

COMPLETAMENTO DELLO SVINCOLO STRADALE SULLA S.S.36 IN LOCALITA' PIONA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA:



RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ING. PIETRO GUALANDI

DIRETTORE ESECUZIONE CONTRATTO
ING. EMANUELE FIORENZA

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
ING. GRAZIANO F. RUSTICO

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (SIA)

(D.Lgs. n. 152/2006)

Parte 4 - Gli impatti della cantierizzazione

CODICE SIL		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
NOMSMI00667		T00IA04AMBRE01A.pdf				
CODICE PROGETTO		CODICE ELAB.			A	-
MSMI06 D 2201		T00IA04AMBRE01				
D						
C						
B						
A	EMISSIONE	LUG. 2022	S. DI POMPEO	A. BUGGE'	S. L. POSSATI	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

Sommario

1	LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI	2
2	LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA.....	6
3	La significatività degli impatti di cantiere	8
3.1	A – Popolazione e salute umana	8
3.1.1	Selezione dei temi di approfondimento	8
3.1.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	9
3.1.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere.....	19
3.2	B – Biodiversità.....	26
3.2.1	Selezione dei temi di approfondimento	26
3.2.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	27
3.2.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere.....	34
3.3	C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare	37
3.3.1	Selezione dei temi di approfondimento	37
3.3.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	38
3.3.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere	42
3.4	D – Geologia e acque.....	44
3.4.1	Selezione dei temi di approfondimento	44
3.4.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	45
3.4.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere.....	50
3.5	E – Atmosfera.....	52
3.5.1	Selezione dei temi di approfondimento	52
3.5.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere -Stima delle polveri prodotte dalle attività di cantiere	52
3.5.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere.....	69
3.6	F - Sistema paesaggistico	74
3.6.1	Selezione dei temi di approfondimento	74
3.6.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	76
3.6.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere.....	81
3.7	G1 – Rumore	83
3.7.1	Selezione dei temi di approfondimento	83
3.7.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	84
3.7.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere.....	97
3.8	G2 – Vibrazioni	102
3.8.1	Selezione dei temi di approfondimento	102
3.8.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	102
3.8.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere.....	105

1 LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI

Scopo del presente capitolo è quello di fornire una metodologia da applicare per la determinazione degli impatti indotti sull'ambiente dalla realizzazione dell'opera nella sua dimensione costruttiva (Parte 5 del presente SIA, costituita dal documento in esame) e dall'opera della sua dimensione fisica ed operativa (Parte 6 del presente SIA, alla quale si rimanda).

Stante tale finalità, la metodologia si compone di cinque step, ed in particolare:

- lettura dell'opera secondo le tre dimensioni;
- scomposizione dell'opera in azioni;
- determinazione della catena azioni-fatti causali-impatti;
- stima dei potenziali impatti;
- stima degli impatti residui.

Il primo step, sul quale si fonda la seguente analisi ambientale, risiede nella lettura delle opere ed interventi previsti dal progetto in esame secondo le tre seguenti dimensioni, ciascuna delle quali connotata da una propria modalità di lettura (cfr. Tabella 1–1).

Dimensione	Modalità di lettura
Costruttiva: "Opera come costruzione"	Opera intesa rispetto agli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di materiali, opere ed aree di servizio alla cantierizzazione, nonché di traffici di cantierizzazione indotti
Fisica: "Opera come manufatto"	Opera come manufatto, colto nelle sue caratteristiche fisiche e funzionali
Operativa: "Opera come esercizio"	Opera intesa nella sua operatività con riferimento al suo funzionamento

Tabella 1–1 Le dimensioni di lettura dell'opera

Muovendo da tale tripartizione, il secondo momento di lavoro consiste nella scomposizione delle opere secondo specifiche azioni di progetto, come riportato nel successivo paragrafo per quanto riguarda la dimensione costruttiva e nella Parte 6 alla quale si rimanda, per la dimensione fisica ed operativa dell'opera in progetto. Tali azioni per ogni dimensione dell'opera sono state definite in funzione della tipologia di opera e delle attività di cantiere necessarie alla sua realizzazione e della sua funzionalità una volta finalizzata.

