuti tollerabili in prossimità dei cantieri, molte pubbliche amministrazioni (Regioni, Arpa, Comuni ) sono concordi nell'indicare 70 dB(A) nel periodo diurno e 60 dB(A) nel periodo notturno. Tali livelli costituiscono pertanto i limiti di accettabilità correntemente utilizzati per questo tipo di attività.

Esistono inoltre in ambito CEE una serie di normative, peraltro in buona parte già recepite a livello nazionale, che trattano e fissano limiti alla rumorosità delle macchine ed attrezzature di diffuso impiego nei cantieri (escavatori, apripiste, gru, compressori, gruppi elettrogeni, ecc.). L'impiego di macchinari conformi e mantenuti in buone condizioni di manutenzione già costituisce, di per se, una buona regola gestionale che limita l'insorgere di situazioni di disagio sul territorio.

Nell'analizzare le ricadute acustiche in fase di cantiere, bisogna distinguere l'impatto acustico dovuto dai cantieri fissi da quello dovuto ai fronti avanzamento lavoro.

Per quanto concerne i cantieri fissi, le fasi di lavoro maggiormente impattanti sono costituite da:

- Movimentazione mezzi all'interno del cantiere: includendo in questa voce sia il traffico di automezzi pesanti, sia dei veicoli leggeri ad uso dei dipendenti. Per quanto concerne i mezzi pesanti (autocarri, autoarticolati, dumper, etc.) condizione imprescindibile per una minimizzazione del problema sarà l'adozione di automezzi a basse emissioni acustiche ma soprattutto il mantenimento di un perfetto stato di manutenzione. Nell'organizzazione delle attività l'offerente avrà inoltre cura di ottimizzare il numero

degli spostamenti attraverso la localizzazione delle diverse attività nella maniera quanto più razionale possibile;

- Operazioni di produzione del calcestruzzo nella centrale di betonaggio: le sorgenti di rumore in questo caso sono costituite sia dall'impianto di betonaggio che dalla movimentazione delle betoniere che trasportano il cls alle aree di lavoro e delle pale che approvvigionano gli inerti. Il funzionamento continuativo dell'impianto rende, in linea generale, particolarmente critica questa lavorazione. Di fondamentale importanza per un controllo attivo dell'impatto sul territorio è pertanto l'individuazione di una corretta dislocazione dell'impianto all'interno dell'area di cantiere;
- Operazioni di scavo delle gallerie: le sorgenti di rumore in questa tipologia di cantiere sono costituite dall'operazione di allontanamento dello smarino, dall'approvvigionamento dei concii, dalla presenza dei ventilatori agli imbocchi, etc.;
- Operazioni di frantumazione delle terre e rocce da scavo: come per l'impianto di betonaggio, per un controllo attivo dell'impatto sul territorio è necessario agire sui layout di cantiere, posizionando quindi tale impianto il più possibile lontano da ricettori sensibili;
- Operazioni di carico e scarico materiale; anche questa attività accompagna l'intera vita di un cantiere e il rumore prodotto da questa attività è fortemente dipendente dal buon senso e dalla buona preparazione degli addetti. A tal proposito è quindi di fondamentale importanza la predisposizione di idonei corsi di formazione per il personale;
- Lavorazione ferro e prefabbricazione piccoli manufatti; queste due lavorazioni di norma non risultano particolarmente critiche per l'impatto acustico sul territorio circostante. Una sorgente di rilievo è comunque costituita dal funzionamento delle gru.

#### **9.4.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

##### **Macchine ed attrezzature di cantiere**

Dovranno essere previste misure di contenimento dell'impatto acustico da adottare nelle situazioni operative più comuni, misure che riguardano in particolar modo l'organizzazione del lavoro nel cantiere e l'analisi dei comportamenti delle maestranze per evitare rumori inutili. In particolare, è necessario garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, verrà effettuata una verifica puntuale sui ricettori più vicini mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza verranno individuate le tecniche di mitigazione più idonee.

In tale ottica gli interventi attivi sui macchinari e le attrezzature sono sintetizzati come di seguito:

- Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali;

- Selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
- Impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- Installazione, se già non previsti e in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi;
- Utilizzo di impianti fissi schermati;
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

Le principali azioni di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature volte al contenimento del rumore sono:

- Eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- Sostituzione dei pezzi usurati;
- Controllo e serraggio delle giunzioni;
- Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- Svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche;
- Corretta definizione del lay-out del cantiere; le priorità in termini operazionali e di predisposizione del cantiere risultano essere:
  - ✓ Orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza;
  - ✓ Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori più vicini;
  - ✓ Utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
  - ✓ Limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6-8 e 20-22);
  - ✓ Imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...);
- Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

## **9.5 VEGETAZIONE**

Gli impatti determinati in fase di costruzione sulla componente vegetazione sono sia di tipo diretto che di tipo indiretto.

