Anas
GRUPPO FS ITALIANE

Direzione Tecnica

S.S. n°1 AURELIA
VARIANTE ALL'ABITATO DI IMPERIA
LOTTO 1
DA SVINCOLO TORRENTE PRINO A SVINCOLO IMPERO

PROGETTO DEFINITIVO

COD. GE271

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:
PRO ITER
Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.

MANDANTI:
delta ingegneria
ViA INGEGNERIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL GEOLOGO:
Geol. Massimo Mezzanzanica – Società Pro Iter Srl
Ordine Geologi Regione Lombardia n. A762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Ing. Matteo Di Girolamo – Società VIA Ingegneria Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. n° 15138

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:
Ing. Fabrizio Cardone

PROTOCOLLO: DATA:

IL PROGETTISTA:
Ing. Francesco Nicchiarelli – Società VIA Ingegneria Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14711

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT.ING. FORMICHI RICCARDO
Sez.A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n°A 18045

DOTT. ING. FRANCESCO NICCHIARELLI
ORDINE INGEGNERI ROMA
N° 14711

09 - CANTIERIZZAZIONE

Piano Ambientale della Cantierizzazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	T00CA00CANRE03B.pdf		
DPGE2710	D 23	CODICE ELAB. T00CA00CANRE03	B	-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D					
C					
B	Revisione per avvio Conferenza dei Servizi	Agosto 2025	Rondinara	Nicchiarelli	Formichi
A	Emissione a seguito di istruttoria Anas per avvio procedura VIA	Gennaio 2024	Rondinara	Nicchiarelli	Formichi

INDICE

1 PREMESSA E INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA 4
1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI 4
1.2 LE SEZIONI TIPO 5
1.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO 6
1.3.1 La suddivisione in tratte 6
1.3.2 La descrizione del tracciato 7
1.3.2.1 Il Tratto 1 7
1.3.2.2 Il Tratto 2 8
1.3.2.3 Il Tratto 3 9
1.3.2.4 Il Tratto 4 10
1.3.2.5 Il Tratto 5 11
1.4 OPERE D'ARTE IN SOTTERANEO: CRITERI PROGETTUALI GALLERIE DI LINEA 12
1.5 LE OPERE D'ARTE MAGGIORI ALL'APERTO 13

2 LA CANTIERIZZAZIONE 14
2.1 IL PIANO DI CANTIERIZZAZIONE 14
2.1.1.1 Cantiere base CB01 18
2.1.1.2 Cantiere imbocchi 20
2.1.1.3 Aree Tecniche 21
2.1.1.4 Aree mobili di lavorazione allo scoperto (rilevati e trincee) 21
2.1.1.5 Aree di deposito 21
2.1.2 Fasizzazione dell'intervento 22
2.2 CRONOPROGRAMMA 24

3 ASPETTI AMBIENTALI IN CORSO D'OPERA 25
3.1 INTRODUZIONE 25
3.2 ARIA E CLIMA 26
3.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere 26
3.2.1.1 Stima dei fattori di emissione 27
3.2.1.2 Metodologia di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera 36
3.2.1.3 Risultati delle simulazioni 38
3.2.2 Interventi di mitigazione per la componente atmosfera 40
3.2.2.1 Interventi per l'abbattimento del particolato disperso in atmosfera 40
3.3 AMBIENTE IDRICO 41
3.3.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere 43
3.3.1.1 Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque 43
3.3.1.2 Modifica della circolazione idrica sotterranea 45
3.3.2 Interventi di mitigazione per la componente ambiente idrico 51
3.3.2.1 Interventi per la riduzione degli impatti sulle componenti acque 51
3.3.2.2 Procedura per la protezione dei corsi d'acqua e del suolo in caso di sversamento accidentale 54
3.3.2.3 La tutela dei pozzi presenti all'interno della piana alluvionale del Torrente Impero 56
3.4 SUOLO E SOTTOSUOLO 57
3.4.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere 57
3.4.1.1 Modifica della morfologia in corrispondenza delle aree di cantiere e di lavorazione 57
3.4.1.2 Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo 58
3.4.1.3 Consumo di suolo e modifica destinazione d'uso 58

3.4.1.4 Perdita di suolo ... 58
3.4.1.5 Gestione rifiuti e materie ... 59
3.4.1.6 Consumo di risorse non rinnovabili ... 62
3.4.2 Interventi di mitigazione per la componente suolo e sottosuolo ... 66
3.4.2.1 Ripristino del suolo agricolo nelle aree di cantiere ... 69
3.5 BIODIVERSITÀ ... 72
3.5.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere ... 72
3.5.1.1 Sottrazione di habitat e biocenosi ... 72
3.5.1.2 Disturbo alla fauna ... 72
3.5.2 Interventi di mitigazione per la componente biodiversità ... 73
3.5.2.1 Protezione delle alberature esistenti ... 73
3.5.2.2 Protezione e gestione delle piante di ulivo ... 76
3.5.2.3 Mitigazioni e procedure per il contenimento del disturbo alla fauna ... 78
3.6 CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONI ... 79
3.6.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere - Rumore ... 79
3.6.1.1 Definizione dello scenario operativo ... 79
3.6.2 Interventi di mitigazione per la componente rumore ... 86
3.6.2.1 Prevenzione degli impatti in fase di cantiere – Rumore ... 86
3.6.2.2 Mitigazione in fase di cantiere – Rumore ... 87
3.6.3 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere - Vibrazioni ... 88
3.6.3.1 Grandezze di riferimento ... 89
3.6.3.2 Parametri e valori limite adottati ... 91
3.6.3.3 Caratterizzazione dei macchinari di cantiere ... 91
3.6.3.4 Propagazione delle vibrazioni ... 92
3.6.3.5 Interazione cantiere - territorio ... 94
3.6.4 Prevenzione degli impatti in fase di cantiere – Vibrazioni ... 96
3.7 POPOLAZIONE E SALUTE PUBBLICA ... 97
3.7.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere ... 97
3.7.1.1 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico ... 97
3.7.1.2 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico ... 98
3.7.2 Interventi di mitigazione per la componente popolazione e salute pubblica ... 99

1 PREMESSA E INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

Il presente documento ha per oggetto l'individuazione degli aspetti ambientali significativi, la definizione delle misure di mitigazione e delle procedure operative per contenere gli impatti ambientali relativi al Progetto Definitivo (nel seguito PD) del "***1° lotto funzionale della Variante della SS. n°1 Aurelia all'abitato di Imperia***", dallo svincolo ad ovest sulla S.S. n° 1 denominato "svincoli Aurelia" allo Svincolo Impero, a valle dell'attraversamento dell'omonimo corso d'acqua, di collegamento tra la variante dell'Aurelia e la Strata Statale n°28 del "Col di Nava".

Detto lotto rappresenta la prima fase di attuazione dell'Adeguamento della SS 28 "Colle di Nava, di cui la variante di Imperia ne rappresenta un sub-intervento funzionale per il collegamento della SS.28:

- al sistema autostradale mediante i caselli Est e Ovest di Imperia,
- alla SP n. 1 Aurelia ed alla viabilità di distribuzione verso l'hinterland ligure, permettendo di fatto di evitare l'attraversamento del centro cittadino.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

La progettazione stradale del nuovo asse principale (***Aurelia bis***) è stata redatta nel pieno rispetto della Normativa cogente, ovvero in ottemperanza al D.M. del 5 Novembre 2001 n° 6792 "***Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".***

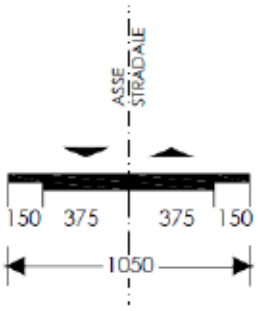
Il progetto dei tratti stradali correlati e/o interferenti con l'asse principale e configurabili come "riqualificazione e adeguamento di viabilità esistenti" è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal D.M. n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente D.M. del 5.11.2001, prot. 6792 oltre al rapporto a carattere prenormativo "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti ", bozza del 21 marzo 2006.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, pertanto, il progetto di adeguamento della viabilità esistente è stato finalizzato al raggiungimento della piena congruenza con la citata normativa, cercando le soluzioni tecnico-geometrico che potessero garantire il raggiungimento di tale obbiettivo. In questa prospettiva, le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

La progettazione "ex-novo" delle intersezioni è stata condotta nel pieno rispetto del Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale ha introdotto i criteri di dimensionamento degli svincoli in funzione della tipologia di intersezione, della categoria stradale degli assi intersecanti e di altri parametri geometrici tipici della geometria stradale (raggi di curvatura, velocità di progetto, ecc.). Analogamente per l'adeguamento delle intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie in relazione alla mutata larghezza della piattaforma stradale.

1.2 LE SEZIONI TIPO

Le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale sono quelle di una strada di tipo **C1**, così come definita dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Strade extraurbane secondarie). La piattaforma stradale è costituita da una carreggiata unica, con una corsia per senso di marcia da m. 3.75, fiancheggiata da una banchina di 1.50 m. L'intervallo di velocità di progetto V_P è 60-100 km/h.

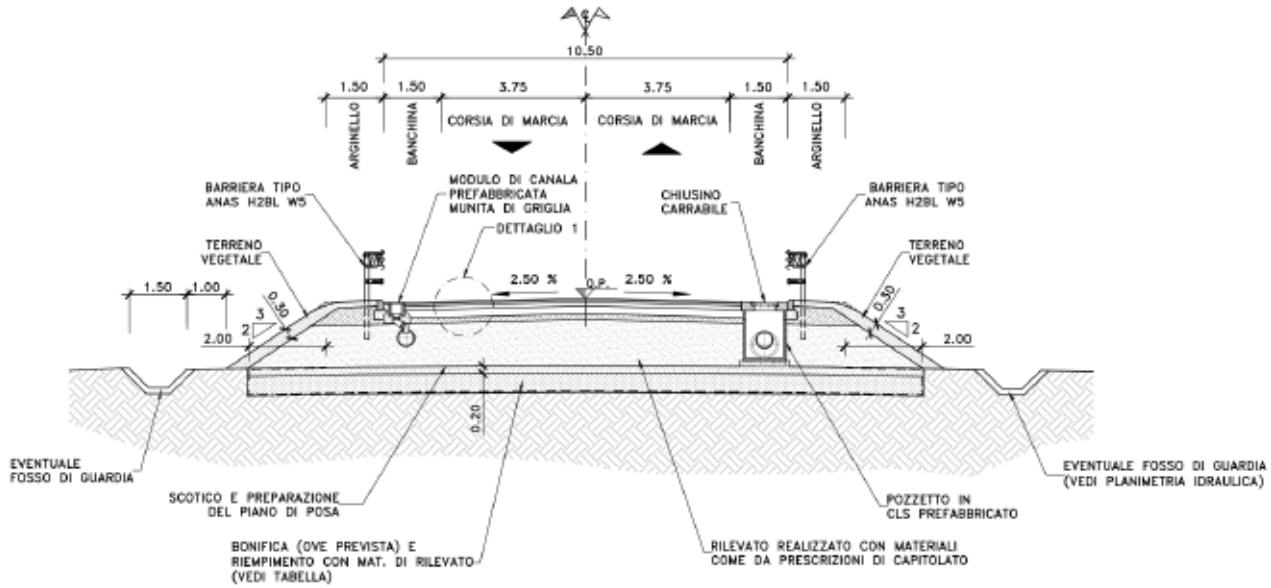


Piattaforma stradale tipo C1 (D.M. 05.11.2001).

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 1.50 m ove alloggiano le barriere di sicurezza, delimitati a bordo piattaforma da un cordolo in conglomerato cementizio.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale, di norma ha una pendenza strutturale massima del 2/3 con banca di 2.00 m per altezze del rilevato superiori a 5.00 m.

In trincea la raccolta delle acque è effettuata per mezzo di una griglia lineare carrabile (sistema chiuso). La scarpata avrà pendenza congruente con le condizioni di stabilità degli scavi.



Sezione tipo C1 in rilevato.

1.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

1.3.1 La suddivisione in tratte

Il Progetto stradale è stato suddiviso nei seguenti tratti planimetrici a ciascuno dei quali è stata assegnata un proprio sistema di progressive che partono e terminano in corrispondenza del centro delle rotatorie di inizio e fine tratto:

- Tratto 1 (L=690 m circa): tratto che si estende dalla foce del Torrente Prino fino alla connessione con il casello "Imperia Ovest" dell'Autostrada A10 "dei Fiori";
- Tratto 2 (L=690 m circa): si estende a partire dal tratto precedente fino al Torrente Caramagna;
- Tratto 3 (L=1120 m circa): ha origine dal Torrente Caramagna fino alla località Artallo;
- Tratto 4 (L=800 m circa): si estende dal tratto precedente e termina in prossimità della località Baitè;
- Tratto 5 (L=2280 m circa): ha origine dalla località Baitè e termina in corrispondenza della viabilità esistente S.S. 28 ***"del Colle di Nava"*** in sinistra orografica del Torrente Impero a tergo del concentrico cittadino;



SUDDIVISONE DEL PROGETTO IN TRATTE

subito da evidenziare che lungo tutto lo sviluppo dell'asse principale sono state riviste e riqualificate sia le eventuali intersezioni con le viabilità esistenti interferite, sia gli eventuali accessi privati alle civili abitazioni che via via si incontrano lungo il tracciato stesso.

Suddette intersezioni, che saranno descritte in modo più esauriente nel seguito, sono state progettate al fine di potenziare il sistema di adduzione alla rete principale/autostradale e di ridurre i traffici interni alle aree edificate.

La piattaforma stradale è di tipo C1 (strade extraurbane secondarie), ai sensi del D.M. 5/11/2001.

Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di num. 3 viadotti (Prino, Caramagna e Impero), per una lunghezza complessiva di circa 460 metri, oltre a num. 4 gallerie naturali (GN Monte Calvario, Costa Murata, Meriello e Bardellini) per uno sviluppo complessivo di circa 3,62 km.

È prevista la realizzazione di otto nuove rotatorie per la riconnessione della variante alla rete stradale esistente:

1. Rotatoria Aurelia;
2. Rotatoria Prino;
3. Rotatoria Imperia Ovest;
4. Rotatoria Caramagna;
5. Rotatoria Artallo;
6. Rotatoria Baitè;
7. Rotatoria Impero;
8. Rotatoria Col di Nava.

1.3.2 La descrizione del tracciato

La *variante all'abitato di Imperia* (*S.S. 1 bis* o *Aurelia Bis*) presenta giacitura prevalente ovest-est e si sviluppa complessivamente per circa 10 km (10.021,80 m). Esso si propone di realizzare un itinerario in variante classificato come strada extraurbana secondaria di tipo "C1" secondo il D.M. 5/11/2001 (Vp=60÷100 km/h) ad una corsia per senso di marcia.

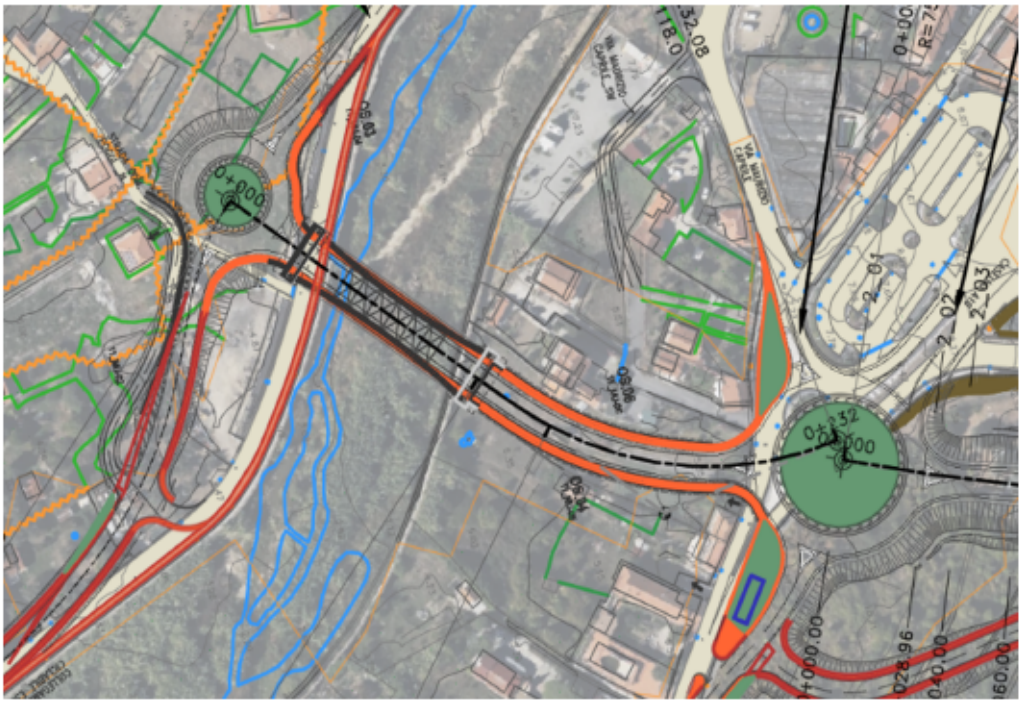
L'intero tracciato (chiamato in seguito ***asse principale***) parte da Ovest collegandosi, in Comune di Imperia, all'esistente S.S. n. 1 "Aurelia" in prossimità della foce del Torrente Prino e, aggirando a nord l'abitato imperiese, termina in corrispondenza del torrente Impero, collegandosi alla S.S. n. 28 "Col di Nava" in prossimità del KM 138.

1.3.2.1 Il Tratto 1

Questa tratta dell'asse principale collega, in prossimità della foce del Torrente Prino, l'esistente S.S. n. 1 "Aurelia" con il casello "Imperia Ovest" dell'Autostrada A10 *"dei Fiori"*: lo sviluppo di questo tratto è la somma di due rami distinti inframezzati dalla rotatoria "Prino" per complessivi 698.89 m.

Il tratto in oggetto tra la rotatoria Aurelia e la rotatoria Prino segue, come detto, il sedime di Via Ballestra, che costeggia l'argine fluviale, salvo discostarsene verso la fine per ricollegarsi alla rotatoria Prino che si trovo ad una quota superiore onde consentire lo scavalco del torrente.

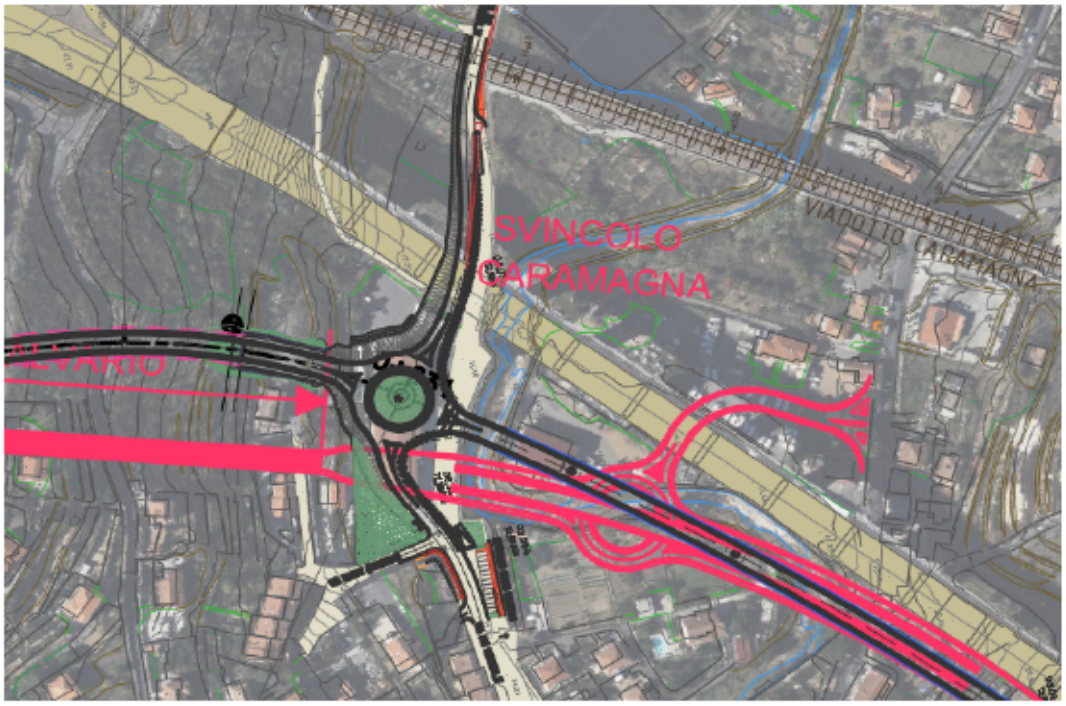
Il tratto tra la rotatoria Prino e la rotatoria Imperia Ovest presenta una prima parte rettilinea, lungo la quale si trova il ponte ad arco sul Prino, seguita da una curva di approccio alla rotatoria. Il tracciato è stato ottimizzato per evitare interferenze con il diffuso edificato presente nella zona. La rotatoria "Imperia Ovest" da accesso all'A10 per mezzo dell'omonimo casello.



Planimetria tratto di attraversamento al torrente prino

1.3.2.2 *Il Tratto 2*

La tratta, di lunghezza L=690 m circa, collega lo svincolo "Imperia Ovest" dell'Autostrada A10 "***dei Fiori***", con la località Caramagna (località che prende il nome dal torrente omonimo) posta nell'entroterra dell'abitato imperiese (B.go San Maurizio).



Planimetria di confronto svincolo Caramagna PP2004 e PD 2024

Percorrendo il tracciato secondo l'ordine crescente delle progressive, questi presenta dapprima una curva destrorsa di grande raggio (750 m), quindi, dopo un rettifilo, una curva in sinistra di raggio minore (300m) che da accesso alla rotatoria "Caramagna"; dal punto di vista altimetrico presenta un andamento crescente monotono (livelletta con pendenza p=2.70%). Esso attraversa per quasi tutto il suo sviluppo longitudinale il Monte Calvario mediante la realizzazione di una galleria di lunghezza pari a 462.00 m (Galleria Monte Calvario).

La posizione e la geometria della rotatoria Caramagna è definita con riferimento alla compatibilità idraulica dell'opera nel suo insieme per il tratto interessante l'ambito fluviale, area di svincolo e ponte di attraversamento dell'alveo attivo dell'omonimo torrente.

1.3.2.3 Il Tratto 3

In questa porzione del tracciato principale si collega la località Artallo, posta a tergo dell'abitato imperiese (a nord del B.go San Maurizio), con il tratto precedente (loc. Caramagna) e con lo svincolo "Imperia Ovest" dell'Autostrada A10 "***dei Fiori***". Esso è ubicato in posizione parallela al tracciato esistente dell'A.d.F. ed ha uno sviluppo complessivo di 1170.63 m.

Il tracciato riparte dalla rotatoria "Caramagna" ubicata in destra idrografica del Torrente omonimo, con una curva di grande raggio (1590 m) direttamente in soluzione di viadotto (L=290.00 m), quindi dopo una breve trincea prosegue dapprima con un lungo tratto (265 m) in galleria artificiale (onde minimizzare gli impatti visivi a mezza costa) prima del tratto di galleria naturale (360 m), per complessivi 625 m della galleria Costa Murata) che si sviluppa in rettifilo e fuoriesce all'aperto in prossimità del tratto terminale, ovvero in prossimità dell'intersezione in rotatoria "Artallo".

Dal punto di vista altimetrico presenta un andamento crescente monotono (livelletta con pendenza del 4.0% in viadotto e del 2.55% in galleria).

La rotatoria "Artallo" è rimasta pressochè invariata rispetto alle precedenti versioni, salvo un modesto riposizionamento planoaltimetrico per motivi idraulici.

1.3.2.4 Il Tratto 4

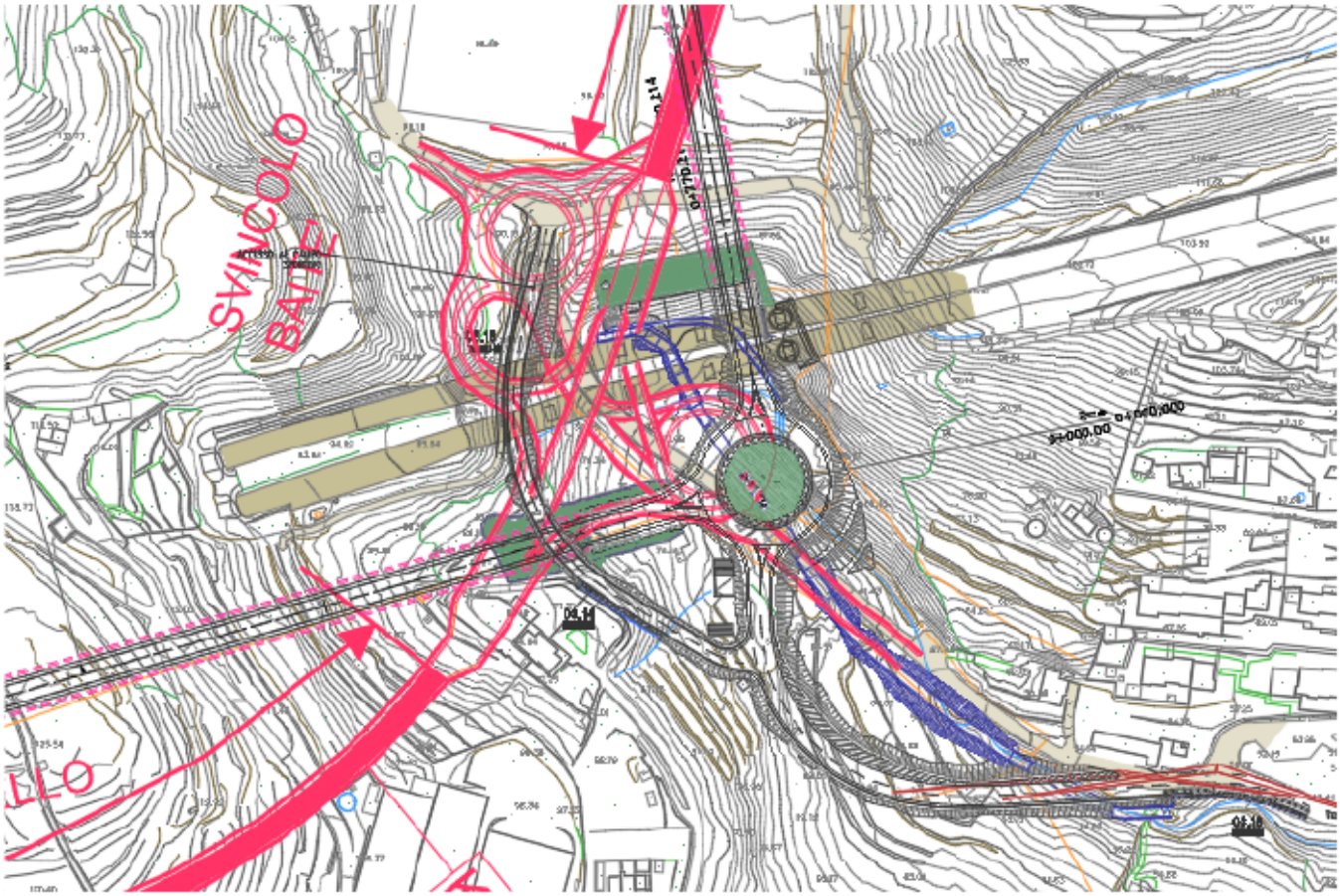
Questa sezione del tracciato rappresenta il collegamento est-ovest tra la località Baitè e la località Artallo; permette altresì di collegare in modo veloce e diretto gran parte dell'entroterra imperiese di ponente con lo svincolo dell'Autostrada A10 "Imperia Ovest".

È ubicato, come il tratto precedente, in posizione parallela al tracciato esistente dell'A.d.F. ed ha uno sviluppo complessivo di 798.91 m; percorrendo il tracciato secondo l'ordine crescente delle progressive, questi presenta una successione di due rettifili con interposta una curva sinistrorsa di grande raggio (R=800 m) e i relativi raccordi a raggio variabile (clotoidi).

Dal punto di vista altimetrico presenta un andamento crescente monotono (livelletta con pendenza p=2.95%). Esso attraversa per quasi tutto il suo sviluppo longitudinale l'ammasso roccioso esistente mediante la realizzazione di una galleria di lunghezza pari a 627.50 m (Galleria Meriello).

La zona della rotatoria "Baitè" è stata oggetto di una consistente revisione a seguito dei commenti e prescrizioni. L'adozione, come spiegato in premessa, di soluzioni di intersezione a raso ha consentito una notevole semplificazione del tracciato e della intersezione; in luogo di una stretta curva (che poneva peraltro serie perplessità in termini di sicurezza, soprattutto in quanto sviluppata in galleria) e di una intersezione a dislivello tra due gallerie con tratti funzionali di immissione insufficienti, si ha con il progetto attuale un layout molto lineare.

Il cambio di direzione richiesto dal corridoio, che deve proseguire verso Nord, avviene in corrispondenza della rotatoria, che risolve anche l'intersezione con Via Giovanni Strato che costituisce la viabilità di collegamento con l'abitato.



Planimetria di confronto svincolo baitè pp2004 e pd 2024

1.3.2.5 Il Tratto 5

L'ultima parte dellintervento consente di collegare in direzione sud/nord/nord-est la località Artallo con la viabilità esistente S.S. 28 *"del Colle di Nava"* ubicata in sinistra orografica del Torrente Impero a tergo del concentrico cittadino; va altresì ad implementare il futuro **collegamento diretto tra l'entroterra imperiese e lo svincolo autostradale di "Imperia Ovest", dirottando così, al di fuori del concentrico cittadino in direzione di ponente, il traffico proveniente dall'entroterra imperiese e dalla Valle Tanaro** (nel caso specifico il traffico è legato agli spostamenti turistici tra il Piemonte e la Liguria che si intensificano soprattutto nei periodi estivi).

Dal punto di vista prettamente planimetrico, percorrendo il tracciato secondo l'ordine crescente delle progressive, questi presenta un ampio tratto in rettifilo,quindi piega a destra mediante un'ampia curva (R=870 m) e termina con un breve tratto in rettilineo; ha uno sviluppo complessivo di 2282.73 m. L'andamento altimetrico è di tipo decrescente monotono: livelletta caratteristica di pendenza pari a 2.6%.

L'asse principale in progetto attraversa in sotterraneo per quasi tutto il suo sviluppo longitudinale l'ammasso roccioso del Monte Bardellini mediante una galleria di lunghezza pari a 1934.00 m (Galleria Monte Bardellini). Nel tratto finale in rettilineo esso scavalca il Torrente Impero mediante un ponte ad arco di luce pari a circa 100.0 m.