A seguito della determinazione delle azioni di progetto, vengono individuati tutti i possibili fattori potenzialmente causa di impatto e i relativi impatti da essi generati.

I fattori di pressione o fattori causali sono definiti e analizzati nell'ambito dello studio di ciascuna componente ambientale. La caratterizzazione in termini di "destruttore" dipende infatti, oltre che dal tipo di intervento previsto in progetto, dalle caratteristiche proprie della matrice analizzata ovvero dalla sensibilità o vulnerabilità della componente con cui le opere interagiscono.

Di seguito una tabella esplicativa della catena "Azioni – Fattori causali – Impatti potenziali".

Azione di progetto	Attività che deriva dalla lettura degli interventi costitutivi l'opera in progetto, colta nelle sue tre dimensioni
Fattore causale di impatto	Aspetto delle azioni di progetto suscettibile di interagire con l'ambiente in quanto all'origine di possibili impatti
Impatto ambientale potenziale	Modificazione dell'ambiente, in termini di alterazione e compromissione dei livelli qualitativi attuali derivante da uno specifico fattore causale

Tabella 1–2 Catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali

Una volta individuati i potenziali impatti generati dall'opera nelle sue tre dimensioni, considerando tutte le componenti ambientali interferite, se ne determina la significatività, ovvero il livello di interferenza che l'opera può determinare (nelle sue tre dimensioni) sull'ambiente circostante.

Gli impatti potenziali sono stimati a diversi livelli, ovvero come impatti:

- diretti e indiretti,
- a breve e a lungo termine,
- temporanei e permanenti,
- reversibili e irreversibili,
- cumulativi,
- locali, estesi e transfrontalieri.

Sarà quindi attribuito, a ciascun impatto, un livello di giudizio, ovvero sarà verificato se:

- l'impatto si manifesta sulla specifica matrice ambientale, ossia se si verifica il fattore di pressione che lo genera;

- l'impatto non si manifesta, ossia se il fattore di pressione che lo genera non sussiste;
- l'impatto si manifesta con effetti non significativi sulla matrice ambientale, ossia se il fattore di pressione che potenzialmente lo genera è trascurabile.

Si evidenzia che, dall'analisi del contesto in cui l'opera si va ad inserire e delle specificità costruttive, risulta evidente che le azioni di progetto potranno dar luogo a potenziali impatti solo a scala locale.

Per quanto attiene alla puntuale definizione dei nessi di causalità intercorrenti tra le azioni di progetto ed i potenziali impatti ambientali relativi a ciascuna delle componenti, si rimanda agli specifici paragrafi della Parte 4 in esame e della Parte 5 relativi ad ogni componente ambientale.

Per quanto concerne le misure di prevenzione e mitigazione adottate nell'ambito del progetto in esame, per gli eventuali impatti potenzialmente generati ne sarà stimata l'efficacia ed in particolare sarà verificato se:

- le misure adottate sono sufficienti alla risoluzione dell'interferenza: non si verifica l'impatto ipotizzato (Impatto mitigabile);
- le misure adottate non sono pienamente sufficienti alla risoluzione dell'interferenza ma ne consentono solo l'attenuazione: l'impatto ipotizzato si verifica ma avrà effetti limitati sulla matrice ambientale (Impatto parzialmente mitigabile);
- le misure adottate non sono sufficienti alla risoluzione dell'interferenza: l'impatto ipotizzato si verifica e non è possibile individuare misure idonee ad una sua efficace risoluzione/attenuazione (Impatto non mitigabile).

Nel caso l'impatto inizialmente stimato sia mitigabile o, ad ogni modo, gli impatti residui siano trascurabili, la valutazione si conclude con esito positivo senza registrare impatti negativi.