L'impatto di tipo diretto è relativo all'espianto di alberi ed arbusti che interferiscono con le opere di progetto; quello indiretto è indotto dalle fasi di lavorazione sulle piante non direttamente ricadenti nelle aree d'interferenza, ma immediatamente limitrofe.

Per quanto riguarda gli impatti indiretti saranno adottate una serie di misure di mitigazione e prevenzione a salvaguardia della vegetazione durante le lavorazioni; infatti anche se in questo caso non si configura l'eventualità dell'abbattimento dell'esemplare, si possono comunque verificare interferenze parziali con la chioma degli alberi, con il tronco, con l'apparato radicale delle specie arboree ubicate nei pressi delle aree di lavorazione.

Tra gli effetti indiretti occorre anche menzionare i danni alla vegetazione per deposizione di polveri sulla pagina fogliare che occludono gli stomi respiratori; le mitigazioni da adottare in questo caso sono quelle già indicate nel paragrafo relativo alla tutela della componente atmosfera.

### **9.5.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

#### ***Misure di salvaguardia della vegetazione limitrofa alle aree di lavoro***

Di seguito si riportano le altre disposizioni necessarie a proteggere la vegetazione, nelle aree in cui saranno effettuate le lavorazioni di cantiere, da possibili danneggiamenti:

- Difesa di superfici vegetali: al fine di impedire disturbi provocati dai lavori di cantiere, le superfici vegetali da conservare complessivamente dovranno essere recintate con rete metallica alta almeno 1,8 m. Nelle aree naturali e seminaturali, non potranno essere versati oli minerali, acidi, basi, vernici ed altre sostanze aventi effetto consolidante sul suolo. Non potranno altresì essere abbandonati e/o interrati materiali inerti di alcun genere (ad esempio asfalto e cemento), o depositati fusti o bidoni di prodotti chimici. Non potranno essere accesi fuochi all'aperto. Non dovranno crearsi depressioni del livello del suolo che possano favorire il ristagno di acqua;
- Difesa delle parti aeree degli alberi: per la difesa contro danni meccanici, come ad esempio contusioni e rotture della corteccia e del legno da parte di veicoli, macchine ed altre attrezzature di cantiere, tutti gli alberi isolati nell'ambito del cantiere devono essere muniti di un solido dispositivo di protezione, costituito da una recinzione che racchiuda la superficie del suolo sotto la chioma, estesa su tutti i lati per almeno 1,5 m. Se per insufficienza di spazio non è possibile la messa in sicurezza dell'intera superficie suddetta, gli alberi saranno protetti mediante una incamiciatura di tavole di legno alte almeno 2 m, con l'interposizione di materiali - cuscinetto, evitando di collocare le tavole direttamente sulla sporgenza delle radici e di inserire nel tronco chiodi e simili. I rami

inferiori, che pendono in profondità, secondo le possibilità dovranno essere legati all'insù, proteggendo anche i punti di legame con materiale – cuscinetto,

- Difesa delle radici degli alberi nel caso di ricariche del suolo: attorno agli alberi saranno effettuate ricariche del suolo solo se tollerate dalla specie. In ogni caso, sarà necessario salvaguardare il vecchio orizzonte radicale dell'albero mediante settori di aerazione, alternati a settori di terra vegetale, destinati allo sviluppo del nuovo orizzonte radicale. I settori di aerazione, saranno realizzati con materiale adatto a costituire uno strato drenante (ad esempio ghiaia, pietrisco) fino al livello finale della ricarica e dovranno coprire una percentuale della superficie del suolo, estesa almeno 1,5 m attorno alla chioma dell'albero, pari almeno ad 1/3 con specie dotate di apparato radicale profondo e ad ½ con specie dotate di apparato radicale superficiale. Prima della ricarica, eventuali tappeti erbosi, foglie ed altri materiali organici dovranno essere allontanati, per evitare la putrefazione. Durante i lavori, particolare attenzione sarà prestata a non determinare compattamento del suolo;
- Difesa delle radici degli alberi in caso di abbassamenti del suolo: il livello preesistente del suolo non potrà essere alterato all'interno di una superficie estesa per almeno 1,5 m attorno alla proiezione della chioma dell'albero sul terreno, per tutelare la rete delle radici sottili,
- Difesa delle radici degli alberi nel caso di scavi di breve durata: a causa del pericolo di rottura delle radici, di regola gli scavi saranno eseguiti solo a mano e ad una distanza dal tronco non inferiore a 2,5 m. In casi singoli la distanza potrà essere ridotta ad 1,5 m con alberi aventi apparato radicale profondo ed a 2 m con alberi aventi apparato radicale superficiale. Le radici dovranno essere recise con un taglio netto, e spalmate immediatamente con un apposito balsamo sigillante. Le radici dovranno essere difese contro l'essiccazione ed il gelo;
- Difesa delle radici degli alberi nel caso di scavi di lunga durata: nella stagione vegetativa prima dell'apertura del cantiere, sarà realizzata una cortina protettiva delle radici, ad una distanza non inferiore ad 1,5 m dal tronco, per uno spessore di circa 50 cm a partire dalla parete della futura fossa di cantiere. Le radici di maggiori dimensioni dovranno essere recise con un taglio netto, da spalmare subito con un balsamo sigillante. Fino all'apertura del cantiere e durante i lavori successivi, la cortina protettiva delle radici sarà mantenuta costantemente umida e l'albero, se necessario, sarà adeguatamente ancorato;
- Difesa delle radici degli alberi nel caso di transito: il transito di mezzi pesanti all'interno delle aree di pertinenza delle alberature dovrà essere evitato ed effettuato solo in caso di carenza di spazio, solo se saltuario e di breve durata. Nel caso di transito abituale e prolungato, l'area di pertinenza utilizzata per il transito di mezzi pesanti, dovrà essere adeguatamente protetta dall'eccessiva costipazione del terreno tramite apposizione di idoneo materiale cuscinetto.