Per quanto riguarda lo svincolo sul Torrente Impero, in perfetta osservanza alla prescrizione Cipe, il tracciato è stato spostato più a nord di circa 250 m e la connessione con le strade lungo argine del T. Impero (prima del tutto assente) è stata resa completa per tutte le direzioni.

Un sistema di due rotatorie (rotatoria Impero e rotatoria Col di Nava) consente le connessioni tra la SS.28, la nuova variante, via Pontevecchio verso il centro cittadino, e il casello autostradale "Imperia est".

La configurazione permette inoltre il proseguimento dell'itinerario di variante verso la riviera di Levante.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle maggiori opere d'arte previste: per i dettagli si rimanda agli specifici elaborati progettuali.

1.4 OPERE D'ARTE IN SOTTERANEO: CRITERI PROGETTUALI GALLERIE DI LINEA

Le opere in sotterraneo, in questo 1° lotto, sono costituite da una serie di quattro gallerie naturali di sviluppo variabile tra i 500m e i 2000m circa, a singolo fornice e contenenti la piattaforma stradale.

Sulla base degli studi geologici-geomeccanici dei materiali interessati dalle opere, riportati nella Relazione geomeccanica di progetto, è possibile risalire alla natura delle formazioni attraversate costituite principalmente dai Flysch di Sanremo, nelle due facies principali individuate come facies arenacea (FS1) e facies marnosa (FS2), e da ulteriori formazioni argillose, tra cui spiccano le Argille di Ortovero, che caratterizzano la prima parte di tracciato.

In relazione alle loro caratteristiche geotecniche e alle problematiche derivanti dal loro attraversamento, vengono di seguito fornite le descrizioni delle opere in oggetto, le soluzioni progettuali e le modalità costruttive da adottare per la realizzazione delle gallerie e dei relativi imbocchi.

Nel complesso, lungo la variante in progetto, sono previste 4 gallerie di seguito riportate con individuazione del tratto di tracciato in cui ricadono e le loro lunghezze.

TRATTO da SV. Imperia Ovest a SV. Caramagna:

Galleria Monte Calvario: Lunghezza galleria in naturale: 385m

Lunghezza totale galleria: 467m

TRATTO da SV. Caramagna a SV. Artallo:

Galleria Costa Murata: Lunghezza galleria in naturale: 355m

Lunghezza totale galleria: 655m

TRATTO da SV. Artallo a SV. Baitè

Galleria Meriello: Lunghezza galleria in naturale: 510m

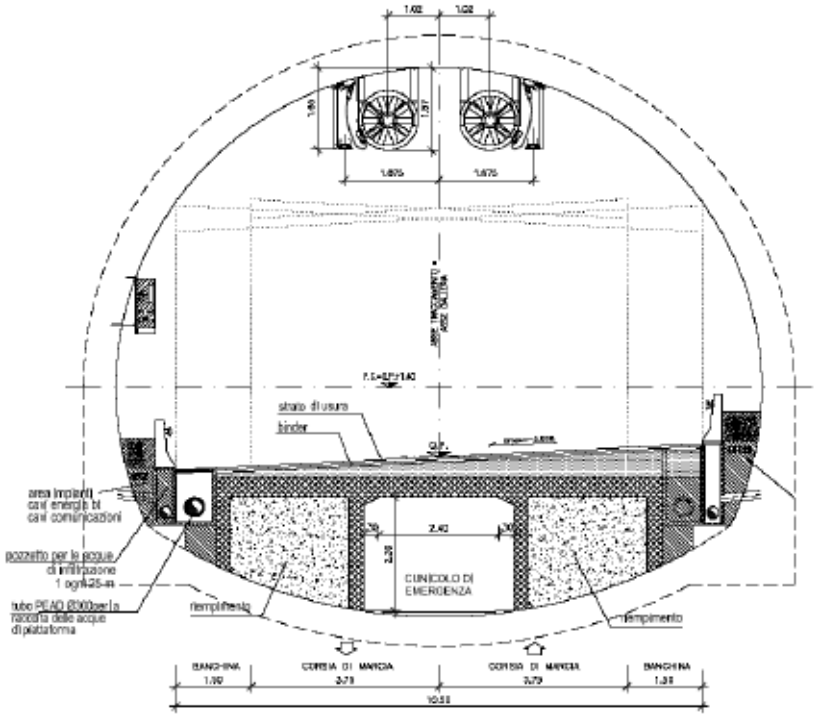
Lunghezza totale galleria: 612.5m

TRATTO da SV. Baitè a SV. Impero

Galleria Monte Bardellini: Lunghezza galleria in naturale: 1895m

Lunghezza totale galleria: 1934m

La carreggiata stradale di progetto, tipo C1 – extraurbana secondaria, con la sua sezione stradale da 10.50 determina l'adozione di una sezione utile corrente sopra piattaforma di circa 90m², rispetto alla quale la sagoma utile è mantenuta di altezza minima pari a 5m nelle corsie da 3.75m e pari a 4.8m minima nelle banchine laterali.



Sezione galleria corrente

1.5 LE OPERE D'ARTE MAGGIORI ALL'APERTO

Tra le opere d'arte maggiore sono previsti:

- PO.01 Allargamento ponte su Aurelia
- PO.02 Ponte sul torrente Prino
- PO.03 Ponte sul torrente Caramagna
- PO.04 Ponte sul torrente Impero

2 LA CANTIERIZZAZIONE

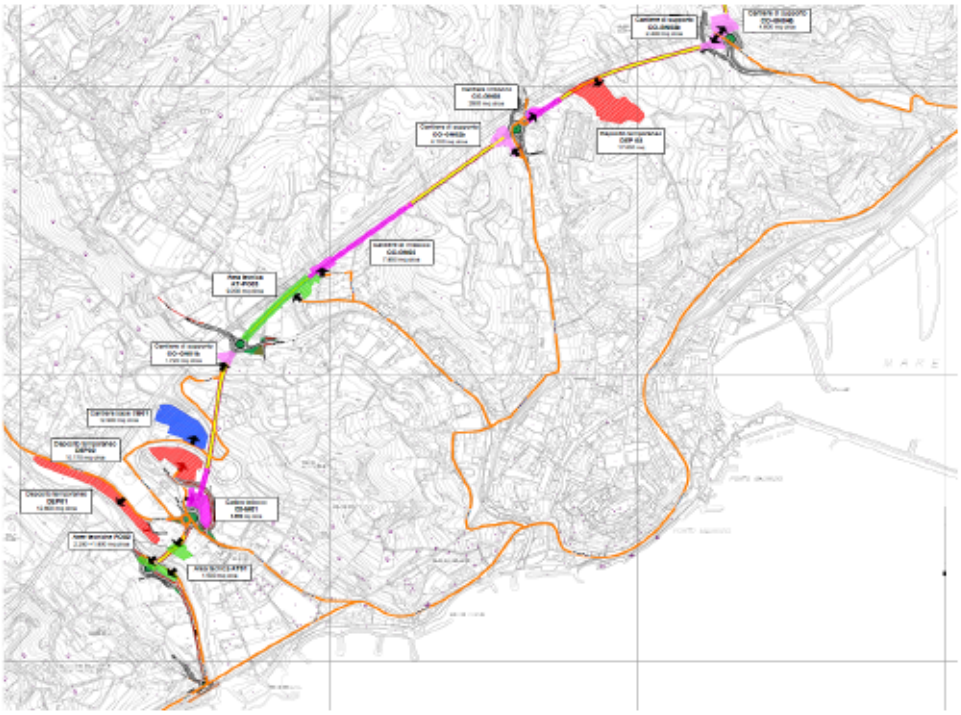
2.1 IL PIANO DI CANTIERIZZAZIONE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

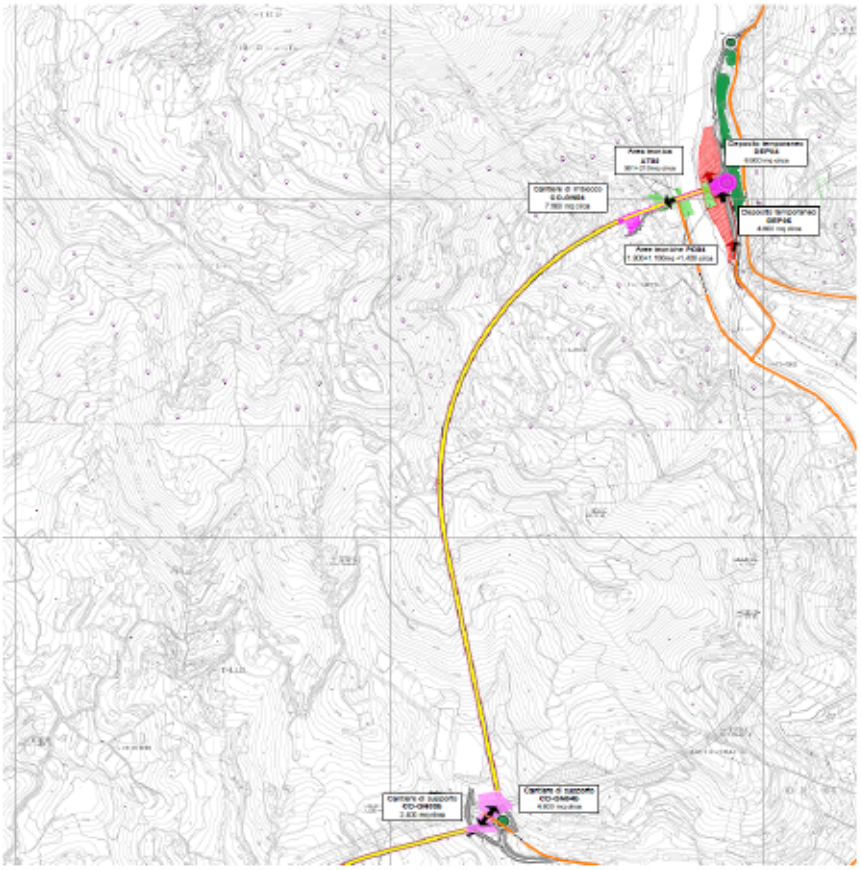
- dimensioni areali sufficientemente vaste;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti e/o con sedi stradali adeguate al transito pesante;
- preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio;
- buona disponibilità idrica ed energetica;
- lontananza da zone residenziali significative e da ricettori sensibili (scuole, ospedali, ecc.);
- adiacenza alle opere da realizzare;
- morfologia;
- esclusione di aree di rilevante interesse ambientale;
- vicinanza ai siti di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo;

Nel caso in esame il territorio attraversato dall'asse di progetto risulta piuttosto acclive e densamente popolato. Poche le aree a disposizione rispondenti alle esigenze sopra elencate.

Nonostante le difficoltà sono state individuate comunque aree sufficienti ad accogliere la logistica di cantiere, tutte accessibili dalla viabilità esistente limitrofe alle opere interessate.



Logistica di cantiere - stralcio planimetrico 1



Logistica di cantiere - stralcio planimetrico 2

Al termine dei lavori si prevede la dismissione di tutti i siti di cantiere e delle strutture, che verranno demolite e/o smontate e la conseguente sistemazione e ripristino allo stato ante operam delle aree o delle mitigazioni previste dal progetto.

Le aree di cantiere individuate per lo sviluppo delle attività si distinguono in:

- 1 cantiere base CB01
- 4 cantieri di imbocco (CO-GNx)
- 4 cantieri di supporto (CO-GNxb)
- 5 aree tecniche (AT-xx)
- 5 aree di deposito temporaneo per le terre (DEPn)

I dati principali delle singole aree sono sintetizzati nelle tabelle seguenti:

CANTIERE	SUPERFICIE (mq)	ATTIVITA'	APPRESTAMENTI
Cantiere Base CB01	12.900	• Logistica operativa	• Baraccamenti

Cantiere di imbocco CO-GN01 Monte Calvario	6.360	• Allestimenti logistici • Stoccaggio materiali vari • Deposito attrezzature • Stoccaggio lavorazioni ferro • Magazzino • Deposito temporaneo materiali di smarino • Deposito centine • Deposito materiale di finitura • Deposito materiali cementizi	• Escavatori • Autocarri • Autogrù • Sega circolare • Piegaferri • Betoniere • Asfaltatrice • Trapani • Macchine per pali • trivelle
Cantiere di imbocco CO-GN02 Costamurata	7.850		
Cantiere di imbocco CO-GN03 Meriello	2.900		
Cantiere di imbocco CO-GN04 Monte Bardelli	7.600		

Area tecnica AT01	1.500	• Allestimenti logistici • Deposito materiali • Taglio ferri	• Escavatori • Autocarri • Autogrù
Aree tecniche AT-PO02	2.280		
Ponte Prino	1.800		

Area tecnica AT-PO03 Viadotto Caramagna	10.880	• Preparazione casseforme • Getti in cls • Varo e posa in opera impalcati • Allestimenti logistici • Deposito materiali • Taglio ferri • Preparazione casseforme • Getti in cls	• Sega circolare • Piegaferri • Betoniere • Asfaltatrice • Trapani • Macchine per pali trivelle
Aree tecniche AT-02 Sistemazione Rio Campirossi	361 210		
Aree tecniche AT-PO04 Ponte Torrente Impero	1.900 1.100 1.400		
Cantiere di supporto CO-GN01b	1.720		
Cantiere di supporto CO-GN02b	4.100		
Cantiere di supporto CO-GN03b	2.400		
Cantiere di supporto CO-GN04b	4.600		

Area di deposito DEP01 (deposito intermedio terre e rocce da scavo)	12.800	• Movimento terre • Deposito temporaneo rifiuti • Stoccaggio materiali	• Escavatori • Autocarri • Autogrù • Compattatore
Area di deposito DEP02 (deposito temporaneo rifiuti e area stoccaggio materiali)	10.170		
Area di deposito DEP03a (deposito intermedio terre e rocce da scavo)	10.000		
Area di deposito DEP03b (deposito temporaneo rifiuti e area stoccaggio materiali)	7.600		
Area di deposito DEP04 (deposito intermedio terre e area stoccaggio materiali)	6.900		
Area di deposito DEP05 (deposito intermedio terre e rocce da scavo)	4.800		

Il Cantiere Base CB01 è situato in prossimità dello svincolo Imperia Ovest, con accesso da via Delle Viole.

Nell'ambito di tale cantiere è prevista la localizzazione degli allestimenti logistici destinati ai servizi per il personale addetto all'esecuzione dei lavori (dormitori, mensa, primo soccorso, servizi igienici, ecc).



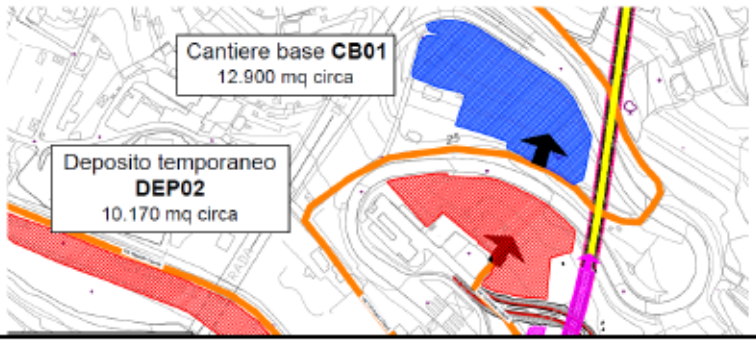
Campo base - layout su foto aerea

Al termine dei lavori si prevede la dismissione di tutti i siti di cantiere e delle strutture, che verranno demolite e/o smontate e la conseguente sistemazione e ripristino allo stato ante operam delle aree o delle mitigazioni previste dal progetto.

2.1.1.1 Cantiere base CB01

Il Cantiere Base CB01 è situato in prossimità dello svincolo Imperia Ovest, con accesso da via Delle Viole.

Nell'ambito di tale cantiere è prevista la localizzazione degli allestimenti logistici destinati ai servizi per il personale addetto

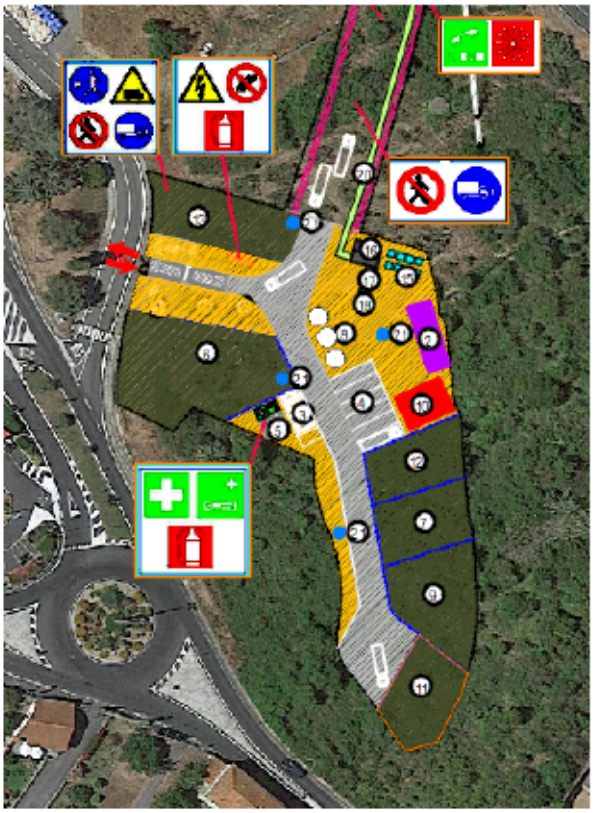


all'esecuzione dei lavori (dormitori, mensa, primo soccorso, servizi igienici, ecc)

COMUNE	Imperia
LOCALIZZAZIONE	Il Cantiere Base CB01 è situato in prossimità dello svincolo Imperia Ovest, con accesso da via Delle Viole
COMPETENZA	Cantiere base per le lavorazioni dell'intero intervento, costituito da un'area
STATO DI FATTO	Incolto
DESTINAZIONE PRG	EI Agricole intensive
VINCOLI	• 070348 - integrazione vincoli delle zone nei comuni di Riva I. S.Stefano al M. Costarainera s. Lorenzo al M. Imperia Diano Marina S. Bartolomeo e Cervo (complesso paesistico Parasio) • 070338 - La zona di Porto Maurizio a ponente del T Caramagna nel Comune di Imperia comprende complessi caratteristici d ibellezze naturali
AREA INTERESSATA	12.900 mq circa

2.1.1.2 *Cantiere imbocchi*

Per la realizzazione di ciascuna galleria naturale sono previsti un cantiere principale CO01(cantiere di imbocco) e un cantiere di supporto CO01b (area tecnica). Il cantiere principale è quello da cui parte il fronte di scavo.



Le dotazioni logistiche prevedono:

- Guardiania (1)
- Infermeria (5)
- Spogliatoi (2)
- Torre Faro (21)
- Servizi igienici (2)
- Parcheggi mezzi d'opera (4)
- Parcheggi autovetture(3)

Le dotazioni dell'area operativa sono:

- Lavaggio gomme (22)
- Deposito attrezzature (11)
- Stoccaggio lavorazioni ferro(9)
- Magazzino (10)
- Deposito temporaneo materiali di smarino (6)
- Deposito centine (12)
- Deposito materiale di finitura (7)
- Deposito materiali cementizi (7)
- Pesa dei materiali di smarino

Il cantiere è fornito dei seguenti impianti:

- impianto di trattamento acque di scarico
- deposito bombole
- gruppo elettrogeno
- cabina elettrica
- eventuale impianto di spritz beton

Gli impianti prevedono:

- Deposito bombole
- Fosse biologiche tipo Imhof
- Cabina elettrica
- Impianto trattamento acque di scarico
- Disoleatore (14)
- Impianto antincendio

2.1.1.3 Aree Tecniche

Si definiscono aree tecniche i cantieri che hanno caratteristiche esclusivamente esecutive, come l'esecuzione degli inalveamenti, delle opere di consolidamento, le gallerie artificiali e i viadotti.

Tali aree fanno capo per la sede direttiva nei cantieri operativi e mantengono il minimo dell'attrezzatura ed impianti logistici per garantire le necessarie funzioni di ricovero ed igienico sanitarie.

Nello specifico sono previste lungo il tracciato 5 Aree Tecniche funzionali alla realizzazione delle principali opere distribuite lungo il tracciato, per la realizzazione delle opere d'arte maggiori e minori e le sistemazioni idrauliche.

Le aree tecniche suddette sono tutte ubicate nelle immediate vicinanze delle opere di cui sono al servizio, accessibili prevalentemente da viabilità locali e qualcuna da piste di cantiere appositamente realizzate, in corrispondenza delle aree di difficile accessibilità, ma prossime alle opere

2.1.1.4 Aree mobili di lavorazione allo scoperto (rilevati e trincee)

L'area di lavorazione finalizzata alla realizzazione dei rilevati 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 realizzazione dei rilevati saranno preventivamente scoticate; successivamente e per strati, verranno stesi i materiali costituenti il rilevato e compattati fino a raggiungere la portanza prevista. Infine, il rilevato verrà rivestito con uno strato in terreno vegetale (in parte recuperato da quello ricavato dallo scotico) successivamente inerbito e completato con la disposizione degli elementi di raccolta delle acque di piattaforma e dei fossi al piede.

2.1.1.5 Aree di deposito

Si definisce Area di deposito temporaneo, l'area dedicata al deposito temporaneo delle terre/materiali di risulta delle lavorazioni per le relative caratterizzazioni ambientali e successivo accumulo in attesa di destinazione definitiva.

Sono previste 5 aree di deposito lungo il tracciato oltre a quelle presenti nel cantiere base e nel cantiere operativo.

Tali aree ospiteranno il materiale prodotto dagli scavi e ogni altro materiale necessario alla costruzione dell'infrastruttura, oltre ai materiali di risulta delle demolizioni.

Ciascuna area di stoccaggio sarà suddivisa a sua volta in sotto aree distinte per tipo di deposito e in grado di ospitare il volume di terreno previsto.

Il «deposito temporaneo» deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute. Nel caso di rifiuti pericolosi, il deposito è realizzato nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute e in maniera tale da evitare la contaminazione delle matrici ambientali, garantendo in particolare un idoneo isolamento dal suolo, nonché la protezione dall'azione del vento e dalle acque meteoriche, anche con il convogliamento delle acque stesse.

In senso prettamente cautelativo, ciascuna piazzola sarà allestita procedendo alla posa di una geomembrana in HDPE (High Density Polyethylene) con spessore di 1 mm.

Inoltre, l'area sarà preliminarmente arginata mediante creazione di cordolo perimetrale in terra di sezione trapezioidale e altezza pari a circa 1 m, canali di gronda e vasche di raccolta al fine di evitare che il materiale temporaneamente stoccato possa interferire con le superfici adiacenti. Ciascuna piazzola sarà identificata in campo al fine di garantire la rintracciabilità dell'opera di provenienza e della lavorazione che ha generato il materiale stoccato.

In ogni caso è necessario sottolineare che lo stoccaggio dei materiali terrigeni e dei rifiuti entro le piazzole sarà effettuato per la sola durata delle determinazioni analitiche di laboratorio e, sarà rispettato quanto disposto dall'art. 183 del D.Lgs. n. 152/2006 smi in merito alla tempistica di stoccaggio temporaneo dei rifiuti.

In attesa del suo utilizzo, il materiale accantonato nel sito di deposito temporaneo verrà protetto da teli di copertura e controllato all'interno dell'area di recinzione del deposito stesso; in condizioni climatiche particolari, potrà essere limitatamente bagnato, al fine di non indurre dispersioni di polveri nell'ambiente. Il terreno vegetale sarà comunque separato dallo stoccaggio del terreno di recupero, in quanto è destinato a ricostituire la coltre vegetale dei ripristini e dei rimodellamenti; ciò, allo scopo di non ridurne le proprietà vegetali di ricostituzione della vegetazione autoctona.

Le aree di deposito possono essere utilizzate anche per lo stoccaggio di materiali da costruzione.

2.1.2 Fasizzazione dell'intervento

I lavori saranno articolati su due macrofasi

- Macrofase 0 accantieramento
- Macrofase 1 realizzazione dei lavori

Non sono previste interruzioni della viabilità esistente, né viabilità provvisorie, trattandosi di lavori per lo più in variante.

Le rotatorie verranno realizzate per settori come di norma, mentre la viabilità secondaria in adeguamento VS01 sarà realizzata con carreggiata ridotta a senso unico alternato con cantieri lineari di 500m di passo

Macrofase di accantieramento durante la quale vengono predisposti il cantiere base, i cantieri operativi e le aree di deposito temporaneo.

Compatibilmente con i limiti territoriali, nella macrofase 1 di realizzazione dei lavori, si procederà con la realizzazione di tutte le opere e i tratti all'aperto che non interferiscono con la viabilità locale e possono essere portati avanti indipendentemente gli uni dagli altri. Si tratta delle due rotatorie, RT01 Aurelia, RTO01b Primo e della viabilità secondaria AS01. Contemporaneamente si realizzerà il ponte sul torrente impero e il tratto all'aperto dalla spalla A del PO04 Ponte Impero all'imbocco della galleria Artificiale Monte Bardelli. La realizzazione di questo tratto comprensivo del PO04 è propedeutica alla predisposizione del cantiere di imbocco COGN04. Successivamente sarà possibile procedere con lo scavo della galleria Monte Bardelli (GN04)

Lo scavo delle tre gallerie naturali è basato sulla logica Inizio-Fine, questo per garantire una migliore gestione delle terre e rocce da scavo prodotte ed evitare che i depositi temporanei raggiungano la capacità massima. Quindi si partirà con lo scavo della galleria Monte Calvario (GN01), quindi della Costamurata (GN02), infine allo scavo della galleria Meriello (GN03).

A conclusione della realizzazione delle gallerie verranno realizzate le rotatorie ROT3 Caramagna e ROT4 Artallo.

Al termine dei lavori saranno ripristinate le aree di cantiere e realizzate le sistemazioni ambientali.

Prima dell'esecuzione dei lavori sono previste attività preliminari propedeutiche quali:

Nome attività	Durata
ATTIVITA' PRELIMINARI E PROPEDEUTICHE	**270 g**
Risoluzione interferenze	120 g
Espropri	150 g
BOB	120 g

La MACROFASE1 di realizzazione dei lavori ha una durata prevista di 1530 gnc così suddivisi.

Nome attività	Durata
MACROFASE 1- LAVORI	**1350 g**
Deviazione canale imbocco Monte Calvario	90 g
GN01 Galleria Monte Calvario	333 g
Rotatoria ROT2 Imperia W	78 g
Realizzazione Vasca 2	60 g
Tratto all'aperto da 0+315.58 a 0+420.00	20 g
PO03 Viadotto Caramagna	300 g
Realizzazione Vasca 4	60 g
GN02 Galleria Costa Murata	410 g
Rotatoria ROT3 Caramagna	72 g
Realizzazione Vasca 3	60 g
Realizzazione Cabina elettrica CE01e cabina ricezione CR01	60 g
GN03 Galleria Meriello	395 g
Rotatoria ROT4 Artallo	80 g

Realizzazione stazione di pompaggio GP01	60 g
Deviazione Rio Campo Rossi	60 g
PO04 Ponte torrente Impero	333 g
Tratto all'aperto da 2+010 a 2+117.50	20 g
Allestimento cantiere di imbocco CO-GN04	30 g
GN04 Galleria Monte Bardelli	1078 g
Sistemazione Rio Baitè	60 g
Rotatoria ROT5 Baitè	102 g
Realizzazione stazione di pompaggio GP02	60 g
Realizzazione cabina di ricezione CR02	60 g
Rotatoria ROT6 Impero	89 g
Realizzazione Vasca 6	60 g
Realizzazione Vasca 7	60 g
Rotatoria Col di Nava ROT6b	23 g
PO02 Ponte Prino	248 g
Rotatoria ROT1b Prino	147 g
Rotatoria ROT1 Aurelia	35 g

Come detto al termine dei lavori si procederà alla smobilitazione e ripristino delle aree di cantiere e alle sistemazioni ambientali:

Nome attività	Durata
MACROFASE 2 - Smobilitazione delle aree di cantiere e ripristini	**120 g**
Smobilitazione aree di cantiere	60 g
Ripristini e sistemazioni ambientali	90 g

2.2 CRONOPROGRAMMA

Si prevede una durata complessiva dei lavori pari a circa 60 mesi (circa 5 anni).

3 ASPETTI AMBIENTALI IN CORSO D'OPERA

3.1 INTRODUZIONE

Le interferenze e criticità inerenti la fase di costruzione delle opere sono legate a due ordini di problemi:

1. il primo dipendente dalle condizioni del territorio direttamente coinvolto dalla realizzazione dell'infrastruttura, per risolvere il quale si è agito in sede di scelta dei siti di cantiere, localizzandoli in aree maggiormente compatibili ad accogliere gli impianti e gli spazi di lavorazione, seguendo i criteri localizzativi che tengono conto di parametri di ordine sia tecnico che ambientale;
2. il secondo: dovuto agli 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, localizzate, sia puntualmente in corrispondenza dei siti di lavorazione e deposito, sia lungo i percorsi veicolari.

Con riferimento alle singole componenti ambientali è possibile sintetizzare una lista delle principali potenziali problematiche indotte dalla fase di cantierizzazione, tenendo conto che l'alterazione di un singolo parametro conseguente al concatenarsi delle attività lavorative può avere ricadute anche sulle altre componenti:

COMPONENTI AMBIENTALI	POTENZIALI EFFETTI
Aria	• Alterazioni delle condizioni di qualità dell'aria • Produzione di polveri
Ambiente idrico	• Alterazione della qualità delle acque
Vegetazione, Flora e Fauna	• Sottrazione di aree vegetate • Alterazione delle composizioni vegetali • Danno alla vegetazione per produzione di polveri
Rumore e vibrazioni	• Allontanamento/Danno alla fauna • Disturbo derivante dalla movimentazione dei mezzi e da lavorazioni
Suolo e sottosuolo	• alterazione delle caratteristiche del suolo per infiltrazione accidentale di sostanze inquinanti • occupazione di terreno nelle zone in cui insisteranno i cantieri, per un periodo comunque limitato nel tempo.

Tutti i potenziali impatti devono essere mitigati al fine di rendere l'opera sostenibile anche dal punto della sua costruzione.

A tale proposito, nella fase di realizzazione, saranno adottati degli accorgimenti e delle modalità operative che consentiranno di evitare e/o ridurre i potenziali impatti sulle componenti ambientali.