Qualora l'impatto inizialmente stimato sia parzialmente mitigabile o non mitigabile, saranno stimati gli impatti residui, ed in particolare sarà verificato se:

- l'impatto residuo non è distinguibile dalla situazione preesistente (Impatto residuo non significativo);
- l'impatto residuo è distinguibile ma non causa una variazione significativa della situazione preesistente (Impatto residuo scarsamente significativo);
- l'impatto residuo corrisponde ad una variazione significativa della situazione preesistente ovvero causa di un peggioramento evidente di una situazione preesistente già critica (Impatto residuo significativo);
- l'impatto residuo corrisponde ad un superamento di soglie di attenzione specificatamente definite per la componente (normate e non) ovvero causa di un aumento evidente di un superamento precedentemente già in atto (Impatto residuo molto significativo).

Nel caso in cui si registri in impatto ambientale residuo significativo, sono valutate e individuate per ciascuna matrice interferita, le adeguate opere ed interventi di compensazione.

Infine, si evidenzia che la stima degli impatti darà conto anche degli eventuali "effetti positivi" generati dalla presenza dell'opera in termini di miglioramento dello stato qualitativo iniziale della matrice ambientale analizzata.

2 LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA

In merito al secondo step della metodologia sopra definita, il presente paragrafo è volto all'individuazione delle azioni di progetto relative alla realizzazione dell'opera, ovvero alla sua dimensione costruttiva. Si specificano, pertanto, nella seguente tabella, le azioni di cantiere che saranno poi analizzate nei paragrafi successivi, all'interno di ciascuna componente ambientale, al fine dell'individuazione dei fattori causali e conseguentemente degli impatti associati ad ogni azione di progetto.

AC.01	Approntamento aree e piste di cantiere
AC.02	Scotico terreno vegetale
AC.03	Scavo e sbancamento
AC.05	Demolizione pavimentazione esistente
AC.06	Demolizione manufatti
AC.07	Rinterri
AC.08	Realizzazione rilevati
AC.09	Realizzazione elementi gettati in opera
AC.10	Movimentazione materie
AC.11	Traffico di cantiere
AC.12	Gestione acque di cantiere
AC.13	Realizzazione pavimentazione stradale
AC.14	Realizzazione finiture

Tabella 2-1 Definizione azioni di progetto per la dimensione costruttiva

Analizzando nel dettaglio l'insieme delle suddette azioni, esse possono essere correlate alle differenti tipologie di opere in progetto, così come indicato nella tabella seguente.

Tipologie di opere in progetto		Azioni di progetto
Tratti dell'opera all'aperto	Strada in trincea	Scavi e sbancamenti
		Demolizione manufatti
		Demolizione pavimentazione esistente
		Rinterri
		Realizzazione pavimentazione stradale
		Realizzazione elementi gettati in opera
		Posa in opere di elementi prefabbricati
	Strada in rilevato	Traffico di cantiere
		Scavo e scotico
		Demolizione pavimentazione esistente
		Rinterri
		Realizzazione pavimentazione stradale
	Galleria artificiale	Realizzazione elementi gettati in opera
		Posa in opere di elementi prefabbricati
		Traffico di cantiere
		Traffico di cantiere
		Realizzazione pavimentazione stradale

Tipologie di opere in progetto		Azioni di progetto
Aree di cantiere	Cantiere Base	Realizzazione finiture
		Approntamento aree di cantiere
		Scotico terreno vegetale
		Gestione acque di cantiere
	Area di stoccaggio	Traffico di cantiere
		Approntamento aree di cantiere
		Scotico terreno vegetale
		Gestione acque di cantiere
		Movimentazione materie
		Scavi e sbancamento
	Scavo meccanizzato con martellone	

Tabella 2–2 Definizione azioni di progetto per la dimensione costruttiva correlate alla tipologia di opera