### **Interventi di ripristino al termine dei lavori**

I suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere, al termine dei lavori, saranno restituiti agli usi agricoli utilizzando gli strati di suolo superficiali risultanti dallo scotico effettuato nelle fasi preliminari della costruzione dell'opera.

Nello specifico saranno effettuati i seguenti interventi di ripristino:

- Eliminazione dei residui, dei manufatti e dei detriti;
- Ripristino della morfologia originaria;
- Ripristino dell'idrografia superficiale;
- Ripristino dell'uso agricolo dove preesistente e dove coerente con il contesto.

I terreni da restituire agli usi agricoli, se risultano compattati durante la fase di cantiere, devono essere lavorati prima della ristrutturazione degli orizzonti rimossi.

La lavorazione avverrà secondo le seguenti fasi:

- Ripuntatura, lavorazione principale di preparazione, intesa a smuovere ed arieggiare il terreno, senza mescolare gli strati del suolo;
- Fresatura, che consiste nello sminuzzamento del terreno, impiegata per evitare la formazione della suola di lavorazione, che potrebbe costituire un fattore limitante nell'approfondimento delle radici delle specie coltivate.

## **9.6 FAUNA**

### **9.6.1 ANALISI DEGLI IMPATTI**

Come per la componente vegetazione, anche per la fauna i possibili fattori di impatto possono derivare dalla probabilità di immissione di sostanze inquinanti nell'ambiente e nell'acqua (per la fauna ittica) e dal sollevamento di polveri, determinati dai mezzi impiegati per la realizzazione dell'opera e dall'aumento temporaneo del traffico veicolare.

Per le specie animali inoltre c'è il rischio di restare vittime del traffico automobilistico dovuto ai mezzi per il trasporto di materiale.

Un altro effetto negativo può essere costituito dal disturbo arrecato alla fauna in fase di riproduzione dovuto al rumore provocato dal funzionamento dei mezzi d'opera e delle attività di cantiere durante l'esecuzione delle lavorazioni.

Un altro fattore di disturbo alle popolazioni faunistiche, sia di microinvertebrati che di macroinvertebrati è costituito dalla presenza antropica dovuto alle attività di cantiere.

### **9.6.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

I principali interventi di mitigazione degli impatti sulla fauna consistono essenzialmente nella limitazione della diffusione di sostanze inquinanti in atmosfera e del disturbo acustico

derivante dalle emissioni di rumore per cui si rimanda a quanto già descritto negli appositi paragrafi.

Molto importante è il coordinamento di tutte le fasi di cantiere, affinché le operazioni previste vadano ad interessare esclusivamente le aree preventivamente segnalate, per limitare al massimo qualsiasi ripercussione su habitat e specie da azioni e interventi non previsti e per di più non funzionali opere da realizzare (per esempio il parcheggio indiscriminato dei mezzi pesanti che invece dovrà avvenire sempre negli stessi posti opportunamente delimitati).

Anche per quanto riguarda la movimentazione dei mezzi pesanti che impatta notevolmente gli ambienti naturali o seminaturali, sconvolgendo gli habitat erbacei ed arboreo-arbustivi, rifugio vitale dei piccoli rettili, sarà necessario adottare tutte le precauzioni possibili per la loro corretta gestione.