Verranno quindi, presi tutte gli accorgimenti necessari a ridurre al minimo l'impatto ambientale del cantiere in oggetto.

Di seguito di riporta la trattazione nel dettaglio delle diverse componenti ambientali interessate dai lavori.

3.2 ARIA E CLIMA

3.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto.

Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

In relazione alla natura delle sorgenti può essere individuata, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, le polveri in particolare il PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- dalle attività di movimento terra (scavi e realizzazione rilevati);
- dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- dal traffico indotto dal transito degli automezzi sulla viabilità esistente e sulle piste di cantiere.

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione ai fabbisogni dei cantieri stessi.

Nella presente analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera del PM10, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

Per la realizzazione delle opere previste in progetto, sono state definite tipologie di cantiere tali da soddisfare le esigenze costruttive delle opere da realizzare.

Per informazioni di dettaglio sul sistema di cantierizzazione previsto si rimanda ovviamente alle relazioni specialistiche del progetto, ed in particolare alla relazione di cantierizzazione.

Assumendo che l'impatto più significativo esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è generato dal sollevamento di polveri (indotto direttamente dalle lavorazioni o indirettamente dal transito degli automezzi sulle aree di cantiere non pavimentate), si è ritenuto di considerare all'interno degli scenari di impatto le aree di cantiere interessate dalle operazioni di scavo, demolizione, movimentazione e stoccaggio terre, accumulo e

stoccaggio degli inerti provenienti dall'esterno, interessate al contempo dal transito di mezzi su aree e/o piste non pavimentate.

Ai fini di valutare l'impatto generato dalla fase di cantiere sulla componente atmosfera, è stato considerato un unico scenario di simulazione, ovvero lo scenario peggiore dal punto di vista della movimentazione dei materiali, corrispondente alla contemporaneità di tutte le aree di cantiere. Tale scenario è quello che tiene conto delle ipotesi descritte nel paragrafo seguente.

Di seguito si riporta una schematizzazione delle aree e delle piste di cantiere prese in considerazione nelle simulazioni.



Attività di cantiere considerate

3.2.1.1 Stima dei fattori di emissione

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

1. Paved Roads: transito dei mezzi di cantieri sulla viabilità principale - rotolamento delle ruote sulle strade asfaltate (EPA, AP-42 13.2.1);

2. Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
3. Heavy Construction Operations (EPA, AP-42 13.2.3);
4. Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
5. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5);
6. Grading (EPA AP- 11.9.2)
7. Escavazione (EPA AP-11.9.2).

Al fine di valutare gli impatti di cantiere nel modello di calcolo sono state considerate tutte le sorgenti di polvere sopra esposte.

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq.1). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)i = A * Ei \quad (Eq.\ 1)$$

dove:

- Q(E)i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);
- A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);
- Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante). La stima è tanto più accurata quanto maggiore è il dettaglio dei singoli processi/attività.

Come già accennato per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual).

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (tipologia e n. di mezzi in circolazione, chilometri percorsi, tempi di percorrenza, tempo di carico/scarico mezzi, ecc...).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibile alla realtà, pur ricordando che solo in fase operativa potranno essere individuate le effettive sorgenti di emissione che verranno utilizzate nel corso delle lavorazioni.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- materiale movimentato pari a 1000 m3 / giorno (valore di picco)
- n. automezzi in circolazione nelle aree di cantiere: si consideri un numero di viaggi/giorno andata e ritorno pari a 100 (valore di picco), definiti considerando 20 mc la capacità di un autocarro.

A tali ipotesi, e considerando anche la contemporaneità di tutte le aree di cantiere, corrisponde lo scenario peggiore dal punto di vista della movimentazione dei materiali.

Unpaved Roads - Mezzi in transito su strade non pavimentate

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi (escavatori, pale gommate, ecc…) in transito sulle piste interne al cantiere, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = K\left(\frac{sL}{12}\right)^{a}\left(\frac{W}{3}\right)^{b}$$ (eq. 2: EPA, AP-42 13.2.2)

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM10;

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari all'8%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 18 tonnellate (calcolato come media tra il peso a pieno carico e una tara di 12 ton).

Il fattore di emissione così calcolato (eq. 2) viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

L'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni viene considerato mediante l'assunzione semplificata che l'emissione media annua sia inversamente proporzionale al numero di giorni con precipitazione superiore a 0,2 mm (precipitazione misurabile):

$$Eext = E[(365 - P)/365]$$ (eq. 3: EPA, AP-42 13.2.2)

dove:

Eext : fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm, (assunto pari a 61 giorni piovosi in un anno, misurati alla stazione meteorologica di Imperia per l'anno di riferimento).

Il sollevamento di particolato dalle strade non asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione Eext per l'indicatore di attività A (cfr. eq.1). Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

I trasporti complessivi giornalieri sono stimati in numero pari a 100 viaggi A/R sull'arco di 8h/gg di attività.

Considerando che l'attività di movimentazione del materiale si svolge prevalentemente tre le aree di stoccaggio il numero complessivo di viaggi è stato diviso per 4 e moltiplicato ciascuno per i rispettivi km di pista, ottenendo così i seguenti ratei emissivi:

AREA CANTIERE	NUMERO DI VIAGGI/GIORNO	LUNGHEZZA PERCORSO (KM)	KM/h PERCORSI	RATEO EMISSIVO (g/s) CON EFFETTO DI MITIGAZIONE NATURALE
pista non pavimentata 1	25	0,09	0.2	**0,008**
pista non pavimentata 2	25	0,05	0.1	**0,005**
pista non pavimentata 3	25	0,2	0.4	**0,001**

Secondo quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito. Per il progetto in questione si assume di ottenere un'efficienza di abbattimento col sistema di bagnatura pari al 75%, effettuando il trattamento ogni 8 ore ed impiegando circa 1 l/m2 per ogni trattamento (vedi Tabella sottostante, corrispondente alla Tabella 11 delle Linee Guida sopra citate).

Efficienza di abbattimento Quantità media del trattamento applicato I (l/m^2)	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	2	1	1	1	1
0.2	3	3	2	1	1
0.3	5	4	2	2	1
0.4	7	5	3	3	1
0.5	8	7	4	3	2
1	17	13	8	7	3
2	33	27	17	14	7

Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un valore di traffico medio orario > 10

Il fattore di emissione da utilizzare per le simulazioni modellistiche relative al PM10 è allora dato dai ratei emissivi precedentemente calcolati relativamente alle attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti e alle strade non pavimentate, moltiplicati per il prodotto del fattore di riduzione. Nel caso specifico:

FE ridotto = FE * 75%

Si ottengono così i seguenti fattori di emissione per il PM10:

- pista non pavimentata 1: **0.002 g/s**
- pista non pavimentata 2: **0.001 g/s**
- pista non pavimentata 3: **0.004 g/s**

Paved Roads – Mezzi in transito su strade pavimentate

L'approccio metodologico dell'EPA considera i dati relativi al numero dei camion utilizzati, alle distanze percorse e al numero dei viaggi previsti (si tiene conto anche dei transiti di ritorno), in base alle indicazioni progettuali.

La formula empirica proposta dall'EPA per stimare le emissioni di polvere dai mezzi in transito su strade pavimentate è la seguente:

$$F = k(sL)^{0.91}(W)^{1.02}$$ (eq.4: AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.1 Paved Roads)

dove:

F: fattore di emissione di particolato su strade pavimentate, per veicolo-chilometro viaggiato (g/VKT);

k: costante moltiplicativa variabile in funzione della dimensione delle particelle, assunto pari a 0,62 g/VKT per il PM10;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 18 tonnellate (calcolato come media tra il peso a pieno carico ed una tara di 12 ton).

sL: contenuto di limo dello strato superficiale delle aree pavimentate percorse dai mezzi (g/m2), assunto pari all'8%;

L'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni viene considerato mediante l'assunzione semplificata che l'emissione media annua sia inversamente proporzionale al numero di giorni con precipitazione superiore a 0,2 mm (precipitazione misurabile):

$$Eext = E[1 - P/(4*N)] \qquad \text{(eq.5: EPA, AP-42 13.2.2)}$$

dove:

Eext: fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm (assunto pari a 61 giorni piovosi in un anno, misurati alla stazione meteorologica di Imperia per l'anno di riferimento);

N: numero di giorni nel periodo di mediazione (pari a 365 per una media annuale).

Il sollevamento di particolato dalle strade asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione Eext per l'indicatore di attività A (cfr. eq.1). Tale parametro, espresso come veicolo chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

Considerando le assunzioni fatte in precendeza, otteniamo i seguenti ratei emissivi:

AREA CANTIERE	NUMERO DI VIAGGI/GIORNO	LUNGHEZZA PERCORSO (KM)	KM/h PERCORSI	RATEO EMISSIVO (g/s) CON EFFETTO DI MITIGAZIONE NATURALE
pista pavimentata 1	25	0,71	2,3	**0,005**
pista pavimentata 2	25	2,26	4,9	**0,010**
pista pavimentata 3	25	0,37	1,9	**0,004**
pista pavimentata 4	252	0,58	1,3	**0,002**
pista pavimentata 5	25	0,48	1,04	**0,002**

Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico

La produzione totale di polvere legata all'attività di movimentazione e stoccaggio è legata alle seguenti singole attività:

- carico e scarico dei mezzi;
- traffico dei mezzi nelle aree di stoccaggio, carico e scarico;
- erosione del vento nella fase di carico e scarico.

La quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

$$E = K(0.0016)\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}\left(\frac{M}{2}\right)^{-1.4} \qquad \text{(eq. 6: EPA, AP-42 13.2.4)}$$

dove:

- E = fattore di emissione di particolato (kg/Mg);
- k = parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);
- U = velocità media del vento (m/s) assunta pari a 2.7 m/s (misurati alla stazione meteorologica di Imperia per l'anno di riferimento).;
- M = umidità del terreno (%) assunta pari al 2.5% sotto falda.

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 µm	< 15 µm	< 10 µm	< 5 µm	< 2.5 µm
0.74	0.48	0.35	0.20	0.053[a]

Per il PM10 si assume quindi k pari a 0.35. La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale è pari al prodotto del fattore di emissione E per le tonnellate di materiale movimentate giornalmente, assunte pari a 1000 m3/giorno.

Considerando che l'attività di movimentazione del materiale si svolge prevalentemente tre le aree di stoccaggio su ciascuna area si stima una movimentazione giornaliera di circa 250 m3/giorno (1000 m3/giorno /4= 250 m3/giorno).

In questo modo, il rateo emissivo stimato per ciascuna area è pari: 0,0025 g/s.

Erosione delle aree di stoccaggio

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. In questa sede si è scelto di seguire l'approccio delle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti". Tali linee guida considerano, per l'erosione del vento dai cumuli, l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il rateo emissivo orario è calcolato con l'espressione:

$$E_i = EF_i * a * movh \qquad \text{(eq. 7: Linee Guida ARPA Toscana)}$$

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5), nel caso in esame PM10;

- EFi = fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato (kg/m2);
- a = superficie dell'area movimentata in m2;
- movh = numero di movimentazioni/ora, si assume che corrisponda al n. di mezzi/h.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.

Dai valori di:

- altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m;
- diametro della base D in m;

si individua il fattore di emissione areale EFi dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM_{10}	7.9E-06
$PM_{2.5}$	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM_{10}	2.5 E-04
$PM_{2.5}$	3.8 E-05

Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

Nel caso in oggetto si assume:

- H = 2 m;
- D = 5 m;
- H/D = 0.4 > 0.2 → cumuli alti

quindi si utilizza un EF per il PM10 pari a 0.0000079 kg/mq.

Ipotizzando il cumulo di forma conica ne risulta una superficie laterale di circa 25 m2.

Perciò, considerando 2 movimentazioni/ora sui cumuli di ciascuna area di cantiere, otteniamo un rateo emissivo pari a: 0.0001 g/s.

Attività di escavazione

Un'altra fonte di emissione di polveri che è stata considerata è l'attività dei mezzi di cantiere quali escavatori o pale gommate nelle aree di cantiere. Tale sorgente è stata assimilata alle emissioni riportate nel paragrafo 11.9.2 del documento EPA, AP-42, relativo all'estrazione del carbone. Nella tabella 11.9.2 di tale documento sono riportate le equazioni per il calcolo dei fattori di emissione per sorgenti di polvere in condizioni aperte incontrollate.

Il particolato sollevato dai mezzi di cantiere quali bulldozer per attività quali "overburden" (terreno di copertura) è stimato dalla seguente equazione:

$$E = \frac{(sL)^{1.5}}{(M)^{1.4}} * 0.75 * 0.45(Kg/h)$$ (eq. 6: EPA, AP-42 11.9.2 Bulldozing)

dove:

- sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari all'8%;
- M: umidità del terreno (%) assunta pari al 10%.

Il sollevamento di particolato dalle attività dei mezzi di cantiere è pari al prodotto del fattore di emissione E così calcolato per il numero di ore lavorative giornaliere, assunto pari a 8 h/giorno.

Il rateo emissivo per ciascuna area è perciò pari a: **0.08 g/s**.

Attività del grader

Il fattore di emissione relativo al "Grading" è pari a:

$E = 0.0034 * 0.6 * (S)\text{^}2(Kg/VKT)$ eq.7: EPA, AP-42 11.9.2 Grading)

Dove S è la velocità media del veicolo e si assume pari a 3 km/h.

Considerando quindi di percorrere 3 km/h, il fattore di emissione è pari a 0.02 g/s.

Heavy Construction Operations - Operazioni di carico, scarico e abbancamento

I fattori di emissione relativi alle attività di movimentazione del materiale sono calcolati secondo le formule espresse nella tabella 4 delle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti".

Di seguito si riporta uno stralcio della citata tabella 4, dove sono indicati i fattori di emissione considerati per i cantieri in oggetto, ovvero quelli relativi alle seguenti operazioni:

- Carico (Truck Loading: Overburden)
- Scarico (Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden)
- Abbancamento scotico (Overburden Replacement)

I fattori di emissione riportati in tabella sono espressi in kg per tonnellata di materiale movimentato.

Tabella 4 fattori di emissione per il PM10 relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale

SCC	operazione	Fattore di emissione in *kg*	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		*kg* per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3\times10^{-4}\times(H/0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	*kg* per ogni m³ di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		*kg* per ogni *Mg* di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		*kg* per ogni *Mg* di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375\times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	*kg* per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		*kg* per ogni *Mg* di materiale processato

Fattori di emissione relativi al carico,allo scarico e abbancamento

Considerando un tasso di attività pari 250 mc/giorno (1000 mc/giorno /4= 250 mc/giorno) di materiale trattato, otteniamo un rateo emissivo stimato per ciascuna area di:

- 0.07 g/s dovuto al carico
- 0.005 g/s dovuto allo scarico
- 0.03 g/s dovuto allo scotico

Per un totale di 0.1 g/s.

3.2.1.2 *Metodologia di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera*

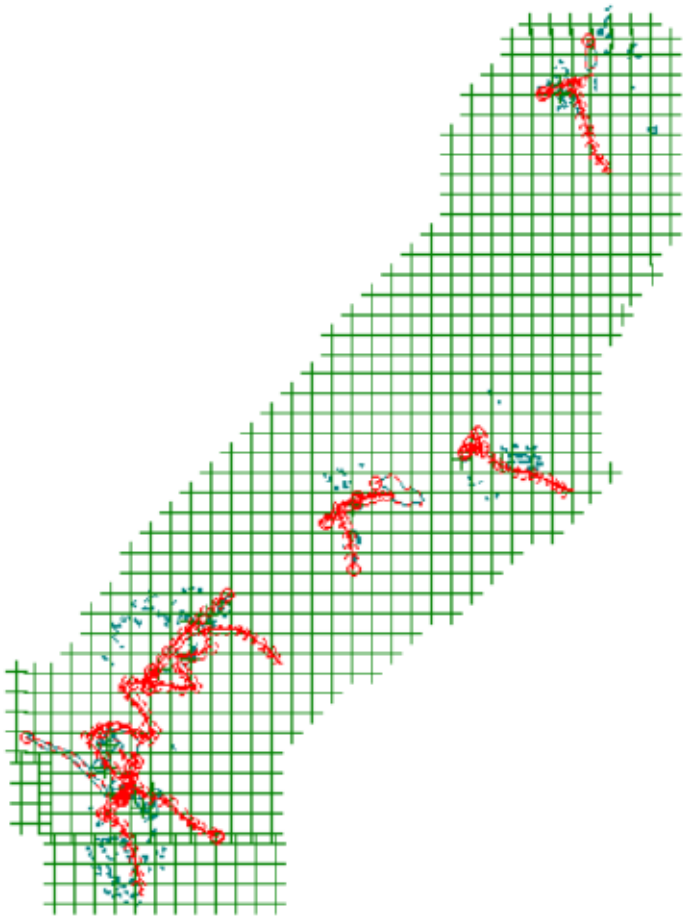
Al fine della implementazione della catena modellistica per la valutazione del potenziale impatto in atmosfera derivante dalle attività di cantiere è stato necessario definire i seguenti dati:

- dominio di calcolo e schema di modellazione;
- orografia;
- condizioni meteoclimatiche;
- parametri emissivi.

Dominio di calcolo e schema di modellazione

È stata individuata una maglia di calcolo comprendente un'area compatibile con quella dell'opera in progetto, finalizzata alla rappresentazione grafica delle curve di isoconcentrazione e alla valutazione complessiva della dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

La maglia di punti è costituita da 698 punti, 100m x 100m, così come riportato nella figura di seguito.



Maglia di calcolo

Orografia e dati meteo

Per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera si è tenuto conto dell'orografia dell'intero dominio di calcolo implementando un modello di terreno complesso, grazie al preprocessore AERMAP, come mostrato nei paragrafi precedenti.

I dati meteorologici utilizzati in fase di simulazione sono i dati meteo orari sito specifici relativi all'anno 2023 della centralina di Imperia, come trattato in precedenza.

Definizione delle sorgenti e ipotesi di lavoro

Come anticipato, per la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività di cantiere del presente progetto, è stato effettuato uno studio previsionale tramite modello di simulazione, applicato alle fasi di lavoro maggiormente critiche per l'emissione degli inquinanti, al fine di verificare gli impatti prodotti da tali attività sulla qualità dell'aria nella zona ad essi circostante e, in particolare, sui recettori opportunamente individuati.

I fattori di emissione utilizzati nelle simulazioni sono stati calcolati applicando le formule del Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense, così come ampiamente illustrato precedentemente.

Di seguito si riportano delle tabelle riepilogativa che riassumono le ipotesi di lavoro assunte. Esse mostrano per ciascun inquinante, relativamente alle aree e alle strade coinvolte, i fattori di emissioni complessivi espresse in g/s utilizzati nelle simulazioni. Per quanto riguarda le piste non pavimentate si è considerato il fattore di emissione mitigato.

attività di cantiere simulata	area di cantiere	fattore di emissione (g/s)
trasporto su strada non pavimentata 1	piste di cantiere non pavimentate	0,002
trasporto su strada non pavimentata 2	piste di cantiere non pavimentate	0,001
trasporto su strada non pavimentata 3	piste di cantiere non pavimentate	0,004
trasporto su strada pavimentata 1	piste di cantiere pavimentate	0,005
trasporto su strada pavimentata 2	piste di cantiere pavimentate	0,010
trasporto su strada pavimentata 3	piste di cantiere pavimentate	0,004
trasporto su strada pavimentata 4	piste di cantiere pavimentate	0,002
trasporto su strada pavimentata 5	piste di cantiere pavimentate	0,002
escavazione	imbocchi delle gallerie	0,08
grading	tracciato di progetto	0,03
carico-scarico-abbancamento	are di stoccaggio	0,1
formazione stoccaggio cumuli		
erosione del vento		

Tabelle riepilogative dei fattori di emissione per ogni sorgente e per ciascun inquinante

3.2.1.3 *Risultati delle simulazioni*

I risultati delle simulazioni effettuate per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività d cantiere sono riportati nelle tavole seguenti:

- Fase di cantiere - Scenario critico - Mappa delle concentrazioni di inquinanti - PM10 – Corso d'opera Annuale mitigato - Tav 1 di 2

- Fase di cantiere - Scenario critico - Mappa delle concentrazioni di inquinanti - PM10 – Corso d'opera Annuale mitigato - Tav 2 di 2
- Fase di cantiere - Scenario critico - Mappa delle concentrazioni di inquinanti - PM10 – Corso d'opera Giornaliero mitigato - Tav 1 di 2
- Fase di cantiere - Scenario critico - Mappa delle concentrazioni di inquinanti - PM10 – Corso d'opera Giornaliero mitigato - Tav 2 di 2

Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni per i parametri PM10, in condizioni post-mitigazione. Nello specifico le mappe riportano le seguenti mappe:

- Concentrazione delle medie giornaliere di PM_{10}
- Concentrazione delle medie annuali di PM_{10}

Dalle simulazioni effettuate nel presente studio, è possibile affermare che per tutti i parametri inquinanti i livelli di concentrazione sono inferiori ai limiti di legge e le attività di cantiere hanno un impatto sulla qualità dell'aria non critico.

Per tutti i parametri le concentrazioni massime stimate sono localizzate in corrispondenza delle aree di lavoro e le concentrazioni degli inquinanti non impattano significativamente presso i recettori considerati.

3.2.1.3.1 Ricettori discreti

I risultati proposti in questo paragrafo riguardano i valori di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente stimati dal codice di calcolo AERMOD ai recettori per le emissioni dalle aree del cantiere.

Recettore	PM 10 Media Giornaliera ($\mu g/m^3$)	PM10 Media annuale ($\mu g/m3$)
R1	14,29	9,30
R2	20,20	10,38
R3	17,26	8,72
R4	12,95	6,74
R5	12,91	6,37
R6	9,24	5,77
R7	21,31	12,50
R8	0,91	0,55
R9	0,46	2,00
R10	0,93	0,58
R11	1,12	0,70

Recettore	PM 10 Media Giornaliera ($\mu g/m^3$)	PM10 Media annuale ($\mu g/m3$)
R12	1,09	0,65
R13	0,94	0,55
R14	2,70	1,36
R15	5,93	2,96
R16	0,94	0,40
R17	0,48	0,26
R18	1,15	0,65
R19	3,06	0,22
LIMITE NORMATIVO	50	40

Risultati per recettori discreti

Anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento del PM10, pari a 19 $\mu g/m^3$, è possibile riscontrare un livello di concentrazione sui ricettori conformi ai limiti di legge.

3.2.2 Interventi di mitigazione per la componente atmosfera

3.2.2.1 Interventi per l'abbattimento del particolato disperso in atmosfera

Nonostante le analisi effettuate per la componente atmosfera in fase di cantiere non abbiano evidenziato scenari di criticità ambientale, vengono comunque riportate alcune indicazioni per una corretta gestione delle aree di lavorazione.

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta durante le operazioni di cantierizzazione.

Per il contenimento delle emissioni delle polveri nelle aree di cantiere e nelle aree di viabilità dei mezzi utilizzati nelle lavorazioni, gli interventi volti a limitare le emissioni di polveri possono essere distinti nelle seguenti due tipologie:

- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri durante le attività costruttive e dai motori dei mezzi di cantiere;
- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e per limitare il risollevamento delle polveri.

Con riferimento al primo punto, gli autocarri e i macchinari impiegati nel cantiere dovranno avere caratteristiche rispondenti ai limiti di emissione previsti dalla normativa vigente. A tal fine, allo scopo di ridurre il valore delle

emissioni inquinanti, potrà ipotizzarsi l'uso dei motori a ridotto volume di emissioni inquinanti e una puntuale ed accorta manutenzione.

Per quanto riguarda la produzione di polveri indotta dalle lavorazioni e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere dovranno essere adottate alcune cautele atte a contenere tale fenomeno.

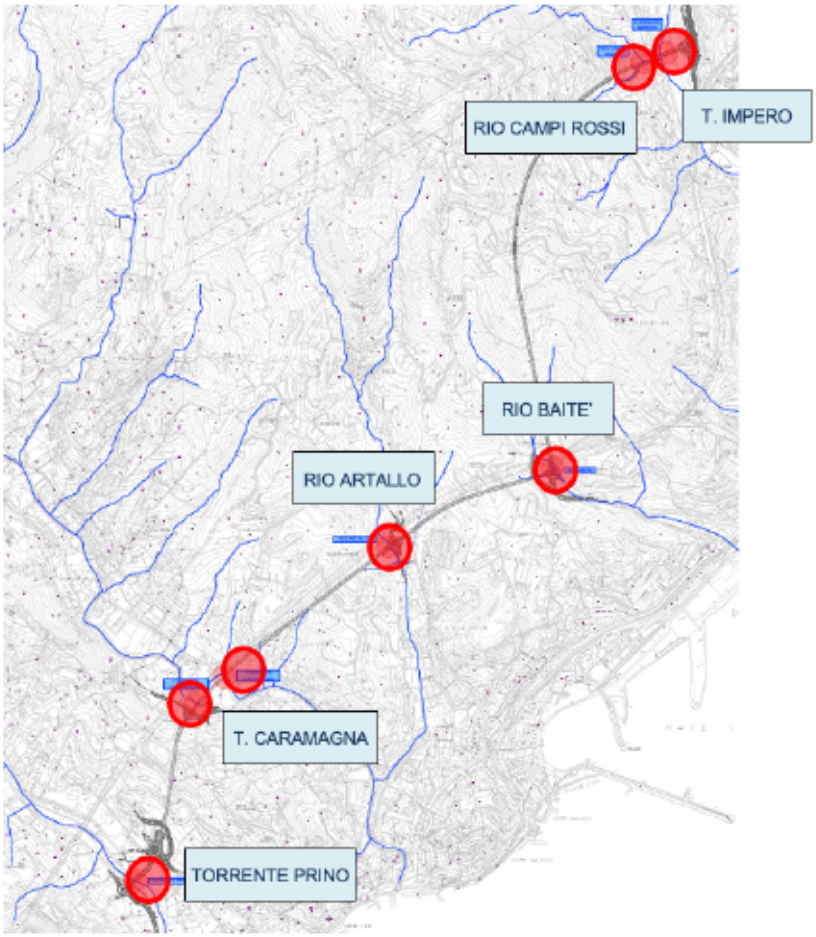
In particolare, al fine di contenere la produzione di polveri occorrerà mettere in atto i seguenti accorgimenti:

- l'esecuzione di una bagnatura periodica della superficie di cantiere. Questo intervento dovrà essere effettuato tenendo conto del periodo stagionale con un aumento di frequenza durante la stagione estiva e in base al numero di mezzi circolanti nell'ora sulle piste. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato; nel caso in esame si consiglia di effettuare la bagnatura dell'intera area di cantiere (100% della superficie) con una frequenza giornaliera pari ad 1 nei mesi compresi tra ottobre e maggio, e pari a 2 nei mesi tra giugno e settembre. Si consiglia ovviamente di adattare tali indicazioni in base alla variabilità delle precipitazioni che si andranno a verificare durante i periodi di lavorazione;
- per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti si deve prevede l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto;
- al fine di evitare il sollevamento delle polveri, i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta e dovranno essere lavati giornalmente nell'apposita platea di lavaggio e dovrà prevedersi la pulizia ad umido degli pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere;
- si dovrà infine prevedere una idonea attività di formazione ed informazione del personale addetto alle attività di costruzione e di movimentazione e trasporto dei materiali polverulenti.

Per la componente atmosfera è previsto comunque il monitoraggio corso d'opera.

3.3 AMBIENTE IDRICO

Il tracciato di progetto interferisce con una serie di corsi d'acqua che saranno oggetto di verifica. I corsi d'acqua sono stati individuati e classificati utilizzando il vigente reticolo idrografico messo a disposizione dalla Regione Liguria nella sua ultima versione (https://www.regione.liguria.it/homepage-ambiente/cosa-cerchi/acqua/acque-interne/reticolo-idrografico.html). Nella figura seguente sono evidenziati i corsi d'acqua interferenti con il tracciato di progetto.



Individuazione delle interferenze con il reticolo idrografico

Nella valle del Torrente Prino il tracciato stradale si mantiene ad una distanza di oltre 30 m dai pozzi indicati dal gestore AMAT, con opere interamente fuori terra: non è previsto quindi alcun tipo di interferenza diretta.

Nella valle del Torrente Impero invece il viadotto di attraversamento passa esattamente sopra al pozzo più a monte del campo esistente, anch'esso gestito da AMAT S.p.A., che si sviluppa verso valle con altri sei pozzi il più distante dei quali si trova 900 m a valle dell'opera.

Per quanto concerne le possibili interferenze con le sorgenti e i pozzi privati nelle aree di versante, sussiste elevata probabilità di interferenza soprattutto nel caso delle gallerie Bardellini e Capo Berta, dove la quota elevata della superficie piezometrica rispetto alla calotta fa presumere la presenza di soglie di permeabilità litologiche e strutturali tali da sostenere la falda, almeno localmente, entro il mezzo fratturato.

3.3.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

3.3.1.1 Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque

In termini generali, la modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, è il risultato di una variazione dei parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici, che può derivare da lavorazioni finalizzate alla realizzazione delle opere in progetto.

Sempre in termini generali, l'effetto in esame può essere considerato come esito di Fattori causali che, seppur appartenenti alla categoria delle ***Produzioni di emissioni e residui***, differiscono tra loro in ragione del tipo di rapporto intercorrente con il processo costruttivo.

In breve, un primo fattore all'origine dell'effetto in esame può essere rappresentato dall'uso di sostanze potenzialmente inquinanti, quali per l'appunto quelle additivanti usate nella realizzazione delle fondazioni indirette al fine principale di sostenere le pareti delle perforazioni dei pali di fondazione. In tal caso, pertanto, la produzione di residui è strettamente funzionale al processo costruttivo.

Ulteriori fattori all'origine del medesimo effetto posso essere rappresentati da altre cause che sono, invece, correlate alle lavorazioni o, più in generale, alle attività di cantiere.

Dette cause possono essere così sinteticamente individuate:

- La produzione di acque che possono veicolare nei corpi idrici ricettori e/o nel suolo eventuali inquinanti, distinguendo tra:
  - Produzione delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate delle aree di cantiere fisso, quali ad esempio quelle realizzate in corrispondenza dei punti di stoccaggio di sostanze potenzialmente inquinanti.
  - Produzione di acque reflue derivanti dallo svolgimento delle ordinarie attività di cantiere, quali lavaggio mezzi d'opera e bagnatura cumuli.
- Produzione di liquidi inquinanti derivanti dallo sversamento accidentale di olii o altre sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera.