3 La significatività degli impatti di cantiere

3.1 A – Popolazione e salute umana

3.1.1 Selezione dei temi di approfondimento

Seguendo la metodologia esplicitata nei cap. 1 e 2, di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame. Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l'opera (costruttiva, fisica ed operativa) sono stati individuati, per il presente documento, i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali per la sola dimensione costruttiva.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente Salute umana è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
AC.01	Aprontamento aree di cantiere	Produzione emissione inquinanti	Modifica della qualità dell'aria
AC.02	Scavo terreno vegetale		
AC.03	Scavo e sbancamento		
AC.05	Demolizione pavimentazione esistente	Produzione emissioni acustiche	Compromissione del clima acustico
AC.06	Demolizione manufatti		
AC.07	Rinterri	Produzione di emissioni vibrazionali	Modifica dell'esposizione alle vibrazioni
AC.08	Realizzazione rilevati		
AC.09	Realizzazione elementi gettati in opera		
AC.10	Movimentazione materie		
AC.11	Traffico di cantiere		
AC.12	Gestione acque di cantiere		
AC.13	Realizzazione pavimentazione stradale		
AC.14	Realizzazione finiture		

Tabella 3-1 Salute Umana: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni, delle interferenze acustiche e delle onde vibrazionali prodotte durante la fase di cantiere.

3.1.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Inquinamento atmosferico e salute umana

Al fine di comprendere come la nuova infrastruttura, durante la fase di cantiere, possa determinare modifiche sullo stato di salute della popolazione residente nel suo intorno, sono state condotte delle simulazioni atmosferiche modellistiche finalizzate alla valutazione delle concentrazioni di PM10, PM2.5 e NO2 generate dalle attività di cantiere e dai mezzi circolanti sulla viabilità. La metodologia utilizzata è quella del "Worst Case Scenario".

Al fine di individuare gli scenari peggiori occorre non solo identificare l'attività più critica in termini di emissioni di inquinanti, ma anche tenere in considerazione la contemporaneità delle lavorazioni, la sovrapposizione spaziale degli effetti e la localizzazione degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area. Sulla base di ciò sono stati individuati due scenari di simulazione comprendenti le aree di lavoro elencate nel seguito.

Il primo scenario comprende le seguenti aree di lavorazione (cfr. Figura 3-1):

- Area di stoccaggio dei materiali o terre dei rifiuti non pericolosi (AS);
- Area di cantiere a sostegno della realizzazione delle nuove rampe di ingresso e di uscita della carreggiata Nord (Cantiere Fase 2);
- Area di cantiere a sostegno della realizzazione della nuova rotatoria all'intersezione tra la rampa bidirezionale e la strada provinciale 72.

Lo Scenario 2 prevede invece le seguenti aree di lavorazione (cfr. Figura 3-2):

- Area di stoccaggio dei materiali o terre dei rifiuti non pericolosi (AS);
- Area di cantiere a sostegno della realizzazione della bretella di collegamento e delle corsie di ingresso e uscita per la carreggiata Sud.



Figura 3-1 Rappresentazione delle aree di cantiere Scenario 1



Figura 3-2 Rappresentazione delle aree di cantiere Scenario 2

Le lavorazioni previste per ciascuna delle aree di cantiere sono invece riportate nella tabella che segue.

Cantiere	Superficie	Attività di cantiere
Cantiere Fase 2	6.149 m ²	Carico e scarico del materiale Erosione del vento dai cumuli
Cantiere Fase 3	6.777 m ²	Carico e scarico del materiale Erosione del vento dai cumuli
Cantiere Fase 4	11.189 m ²	Carico e scarico del materiale Erosione del vento dai cumuli
AS	1.550 m ²	Formazione e stoccaggio cumuli Erosione del vento dai cumuli

Tabella 3-2 Caratteristiche aree di cantiere scelte per la simulazione

Per quanto riguarda invece i traffici di cantiere derivanti dal trasporto dei materiali di scavo dalle aree di cantiere fino ai siti di deposito temporaneo, cave e discariche, è stato ipotizzato per l'intero scenario un flusso medio di 26/veicoli/giorno bidirezionali. Pertanto, in virtù del ridotto valore stimato, non è stato valutato il contributo del traffico indotto dalla cantierizzazione.