Entrando nel merito dei fattori precedentemente elencati, ossia con riferimento alla produzione di sostanze potenzialmente inquinanti dovuta alla realizzazione delle opere di palificazione e scavo, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle opere di fondazione e nelle loro caratteristiche dimensionali, mentre, per quanto concerne le caratteristiche del contesto di interventi, detti parametri possono essere identificati nella vulnerabilità degli acquiferi e nei diversi fattori che concorrono a definirla (soggiacenza; conducibilità idraulica; acclività della superficie topografica; etc.).

Relativamente alla seconda tipologia di fattori (Dilavamento delle superfici pavimentate; Produzione acque reflue; Sversamenti accidentali), oltre ai succitati parametri di contesto, per quanto concerne quelli progettuali un ruolo dirimente ai fini del potenziale configurarsi dell'effetto in esame è rivestito dalle tipologie di misure ed interventi

previsti nell'apprestamento delle aree di cantiere e per la gestione delle attività costruttive e, più in generale, di cantiere.

Per quanto concerne il primo tema e, nello specifico, quello delle acque meteoriche, si evidenzia che prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere, ove necessario, saranno predisposte le reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, a valle della quale sono previsti necessari i trattamenti. Inoltre, nelle zone delle aree di cantiere adibite a deposito dei lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, sempre in ragione di quanto previsto dalle citate relazioni di cantierizzazione, dette zone saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

L'insieme di tali tipologie di interventi si configura come scelta progettuale adeguata ad evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche sulle aree di cantiere.

Relativamente al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali possa prodursi una fuoriuscita di sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera e la loro conseguente percolazione nel sottosuolo o dispersione nelle acque superficiali, tale circostanza genericamente riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate.

Nel caso in specie, in considerazione delle caratteristiche di progetto, descritte, si ritiene che detta circostanza potrebbe eventualmente verificarsi in corrispondenza delle attività di scotico e scavo per la realizzazione dei corpi stradali e delle fondazioni delle strutture principali.

Con riferimento a detta tematica occorre, in primo luogo, sottolineare che gli effetti derivanti dal loro determinarsi presentano un livello di probabilità e di frequenza che dipendono in modo pressoché diretto dalle procedure manutentive dei mezzi d'opera. In tal senso, sarà necessario predisporre specifici protocolli operativi di manutenzione dei mezzi d'opera e di controllo del loro stato di efficienza, così da prevenire il determinarsi di eventi accidentali.

Un ulteriore aspetto che concorre a definire tali effetti e, nello specifico, la loro portata, è rappresentato dalla preventiva predisposizione di misure e sistemi da attivare in casi di eventi accidentali. A tal riguardo, al fine di limitare gli effetti derivanti da detti eventi, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti.

È altresì da dire che la realizzazione delle fondazioni indirette delle principali opere d'arte e segnatamente le spalle di appoggio degli impalcati dei viadotti, in relazione alle condizioni locali di soggiacenza della falda e di permeabilità, potrebbero interagire puntualmente con l'acquifero superficiale e profondo. In tal senso, al fine di prevenire gli effetti negativi indotti da questa circostanza dovrà essere prestata particolare attenzione nella scelta dei componenti il fluido utilizzato nel corso della realizzazione dei pali di fondazione, ossia nella definizione e nel dosaggio degli additivi utilizzati.

La scelta degli additivi per la preparazione del fluido di perforazione dovrà essere rivolta a conseguire una miscela che, non solo, presenti caratteristiche coerenti con le tipologie di terreni da attraversare e, quindi, in grado di garantire

elevate prestazioni tecniche, ad esempio, in termini di velocità di avanzamento, protezione da franamenti, lubrificazione degli utensili di scavo, ecc. al contempo, la miscela utilizzata dovrà essere tale da contenere eventuali effetti di contaminazione della falda e, in tal senso, è importante l'impiego di sostanze biodegradabili.

Inoltre andranno adottati metodi che limitino la dispersione di contaminanti in falda o anche solamente l'occlusione meccanica a causa del rimaneggiamento e trasporto di frazioni fini.

3.3.1.2 Modifica della circolazione idrica sotterranea

L'effetto in questione discende dall'innesco potenziale di processi di filtrazione indotti dagli scavi e consistenti nella penetrazione di acque all'interno dello scavo stesso per effetto della diffusione capillare della falda presente a livelli piezometrici superiori al piano di scavo.

Come richiamato nell'analisi del precedente effetto, lo schema di circolazione idrica potenzialmente impattata è riconducibile alla falda alluvionale ospitata all'interno dei depositi alluvionali dei torrenti prino e Impero.

La falda alluvionale potrebbe essere interessata puntualmente dalle opere di palificazione per la realizzazione delle fondazioni profonde delle pile delle opere di scavalco dei due corsi d'acqua; tali opere potrebbero indurre, in fase di cantiere, perturbazioni localizzate, ancorché temporanee, alla superficie piezometrica rispetto alla condizione AO. La tipologia di opere previste non risulta tale da generare significative modifiche al deflusso della falda.

In ragione di quanto riportato, sembra pertanto possibile affermare che l'effetto derivante dalla realizzazione delle opere di fondazione o delle attività di scavo, possano localmente alterare le caratteristiche di deflusso; nel suo insieme sembra ragionevole e prudenziale considerare l'effetto oggetto di monitoraggio.

3.3.1.2.1 Venute d'acqua in galleria

La realizzazione delle opere in sotterraneo ubicate al di sotto della superficie di saturazione piezometrica può comportare ripercussioni sul sistema acquifero attraversato che si traducono in apporti idrici verso il cavo in fase di scavo ed in abbattimento della quota piezometrica all'intorno della zona di influenza della galleria. L'esatta quantificazione numerica di tali effetti non è possibile allo stato attuale delle conoscenze anche ricorrendo ad avanzati codici di calcolo ad elementi distinti in quanto gli elementi di base necessari alla previsione non possono di fatto essere noti preventivamente. Occorre infatti evidenziare che la circolazione idrica all'interno degli ammassi lapidei, a differenza dei terreni di copertura porosi a cui è applicabile un approccio darcyano, avviene lungo sistemi di frattura che isolano porzioni di ammasso che possono essere considerate praticamente impermeabili; si viene così a creare un mezzo discreto a rete per il quale l'implementazione di un modello di flusso numerico necessita della esatta ricostruzione di un modello tridimensionale del campo di discontinuità in cui assumono particolare rilevanza l'intensità di fratturazione, la connettività del reticolo fessurativo, l'apertura ed il riempimento delle fratture e la loro orientazione spaziale. È del tutto evidente che per poter fornire indicazioni realistiche un tale approccio deve essere basato su una conoscenza di estremo dettaglio del campo fessurativo, generalmente caratterizzato da un elevato grado di aleatorietà e di fatto non disponibile nella comune pratica ingegneristica.

È quindi necessario ricorrere a più o meno attendibili stime dell'entità del drenaggio indotto dalle operazioni di scavo sulla base di approcci empirici o semi-empirici.

In linea del tutto generale gli afflussi idrici in sotterraneo possono essere di tipo concentrato o distribuito. Gli afflussi concentrati, in genere poco frequenti, si verificano quando lo scavo intercetta zone di faglia con brecce incoerenti e prive di materiale fine, fasce ad intensa fratturazione, giunti beanti o sistemi carsici. In tali condizioni si possono avere venute d'acqua concentrate anche importanti, la cui esatta quantificazione preventiva è di fatto molto difficile.

Gli afflussi distribuiti sono strettamente dipendenti dall'entità della fratturazione che, in caso di intercettazione di fasce ad elevata fratturazione, può determinare significativi apporti idrici al cavo. Tipicamente fasce ad elevata fratturazione si rinvengono ai margini delle faglie maggiori che in genere di per sé costituiscono soglie di permeabilità in virtù del materiale milonitico ad esse associato che ne riduce sensibilmente la permeabilità.

Al fine di stimare i prevedibili apporti idrici nel corso dello scavo delle opere sotterranee in progetto si è fatto ricorso al metodo empirico proposto da Heuer (1995), a partire dalla soluzione di Goodman (1965):

$q_s = F_s \cdot k \cdot H$

dove: q_s = portata al fronte in condizioni stazionarie

F_s = fattore di influenza

k = permeabilità equivalente

H = carico idraulico

Il metodo adottato si basa sull'utilizzo di un abaco che fornisce una correlazione grafica tra la portata drenata in condizioni stazionarie q_s, espressa in termini normalizzati rispetto al carico piezometrico q_s/H, e la permeabilità equivalente del mezzo, fornendo così un'alternativa alla determinazione analitica del fattore di influenza F_s.

La portata iniziale al fronte di scavo può essere poi valutata con la seguente espressione:

$q_h = F_h \cdot q_s$

dove: q_h = portata iniziale al fronte

q_s = portata al fronte in condizioni stazionarie

F_h = fattore di flusso al fronte (variabile da 1 a 5 in funzione della permeabilità)

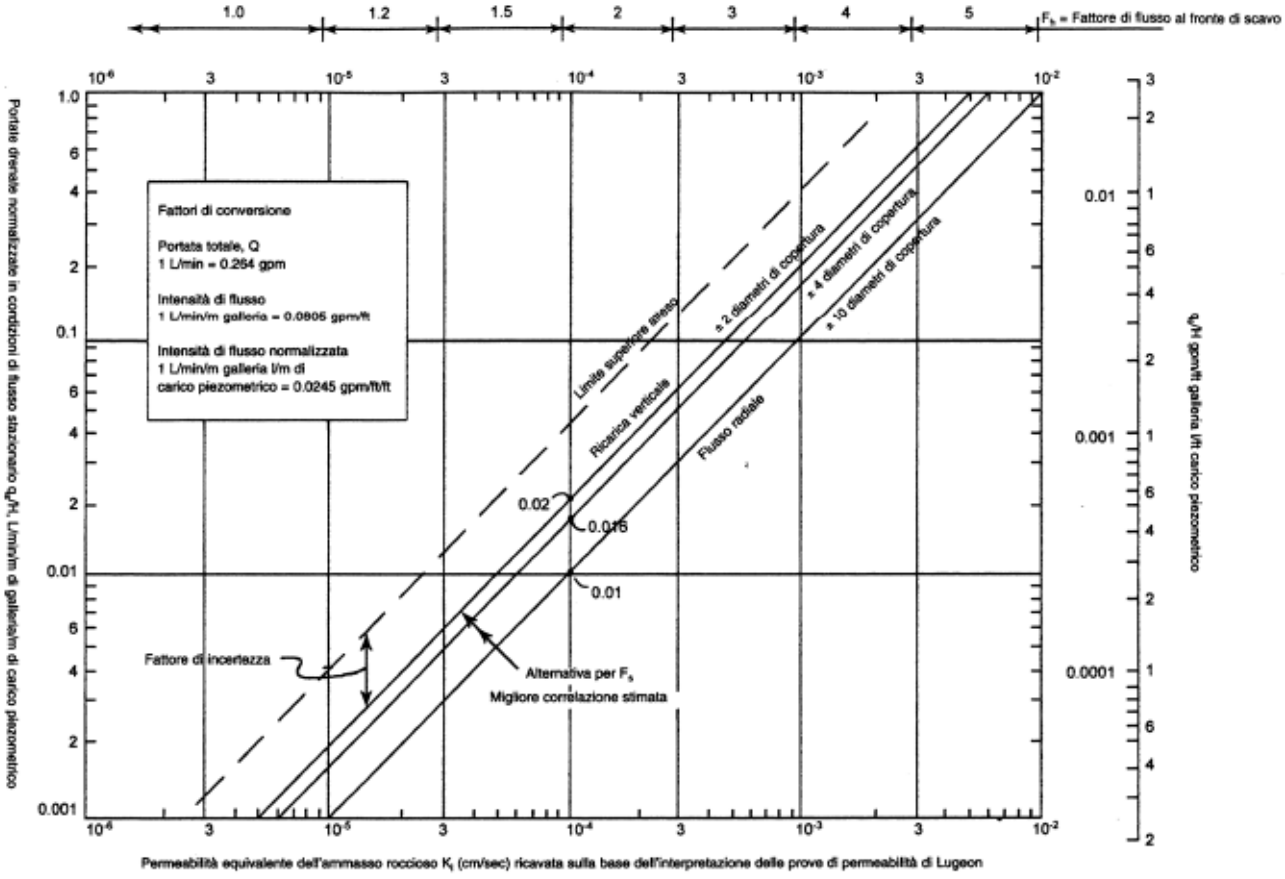
La riduzione della portata dai valori iniziali ai valori a regime è conseguenza di diverse cause, tra cui in particolare:

- il flusso al fronte è tridimensionale provenendo sia dal fronte in avanzamento che dalle pareti dello scavo;
- in prossimità del fronte si hanno pressioni e carichi idrostatici maggiori con più elevati gradienti idraulici;
- fenomeni di rapido svuotamento di zone e sacche sature ma di limitata estensione.

Il tempo necessario alla riduzione delle portate dai valori iniziali ai valori a regime stazionario non è di fatto determinabile se non in condizioni particolarmente semplici.

Per la determinazione delle portate drenate ciascuna galleria è stata suddivisa in tratte omogenee della lunghezza di 10 m a cui sono stati attribuiti corrispondenti valori di altezza di ricoprimento, carico idraulico e permeabilità

d'ammasso; le portate ottenute sono state rappresentate in forma grafica in funzione della progressiva, sia come portata per singola tratta di calcolo che come portata cumulata all'imbocco.



Abaco per la determinazione delle portate drenate

I valori di permeabilità adottati, che condizionano sostanzialmente il risultato finale, sono stati ottenuti a mezzo delle prove di permeabilità condotte in sito i cui risultati sono di seguito sintetizzati (cfr. tabella successiva):

Sondaggio n°	Profondità [m]	K [m/s]	Unità
S5	4.5÷5.0	3.21E-06	Alt
S8	18.5÷20.0	7.36E-08	Alt
S2	27.50÷29.0	9,38E-08	FS2
S5	23.0÷25.0	1,02E-06	FS1-Fratturato
S21	24.0÷25.0	1,13E-07	FS2
S22	9.0÷12.0	4,83E-08	FS1
S24	20.0÷22.0	3,06E-06	FS1-Fratturato

Sondaggio n°	Profondità [m]	K [m/s]	Unità
S28	27.0+30.0	1,65E-08	FS1
SN01	36.0-39.0	1,78E-08	FS2
SN05	33.0-36.0	3,14E-08	FS1
SN06	185.0-188.0	8,98E-08	FS1

Sulla base dei dati sperimentali sono stati quindi definiti i seguenti valori di riferimento per le diverse unità intercettate dagli scavi in sotterraneo:

Unità FS1: coefficiente di permeabilità medio $1.0 \cdot 10^{-7}$ m/s

Unità FS2: coefficiente di permeabilità medio $1.0 \cdot 10^{-7}$ m/s

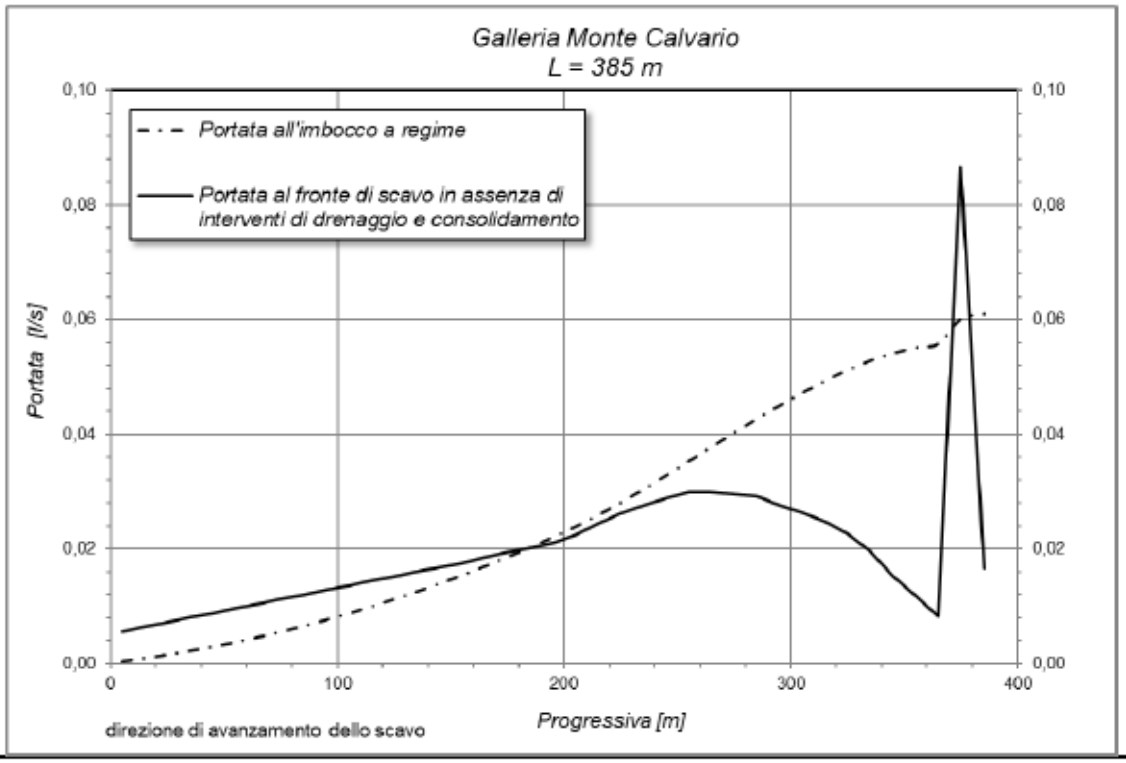
Zone di Faglia: coefficiente di permeabilità medio $5.0 \cdot 10^{-6}$ m/s

Alteriti: coefficiente di permeabilità medio $1.0 \cdot 10^{-6}$ m/s

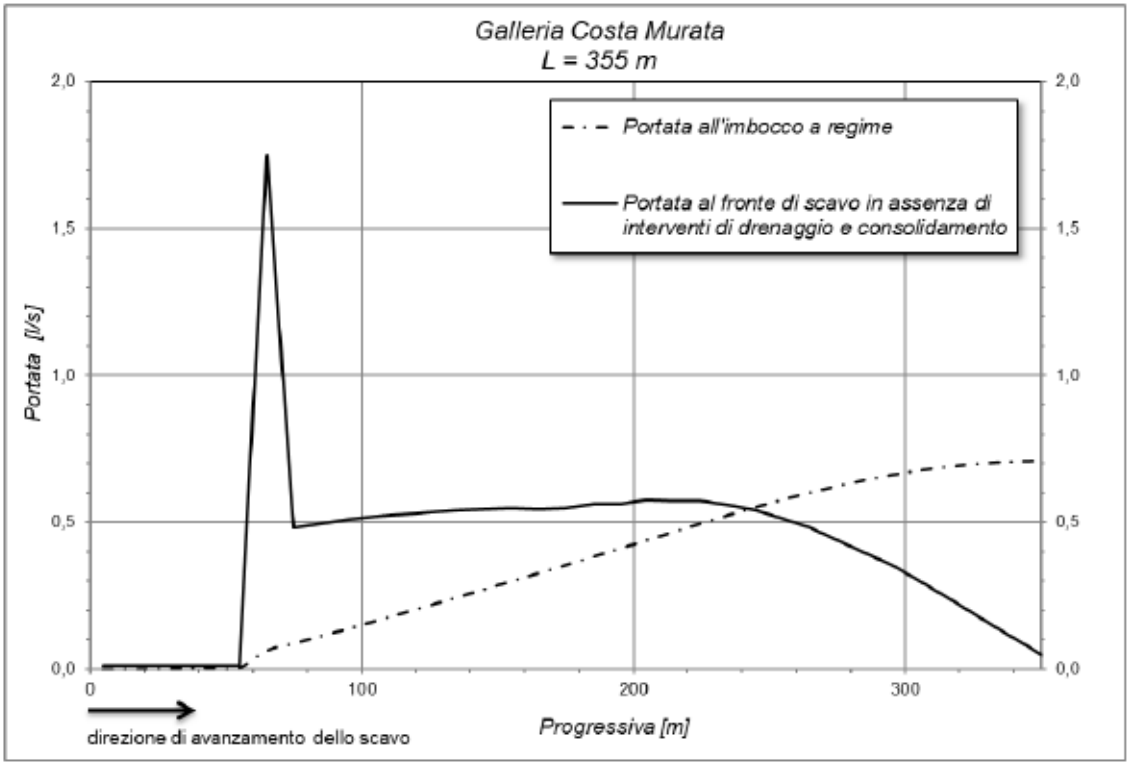
Per le unita plioceniche si è fatto riferimento alla campagna di indagini RFI assumendo i seguenti valori di riferimento:

coefficiente di permeabilità medio $2.0 \cdot 10^{-6}$ m/s

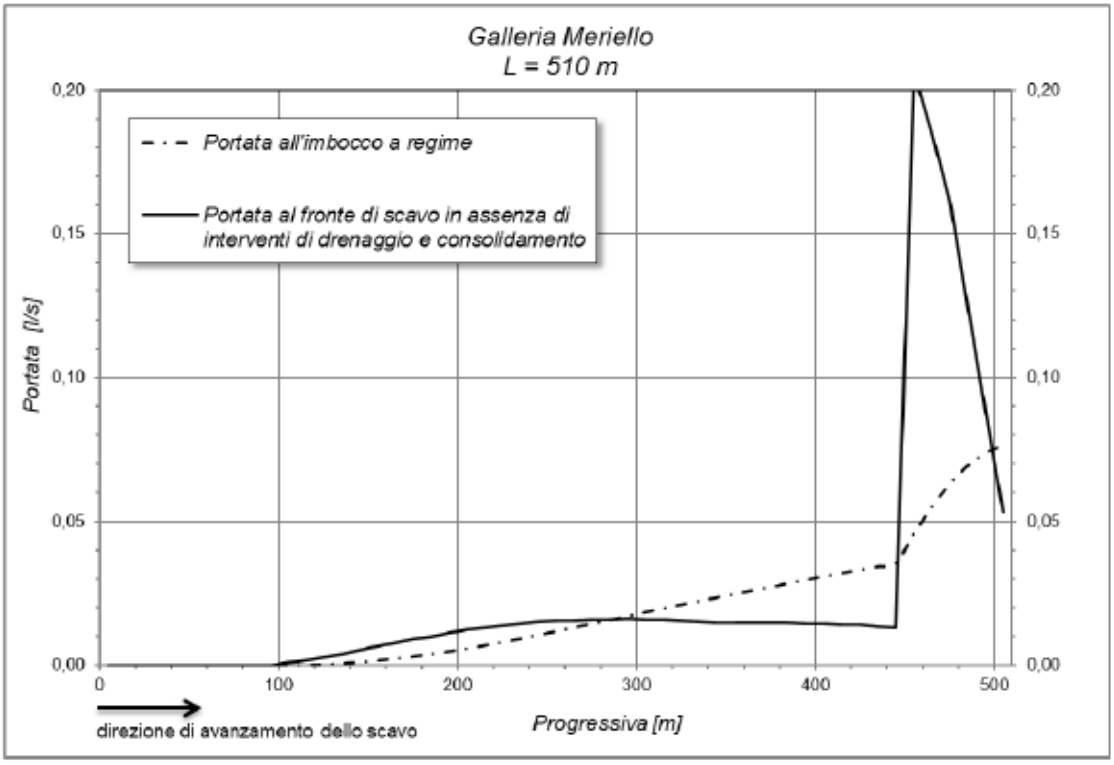
Sulla base dei valori medi di permeabilità delle diverse unità intercettate dagli scavi in sotterraneo e delle formulazioni più sopra riportate, con applicazione di un fattore di incertezza pari a 2, si sono determinate le portate mostrate nelle due figure successive.



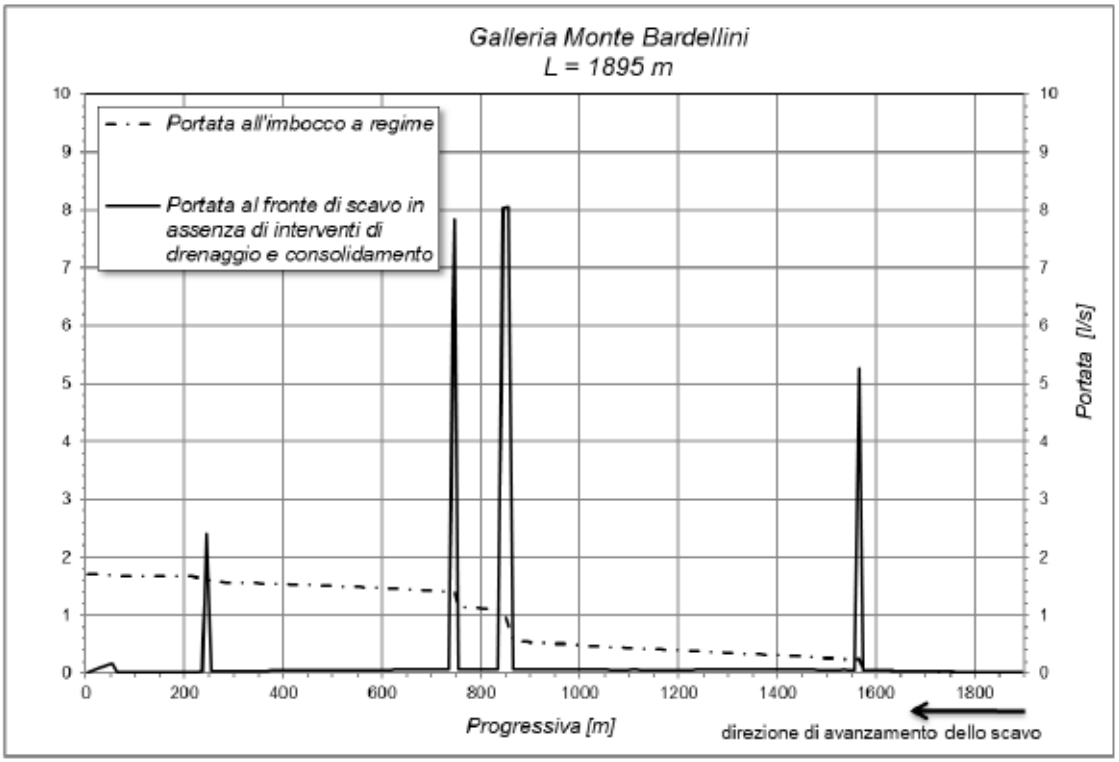
Galleria Monte Calvario: portate drenate



Galleria Costa Murata: portate drenate



Galleria Meriello: portate drenate



Galleria Monte Bardellini: portate drenate

I risultati ottenuti evidenziano che all'interno delle formazioni di substrato, a fronte di generali condizioni di stillicidio, in corrispondenza delle zone di clastesi connesse ai principali disturbi tettonici, in assenza di interventi consolidamento e drenaggio, si potranno avere apporti più consistenti con portate al fronte fino a circa 8 l/s, previste in particolare per la galleria Monte Bardellini. Occorre sottolineare che tali valori sono del tutto teorici e che in realtà le portate al fronte saranno sensibilmente inferiori in virtù degli interventi di consolidamento previsti, in grado di ridurre sensibilmente la permeabilità al contorno del cavo, e dei drenaggi lanciati in avanzamento al fronte, in grado di determinare una ridistribuzione degli afflussi concentrati su tratte di maggiore estensione con conseguente riduzione dei valori di portata unitaria.

Le portate all'imbocco sono state determinate in condizioni di flusso stazionario considerando la riduzione della permeabilità al contorno del cavo connessa alla messa in opera del rivestimento di prima fase. Tale effetto è stato cautelativamente modellato apportando una riduzione di un ordine di grandezza ai valori di permeabilità d'ammasso, al fine di poter considerare locali fenomeni di fessurazione del rivestimento di prima fase, di per sé caratterizzato da permeabilità molto basse (generalmente comprese tra 10^{-10} e 10^{-12} m/s).

Sulla base di tali assunzioni le portate totali a regime, nei casi più significativi, raggiungono valori massimi pari a 1.70 l/s per la Galleria Monte Bardellini. Occorre tuttavia considerare che le portate realmente drenate a regime potranno essere in realtà sensibilmente inferiori, in conseguenza dell'effetto degli interventi di consolidamento (con conseguente riduzione della permeabilità al contorno del cavo) messi in atto nelle zone di faglia, ove sono concentrati i maggiori apporti idrici.

3.3.2 Interventi di mitigazione per la componente ambiente idrico

3.3.2.1 Interventi per la riduzione degli impatti sulle componenti acque

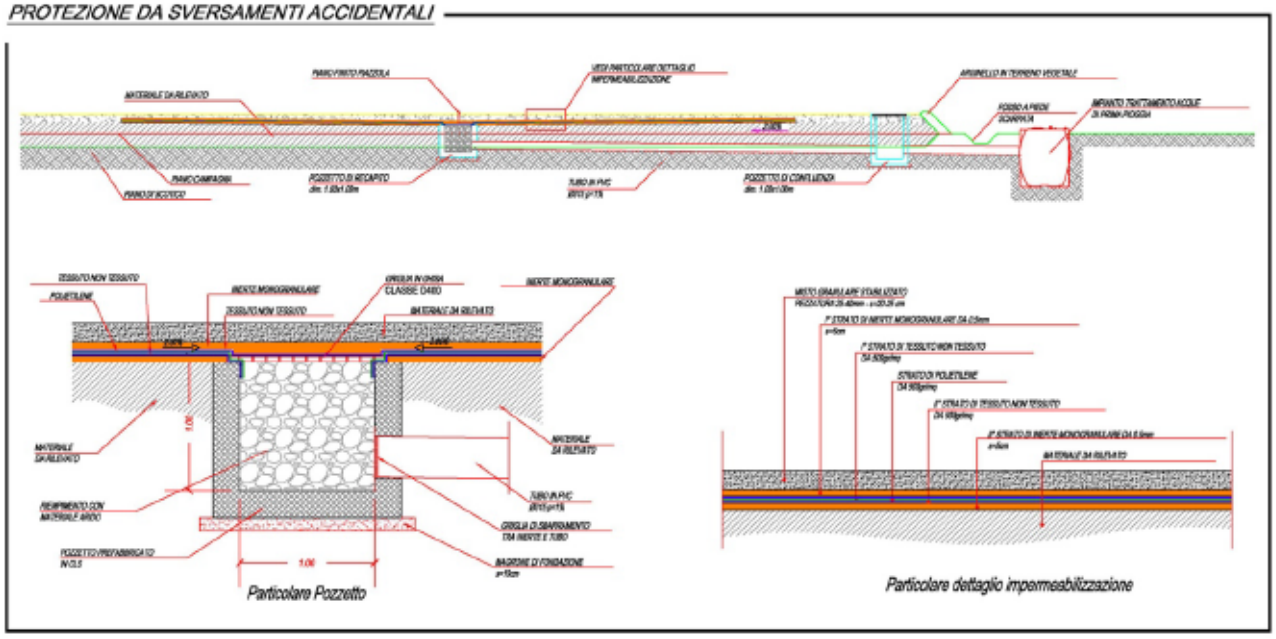
Di seguito sono descritte le misure di mitigazione delle potenziali interferenze prodotte dalle attività svolte all'interno delle aree cantiere sulla rete di drenaggio naturale e sulle acque sotterranee. A tali azioni si affiancano ulteriori criteri di best-practice ambientali per la corretta gestione delle aree di cantiere. Essi sono:

- durante le attività di scavo e preparazione dell'area di cantiere, minimizzare le interferenze con le acque di scorrimento superficiale realizzando drenaggi;
- raccogliere e conferire gli olii e le sostanze grasse ad idoneo consorzio per lo smaltimento.

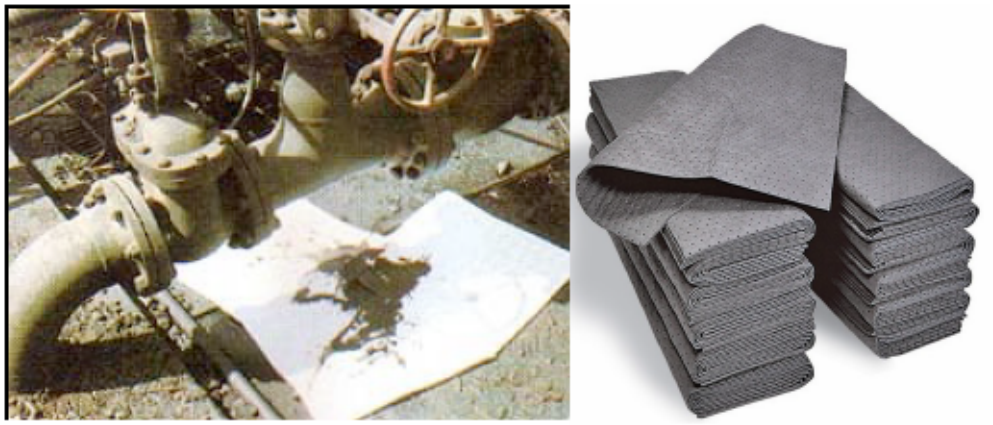
Alla luce delle caratteristiche dei suoli e della presenza di falda acquifera, si è ritenuto necessario sviluppare le seguenti misure mitigative specifiche per la salvaguardia del suolo e della qualità delle acque sotterranee:

- trattamento delle acque di prima pioggia limitatamente alle aree di cantiere in cui stazionano i mezzi meccanici (aree di parcheggio) ed in cui si sviluppano operazioni di manutenzione (officine);
- impermeabilizzazione delle aree di parcheggio e di quelle destinate alla manutenzione ed allo stoccaggio di materiali pericolosi (officine, carburanti, oli, etc.);

PROTEZIONE DA SVERSAMENTI ACCIDENTALI



Al fine di mitigare l'effetto di possibili sversamenti in cantiere è prevista l'istallazione, nei pressi delle aree di deposito olii, di kit anti-sversamento di pronto intervento;



Uso di fogli oleoassorbenti per contenere lo sversamento al suolo di oli minerali

Inoltre, per prevenire l'inquinamento dei suoli e delle acque nelle aree di cantiere, si adotteranno i seguenti accorgimenti operativi:

- i rifornimenti di carburante e lubrificante ai mezzi meccanici avverranno su pavimentazione impermeabile;
- si effettuerà il controllo giornaliero dei circuiti oleodinamici dei mezzi.

Per lo stoccaggio dei materiali liquidi pericolosi è previsto l'utilizzo di appositi contenitori con raccolta degli eventuali sversamenti in fase di utilizzo.

In tutte le aree di cantiere sarà garantita la presenza di fossi per la raccolta delle acque meteoriche e non, finalizzate ad annullare o quantomeno a limitare effetti erosivi sul terreno a causa della corrivazione delle acque non regimentate.

Relativamente ai pali di fondazione per i due ponti in progetto, dal punto di vista operativo, è prevista la realizzazione dei pali con tubo camicia e dunque senza fanghi bentonitici.

Infine, per contenere il rischio di impatto da sversamenti accidentali all'interno dei torrenti interessati dalla realizzazione delle opere di scavalco è stata prevista l'adozione di specifici interventi con Barriere assorbenti galleggianti. In presenza quindi di lavori prossimi all'attraversamento dei corsi d'acqua saranno preliminarmente installate a più livelli barriere utili ad arginare eventuali sversamenti. Le barriere saranno posate e chiuse ad anello per mezzo di moschettoni, l'imbottitura a fascette tubolari isolanti della barriera consente di assorbire le sostanze inquinanti (soprattutto olii ed idrocarburi) ma non l'acqua. Man mano che la sostanza inquinante viene assorbita, la barriera affonda leggermente nell'acqua, ma l'olio o l'idrocarburo resta sempre in contatto con materiale assorbente pulito. Quando è completamente satura, la barriera galleggia appena sotto il pelo dell'acqua, garantendo comunque l'arginatura dell'eventuale quantità di inquinante ancora non assorbito, che potrà essere totalmente eliminato con la posa di un successivo anello di barriera.



Esempi di posa in opera di barriere galleggianti assorbenti

Inoltre, una riduzione del rischio di impatti significativi sulla componente suolo e sottosuolo in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando, oltre a tutte quelle indicazioni già riportate nella precedente sezione "Acque sotterranee", anche altri specifici interventi di mitigazione quali:

- al fine di minimizzare i rischi di dilavamento di inquinanti in falda, le aree pavimentate saranno dotate di pendenza in modo da convogliare gli eventuali sversamenti in vasche di raccolta a tenuta;
- le aree dedicate allo stoccaggio temporaneo di fusti e contenitori saranno dotate di tettoie e di pavimentazione e/o vasche in pendenza adducente eventuali liquidi in vasca di contenimento a tenuta;
- le operazioni di carico/scarico dai serbatoi alle autocisterne saranno effettuate in apposite aree servite da vasca di raccolta.;
- tutti i serbatoi di stoccaggio dei rifiuti liquidi saranno dotati di bacini di contenimento di volume superiore ad 1/3 della capacità geometrica dei serbatoi;
- i rifiuti in fusti e contenitori dovranno essere stoccati in appositi magazzini:
  - coperti per stoccaggio di rifiuti pericolosi infiammabili (liquidi/solidi/fangosi);
  - coperti per lo stoccaggio di rifiuti (liquidi/solidi/fangosi) pericolosi e non pericolosi.
- sarà vietato:
  - lo scarico del calcestruzzo residuo sul suolo;
- per i disarmanti ed altri additivi saranno utilizzati prodotti biodegradabili e atossici.

Per quanto riguarda il deposito temporaneo dei rifiuti saranno rispettate le modalità di stoccaggio dei rifiuti in modalità "differenziata".



Per lo stoccaggio di rifiuti liquidi in serbatoi fuori terra, questi saranno dotati di un bacino di contenimento, eventualmente compartimentato, di capacità pari all'intero volume del serbatoio.



Soluzioni per il corretto stoccaggio di fusti e serbatoi contenenti rifiuti liquidi inquinanti (in basso)

3.3.2.2 *Procedura per la protezione dei corsi d'acqua e del suolo in caso di sversamento accidentale*

Di seguito si riporta una ipotesi di procedura ambientale per la gestione in cantiere di eventuali eventi accidentali di sversamento su suolo o in acqua di sostanze pericolose.

La seguente procedura potrà essere ulteriormente dettagliata nelle successive fasi progettuali e dovrà essere definitivamente sviluppata dall'Appaltatore nel Sistema di Gestione Ambientale del cantiere che dovrà essere implementato prima dell'avvio dei lavori.

Area di Possibile Origine	Possibili conseguenze	Impatto ambientale
Serbatoio di gasolio Perdita carburante automezzi Circuiti macchine operatrici Tracimazione vasca di contenimento Incendio di imballaggi plastici a terra Travaso errato e Sversamento di altre sostanze pericolose (es. vernici)	Formazione di uno sversamento in caso di liquidi Rilascio di vapori/gas Presenza di materiale solido a terra in caso di innesco: sviluppo di incendio /esplosione	Possibile inquinamento di suolo ed acque superficiali Inquinamento suolo e acque di falda Peggioramento qualità del l'aria

MODALITÀ DI INTERVENTO DELLA SQUADRA DI EMERGENZA

1. Evacuazione della zona interessata dallo sversamento / rilascio
2. Delimitazione della zona interessata dallo sversamento / rilascio;
3. Le maestranze ed il personale di intervento dovrà Indossare i Dispositivi di Protezione Individuali (D.P.I.);
4. Attivazione dei KIT anti-sversamento (sepiolite sfusa, panni assorbenti, sabbia ecc.) ed una pala;
5. Togliere tensione all'impianto elettrico nella zona interessata;
6. Eliminare possibili sorgenti di ignizione;
7. Intercettare le possibili perdite di liquidi o di gas da tubazioni;
8. In caso si evidenzi un pericolo per corpo idrici superficiali (fiume/torrente) o sistema idropotabile, chiamare il numero di servizio di emergenza ed avvisare tempestivamente la Direzione lavori/Committenza.

Esempi di protezione di suolo e di tombin







Utilizzo KIT



Smaltimento KIT usato

1. Bonificare e mettere in sicurezza i rifiuti di contenimento degli sversamenti
2. Procedere alla gestione della sostanza sversata e dell'eventuale materiale assorbente, seguendo le indicazioni della SCHEDA DI SICUREZZA del prodotto sversato

Terminati gli interventi di emergenza e comunque entro i termini stabiliti dalla vigente normativa, per gli sversamenti che abbiano provocato un impatto ambientale che non sia stato completamente rimosso, dovrà essere inoltrata, dal Responsabile di competenza, una comunicazione al Comune, alla Provincia e alla Regione nonché all'organo di controllo ambientale (ARPA) e sanitario (AUSL) territorialmente competenti, contenente tutte le informazioni necessarie ed esaurienti sull'accaduto. Entro i termini stabiliti dalla vigente normativa dovranno essere comunicati, inoltre, al Comune, alla Provincia e alla Regione territorialmente competenti, gli interventi di messa in sicurezza d'emergenza adottati e/o in fase di esecuzione.
Comunicare l'eventuale sversamento in rete fognaria al gestore della rete.

Intervento in caso di fuoriuscita carburante da automezzo:
Allontanarsi immediatamente dal luogo dove si è verificato l'incidente e segnalare immediatamente l'accaduto alle autorità competenti: VVF, POLIZIA MUNICIPALE, e nel caso ci siano feriti avvertire immediatamente i SERVIZI DI PRONTO INTERVENTO.

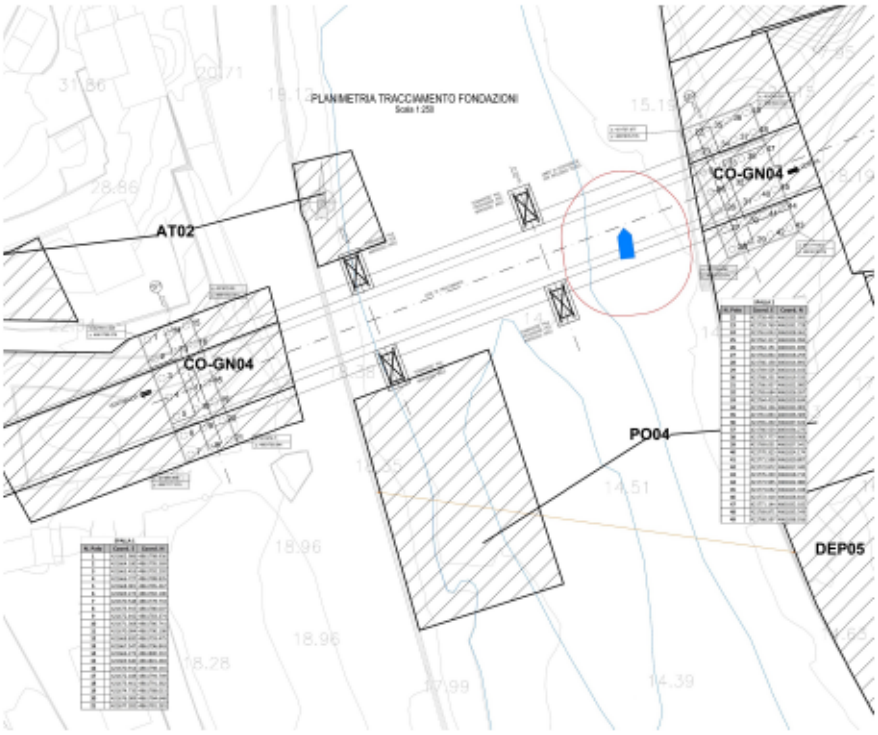
3.3.2.3 La tutela dei pozzi presenti all'interno della piana alluvionale del Torrente Impero

Particolare attenzione è stata posta alla perimetrazione delle aree tecniche e delle opere provvisionali per la realizzazione del ponte sul Torrente Impero all'interno del cui alveo sono presenti diversi pozzi per uso potabile. In particolare, l'opera scavalca un pozzo presente proprio in asse al tracciato di progetto.

Al fine di garantire il rispetto dell'area di tutela assoluta, normata dal D. Lgs. 152/99 con estensione di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione, è stata studiata in modo specifico la cantierizzazione della realizzazione del ponte sul torrente Impero al fine di evitare interferenze con le opere provvisionali necessarie per il varo del ponte.

Particolare attenzione è stata quindi posta sia alla perimetrazione delle aree tecniche che alla posizione delle pile provvisorie di varo. Di seguito si riporta uno stralcio cartografico in cui si evidenziano la posizione del pozzo (in azzurro), il perimetro della zona di tutela assoluta (in rosso) e la posizione delle aree di cantiere e delle pile provvisorie di varo.

La posizione di queste ultime garantisce la non interferenza delle opere provvisionali con l'area di tutela assoluta.



Stralcio cartografico in cui si evidenziano la posizione del pozzo (in azzurro), il perimetro della zona di tutela assoluta (in rosso) e la posizione delle aree di cantiere e delle pile provvisorie di varo.

Per la realizzazione dell'opera in questione chiaramente valgono tutte le procedure, le precauzioni e le mitigazioni precedentemente elencate al fine di evitare interferenze dirette con la falda acquifera alluvionale dalla quale attingono i pozzi presenti nell'alveo del torrente Impero.

3.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

3.4.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

3.4.1.1 Modifica della morfologia in corrispondenza delle aree di cantiere e di lavorazione

In riferimento alle aree di cantiere e di lavorazione previste dal progetto, ed in considerazione del fatto che alla conclusione dei lavori di realizzazione della nuova infrastruttura stradale, tali aree saranno tempestivamente smantellate, sarà effettuato lo sgombero e lo smaltimento del materiale di risulta derivante dalle opere di realizzazione, e come meglio illustrato nei paragrafi successivi, sarà effettuato il loro ripristino ambientale, si può

affermare che le attività di scavo e sbancamento connesse all'approntamento di tali aree determineranno degli impatti pressoché trascurabili in termini di modificazione della morfologia.

3.4.1.2 Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo

Gli impatti sull'ambiente suolo e sottosuolo, derivanti dalle lavorazioni previste per la realizzazione delle opere, sono riconducibili ad eventuali sversamenti accidentali da parte delle macchine operatrici. Di conseguenza gli impatti sono da ritenersi moderati e perlopiù legati all'eccezionalità di un evento accidentale.

Come meglio specificato nei paragrafi successivi, durante la fase di cantiere saranno previsti opportuni accorgimenti atti a minimizzare il verificarsi del potenziale impatto.

3.4.1.3 Consumo di suolo e modifica destinazione d'uso

Il potenziale impatto è legato alla presenza delle aree di cantiere. In merito alla variazione di destinazione d'uso del suolo in fase di cantiere, si evidenzia che l'occupazione delle suddette aree sarà temporanea e a fine lavori saranno completamente ripristinate.

Per tali motivazioni il potenziale impatto può ritenersi trascurabile.

3.4.1.4 Perdita di suolo

Se dal punto di vista ambientale il terreno pedogenizzato (suolo) rappresenta una risorsa indispensabile per lo sviluppo della vegetazione, da quello geotecnico tale tipologia di terreno costituisce un elemento disomogeneo, con presenza di elementi vegetali, spesso alterato e argillificato, soggetto a cedimenti. Tali caratteristiche sono ovviamente incompatibili con una corretta interazione terreno - struttura.

La conseguente esigenza di asportazione di uno strato di terreno vegetale si determina con riferimento all'approntamento delle aree di lavoro, ossia delle aree destinate all'esecuzione delle opere in progetto e comprendenti, oltre all'area di esproprio definitivo, una fascia su entrambi i lati di ampiezza variabile per la movimentazione dei mezzi di cantiere, sia le aree di cantiere fisso.

L'Azione di progetto ***Approntamento delle aree di cantiere*** può quindi essere all'origine di una perdita della coltre di terreno vegetale, ossia configurare un uso di una risorsa naturale, nei casi in cui detto terreno sia conferito in discarica, dando così luogo ad un consumo di risorsa naturale, seppur solo connesso e non strettamente funzionale alla realizzazione dell'opera in progetto.

Inoltre, si evidenzia che, come riportato nella relazione sulla Gestione delle materie, il terreno vegetale asportato, circa 9.000 mc (8.961 mc) sarà stoccato in siti idonei a ciò destinati e conservato secondo modalità agronomiche specifiche in attesa di riuso all'interno dell'appalto. Tale misura gestionale consentirà di coprire più del 50% dei fabbisogni di terreno vegetale (16.997 mc), così come riportato nel bilancio materiali al quale si rimanda, documento "Relazione di gestione materie" (T00GE02GEORE01).

Stante quanto documentato in merito al riutilizzo del terreno vegetale ai fini della copertura del fabbisogno di terreno vegetale, la significatività dell'impatto in esame può essere considerata trascurabile.

3.4.1.5 *Gestione rifiuti e materie*

In merito alla produzione di rifiuti e materie, parte del materiale proviene dall'attività di scavo delle gallerie sarà riutilizzato all'interno dell'opera in progetto.

Nel progetto, quindi, si applica in linea generale l'ottimizzazione dei processi produttivi e il massimo riutilizzo del materiale scavato.

Date le caratteristiche litologiche dei materiali in sito e delle opere in progetto, è stato possibile definire i volumi in gioco in termini di approvvigionamento/smaltimento dei materiali con l'obiettivo di quantificare il materiale di scavo eventualmente riutilizzabile e ridurre al minimo gli approvvigionamenti esterni di inerti/calcestruzzi/materie prime e gli smaltimenti esterni di rifiuti.

Nella tabella seguente vengono mostrati i volumi di scavo distinti per unità, sia in termini di mc banco, sia in termini percentuali, sulla base dell'analisi delle quantità di computo metrico. In particolare, sulla base della caratterizzazione geologica e geotecnica di tutto il progetto, è stata fatta un'attenta analisi di profili, sezioni e planimetrie di progetto dell'infrastruttura per poter attribuire alle unità geologico-geotecniche il quantitativo corretto di volume di scavo coinvolto.

I risultati mostrano che l'unità più rappresentata (569.714 mc) è quella della formazione del ***Flysch di Sanremo***, costituito nella maggior parte (453.934 mc) dai materiali della facies FS1 e provenienti quasi interamente dagli scavi per la realizzazione delle principali opere in sotterraneo (Galleria Bardellini, Costa Murata e Meriello) e per la rimanente parte dai materiali della facies FS2 (115.780 mc), di pressochè analoga provenienza. L'unità nel suo complesso rappresenta circa il 60% del totale.

unità litologica	*mc*	*percentuale*
r	30.552	3,2%
ec	47.532	5,0%
Ar	52.644	5,6%
Aa	37.102	3,9%
Alt	150.854	16,0%
AO	55.911	5,9%
FS1	453.934	48,1%
FS2	115.780	12,3%
TOTALE SCAVI	944.309	100,0%

Volumi di scavo distinti per unità litologiche

In base ai dati di fabbisogno e di disponibilità dei materiali di scavo i materiali che potranno essere riutilizzati nell'ambito della realizzazione dell'opera in progetto sono pari ad un totale di **223.679 mc** (banco), così ripartiti:

- 8.961 mc (banco) di terreno vegetale proveniente dallo scotico delle sezioni in trincea e dallo scotico dei piani di posa dei rilevati.
- 153.774 mc (banco) di materiale proveniente da parte degli scavi per la realizzazione delle opere in sotterraneo e in particolare della Galleria Bardellini, da destinare alla formazione dei nuovi rilevati per le tratte T2, T3 e T4 previa frantumazione del materiale lapideo di natura arenacea e calcarea; tale riutilizzo si rende possibile grazie alla consequenzialità definita nel cronoprogramma per la costruzione dei nuovi rilevati stradali di tali tratte, che avverrà contestualmente agli scavi per la realizzazione della galleria.
- 60.944 mc (banco) di materiale per rinterri muri e fondazioni, provenienti dagli scavi di sbancamento.

Tali materiali, ai sensi del D.P.R. 120/2017 e delle linee guida S.N.P.A. (delibera 54/2019), verranno gestiti in ***esclusione dal regime dei rifiuti*** (art. 185, comma 1, lettera c, D.Lgs. 152/2006 e Art.24 del D.P.R. 120/2017).

Dall'analisi del bilancio delle terre, risulta che il quantitativo di materiale di scavo in esubero dai possibili riutilizzi nell'ambito del progetto è pari a 720.629 mc (banco): di questo quantitativo, il materiale che potrà essere riutilizzato è pari a **683.756 mc** (banco).

Tale quantitativo, ai sensi del D.P.R. 120/2017 e delle linee guida S.N.P.A. (delibera 54/2019), verrà gestito in ***regime di sottoprodotti*** (art. 184- bis D.Lgs. 152/2006 e Titolo II del D.P.R. 120/2017).

Sono stati individuati degli impianti presenti nella zona ai fini di un conferimento delle terre e rocce da scavo, in esubero dai riutilizzi in cantiere, come ***sottoprodotti*** in operazioni di recupero ambientale delle stesse, privilegiando gli impianti che ricadono in un raggio relativamente ristretto dall'area di intervento.

In particolare, sono stati individuati come siti di destinazione finale delle terre e rocce da scavo i seguenti siti di deposito:

- **"Cava Pennavaire"** – Castelbianco (SV)
- **"Cava Torri"** – Toirano (SV)

La **Cava Pennavaire** è un impianto che ricade in Comune di Castelbianco (SV) ed è posta a circa 38 km dalla zona di fine intervento (svincolo Impero). Da un punto di vista territoriale la cava è inserita in ambito zona "***ES – Area estrattiva"*** all'interno di un'area, nel complesso, prettamente a verde agricolo o forestale. L'impianto di cava è autorizzato ad accettare terre e rocce da scavo in regime di ***sottoprodotto*** nelle attività di recupero ambientale della cava. Essi dovranno essere gestiti con le modalità del DPR 120/2017 e potranno essere utilizzati solo previa verifica del soddisfacimento dei requisiti di idoneità ai sensi della norma suindicata, qualora tutti i parametri analizzati rientrino nei limiti previsti nella ***Tab.1 Colonna A dell'Allegato 5 Titolo V*** della Parte Quarta del D. Lgs 152/2006.

La **Cava Torri** è un impianto ricade in Comune di Toirano (SV) ed è posta a circa 41 km dalla zona di fine intervento (svincolo Impero). Da un punto di vista territoriale la cava è inserita in ambito zona "***ES – Aree estrattive"*** all'interno di un'area, nel complesso, prettamente a verde agricolo o forestale. L'impianto di cava è autorizzato ad accettare terre e rocce da scavo in regime di ***sottoprodotto*** nelle attività di recupero ambientale della cava. Essi dovranno essere gestiti con le modalità del DPR 120/2017 e potranno essere utilizzati solo previa verifica del soddisfacimento

dei requisiti di idoneità ai sensi della norma suindicata, qualora tutti i parametri analizzati rientrino nei limiti previsti nella *Tab.1 Colonna A dell'Allegato 5 Titolo V* della Parte Quarta del D. Lgs 152/2006.

In sintesi, gli impianti idonei ad accogliere le terre e rocce da scavo come sottoprodotti riceveranno, sulla base delle volumetrie massime accettate, i seguenti quantitativi di terre e rocce da scavo:

- Cava Pennavaire: **68.376 mc banco** (pari a 85.470 mc smossi e 77.700 mc in opera ricompattati);
- Cava Torri: **615.381 mc banco** (pari a 769.2261 mc smossi e 699.296 mc in opera ricompattati).

Tali volumi, sulla base dell'analisi del bilancio delle terre, verranno destinati a tali impianti per coprire in modo completo il quantitativo di materiale di scavo in esubero dai possibili riutilizzi nell'ambito del progetto, ad eccezione di **36.873** mc di terre e rocce da scavo in esubero da destinare a impianto di recupero (CER 170504). I quantitativi da destinare a ciascun impianto sono stati ottimizzati nell'ottica delle minori distanze dal sito di produzione e in relazione alle disponibilità dei diversi impianti coinvolti.

In particolare, gli impianti idonei ad accogliere le terre e rocce da scavo come *sottoprodotti* sono ubicati nell'area ad una distanza variabile tra un minimo di 38 km ed un massimo di 41 km, come risulta dalla seguente Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata., che riporta anche i quantitativi massimi conferibili negli stessi impianti.

Nome impianto	Ubicazione	Materiale accettato	Lettere di disponibilità e/o autorizzazioni	Distanza	Volumetrie accettate
Cava Pennavaire TRE TORRI COSTRUZIONI SRLS	Castelbianco (SV)	terre e rocce da scavo	*iter autorizzativo in corso (Regione Liguria)*	38 km	100.000 mc
Cava Torri IMPRESA CERRUTI SPA	Toirano (SV)	terre e rocce da scavo	P.A.U.R. Regione Liguria n.7592-2021 con scad. 2031	41 km	3.800.000 mc

Impianti per la destinazione finale delle terre e rocce da scavo

Come detto in precedenza, parte dei volumi provenienti dagli scavi delle terre e rocce da scavo e in esubero dai possibili riutilizzi come sottoprodotto verrà gestito come *rifiuto* (*codice CER 170504*). Tale quantitativo risulta pari a:

- **36.873** mc di terre e rocce da scavo (CER 170504)

In particolare, tali materiali verranno conferiti agli impianti di proprietà della ditta **Impresa Cerruti Spa**, così come riportato anche nella tabella seguente. Tali impianti sono autorizzati ad accettare terre e rocce da scavo in regime di rifiuto.

Inoltre, il progetto prevede i seguenti quantitativi derivanti dalle demolizioni delle strutture esistenti, ovvero:

- **4.297** mc di demolizioni e fresatura pavimentazioni in conglomerato bituminoso;
- **21.791** mc di demolizioni strutture in cls;

In generale, tutti i materiali che verranno gestiti come *rifiuti* e conferiti in idonei impianti dovranno viaggiare con opportuno *Formulario di Identificazione dei Rifiuti (FIR)*, come previsto dalla normativa sui rifiuti.

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche principali degli impianti di recupero e discarica di inerti coinvolti, le relative distanze dal cantiere e i quantitativi massimi conferibili negli stessi impianti in relazione ai codici CER autorizzati.

IMPIANTI DI RECUPERO E DISCARICHE DI INERTI				
Nome impianto	**Ubicazione**	**CER autorizzati**	**Lettere di disponibilità e/o autorizzazioni**	**Distanza**
IMPRESA CERRUTI SPA Discarica in loc. Rio Sgorreto	Pontedassio (IM)	170101, 170302, 170504, 170904 (26.500 t/annue)	Provv. Dir. 23-03-2018 con scad. 03-2028	4 km
IMPRESA CERRUTI SPA Impianto di recupero in fraz. Bastia	Bastia d'Albenga (SV)	170101, 170302, 170904 (6.478 t/a) 170504 (15.000 t/a)	AUA n.3380 22-12-2020 con scad. 12-2035	30 km

Impianti di recupero e discariche di inerti

Il riutilizzo in situ di parte del materiale scavato porta diversi vantaggi tra cui:

- la riduzione del traffico dei mezzi per il movimento terra da e per la discarica e/o impianti di recupero;
- il riutilizzo in loco di materiali inerti idonei;
- la limitazione dell'utilizzo di materiali lapidei provenienti da altro sito e non rinnovabili.

Visto quindi il riutilizzo di parte del materiale di scavo, il conferimento in impianto di recupero autorizzato della restante parte e il modesto quantitativo di materiale da approvvigionare, l'impatto può essere ritenuto trascurabile.

3.4.1.6 Consumo di risorse non rinnovabili

L'impatto in esame è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri, rilevati ed opere in calcestruzzo.

In linea teorica, la significatività di detto effetto discende, in primo luogo, dalle caratteristiche fisiche dell'opera in progetto e dai conseguenti volumi di materie prime, necessari alla sua realizzazione, nonché dalle modalità poste in essere ai fini del soddisfacimento di tali fabbisogni. Un ulteriore elemento che, sempre sotto il profilo teorico, concorre alla determinazione della stima dell'effetto è inoltre rappresentato dall'offerta di dette risorse, per come definita dagli strumenti di pianificazione del settore e/o dalle fonti conoscitive istituzionali, e dal conseguente raffronto con gli approvvigionamenti previsti.

Entrando nel merito del caso in esame, sulla base delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto, parte di detto fabbisogno sarà coperto mediante il riutilizzo in qualità di sottoprodotti del materiale da scavo.

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere in oggetto, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni.

Si precisa che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale dei terreni, quota parte dei materiali presentano caratteristiche idonee per possibili utilizzi interni quali formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa con indicazione dei materiali scavati con indicazione di riutilizzo interno o esterno al progetto e conferimento ad impianto di recupero.