Si specifica come per le polveri grossolane (PM_{10} e $PM_{2.5}$) il contributo emissivo è stato calcolato come la somma del contributo derivante dalle lavorazioni di cantiere e dei macchinari impiegati; viceversa, per quanto riguarda ossidi e biossido di azoto, è stata considerata solamente l'emissione derivante dai gas di scarico delle macchine di cantiere, tralasciando il contributo legato alla movimentazione e stoccaggio del materiale poiché trascurabile.

Per lo scenario di simulazione è stata dunque definita una maglia di punti di calcolo ed al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di esercizio, i valori di fondo ed il contributo del cantiere, si è fatto riferimento a cinque punti ricettore rappresentativi degli edifici e delle aree verdi più vicine alle aree di cantiere simulate. In particolare, per lo scenario di riferimento sono stati considerati i ricettori mostrati nella figura che segue, in cui il ricettore V1 è stato scelto per valutare la qualità dell'aria relativa alla salvaguardia della vegetazione, mentre i restanti ricettori sono stati scelti in corrispondenza di edifici residenziali per valutare la salvaguardia della salute umana.



Figura 3-3 Localizzazione ricettori discreti per lo scenario di riferimento

Al fine di analizzare l'interazione tra l'opera e l'ambiente in fase di cantiere e avere contezza della qualità dell'aria totale in prossimità dei ricettori individuati, si riportano i risultati della simulazione con l'aggiunta del fondo rilevato dalla centralina di riferimento per l'anno 2021, situate presso i comuni di Colico e di Morbegno, e si confronta il totale con i limiti normativi.

Nello specifico, i valori di fondo utilizzati sommati sono riferiti alle concentrazioni medie annue dei seguenti inquinanti:

- PM₁₀, pari a 17,7 µg/m³;
- NO_x, pari a 32,4 µg/m³;
- NO₂, pari a 21,4 µg/m³.

Nel seguito si riportano i principali risultati ottenuti in merito ai due scenari di simulazione.

Scenario 1

PM ₁₀ [µg/m ³]				
Recettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	0,07		17,77	
R2	0,18	17,70	17,88	40
R3	0,46		18,16	

Tabella 3-3 Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

PM ₁₀ [µg/m ³]				
Recettori	Massimo giornaliero	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	0,48		18,28	
R2	1,70	17,70	19,40	50
R3	7,11		24,81	

Tabella 3-4 Output dato massimi giornalieri dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Da come si evince nelle tabelle soprariportate, l'attività in fase di cantiere non produce per il PM₁₀, nello Scenario 1, superamenti dei limiti di legge, sia in termini di concentrazione media annua che di massimo giornaliero. In particolare, il ricettore R3 registra i massimi valori di concentrazione per entrambi gli intervalli temporali. Nello specifico, in tale punto la concentrazione media annua e il massimo giornaliero, entrambi comprensivi del fondo, sono rispettivamente pari a 18,16 µg/m³ e 24,81 µg/m³.

Analogamente, è possibile definire anche per il particolato fine (PM_{2.5}) una situazione di rispetto del limite normativo riferito alla media annua, pari a 25 µg/m³, essendo i valori di concentrazione media annua di PM₁₀, comprensivi del valore di fondo, inferiori a tale limite.

NO ₂ [µg/m ³]				
Recettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	3,90		25,30	
R2	5,55	21,40	26,95	40
R3	9,28		30,68	

Tabella 3-5 Output dato medio annuo dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

Recettori	NO ₂ [µg/m ³]				N. superamenti
	Massimo orario	Fondo	Totale	Valore normativo	
R1	113,30		134,70		-
R2	118,10	21,40	139,50	200	-
R3	212,30		233,70		4

Tabella 3-6 Output dato massimi orari dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

Per quanto riguarda il biossido di azoto, i valori medi annuali stimati sui ricettori, sommati al valore di fondo, non registrano superamenti del limite normativo. Nello specifico, il valore totale massimo per tale intervallo di mediazione è stato stimato presso il ricettore R3, dove è pari a 30,68 µg/m³.