Produzione complessiva (mc)	**Utilizzo interno al progetto in qualità di sottoprodotti (mc)**	**Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti (mc)**	**Conferimento ad impianto di recupero in qualità di rifiuto (mc)**
944.309,00	223.679,00	683.756,00	36.873,00

Riepilogo bilancio complessivo dei materiali di scavo

In riferimento alla tabella sopra riportata, pertanto, la realizzazione del progetto porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di **944.309 mc** (in banco) di terreni da scavo che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto, sarà suddiviso nel seguente modo:

- riutilizzo interno all'opera ai sensi del D.P.R 120/2017: **223.679 mc**;
- riutilizzo esterno all'opera nell'ambito del D.P.R 120/2017: **683.756 mc**

In termini percentuali, la riduzione dei fabbisogni e, con essa, quella del consumo di risorse non rinnovabili risulta complessivamente di circa il 62% (cfr. Tabella seguente).

Fabbisogno (mc)	**Riutilizzo (mc)**	**Approvvigionamenti (mc)**	**Riduzione del fabbisogno (%)**
362.260	223.679	138.581	62%

Riduzione del fabbisogno materiali terrigen

Tale gestione, come più diffusamente illustrato nel Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo (T00GE02GEORE02), è stata resa possibile dalla scelta di gestire in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 quota parte dei materiali provenienti dagli scavi.

In tal senso, nel corso delle attività di progettazione definitiva sono state eseguite delle analisi di caratterizzazione ambientale dei terreni atte a definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle principali opere all'aperto nonché in corrispondenza delle opere in galleria.

Le attività di indagine sono state svolte conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 e pertanto forniscono un quadro completo ed esaustivo sulle caratteristiche dei materiali che saranno oggetto di scavo e quindi sulla loro possibile gestione.

Sono state eseguite le analisi chimiche su n°32 campioni ambientali di terreno per la verifica, ai sensi del D.Lgs. 152/06, Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV (colonna A, colonna B), della conformità dei terreni alla destinazione d'uso dei siti di origine e, ai sensi del D.P.R. 120/17 della conformità dei terreni alla possibile destinazione finale, sia ai fini di un possibile riutilizzo in sito sia ai fini di riutilizzo come sottoprodotto all'esterno del cantiere.

	Galleria naturale M. Calvario	Viadotto Caramagna		Ponte sul Prino	Galleria naturale Meriello	Galleria naturale M. Bardellini
campione	SN 01	SN 02	SN 03	SN 04	SN 05	SN 06
1	32 - 45 m		0 -1 m	0 - 1 m	30 - 43 m	182 - 195 m
2			1 - 2 m	5 - 6 m		
3			3 - 4 m	11 - 12 m		

campione	PA 01	PA 02	PA 03	PA 04	PA 05	PA 06	PA 07	PA 08	PA 09	PA 10
1	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m			0 - 1 m	0 - 1 m
2	1 - 2 m	1 - 2 m	1 - 2 m	1 - 2 m	1 - 2 m	1 - 2 m				

campione	PA 11	PA 12	PA 13	PA 14	PA 15	PA 16	PA 17	PA 18	PA 19
1	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m

TERRENI (D.Lgs. 152/06)

	n° 29 campioni	**Analisi chimiche TERRENI** (verifica conformità **Tabella 1** Allegato 5 Titolo V Parte IV **D.Lgs. 152/06**) Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Idrocarburi pesanti (C>12),
	n° 3 campioni medi compositi galleria (n° 3 incrementi	**Analisi chimiche TERRENI** (verifica conformità **Tabella 1** Allegato 5 Titolo V Parte IV **D.Lgs. 152/06**) Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Idrocarburi pesanti (C>12),

Campioni ambientali per le analisi chimiche dei terreni ai sensi del D.Lgs. 152/06

In particolare, è stata verificata la conformità alle CSC per il seguente set analitico di sostanze, corrispondente al set analitico minimale di Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al DPR 120/2017:

- *Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Composti aromatici (BTEX), IPA, Idrocarburi pesanti (C>12), Amianto.*

Dai risultati delle analisi eseguite è stato possibile osservare che per tutti i campioni di terreno analizzati è stata verificata la conformità alle CSC alla destinazione d'uso dei terreni sia per la colonna A sia per la colonna B, e che potranno dunque essere gestiti come sottoprodotti all'esterno dell'ambito del cantiere.

Per i dettagli ed i certificati di analisi si rimanda all'Allegato 8.1 – Sintesi dei risultati delle analisi chimiche su terreni e acque sotterranee del PUT (T00GE02GEORE02).

In merito ai materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto (684.116 mc in banco), verranno gestiti come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo e infine ai siti di rimodellamento morfologico individuati e di seguito riportati, previa verifica del rispetto dei limiti di cui alla Tabella 1, Allegato A alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., compatibilmente con la destinazione d'uso futura degli stessi.

Per quanto riguarda l'offerta di siti di approvvigionamento, sono stati identificati i possibili siti estrattivi localizzati entro il raggio di circa 50 km.

L'ubicazione delle cave è mostrata nell'elaborato T00IA20AMBCO02 – "Cantierizzazione: ubicazione cave, discariche e impianti e viabilità" dove sono stati indicati gli impianti di cava più prossimi all'area di intervento, ove sarà possibile l'approvvigionamento dei materiali indicati

Nella tabella sottostante sono riassunte le principali caratteristiche degli impianti, tra cui le distanze e le volumetrie disponibili. Da tale tabella è possibile verificare che i volumi totali estraibili risultano più che sufficienti a coprire i fabbisogni del cantiere.

SITI DI CAVA PER APPROVVIGIONAMENTO

Nome impianto	Ubicazione	Materiale prodotto	Distanza	Volumetrie disponibili
IMPRESA CERRUTI SPA	Imperia (IM)	cls e bitumi	2 km	cls: 50 mc/h cgl bituminosi: 40 ton/h
Cava Salita Lampada IMPRESA CERRUTI SPA	Albenga (SV)	inerti	35 km	2.000.000 mc
Cava Pennavaire TRE TORRI COSTRUZIONI SRLS	Castelbianco (SV)	inerti	38 km	100.000 mc
Cava Torri IMPRESA CERRUTI SPA	Toirano (SV)	inerti	41 km	1.500.000 mc

Pertanto, è possibile affermare che l'attuale offerta di siti estrattivi sarà in grado di soddisfare le esigenze di approvvigionamenti previsti.

Si ricorda infine che, viste le caratteristiche geologiche/geomeccaniche dei materiali scavati al fine di renderne l'utilizzo maggiormente efficace per rinterri/rilevati si procederà a sottoporre parte dei materiali prodotti a trattamenti di normale pratica industriale (riduzione volumetrica e selezione granulometrica).

In conclusione, considerato che una quota parte del materiale di scavo prodotto sarà riutilizzata, in qualità di sottoprodotto, ai fini della copertura del fabbisogno di progetto, scelta progettuale che può essere intesa come misura volta a prevenire il consumo di risorse non rinnovabili, a riguardo è da considerare che per quanto sia la quantità in volume di risulta reimpiegata in cantiere, la stessa esprime la massima quantità riutilizzabile date le caratteristiche fisico-tecniche di tali materiali in relazione alle necessità di progetto. Un ulteriore cospicua parte della produzione di terre e rocce da scavo, pari a 683.756 mc circa, verranno gestiti come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo e infine ai siti di riutilizzo esterni, previa verifica del rispetto dei limiti di cui alla Tabella 1, Allegato A alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., compatibilmente con la destinazione d'uso futura degli stessi.

In conclusione, considerato che la scelta di gestire il materiale di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, consentendo una riduzione del fabbisogno di circa il 62%, può essere intesa come misura volta a prevenire il consumo di risorse non rinnovabili, e che il preliminare censimento dei siti di approvvigionamento ha evidenziato come le esigenze a ciò relative espresse dall'opera in progetto potranno essere soddisfatte nell'ambito dell'attuale offerta pianificata/autorizzata, si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata trascurabile.

3.4.2 Interventi di mitigazione per la componente suolo e sottosuolo

Come evidenziato nella sezione precedente (componente ambientale "Ambiente idrico"), gli impatti sull'ambiente idrico e sulla componente suolo e sottosuolo non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma sono legati a situazioni accidentali, e non sono definibili impatti diretti e sistematici, costituendo dunque piuttosto impatti potenziali.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sulla componente suolo e sottosuolo in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando, oltre a tutte quelle indicazioni già riportate nella precedente sezione "Ambiente idrico", anche altri specifici interventi di mitigazione quali:

- al fine di minimizzare i rischi di dilavamento di inquinanti in falda, le aree pavimentate saranno dotate di pendenza in modo da convogliare gli eventuali sversamenti in vasche di raccolta a tenuta;
- le aree dedicate allo stoccaggio temporaneo di fusti e contenitori saranno dotate di tettoie e di pavimentazione e/o vasche in pendenza adducente eventuali liquidi in vasca di contenimento a tenuta;
- le operazioni di carico/scarico dai serbatoi alle autocisterne saranno effettuate in apposite aree servite da vasca di raccolta.;
- tutti i serbatoi di stoccaggio dei rifiuti liquidi saranno dotati di bacini di contenimento di volume superiore ad 1/3 della capacità geometrica dei serbatoi;
- i rifiuti in fusti e contenitori dovranno essere stoccati in appositi magazzini:
  - coperti per stoccaggio di rifiuti pericolosi infiammabili (liquidi/solidi/fangosi);
  - coperti per lo stoccaggio di rifiuti (liquidi/solidi/fangosi) pericolosi e non pericolosi.
- sarà vietato:
  - lo scarico del calcestruzzo residuo sul suolo;

- per i disarmanti ed altri additivi saranno utilizzati prodotti biodegradabili e atossici.

Per quanto relativo agli sversamenti accidentali su suolo si rimanda a quanto già trattato nel paragrafo precedente relativo alle acque superficiali e sotterranee (cfr. § 3.3.2.2)

Per quanto riguarda il deposito temporaneo dei rifiuti saranno rispettate le modalità di stoccaggio dei rifiuti in modalità "differenziata", pertanto, nelle aree di cantiere saranno organizzati lo stoccaggio e l'allontanamento dei detriti, delle macerie e dei rifiuti prodotti, garantendo adeguate modalità di trattamento e smaltimento per:

- rifiuti assimilabili agli urbani;
- imballaggi ed assimilabili in carta, cartone, plastica, legno, ecc.;
- rifiuti speciali non pericolosi derivanti dall'uso di sostanze utilizzate come materie prime;
- rifiuti speciali pericolosi originati dall'impiego, dai residui e dai contenitori di sostanze e prodotti chimici utilizzati in cantiere, il cui grado di pericolosità può essere esaminato utilizzando le schede di sicurezza e l'etichettatura;
- rifiuti liquidi pericolosi, quali ad esempio gli olii esausti, i disarmanti utilizzati nei trattamenti delle casseforme (acidi grassi in olii minerali), i liquidi di lavaggio delle attrezzature, ecc.

L'area destinata ai container di rifiuti non sarà posta in vicinanza dei baraccamenti di cantiere e, inoltre, saranno adeguatamente cintate e protette, in funzione della tipologia dei rifiuti stessi, in modo da evitare l'emissione di odori o polveri.

La raccolta dei rifiuti urbani avverrà per mezzo degli usuali contenitori per la raccolta differenziata, posti in prossimità delle aree destinate ad accogliere i baraccamenti, le mense, gli spogliatoi e gli uffici. Per quanto riguarda i rifiuti speciali sarà fatto uso di contenitori mobili del tipo scarrabile (container) posti nei pressi delle aree di deposito e delle officine, purché adibiti a contenere rifiuti codificati con lo stesso codice CER. La tipologia e le caratteristiche di tali cassoni dovrà quindi necessariamente variare nel corso dello sviluppo del cantiere per soddisfare la necessità di non mescolare rifiuti incompatibili (suscettibili cioè di reagire pericolosamente tra di loro dando luogo alla formazione di prodotti esplosivi, infiammabili, tossici o allo sviluppo di notevoli quantità di calore) e dal divieto di miscelare categorie diverse di rifiuti pericolosi o rifiuti pericolosi con rifiuti non pericolosi. Per l'intera durata dell'installazione dei cantieri il deposito temporaneo dei rifiuti avverrà quindi per tipologie omogenee. In particolare, il deposito degli oli sarà effettuato in apposite aree protette nei pressi delle officine, mentre il terreno proveniente dall'attività di scavo sarà accumulato in apposite aree all'interno del cantiere.





I recipienti, fissi e mobili, comprese le vasche ed i bacini, destinati a contenere rifiuti tossici e nocivi avranno adeguati requisiti di resistenza in relazione alle proprietà chimico-fisiche ed alle caratteristiche di pericolosità dei rifiuti contenuti. I rifiuti incompatibili, suscettibili cioè di reagire pericolosamente saranno stoccati in modo tale da non poter venire a contatto tra di loro.

I recipienti mobili saranno provvisti di:

- idonee chiusure per impedire la fuoriuscita del contenuto;
- accessori e dispositivi atti a effettuare in condizioni di sicurezza le operazioni di riempimento e svuotamento;
- mezzi di presa per rendere sicure ed agevoli le operazioni di movimentazione.

Allo scopo di rendere nota, durante lo stoccaggio provvisorio, la natura e la pericolosità dei rifiuti, i recipienti, fissi e mobili, saranno opportunamente contrassegnati con etichette o targhe, apposte sui recipienti stessi o collocate nelle aree di stoccaggio e riportanti i necessari dati:

- il simbolo di rifiuto (R nera in campo giallo);
- la denominazione del rifiuto;
- il codice europeo del rifiuto (CER);
- i codici relativi ai rischi associati al rifiuto (R1, R2, etc.);
- i codici relativi ai consigli di prudenza (S1, S2, etc.) da adottare nella manipolazione del rifiuto.



Per lo stoccaggio di rifiuti liquidi in serbatoi fuori terra, questi saranno dotati di un bacino di contenimento, eventualmente compartimentato, di capacità pari all'intero volume del serbatoio. Qualora vi siano più serbatoi, potrà essere realizzato un solo bacino di contenimento di capacità eguale alla terza parte di quella complessiva effettiva dei serbatoi stessi, incrementata del 10%. In ogni caso, il bacino avrà una capacità pari a quella del più grande dei serbatoi. I serbatoi contenenti rifiuti liquidi saranno provvisti di opportuni dispositivi antitraboccamento; qualora questi ultimi siano costituiti da una tubazione di troppo pieno, il relativo scarico sarà convogliato in modo da non costituire pericolo per gli addetti e per l'ambiente.

I recipienti, fissi e mobili, che avranno contenuto i rifiuti tossici e nocivi, e non destinati ad essere reimpiegati per gli stessi tipi di rifiuti, saranno sottoposti a trattamenti di bonifica appropriati alle nuove eventuali utilizzazioni.



Soluzioni per il corretto stoccaggio di fusti e serbatoi contenenti rifiuti liquidi inquinanti (in basso)

Premesso che il deposito temporaneo in cantiere dei rifiuti sarà effettuato per tipologie omogenee e nel rispetto delle norme tecniche, riguardo modalità, caratteristiche dei luoghi di deposito, etichettatura, imballaggio, disciplina autorizzativa, frequenza di asportazione etc., i rifiuti pericolosi saranno consegnati a società autorizzate o comunque trasportati in discarica autorizzata tramite mezzi idonei ed autorizzati.

In presenza di aree agricole, sulle quali verranno realizzate aree di cantiere temporanee, tali aree saranno riportate allo stato ante operam.

3.4.2.1 Ripristino del suolo agricolo nelle aree di cantiere

In presenza di aree agricole, sulle quali verranno realizzate aree di cantiere temporanee, tali aree saranno riportate allo stato ante operam.

In fase preliminare saranno raccolte tutte le informazioni utili a definire adeguatamente le caratteristiche pedologiche delle aree interessate dalla realizzazione delle aree di cantiere.

All'avvio dei lavori sono previste operazioni di scotico delle superfici interessate dagli interventi di progetto che comportano l'asportazione della porzione più superficiale del suolo; poiché i materiali provenienti da tali scavi saranno riutilizzati al termine dei lavori per il ripristino finale, lo scotico deve essere effettuato tenendo in debita considerazione le evidenze emerse dalle indagini pedologiche condotte in fase di ante-operam.

Inoltre, risulta importante porre in atto alcune tecniche agronomiche di conservazione dello strato fertile del suolo al fine di preservare le caratteristiche chimico-fisiche e biologiche del terreno per poterlo poi riutilizzare come substrato per gli interventi di ripristino finale. In tal modo si eviterà/ridurrà l'onere economico ed ecologico di procurarsi terreno vegetale proveniente da altri siti differenti al punto di vista pedologico.

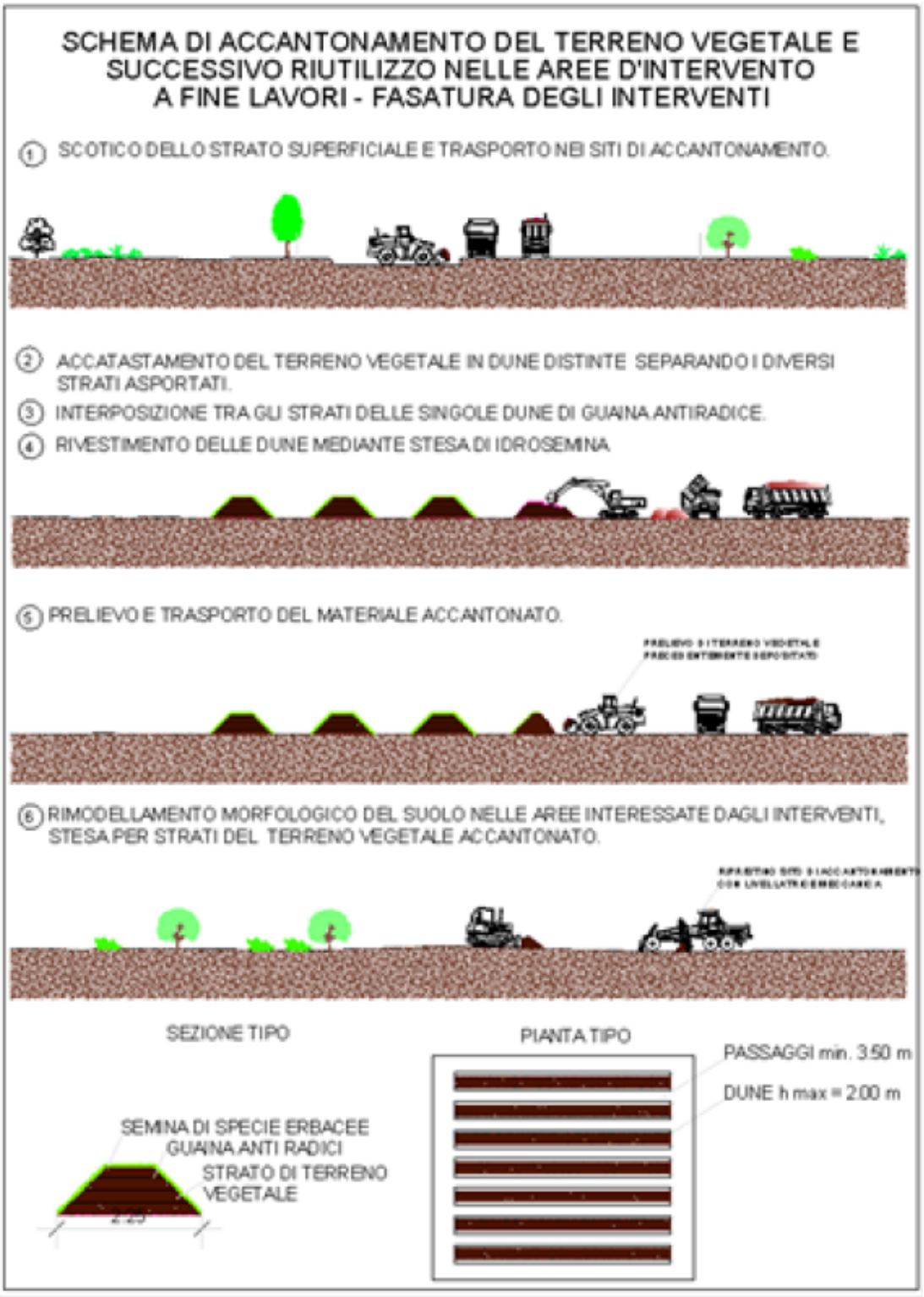
Nello stoccaggio degli orizzonti superficiali di suolo si dovranno seguire alcune prescrizioni:

- separare gli orizzonti superficiali da quelli profondi;

- selezionare la superficie sulla quale s'intende realizzare il deposito, in modo che abbia una buona permeabilità e non sia sensibile al costipamento;
- impedire l'erosione della parte più ricca di sostanza organica dalla superficie del deposito;
- impedire il compattamento del suolo senza ripassare sullo strato depositato;
- impedire la circolazione sui cumuli ed il pascolamento;
- preservare la fertilità del suolo seminando specie leguminose

I cumuli avranno generalmente una forma trapezoidale, rispettando l'angolo di deposito naturale del materiale, e il loro sviluppo verticale non dovrebbe mai eccedere 3 m di altezza, tenendo conto della granulometria e del rischio di compattamento.

Gli interventi agronomici di conservazione del terreno accantonato richiedono l'inerbimento della superficie del cumulo da realizzarsi mediante semina a spaglio di un miscuglio di specie erbacee contenente graminacee e leguminose, queste ultime particolarmente importanti al fine di garantire l'apporto azotato al cotico e al terreno, e la successiva manutenzione analogamente ad un prato.



Schema di accantonamento del terreno vegetale

Quando si dovrà distribuire nuovamente il suolo accumulato, sarà importante farlo seguendo l'ordine esatto degli orizzonti, dal più profondo al più superficiale, evitando il loro mescolamento

Qualora il terreno accantonato non risulti disponibile oppure non possa essere mantenuto per tutta la durata dei lavori, lo stesso dovrà essere integrato attraverso l'acquisizione di terreno vegetale in situ, aventi stesse caratteristiche organolettiche di quello accantonato.

Nelle fasi finali dei lavori di ripristino del suolo, prima della semina, sono abitualmente apportati, ammendanti organici come letame e compost, preferibilmente ottenuto da materiali compostati verdi.

Per le aree da destinare all'uso agricolo, in aggiunta all'impiego di ammendanti, si può prevedere l'impiego della tecnica del sovescio, consistente nel sotterrare con aratura o vangatura una o più specie erbacee specificatamente coltivate allo scopo di ripristinare la fertilità del suolo agrario. La pratica del sovescio presenta i seguenti vantaggi:

- immissione di materia organica;
- intensivazione dell'attività microbica;
- aumento della temperatura del terreno, per la fermentazione della materia organica e per la formazione di humus;
- apporto di freschezza, anche per una migliore conservazione dell'umidità.

3.5 BIODIVERSITÀ

3.5.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

3.5.1.1 Sottrazione di habitat e biocenosi

Gli effetti attesi durante la fase costruttiva sono riferiti alla sottrazione di habitat e biocenosi in corrispondenza delle aree di cantiere e nelle aree di lavorazione. Principalmente questa azione comporta, come detto, la sottrazione di terreno vegetale, dovuta allo scotico che precede l'allestimento dei cantieri e la rimozione della vegetazione.

Nel caso in esame le maggiori interferenze dovute alla costituzione delle aree di lavoro e dei cantieri si registrano a carico delle coperture degli usi agricoli.

Al termine dei lavori tutte le aree che non saranno occupate dall'opera stradale saranno ripristinate all'uso precedente i lavori.

In corrispondenza degli imbocchi delle gallerie si potranno avere interferenze dirette con la vegetazione naturale presente. In tutti questi casi è previsto il ripristino della vegetazione interferita e la ricucitura della copertura vegetale con quella limitrofa.

Per quanto sopra l'effetto in questione appare reversibile e non significativo.

3.5.1.2 Disturbo alla fauna

Un altro aspetto da considerare nella valutazione degli impatti del progetto consiste nel disturbo acustico indotto dalle lavorazioni in fase di cantiere rispetto alle specie faunistiche gravitanti nel comprensorio.

Il tema del disturbo sulla fauna dovuto alle attività antropiche, in particolare quelle di cantiere, è da tempo affrontato sulla base di esperienze condotte in diversi ambiti territoriali italiani ed esteri e documentato in pubblicazioni di settore. L'emissione di rumore (inquinamento acustico) può determinare una perturbazione alle attività e alle fasi biologiche (alimentazione, riproduzione, riposo) delle specie.

In linea generale, la potenziale risposta comportamentale delle specie faunistiche stanziali, sia ornitiche che riferibile alla fauna vertebrata terrestre, rispetto ad una fonte di disturbo, quale la presenza di un cantiere operativo, è quella di allontanarsi rispetto alla sorgente di rumore (Reijnen et.al, 1996 e 1997).

Gli animali possono essere disturbati da un'eccessiva quantità di rumore, reagendo in maniera diversa da specie a specie, ma anche a seconda delle differenti fasi dello sviluppo fenologico di uno stesso individuo.

In generale gli uccelli e i mammiferi tendono ad allontanarsi dall'origine del disturbo; gli anfibi ed i rettili invece, tendono ad immobilizzarsi. Il danno maggiore si ha quando la fauna viene disturbata nei periodi di riproduzione o di migrazione, nei quali si può avere diminuzione nel successo riproduttivo, o maggiore logorio causato dal più intenso dispendio di energie (per volare, per fare sentire i propri richiami, ecc.).

Particolarmente sensibili sono in tal senso le specie ornitiche nidificanti, per le quali il disturbo indotto dalle emissioni acustiche può determinare una riduzione della fitness qualora alteri il comportamento al punto da determinare effetti sul successo riproduttivo.

Durante il periodo della nidificazione, inoltre, gli uccelli rimangono vincolati al territorio, non hanno la libertà di spostamento e di modifica dell'uso dello spazio tipiche del periodo extra riproduttivo. L'effetto dell'emissione di rumore sulle specie e sulle popolazioni svernanti e migratrici è certamente inferiore, dal momento che a differenza delle specie nidificanti non hanno, salvo rari casi, vincoli territoriali e sono pertanto libere di spostarsi in settori con più bassi livelli di emissioni senza che ciò si traduca in una riduzione della fitness degli individui.

Nel caso in studio, nel capitolo relativo al clima acustico e alle vibrazioni, sono state esaminate le criticità acustiche indotte dalla realizzazione dell'opera in progetto. In base a quanto riportato nel progetto di cantierizzazione, si ritiene che l'emissione acustica prevista maggiormente impattante durante le lavorazioni, sia da correlare alle aree tecniche del cantiere lungo linea.

Tale impatto risulta comunque reversibile in quanto dovuto ad un fattore causale temporaneo, di intensità bassa, di breve termine e a scala locale.

3.5.2 Interventi di mitigazione per la componente biodiversità

3.5.2.1 Protezione delle alberature esistenti

In relazione alle mitigazioni di cantiere per il contenimento delle polveri già si è detto nello specifico paragrafo della componente atmosfera.

In corrispondenza delle aree di lavorazione e di cantiere potrebbero essere presenti alberature relativamente alle quali si dovrà prestare particolare attenzione durante tutta la fase di cantiere al fine di salvaguardare le alberature stesse ed il loro stato di salute.

L'alterazione del sistema delle diverse preesistenze sovente indotta dai cantieri costituisce il nerbo sul quale si basano le sensazioni di degrado territoriale ed ambientale. Il tema della salvaguardia delle preesistenze non può prescindere dalla tutela delle alberature e degli ecosistemi oggi presenti in corrispondenza di alcune aree di cantiere.

Gli impatti sulla vegetazione vanno considerati non soltanto dal punto di vista dell'interferenza completa con la pianta (con conseguente abbattimento della stessa), ma anche da quello dell'interferenza parziale con la chioma, con i tronchi e, soprattutto con l'apparato radicale dei singoli soggetti arborei siti nei pressi delle aree di lavorazione e destinati ad essere mantenuti nell'assetto finale.

Per ridurre al minimo depauperamenti alla vegetazione arborea si rende necessario indicare una serie di procedure generali e progettare un insieme di interventi da eseguire nelle aree di cantiere nel caso in cui elementi arborei siano presenti nelle immediate vicinanze e specificatamente finalizzati alla salvaguardia ed alla protezione di tali alberature.

Nelle aree di cantiere e nelle aree di lavorazione sarà fatto obbligo di adottare tutti gli accorgimenti utili ad evitare il danneggiamento della vegetazione esistente da parte delle macchine (lesioni alla corteccia e alle radici, rottura di rami, ecc.).

All'interno dell'area di pertinenza delle alberature saranno vietati:

- il versamento di sostanze fitotossiche (sali, acidi, oli, ecc.) e la combustione di sostanze di qualsiasi natura;
- l'impermeabilizzazione, con pavimentazione o altre opere edilizie;
- l'affissione diretta alle alberature, con chiodi, filo di ferro o materiale non estensibile, di cartelli, manifesti e simili, nonché l'installazione di cavi elettrici sulle stesse;
- il riporto di ricarichi superficiali di terreno o qualsivoglia materiale, tali da comportare l'interramento del colletto, così come l'asporto di terreno; ricarichi e abbassamenti del terreno nella zona della chioma sono permessi solo in casi eccezionali con alcuni accorgimenti;
- l'utilizzo per depositi di materiali di qualsiasi tipo (da costruzione, carburante, macchine da cantiere, etc.), gli accatastamenti di attrezzature e/o materiali alla base o contro il fusto.

Il transito di mezzi pesanti all'interno delle aree di pertinenza delle alberature sarà 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 sarà adeguatamente protetta dall'eccessiva costipazione del terreno tramite apposizione di idoneo materiale cuscinetto. Nella zona della chioma i lavori di livellamento del terreno saranno eseguiti riducendo al massimo il lavoro meccanizzato. Il costipamento, la vibratura e gli scavi saranno limitati al massimo nella zona delle radici.

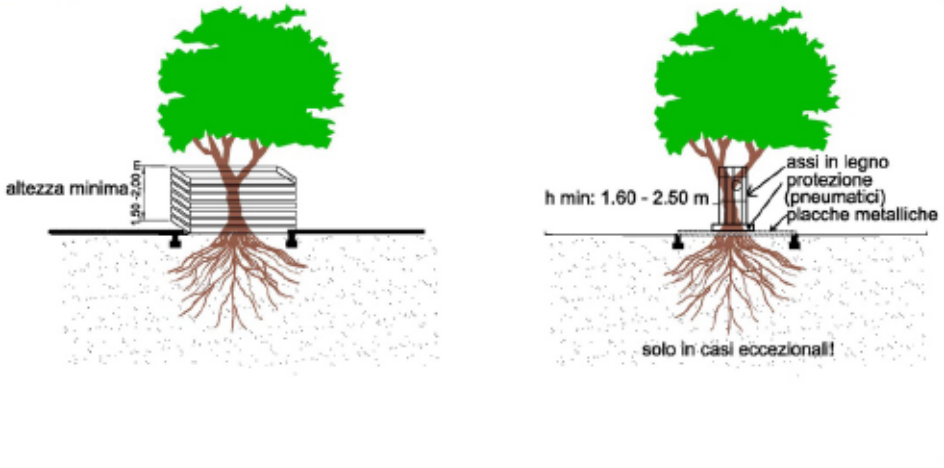
Per la difesa contro i danni meccanici ai fusti, tutti gli alberi posti nell'ambito di un cantiere in aree che ne consentono la non eliminazione saranno protetti da recinzioni solide che racchiudano le superfici di pertinenza delle piante. Gli

alberi saranno singolarmente protetti mediante tavole di legno alte almeno 2 m, disposte contro il tronco in modo tale che questo sia protetto su tutti i lati.

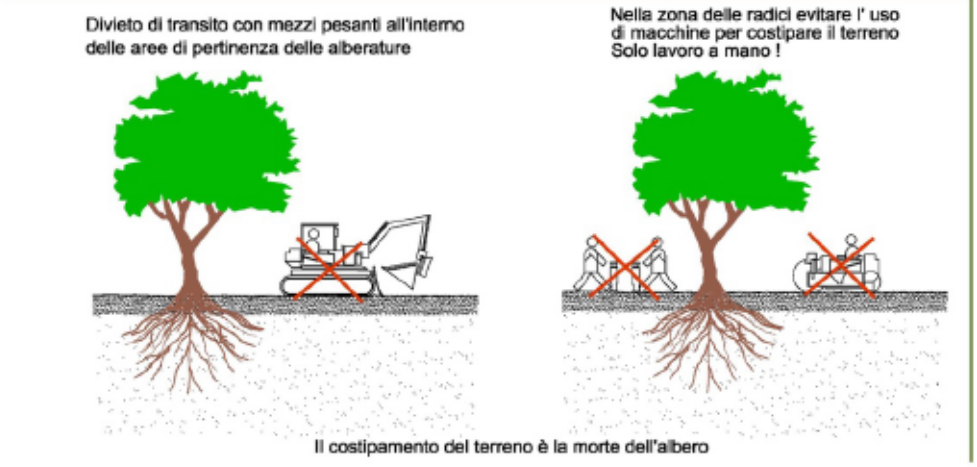
Ogniqualvolta i lavori di scavo all'interno delle aree di cantiere risulteranno in prossimità di esemplari arborei da salvaguardare le eventuali attività interferenti con gli apparati radicali delle singole piante saranno eseguite avendo cura di intervenire sulle radici asportandole con taglio netto, senza rilascio di sfilacciamenti; inoltre sulla superficie di taglio delle radici più grosse sarà applicato mastice antibiotico. Nel caso di interferenza con la chioma, si potrà attuare un leggero taglio di contenimento o, se possibile, l'avvicinamento dei rami all'asse centrale del tronco tramite legatura.

Di seguito si riportano alcuni esempi schematici di comportamenti da adottare per la salvaguardia delle alberature nelle aree di cantiere.

PALIZZATA - Area aiuola, protezione secondo spazio esistente



PROTEZIONI PER EVITARE IL COSTIPAMENTO DEL TERRENO





3.5.2.2 *Protezione e gestione delle piante di ulivo*

In corrispondenza di alcune aree di cantiere sono presenti esemplari o impianti di ulivi. Per tale tipologia di vegetazione, di tipo produttivo, si prevede l'espianto, il temporaneo reimpianto al bordo della stessa area di cantiere, il mantenimento e la cura, per tutta la durata dei lavori per il successivo reimpianto a fine lavori per il ripristino della stessa area di cantiere. Di seguito si riportano delle prime indicazioni e criteri di intervento per il trapianto degli stessi

Le seguenti prescrizioni hanno valore di linee guida finalizzate a garantire il miglior attecchimento degli ulivi sottoposti ad espianto e successivo reimpianto in altra sede. Le indicazioni si applicano agli ulivi che necessariamente devono essere oggetto di espianto e reimpianto concernenti limitati spostamenti. Si precisa che le stesse prescrizioni, come sotto riportate, sono delle linee guida indicate anche per l'espianto/reimpianto degli ulivi monumentali.

3.5.2.2.1 Potatura di preparazione al trapianto

Prima di essere sottoposti ad operazione di espianto, gli alberi interessati dovranno essere oggetto di una riduzione della chioma - proporzionalmente alla riduzione dell'apparato radicale - effettuata mediante idonea potatura. Gli interventi cesori dovranno interessare le branche e dovranno avvenire a distanze non inferiori a 100 cm dalla loro inserzione sul tronco, al fine di mantenere le caratteristiche morfologiche distintive degli ulivi oggetto di intervento. Allo scopo di favorire la cicatrizzazione delle ferite da potatura, i tagli di diametro ≥ 5 cm dovranno essere coperti con mastice disinfettante.

Non sono ammessi interventi di capitozzatura, intesa come taglio delle branche principali all'altezza del loro punto di intersezione, di stroncatura intesa come taglio al tronco a diversa altezza. I residui della potatura dovranno essere trattati secondo le indicazioni di legge.

3.5.2.2.2 Espianto

L'espianto dovrà avvenire nel periodo di riposo vegetativo invernale della pianta per ridurre la crisi di trapianto. e precisamente da novembre ad aprile. Sono comunque da evitare i periodi più freddi. poiché l'albero sarà maggiormente sensibile a danni da basse temperature. Tale espianto andrà eseguito avendo cura di assicurare alla pianta un idoneo pane di terra, contenuto in una zolla, secondo le seguenti operazioni: si dovrà compiere uno scavo verticale tutto attorno alla pianta, contestualmente effettuando, con opportuna attrezzatura. tagli netti sull'apparto radicale, al fine di evitare strappi delle radici. La zolla che si viene a creare dovrà essere avvolta da telo di Luta o rete metallica prima di essere spostata onde evitare rotture o crepe alla stessa. inoltre le radici andranno rifilate. Per il sollevamento. spostamento e trasporto della pianta dovranno essere utilizzati mezzi idonei. Le dimensioni della

zolla, contenuta nel telo o nella rete metallica, dovranno essere le seguenti: 1- diametro = diametro fusto (misurato ad 130 cm dal colletto) x 1,5/2 2 – profondità = 1/2 - 2/3 del diametro della zolla stessa. Nel caso di alberi con tronco fessurato o composto, o in ogni caso dotato di fragilità strutturale, dovranno essere previste apposite strutture lignee di ingabbiamento atte a ripartire con maggiore uniformità lo sforzo di sollevamento del tronco ed evitare rotture nei punti di maggiore fragilità. La pianta zollata dovrà essere riposizionata nella buca di destinazione, preventivamente e idoneamente preparata, come indicato nel successivo paragrafo.

3.5.2.2.3 Reimpianto provvisorio a bordo cantiere

Fermo restando quanto previsto riguardo il periodo idoneo per il reimpianto, di cui al punto precedente, questo deve essere effettuato nel più breve tempo possibile dopo l'espianto. Precedentemente alla messa a dimora degli alberi dovranno essere preparate buche di idonea larghezza. Le buche dovranno essere parzialmente riempite con terra e torba, per consentire alla zolla di poggiare su uno strato idoneo ben assestato. Si dovrà inoltre procedere a smuovere il terreno lungo le pareti e il fondo della buca per evitare l'effetto vaso. Durante lo scavo della buca, il terreno agrario dovrà essere separato e posto successivamente in prossimità delle radici, il terreno in esubero e l'eventuale materiale estratto non idoneo, dovrò essere allontanato dal sito di reimpianto. Il sito prescelto per il reimpianto dovrà garantire che le radici non si vengano a trovare in una zona di ristagno idrico, nel qual caso si dovrà posare uno strato di materiale drenante sul fondo della buca. La messa a dimora degli alberi si dovrà eseguire con i mezzi idonei in relazione alle dimensioni della pianta, facendo particolare attenzione che il colletto si venga a trovare a livello del terreno anche dopo l'assestamento. L'imballo della zolla, costituito da materiale degradabile, dovrà essere tagliato vicino al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo. Il materiale da imballaggio non biodegradabile dovrà invece essere asportato e smaltito a norma di legge. Al termine del posizionamento della pianta si dovrà procedere al riempimento definitivo della buca con terra di coltivo, fine e asciutta. Il materiale di riempimento dovrà essere costipato manualmente, con cura, assicurandosi che non restino vuoti attorno alle radici o alla zolla. Dopo il compattamento, può rendersi necessario aggiungere altro terreno per colmare eventuali spazi creatisi. Immediatamente dopo la messa a dimora dovrà essere effettuato un intervento irriguo. Ad esso seguiranno ulteriori interventi con frequenza e portata d'acqua propri della specie ed in relazione al periodo dell'anno ed alle caratteristiche pedo-climatiche, sino ad avvenuto attecchimento. Detti interventi dovranno essere effettuati con il sistema a "conca", distribuendo acqua fino alla saturazione del terreno. Al termine della messa a dimora delle piante verranno rimosse tutte le legature, asportati i legacci o le reti che saranno smaltiti a norma di legge.

3.5.2.2.4 Ancoraggi

Gli ancoraggi andranno effettuati con corrette modalità e sistemi di supporto (tutori) idonei a fissare al suolo le piante nella posizione corretta per il mantenimento durante l'intero periodo dei lavori. L'ancoraggio dovrà avere una struttura appropriata al tipo di pianta da sostenere e capace di resistere alle sollecitazioni meccaniche e causate da agenti atmosferici. Gli ancoraggi dovranno essere collocati prestando attenzione ai venti dominanti, lungo le carreggiate parallele alla direzione di marcia, nelle zone di esondazione al flusso della corrente. Al fine di non provocare abrasioni o strozzature al fusto, le legature dovranno essere realizzate per mezzo di speciali collari creati allo scopo e di adatto materiale elastico (guaine di gomma. nastri di plastica. ecc:). ovvero con funi o fettucce di materiale vegetale, mai

con filo di ferro o materiale anelastico. Tutori e legature non dovranno mai essere a contatto diretto con il fusto, per evitare abrasioni. Dovrà essere sempre interposto un cuscinetto antifrizione.

3.5.2.2.5 Difesa e concimazione

Gli esemplari trapiantati dovranno essere sottoposti ad attività di monitoraggio e controllo delle principali avversità di natura parassitaria e abiotica, al fine di garantirne un buono stato sanitario, ricorrendo alle opportune strategie di difesa integrata. All'atto del reimpianto non vanno somministrati concimi. La nutrizione minerale va prevista a partire dalla stagione vegetativa successiva al trapianto. E' consigliabile impiegare concimi organo minerali.

3.5.2.2.6 Successivo trapianto definitivo al termine dei lavori per il ripristino dell'area di cantiere

Al termine dei lavori si procederà nuovamente con la sequenza di lavori e procedure precedentemente descritte per il buon esito della fase di reimpianto definitivo:

- potatura di alleggerimento
- espianto
- reimpianto in posizione definitiva
- ancoraggi
- difesa e concimazione

3.5.2.3 Mitigazioni e procedure per il contenimento del disturbo alla fauna

Nell'ottica di minimizzare il disturbo alla fauna indotto dalle lavorazioni, la riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore sarà ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo, quando possibile, sulle modalità operazionali.

Per quanto riguarda la scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali, verrà assicurata:

- 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, in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi.
- Utilizzo di impianti fissi schermati.
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

Inoltre, la manutenzione dei mezzi e delle attrezzature consisterà nell'eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione, nella sostituzione dei pezzi usurati e nel controllo e serraggio delle giunzioni, ecc.

Per la componente vegetazione è previsto il monitoraggio in corso d'opera.

3.6 CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONI

3.6.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere - Rumore

3.6.1.1 Definizione dello scenario operativo

La metodologia assunta per l'analisi delle interferenze rispetto al clima acustico riferita alla fase di cantierizzazione si basa sulla teoria del "Worst Case Scenario". Tale metodo individua la condizione operativa di cantiere più gravosa in termini di emissioni acustiche sul territorio in modo che verificandone le condizioni di esposizione del territorio al rumore indotto rispetto ai limiti acustici territoriali possano essere individuate le eventuali soluzioni di mitigazione più opportune al fine di contenere il disturbo sui ricettori più esposti. L'analisi tiene conto dell'insieme delle diverse attività di cantiere in funzione della localizzazione delle diverse aree di lavoro ed in virtù della particolare configurazione operativa del cantiere lo studio è stato differenziato per le diverse porzioni di territorio, nello specifico sono state considerati:

- le aree tecniche
- i cantieri base
- i cantieri imbocco
- le aree di supporto
- i depositi temporanei

Data quindi la differente localizzazione spaziale delle principali aree di lavoro, lo studio acustico previsionale prende in considerazione nove distinti scenari:

Scenario	Area	Attività
1	Area tecnica VI01	Palificazione Fondazioni
2	Cantiere imbocco CO-GN01 Area di deposito terre DEP-02	Palificazione Movimentazioni terre
3	Cantiere supporto imbocco CO-GN01b	Palificazione Scavi
4	Cantiere AT-VI02	Palificazione Fondazioni
5	Cantiere imbocco CO-GN02 (GA02)	Palificazione Scavi Tiranti
6	Cantiere imbocco CO-GN03	Palificazione Scavi
7	Cantiere supporto imbocco CO-GN03b Cantiere supporto imbocco CO-GN04b	Palificazione Scavi
8	Cantiere imbocco CO-GN04	Palificazione Scavi
9	Area tecnica VI03	Palificazione

Scenari di cantiere

Per ciascun scenario è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta dei ricettori presenti, lavorazioni previste, impianti e macchinari presenti, caratteristiche emissive e maggior frequenza di esecuzione. Tutti gli scenari si limitano al solo periodo diurno, in quanto in tutti i casi non sono previste attività o lavorazioni nel periodo notturno.

In corrispondenza dei ricettori individuati all'interno dell'ambito di studio dell'impatto dei cantieri sono stati determinati i livelli acustici puntuali in corrispondenza di ciascun piano e facciata esposta al rumore delle macchine operatrici. Questi sono stati calcolati ad una distanza di 1 metro dalla facciata considerando un ordine di riflessione pari a 2.

Scenario 1

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
1.50	p. terra	SE	SC1	69,4	IV	65	**4,4**
1.50	piano 1	SE	SC1	69,5	IV	65	**4,5**
1.54	p. terra	SW	SC1	77	IV	65	**12**
1.54	piano 1	SW	SC1	76,8	IV	65	**11,8**
1.67	p. terra	SW	SC1	70,6	IV	65	**5,6**

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 1

Scenario 2

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
1.52	p. terra	NE	SC2	61,8	IV	65	-3,2
1.52	piano 1	NE	SC2	62,6	IV	65	-2,4
1.53	p. terra	N	SC2	61,2	IV	65	-3,8
1.55	p. terra	NE	SC2	62,8	IV	65	-2,2
2.1	p. terra	SE	SC2	63,4	IV	65	-1,6
2.1	piano 1	SE	SC2	62,1	IV	65	-2,9

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 2

Scenario 3

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
2.13	p. terra	NW	SC3	79,6	IV	65	**14,6**

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 3

Scenario 4

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
3.1	p. terra	NW	SC4	80,3	IV	65	**15,3**

3.12	p. terra	N	SC4	67,8	IV	65	**2,8**
3.12	piano 1	N	SC4	67,4	IV	65	**2,4**
3.13	p. terra	N	SC4	77,1	IV	65	**12,1**
3.14	p. terra	W	SC4	61,5	IV	65	-3,5
3.14	piano 1	W	SC4	64,2	IV	65	-0,8
3.50	p. terra	N	SC4	78,1	IV	66	**12,1**

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 4

Scenario 5

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
3.51	p. terra	NW	SC5	63	IV	65	-2
3.52	p. terra	SW	SC5	63,4	IV	65	-1,6
3.53	p. terra	NE	SC5	65	IV	65	0

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 5

Scenario 6

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
4.1	p. terra	W	SC6	64,2	IV	65	-0,8
4.1	piano 1	W	SC6	63,8	IV	65	-1,2
4.2	p. terra	NW	SC6	63,5	IV	65	-1,5
4.5	p. terra	S	SC6	61,1	IV	65	-3,9
4.5	piano 1	S	SC6	61	IV	65	-4
4.5	piano 2	S	SC6	60,8	IV	65	-4,2
4.29	p. terra	N	SC6	66,1	IV	65	**1,1**
4.38	p. terra	NW	SC6	63,8	IV	65	-1,2

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 6

Scenario 7

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
4.10	p. terra	W	SC7	54,5	IV	65	-10,5
4.10	piano 1	W	SC7	55,5	IV	65	-9,5
4.10	piano 2	W	SC7	56,1	IV	65	-8,9
4.23	p. terra	NE	SC7	73,2	IV	65	**8,2**
4.32	p. terra	NW	SC7	53,2	IV	65	-11,8

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 7

Scenario 8

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)

5.13	p. terra	SW	**SC8**	67,6	IV	65	**2,6**
5.15	p. terra	S	**SC8**	81,4	IV	65	**16,4**
5.16	p. terra	SE	**SC8**	63,4	IV	65	-1,6
5.24	p. terra	E	**SC8**	63	IV	65	-2

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 9

Scenario 9

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
5.12	p. terra	N	SC9	68,8	IV	65	**3,8**
5.12	piano 1	N	SC9	71,2	IV	65	**6,2**
5.12	piano 2	N	SC9	71,6	IV	65	**6,6**
5.13	p. terra	NE	SC9	67,8	IV	65	**2,8**
5.14	p. terra	E	Sc9	79,3	IV	65	**14,3**
5.17	p. terra	SE	Sc9	75,4	IV	65	**10,4**
5.17	piano 1	SE	Sc9	75,2	IV	65	**10,2**
5.18	p. terra	S	Sc9	64,8	IV	65	-0,2

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 9

Al fine di ricondurre i livelli di rumore generato dai cantieri entro i limiti previsti dalla normativa vigente è risultato necessario l'inserimento di barriere acustiche sul confine delle aree di cantiere indagate ed in facciata ai ricettori.

Di seguito in forma di riepilogo i ricettori presso i quali si verifica un superamento residuo dei limiti fissati dal PCCA di Imperia a seguito dell'installazione delle barriere acustiche per le attività di cantiere

Scenario 1

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
1.54	p. terra	SW	SC1	67,3	IV	65	**2,3**
1.54	piano 1	SW	SC1	70,2	IV	65	**5,2**

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 1 post mitigazione

Scenario 3

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
2.13	p. terra	NW	SC3	79,6	IV	65	**14,6**

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 3 post mitigazione

Scenario 4

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)

3.12	p. terra	N	SC4	66,7	IV	65	**1,7**
3.12	piano 1	N	SC4	66,4	IV	65	**1,4**

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 4 post mitigazione

Scenario 8

Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
5.13	p. terra	SW	**SC8**	65,4	IV	65	**0,4**

Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 8 post mitigazione

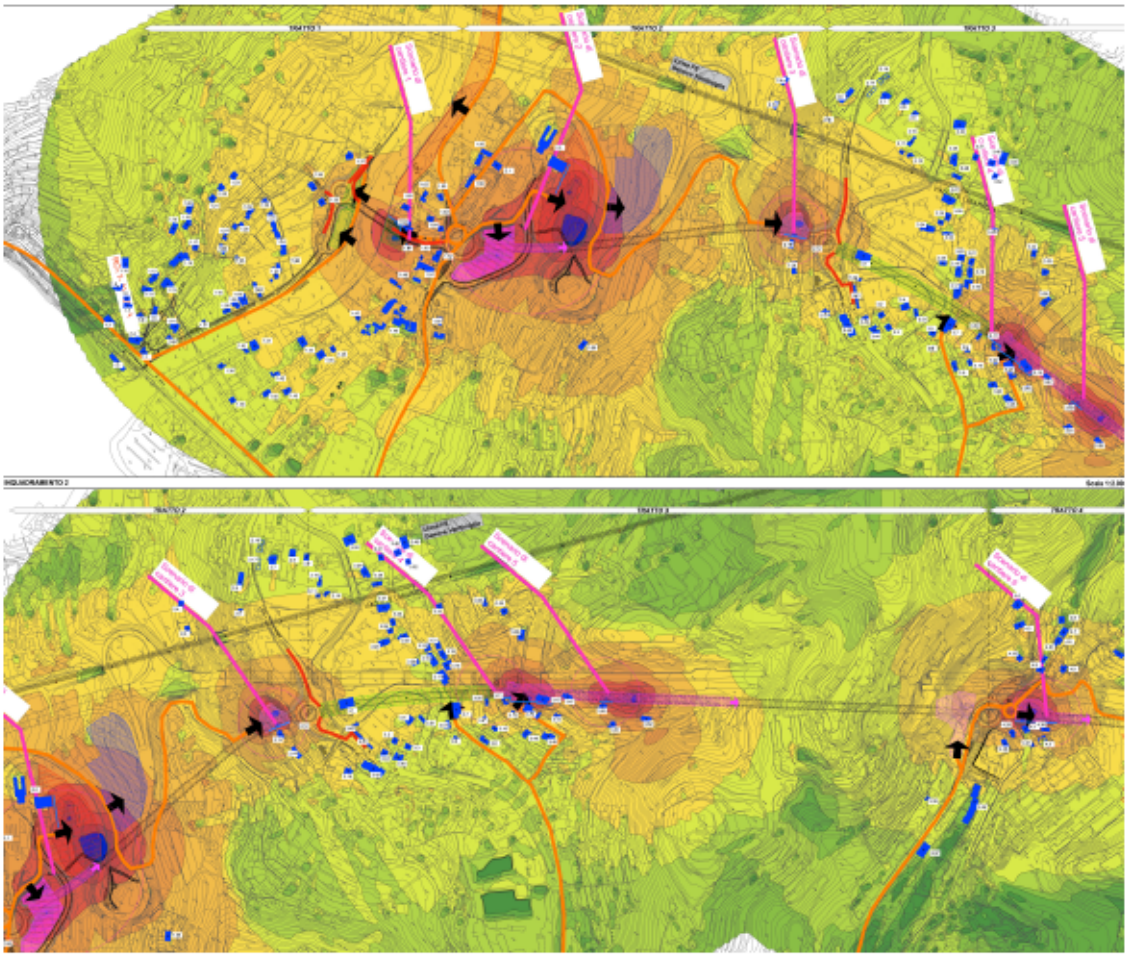
Scenario 9

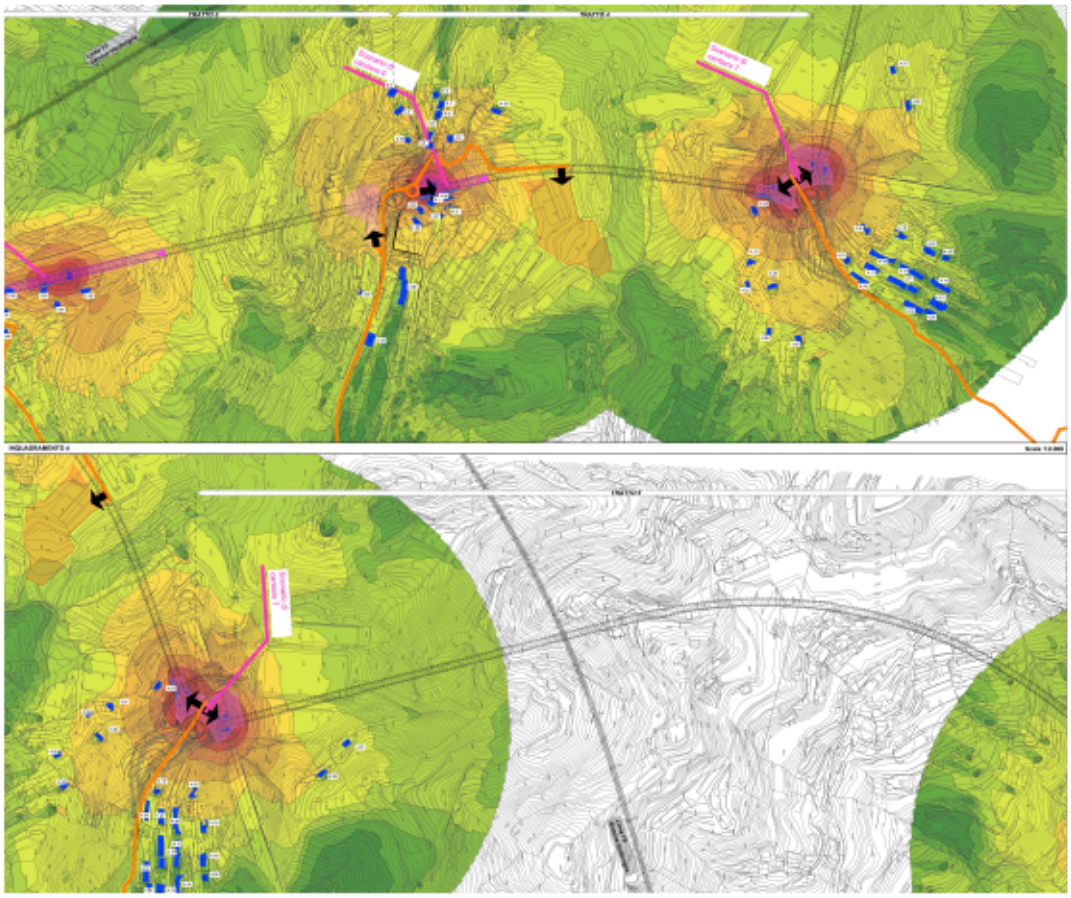
Id RICETTORE	Ricevitore	Direzione	Scenario	Leq DIU dB(A)	Classe	Limite DIU dB(A)	Sup DIU dB(A)
5.12	piano 1	N	SC9	66,6	IV	65	**1,6**
5.12	piano 2	N	SC9	69	IV	65	**4**
5.13	p. terra	NE	SC9	66,6	IV	65	**1,6**
5.14	p. terra	E	Sc9	68,5	IV	65	**3,5**
5.17	p. terra	SE	Sc9	70,5	IV	65	**5,5**
5.17	piano 1	SE	Sc9	72,7	IV	65	**7,7**

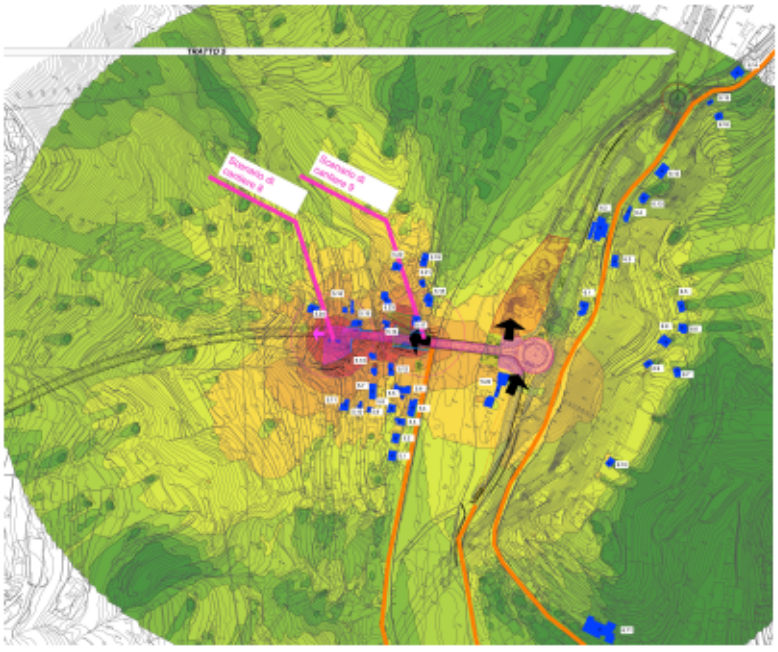
Livelli di pressione sonora ai ricettori per lo scenario di riferimento 9 post mitigazione

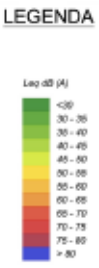
A seguito della presenza di superamenti residui presso alcuni ricettori, anche a seguito dell'inserimento delle barriere acustiche, sarà necessario valutare l'opportunità di richiedere ai sensi dell'art. 7 del Regolamento in materia di inquinamento acustico comunale (approvato con Deliberazione di C.C. n. 21 del 09/03/2009, modificato con Deliberazione di C.C. n. 36 del 23/07/2013, Deliberazione C.C. n. 63 del 09/07/2014 e in ultimo con Deliberazione C.C. n. 4) deroga per attività rumorosa temporanea.

La modellazione acustica è riportata in termini di mappatura acustica al suolo, ovvero di curve di isolivello acustico in termini di Leq(A) calcolate ad una altezza dal piano campagna di 4 metri negli elaborati nelle figure successive.








LEGENDA
Leq dB (A)
<30
30 - 35
35 - 40
40 - 45
45 - 50
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
75 - 80
> 80


RICETTORI
x.xx NOME RICETTORE
PROGETTO
CANTIERE BASE
CANTIERE OPERATIVO
CANTIERE OPERATIVO (IMBOCCO GALLERIA E AVANZAMENTO SCAVI)
CANTIERE IMBOCCO GALLERIA
PISTA DI NUOVA REALIZZAZIONE
PISTA ACCESSO SU VIABILITÀ DI PROGETTO GIÀ REALIZZATA
VIABILITÀ DI ACCESSO SU STRADE ESISTENTI
STRADA STATALE AURELIA
BARRIERA ACUSTICA

3.6.2 Interventi di mitigazione per la componente rumore

3.6.2.1 Prevenzione degli impatti in fase di cantiere – Rumore

In linea generale, in fase di cantierizzazione sarà necessario ricercare e mettere in atto tutti i possibili accorgimenti tecnico organizzativi e/o interventi volti a rendere il clima acustico inferiore ai valori massimi indicati nella normativa tecnica nazionale e regionale. Nel caso tale condizione non fosse comunque raggiungibile, l'appaltatore dovrà effettuare delle valutazioni di dettaglio e, laddove necessario, richiedere al Comune una deroga ai valori limite, ai sensi della Legge 447/95.

Nel presente paragrafo vengono quindi indicate le opere di mitigazione del rumore proponibili, nonché i provvedimenti tecnici atti a contenere il rumore nelle diverse situazioni riscontrabili all'interno delle aree di lavorazione.

Gli interventi antirumore in fase di cantiere possono essere ricondotti a due categorie:

- interventi "attivi", finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;
- interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

In termini generali, considerando che si pone il problema e la necessità di rispettare la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL 81 del 09.04.2008 e s.m.i.), è certamente preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree di cantiere. È necessario dunque garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, è importante effettuare una verifica puntuale su ricettori critici mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo, quando possibile, sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Vengono nel seguito riassunte le azioni finalizzate a limitare a monte il carico di rumore nelle aree di cantiere:

- **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, in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi.
  - Utilizzo di impianti fissi schermati.
  - Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.
- **Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature**

- Manutenzione generale dei mezzi e dei macchinari mediante lubrificazione delle parti, serraggio delle giunzioni, sostituzione dei pezzi usurati, bilanciatura delle parti rotanti, controllo delle guarnizioni delle parti metalliche, ecc.
- 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.

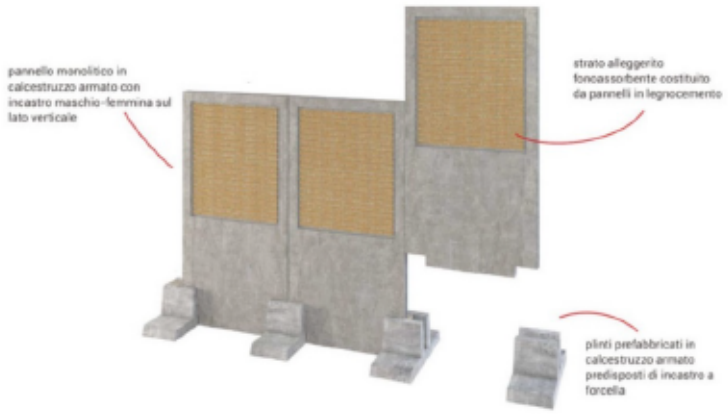
- **Modalità operazionali e predisposizione del cantiere**
  - Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori).
  - Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate.
  - 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 (6:00 8:00 e 20:00 22:00).
  - Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

3.6.2.2 Mitigazione in fase di cantiere – Rumore

Al fine di ricondurre i livelli di rumore generato dai cantieri entro i limiti previsti dalla normativa vigente è necessario l'inserimento di barriere acustiche sul confine delle aree di cantiere indagate ed in facciata ai ricettori.

Si dovrà prevedere l'installazione di un sistema di barriere mobili di altezza tra i 3 e i 4 metri.

Nell'immagine seguente si riporta un'immagine della Barriera mobile "tipo" utilizzata nello studio in oggetto.



Esempio di Barriera mobile "tipo"

Nella tabella successiva sono riepilogati i dati geometrici delle barriere (lunghezza ed altezza) e l'indicazione dello scenario di riferimento.

Nome barriera	Scenario	H (m) altezza	L(m) lunghezza
C1_1	SC1	4,0	9,5
C1_2	SC1	4,0	3,5
C2_2	SC2	3,0	19,0
C3_1	SC 3	3,0	13,0
C4_1	SC 4	3,0	40,0
C5_1	SC 5	4,0	5,5
C6_1	SC 6	4,0	18,0
C7_1	SC 7	3,0	13,0
C8_1	SC 8	3,0	6,5
C8_2	SC 8	4,0	10,5
C9_1	SC 9	4,0	3,5
C9_2	SC 9	3,0	16,5
C9_3	SC 9	3,0	5,5

Barriere per le mitigazioni di cantiere

È importante osservare come, se durante il monitoraggio, si dovesse riscontrare eventuale superamento del limite, per il dimensionamento della lunghezza delle barriere lungo linea si dovrà necessariamente tener conto dell'evoluzione delle attività di cantiere e in particolare della velocità del Fronte Avanzamento Lavori (FAL).

Per la componente ambientale rumore è previsto il monitoraggio ambientale in corso d'opera.

3.6.3 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere - Vibrazioni

Durante la costruzione di opere infrastrutturali, quali quelle in oggetto, è possibile che si producano moti vibratori dovuti ad attività quali la battitura dei pali, l'infissione di palancole nel terreno, la compattazione del terreno, le operazioni di scavo all'aperto e in sotterraneo, etc. Altri problemi possono essere dovuti al transito di mezzi pesanti di cantiere su strade e piste estremamente prossime ai recettori in particolar modo nel caso in cui queste siano dissestate.

Propagandosi nei terreni mediante onde di corpo (onde di compressione e taglio) e di superficie, la sismicità indotta da tali attività può interessare edifici situati in prossimità delle aree di lavoro. La sismicità viene percepita all'interno dell'edificio come moto vibratorio dei solai e delle pareti e come rumore indotto dalle stesse vibrazioni (rumore solido).

In linea generale quando un fenomeno vibrante interessa un edificio, in relazione alla sensibilità del soggetto ricettore e all'intensità e durata del fenomeno vibrante stesso, possono generarsi delle criticità in termini di disturbo alle

persone residenti nell'edificio. Inoltre, in presenza di vibrazioni particolarmente elevate è possibile che si generino criticità in termini di danno strutturale di varia entità in funzione delle caratteristiche della vibrazione (ampiezza, durata, frequenza, etc) e dell'edificio interessato.

In relazione alla tipologia di macchinario sorgente e alle sue modalità di utilizzo le vibrazioni possono interessare l'edificio ricettore in vario modo. Molto spesso si tratta di fenomeni vibranti di breve durata (ordine dei secondi) che interessano l'edificio poche volte durante la giornata ma nell'arco di più giorni lavorativi: è il caso, ad esempio, delle vibrazioni indotte dal traffico di mezzi pesanti che interessano sporadicamente il ricettore anche per mesi; lo scavo con esplosivi interessa un ricettore in maniera sensibile per 1-3 volte al giorno ma per il numero ristretto di giorni necessario ad eseguire lo scavo. In altre situazioni il fenomeno sismico ha una durata decisamente più ampia (anche ore) ma interessa il ricettore per un numero ristretto di giorni necessario ad eseguire le operazioni: è il caso dell'esecuzione dei pali o dell'infissione delle palancole o di sistemi di scavo meccanizzati (martelli demolitori, frese puntuali, etc).

Gli eventi vibratori di brevissima durata vengono definiti transienti mentre quelli di più lunga durata continui. Più precisamente le vibrazioni transienti sono quelle che si verificano con una ricorrenza insufficiente a provocare effetti di fatica sui materiali e la cui successione temporale sia tale da non provocare risonanze nella specifica struttura; quelle continue sono quelle non comprese in questa definizione.

Obbiettivo del presente studio è quello di individuare sul territorio le aree edificate potenzialmente interessate dalle vibrazioni indotte dalle operazioni necessarie alla costruzione delle opere in progetto.

Per quanto riguarda invece la fase di esercizio, sulla base di studi analoghi e tenendo conto del tipo di infrastruttura e delle sezioni di progetto, si stima che le interferenze in questa fase si possano ritenere trascurabili.

3.6.3.1 Grandezze di riferimento

La grandezza primaria per la misura delle vibrazioni ai ricettori è il valore RMS (Root-Mean-Square) dell'accelerazione:

$$a = \left[\frac{1}{T} \int_0^T [a(t)]^2 \, dt \right]^{0.5}$$

Il livello di accelerazione viene espresso in dB come:

$$L = 20 \cdot Log_{10} \frac{a}{a_0}$$

dove "a_0" è il valore dell'accelerazione di riferimento, pari a 10^{-6} m/s² (norma ISO1683).

Gli spettri di vibrazione, nel campo di frequenze da 1 a 80 Hz, vengono rappresentati per terzi di ottava, con i valori centrali di ottava indicati in tabella seguente.

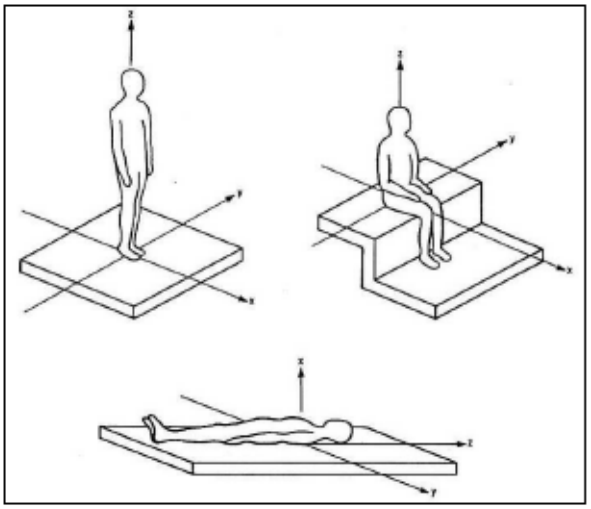
Numero di banda di frequenza	Frequenza centrale [Hz]
1	1
2	1.25
3	1.6
4	2
5	2.5
6	3.15
7	4
8	5
9	6.3
10	8
11	10
12	12.5
13	16
14	20
15	25
16	31.5
17	40
18	50
19	63
20	80

Rappresentazione del campo di frequenze di interesse per terzi di ottava

Per valutare l'effetto della vibrazione sul comfort, le componenti di moto lungo le tre direzioni vengono "sommate" (composte) in corrispondenza del ricettore (la persona stessa), in accordo con la normativa, la quale richiede la somma delle componenti quando nessuna di queste è predominante sulle altre. Il valore totale dell'accelerazione "a_r" al ricettore, funzione della frequenza, si ottiene a partire dalle tre componenti di moto longitudinale "$a_{r,L}$", trasversale "$a_{r,T}$" , e verticale "$a_{r,V}$" come:

$$\hat{a}_r = \sqrt{[\hat{a}_{r,L}]^2 + [\hat{a}_{r,T}]^2 + [\hat{a}_{r,V}]^2}$$

Il sistema di riferimento impiegato per la definizione degli effetti della persona è definito in figura seguente. Data la diversa destinazione d'uso degli edifici soggetti alla valutazione del livello vibratorio, si è adottato nel presente studio il criterio della posizione dell'individuo non nota o variabile.



Definizione degli assi di riferimento rispetto alla posizione della persona

3.6.3.2 Parametri e valori limite adottati

In relazione a quanto esposto precedentemente, nel presente studio, a meno che non ci si trovi di fronte ad edifici di particolare delicatezza e antichità, verrà valutato il solo disturbo arrecato alle persone residenti nei ricettori limitrofi all'infrastruttura. Inoltre, poiché la vibrazione indotta dalle lavorazioni / macchinari ha un carattere manifestamente multifrequenza, nel presente studio, al fine di valutare il disturbo sulle persone, verrà adottato come parametro l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza (Lw).

Essendo variabile la postura della persona esposta verrà utilizzata la curva di pesatura per assi combinati riportata nel prospetto I della norma UNI 9614.

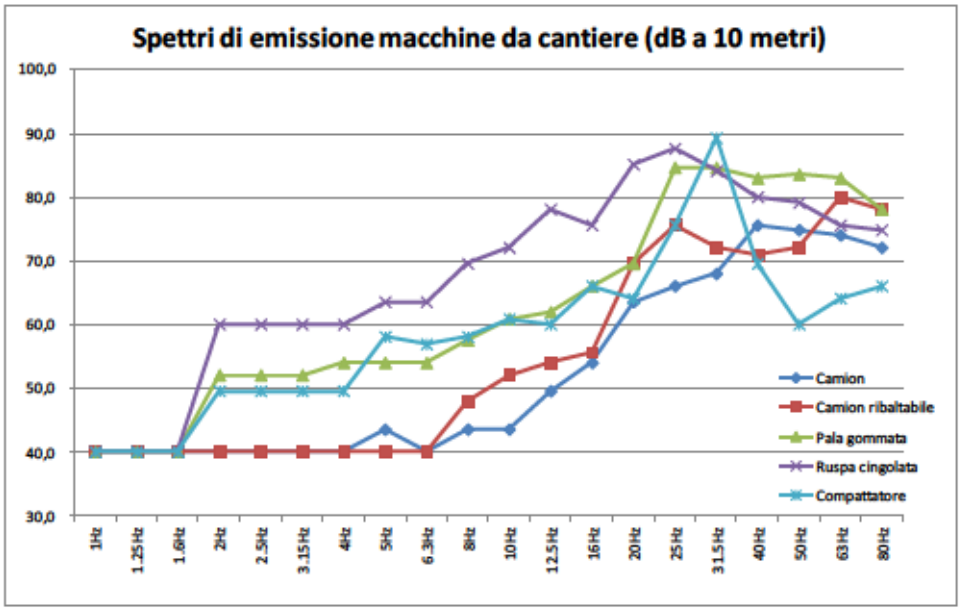
In relazione a quanto detto quindi si può assumere, a favore di sicurezza, il **valore limite di 74.0 dB sia per gli assi X-Y, sia per l'asse Z,** come valore limite ai fini di una valutazione (ai sensi della norma UNI 9614) delle vibrazioni indotte da traffico ferroviario in edifici residenziali e simili nel periodo notturno. Relativamente al periodo diurno, tale limite sale a 77.0 dB, anche in questo valido per tutti i 3 assi di riferimento per effetto dell'analisi con postura non nota.

3.6.3.3 Caratterizzazione dei macchinari di cantiere

Le attività lavorative che possono indurre vibrazioni significative riguardano prevalentemente l'uso dei macchinari pesanti di cantiere e di movimento terra, quali ruspe, escavatori, ecc.

Si specifica inoltre che le emissioni di vibrazione in fase di costruzione sono ampiamente variabili in relazione al tipo di attrezzatura/macchina operatrice impiegata, al contesto di utilizzazione e all'operatore.

Nel presente studio sono stati utilizzati sia dati di fonte bibliografica sia dati direttamente acquisiti nel corso di misure svolte in cantieri di grandi opere realizzate in Italia.



Spettri di accelerazione in dB lineari

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei valori di accelerazione emessa dai macchinari di cantiere a 10 metri dalla sorgente, sia come valore lineare, sia come valore ponderato in base alla pesatura degli assi combinati (UNI9614).

Macchinario	**LW TOTALE [LINEARE]**	**LW TOTALE [PONDERATO]**
Camion	80,8	63,2
Camion ribaltabile	84,1	66,8
Pala gommata	91,1	75,5
Escavatore cingolato / Bulldozer	91,9	80,0
Compattatore	89,6	74,9

Livelli complessivi di emissione a 10 metri dei macchinari di cantiere

3.6.3.4 Propagazione delle vibrazioni

3.6.3.4.1 Modalità di attenuazione nel terreno

In linea generale le vibrazioni, nel loro percorso verso il recettore, vengono attenuate per diffusione geometrica e per dissipazione di energia nel terreno.

Dato il tipo di attività considerato, le sorgenti di vibrazioni possono essere considerate puntuali, cioè non in movimento o comunque, nel caso lo fossero, con una velocità estremamente ridotta. Ne consegue che la trasmissione delle onde di corpo avviene per fronti d'onda semisferici con maggiori attenuazioni di tipo geometrico rispetto ai fronti d'onda cilindrici (come nel caso, ad esempio, di flussi veicolari pesanti in velocità). Anche la trasmissione delle onde superficiali avviene per fronti d'onda circolari ed è quindi soggetta a riduzioni di tipo geometrico.

Considerando l'ambito di lavoro relativamente ristretto a ridosso dei cantieri, in prima approssimazione possiamo stimare la presenza di litotipi sostanzialmente omogenei compresi tra lavorazioni e ricettore, cioè privi di discontinuità che ne pregiudichino il comportamento elastico ipotizzato come condizione di input del lavoro.

In questo contesto, coerentemente con quanto espresso dalla letteratura di settore, si stima una riduzione del segnale mediamente di circa 3 decibel per ogni raddoppio della distanza dalla sorgente, nel caso questa possa essere ricondotta ad una lavorazione di tipo lineare oppure, come nella prevalenza dei casi in studio per attività di tipo puntuale, si stima un raddoppio dello smorzamento rispetto al caso precedente, cioè circa 6 decibel ogni raddoppio della distanza dalla sorgente.

3.6.3.4.2 Propagazione nelle strutture edilizie

Il modello semplificato di propagazione illustrato in precedenza si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo (perlomeno all'interno di ogni strato). Quando invece le vibrazioni nel terreno raggiungono un edificio esse si propagano attraverso le sue fondazioni e successivamente alle altre parti dell'edificio (pareti, pavimenti, soffitti), trasferendo ad esse l'energia vibratoria. Queste possono essere percepite come vibrazioni trasmesse al corpo delle persone o come rumore re-irradiato di bassa frequenza.

Le vibrazioni possono a loro volta mettere in movimento alcune parti o oggetti delle abitazioni (mobili, vetri, suppellettili) e questi possono generare rumore o causare danni a strumenti sensibili. In alcuni casi le vibrazioni particolarmente elevate e ripetute nel tempo possono procurare un danno strutturale agli edifici, ma ben raramente questi effetti si verificano con infrastrutture dei trasporti.

In presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione di vario genere, accade che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi possono presentare sia attenuazioni, sia amplificazioni rispetto ai livelli sul terreno. In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi. Detto fenomeno è condizionato dalla tipologia delle fondazioni (a platea, su plinti isolati, su travi rovesce, su pali, etc.). Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente di 0 dB alle basse frequenze, sino alla frequenza di risonanza della fondazione.

Per le altre tipologie di fondazioni possono essere utilizzate curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione della fondazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

Va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, in particolare dei solai: allorché la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli presenti alla base della stessa.

La propagazione delle vibrazioni dalle fondazioni di un edificio all'ambiente ricevente all'interno dell'edificio è un problema estremamente complesso, che richiede peraltro la conoscenza esatta della struttura dell'edificio, e può dunque essere studiato solo in fase di progettazione di un nuovo edificio e richiede solitamente metodi numerici agli

elementi finiti. Nel presente studio ci si deve necessariamente basare su considerazioni molto meno dettagliate, che tuttavia hanno solide basi sperimentali ed esperienziali.

La propagazione delle vibrazioni attraverso un edificio e la radiazione sonora conseguente viene stimata utilizzando formulazioni empiriche o modelli teorici. Le formulazioni più note si basano sugli studi di Kurzweil e Melke, e sono anche disponibili in testi quali Handbook of Urban Rail Noise and Vibration Control. L'approccio consiste nel trattare la vibrazione proveniente dal terreno con una serie di fattori correttivi dipendenti dalla particolare configurazione dell'edificio.

Fattore correttivo	Motivazione	Modalità di correzione
Accoppiamento terreno-fondazioni	Fattore correttivo che rappresenta la riduzione di vibrazione nell'interfaccia suolo-fondazioni.	La correzione risulta nulla al piano delle fondazioni. Possono essere utilizzati valori misurati in luogo delle correzioni generiche.
Trasmissione attraverso l'edificio	L'ampiezza di vibrazione subisce una attenuazione propagandosi lungo l'edificio.	Il comportamento tipico assume che vi sia una attenuazione da 1 a 2 dB ogni piano.
Risonanze strutturali dei solai	L'ampiezza di vibrazione viene amplificata dalle risonanze strutturali di solai/soffitti.	Per strutture con telaio in legno la frequenza fondamentale di risonanza dei solai è solitamente nel range 15-20-Hz. Strutture in cemento armato hanno frequenze di risonanza nella gamma 20-30-Hz. L'amplificazione nel range di risonanza implica una amplificazione di almeno 6 dB.

Complessivamente, a favore di sicurezza, si può considerare un fattore correttivo per tener conto della differenza tra il livello vibrazionale nel terreno e quello all'interno dell'edificio che, nel caso specifico per le motivazioni sopra dette, si stima essere cautelativamente di +5 dB.

3.6.3.5 Interazione cantiere - territorio

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di cantieri posizionati lungo il tracciato.

Oltre a questi sono stati considerati anche i cantieri lungo linea adibiti per le realizzazioni dei rilevati/trincee e per le opere d'arte, distinti in:

- Cantieri Lungo linea per trincee/rilevati;
- Cantieri Lungo linea per viadotti/cavalcavia;
- Cantieri Lungo linea per Gallerie Artificiali.

In riferimento alla relazione di cantierizzazione e alla caratterizzazione delle sorgenti vibrazionali precedentemente descritta, nonché tenendo conto che la giornata lavorativa fa riferimento al solo periodo diurno, il tipo di macchina

operatrice considerata e la localizzazione delle stesse, le emissioni vibrazionali associate alle attività di cantiere (dimensionate sulla base di lavori similari) sono riportate nelle seguenti tabelle. Si specifica inoltre che, in via cautelativa, si è ipotizzata la rappresentazione puntuale delle aree/attività di cantiere, cioè si è associato ad un unico punto la presenza di tutti i macchinari previsti per quella determinata attività, a prescindere che siano diversamente distribuiti sul territorio.

Cantiere Galleria artificiale. Valori di emissione a 10 metri dai macchinari			
Lw complessivo diurno			**78,4**

Cantiere Viadotto. Valori di emissione a 10 metri dai macchinari			
Lw complessivo diurno			**78,3**

Cantiere Rilevato/trincea. Valori di emissione a 10 metri dai macchinari			
Lw complessivo diurno			**77,6**

3.6.3.5.1 Stima delle interferenze

Sulla base della modalità di propagazione precedentemente descritte e delle emissioni di riferimento, sono stati calcolati i livelli di accelerazione stimabili presso i ricettori contenuti nell'ambito di studio, in relazione alla fase di lavorazione di massimo impatto potenziale previsto.

I valori di riferimento per la verifica del disturbo alla popolazione sono quelli relativi alla pesatura per postura non nota, cioè gli assi combinati, che riportano valori di 77 dB e 74 dB, rispettivamente per le abitazioni nel periodo diurno e notturno, 71 dB per le aree critiche, 83 dB per gli uffici e 89 dB per le fabbriche.

Avendo ipotizzato le lavorazioni nel solo periodo diurno e, come detto, sulla base delle modalità di propagazione delle onde studiate nel presente lavoro (in particolare, si considera una modalità di propagazione nel terreno di tipo "sferico" nell'ipotesi di macchinari che si muovono a velocità molto ridotta – o nulla se si prevedono lavorazioni puntuali – all'interno delle aree del cantiere), ai fini del disturbo alla popolazione si stimano le seguenti distanze massime di potenziale criticità dai cantieri.

- Realizzazione galleria artificiale 22 metri
- Realizzazione viadotti: 21 metri
- Realizzazione rilevati: 20 metri

Da quanto sopra indicato, tutti i ricettori risultano entro i limiti di riferimento adottati.

3.6.4 Prevenzione degli impatti in fase di cantiere – Vibrazioni

In linea generale, al fine di ridurre le problematiche dovute da vibrazioni indotte da attività di cantiere, in vicinanza dell'abitato occorrerà quindi impiegare, qualora possibile, macchinari di potenza ridotta e studiare, attraverso un adeguato monitoraggio, le procedure operative tali da minimizzare il disturbo sui ricettori.

La definizione di misure di dettaglio è demandata all'Appaltatore, che per definirle dovrà basarsi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati e su apposite misure. In linea indicativa, l'Appaltatore dovrà:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definizione le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati;

Sarà altresì importante:

- la regolare manutenzione delle attrezzature (ad esempio con la sostituzione dei cuscinetti a sfera usurati), perché indispensabile per il buon funzionamento in condizioni di sicurezza.
- la sostituzione dei macchinari obsoleti.
- la cura della viabilità del cantiere, al fine di ridurre le vibrazioni causate dai sobbalzi dei mezzi, che devono procedere a velocità ridotta.

È buona norma, infine, effettuare una efficace campagna informativa degli abitanti che devono essere messi al corrente preventivamente delle attività che dovranno essere eseguite nei pressi della loro abitazione e della possibilità dell'insorgenza di moti vibratori.

Tale attività informativa risulta assolutamente indispensabile nei casi in cui si sono evidenziate delle potenziali criticità. In tali casi dovrà si dovrà fornire un'informazione più puntuale e scrupolosa circa le attività che dovranno essere eseguite, la loro durata, i macchinari impiegati.

In particolare, in corrispondenza dei recettori potenzialmente interferiti, comunque, sarà opportuno predisporre delle attività di controllo della sismicità indotta durante le attività costruttive.

Per la componente vibrazioni è previsto il monitoraggio ambientale in corso d'opera.

3.7 POPOLAZIONE E SALUTE PUBBLICA

3.7.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

3.7.1.1 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico

L'effetto in esame è riferito alle condizioni di esposizione della popolazione ad inquinanti atmosferici che possono ledere o costituire danno alla salute umana, derivanti dallo svolgimento delle lavorazioni nelle aree di cantiere fisso e nelle aree di lavoro, nonché del traffico di cantierizzazione.

A tale riguardo si ricorda che, secondo la definizione datane dalla normativa italiana, per *inquinamento atmosferico* deve intendersi

> *ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente*
>
> D.Lgs. 152/2006 e smi, art. 268, comma 1 let. a)

In merito agli effetti agli effetti prodotti sulla salute umana dall'inquinamento atmosferico, come noto, le polveri, distinguibili in polveri inalabili (PM_{10}) e polveri respirabili ($PM_{2,5}$), consistono in particelle solide e liquide di diametro variabile fra 100 µm e 0.1 µm.

Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e, a tale riguardo, il pericolo più rilevante è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo di quanto non accada nel naso e nella gola, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale infine che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche.

Al fine di verificare se ed in quali termini le polveri prodotte dalle attività di cantierizzazione, intese nel loro complesso, possano modificare le condizioni di esposizione della popolazione a tale agente inquinante, si può fare riferimento alle risultanze dello studio modellistico condotto nell'ambito del fattore Aria e Clima, al quale si rimanda.

Dalle concentrazioni restituite come output dal modello di simulazione, si evince come in nessun caso si presentino superamenti dei limiti normativi vigenti in materia di qualità dell'aria. In particolare, il valore massimo registrato nel dominio di simulazione è pari a 18 µg/mc, valore ben al di sotto del limite normativo di 50 µg/mc come valore massimo giornaliero e 40 µg/mc come media annuale.

A valle delle analisi svolte, sia dal punto di vista delle emissioni che dal punto di vista delle concentrazioni, si può concludere l'analisi cantieristica affermando come gli impatti correlati alla componente atmosfera non risultino tali da produrre scenari preoccupanti relativamente alle indicazioni normative vigenti.

Pur a fronte delle ipotesi cautelative assunte, lo studio ha evidenziato come gli effetti attesi si attestino ampiamente di sotto dei limiti fissati dalla normativa; inoltre si è osservata la presenza ridotta di ricettori lungo il tracciato, e la limitata durata temporale dei lavori nei pochi cantieri dove le emissioni espongono la popolazione alle forme di inquinanti aerotrasportati. È altresì da evidenziare che saranno previsti, tra le normali pratiche di gestione ambientali del cantiere a cui l'Appaltatore verrà vincolato, efficaci metodi di controllo e contenimento della diffusione delle polveri.

A fronte di quanto qui sintetizzato, è possibile affermare la modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento atmosfera sia tale da non compromettere lo stato attuale della salute. Pertanto, per quanto concerne la salute umana non si ritiene che i livelli incrementati possano incidere sul piano della salute e pertanto si ritiene ragionevole considerare l'effetto, durante la fase costruttiva, nullo.

3.7.1.2 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

L'effetto in esame è relativo alle condizioni di esposizione della popolazione a livelli di inquinamento acustico che possono determinare danno, disturbo o fastidio, così detta *annoyance*, conseguenti allo svolgimento delle attività di realizzazione dell'opera in progetto.

In breve, gli effetti relativi al danno si sostanziano in alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili, quali ad esempio, l'innalzamento della soglia dell'udibile oppure la riduzione della capacità di comprensione del parlato.

Gli effetti ascrivibili al disturbo riguardano delle alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto, che determinano conseguenze fisio-patologiche sugli apparti cardiovascolare, digerente, respiratorio, sulle ghiandole endocrine, nonché sulla sfera psichica nelle sue diverse accezioni (alterazioni comportamentali, del sonno, etc).

Infine, gli effetti riguardanti la *annoyance* possono essere ricondotti ad una sensazione di complessiva scontentezza o fastidio derivante dall'effetto combinati di aspetti specificatamente uditivi e di altri classificabili come extra-uditivi che si riflettono sulla sfera psicosomatica.

Al fine di verificare se ed in quali termini il rumore prodotto dalle attività di cantierizzazione, intese nel loro complesso, possa modificare le condizioni di esposizione della popolazione a tale agente inquinante, si può fare riferimento alle risultanze dello studio modellistico condotto nell'ambito del fattore Clima acustico.

Da quanto riportato nelle analisi numeriche eseguite, per le tipologie di lavorazione di cantiere si evidenzia che, ogni qual volta le lavorazioni saranno eseguite in un tratto di infrastruttura che presenta dei ricettori

a distanza ravvicinata, sarà opportuno valutare l'installazione di barriere mobili di cantiere. La lavorazione maggiormente invasiva sul clima acustico risulta essere la realizzazione della galleria artificiale, per la quale si prevede l'installazione di barriere provvisorie ogni volta che si presentino ricettori ad una distanza inferiore di circa 10 metri. Situazione che non si riscontra nel progetto in esame.

Tutto quanto sopra indicato fermo restando che, ogni qual volta le lavorazioni saranno eseguite in un tratto di infrastruttura che presenta dei ricettori a distanza ravvicinata, sarà opportuno valutare, oltre all'applicazione delle buone pratiche di cantiere, l'adozione di tutte le mitigazioni necessarie. Sulla base della normativa in materia rumore, della cantierizzazione (aree utilizzate, orari di lavoro, etc.) e delle macchine e attrezzature effettivamente utilizzate durante le lavorazioni, l'Appaltatore valuterà per ogni specifica area di lavorazione l'eventuale necessità installazione di barriere mobili di cantiere.

Per valutare gli eventuali sforamenti dei limiti e l'entità del disturbo, in questa fase di progettazione si è provveduto a predisporre il monitoraggio della componente rumore in fase di cantiere.

Sotto il profilo strettamente procedurale si ricorda che il tema dei superamenti dei limiti normativi trova risoluzione attraverso la richiesta di deroga prevista dalla norma di settore appositamente per dette circostanze ex DPCM 14.12.1997.

Il valore del livello di rumore da definire nella richiesta di deroga dovrà essere stabilito dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

A fronte delle mitigazioni di progetto, considerato l'effetto mitigato, le ricadute sulla salute umana sembra possibile possano essere valutate trascurabili.

3.7.2 Interventi di mitigazione per la componente popolazione e salute pubblica

Per gli interventi di mitigazione per la presente componente si faccia riferimento a quanto già illustrato per le componenti atmosfera, rumore e vibrazioni.