In riferimento alla concentrazione media oraria, non si registrano superamenti sui ricettori R1 e R2, mentre si registrano quattro superamenti presso il ricettore R3. Nonostante, quindi, presso tale ricettore venga stimata una concentrazione media oraria ben superiore al limite normativo di 200 µg/m³, il numero dei superamenti è comunque inferiore al numero massimo consentito, pari a 18.

Scenario 2

Recettori	PM ₁₀ [µg/m ³]			Valore normativo
	Media annua	Fondo	Totale	
R1	0,18		17,88	
R2	0,30	17,70	18,00	40
R3	0,08		17,78	

Tabella 3-7 Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Recettori	PM ₁₀ [µg/m ³]			Valore normativo
	Massimo giornaliero	Fondo	Totale	
R1	2,46		20,16	
R2	3,08	17,70	20,78	50
R3	1,96		19,66	

Tabella 3-8 Output dato massimi giornalieri dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Da come si evince nelle tabelle soprariportate, l'attività in fase di cantiere non produce per il PM₁₀, nello Scenario 2, superamenti dei limiti di legge, sia in termini di concentrazione media annua che di massimo giornaliero. In particolare, il ricettore R2 registra i massimi valori di concentrazione per entrambi gli intervalli temporali. Nello specifico, in tale punto la concentrazione media annua e il massimo giornaliero, entrambi comprensivi del fondo, sono rispettivamente pari a 18 µg/m³ e 20,78 µg/m³.

Analogamente, è possibile definire anche per il particolato fine (PM_{2.5}) una situazione di rispetto del limite normativo riferito alla media annua, pari a 25 µg/m³, essendo i valori di concentrazione media annua di PM₁₀, comprensivi del valore di fondo, inferiori a tale limite.

Recettori	NO ₂ [µg/m ³]			Valore normativo
	Media annua	Fondo	Totale	
R1	3,53		24,93	
R2	5,89	21,40	27,29	40
R3	1,65		23,06	

Tabella 3-9 Output dato medio annuo dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

Recettori	NO ₂ [µg/m ³]			Valore normativo
	Massimo orario	Fondo	Totale	
R1	127,62		149,02	
R2	128,73	21,40	150,13	200
R3	90,78		112,18	

Tabella 3-10 Output dato massimi orari dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

Per quanto riguarda il biossido di azoto, i valori medi annuali stimati sui ricettori, sommati al valore di fondo, non registrano superamenti del limite normativo. Nello specifico, il valore totale massimo per tale intervallo di mediazione è stato stimato presso il ricettore R2, dove è pari a 27,29 µg/m³.

In riferimento alla concentrazione media oraria, a differenza dello scenario precedente non si registrano superamenti su alcun ricettore. In particolare, il valore massimo orario è stato stimato presso il ricettore R2, pari a 150,13 µg/m³.

Inquinamento acustico e salute umana

La metodologia assunta per l'analisi delle interferenze sulla salute umana 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.

Per ciascuno scenario di simulazione è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta delle 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. Si è assunta perciò una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

I due scenari assunti nelle simulazioni acustiche previsionali sono rappresentati dalle seguenti aree di cantiere e relativi macchinari:

Scenario 1		
Area di cantiere	Attività	Macchina di cantiere
Cantiere Fase 2	Realizzazione rampe carreggiata nord	Autocarro
		Escavatore
		Pala meccanica
Cantiere Fase 3	Realizzazione rotatoria	Autocarro
		Escavatore
		Pala meccanica
Area di stoccaggio del Cantiere Base	Stoccaggio terre e materiali	Autocarro
		Pala meccanica
Scenario 2		
Area di cantiere	Attività	Area di cantiere
Cantiere Fase 4	Realizzazione bretella e rampe carreggiata sud	Dumper
		Escavatore
		Pala meccanica
Area di stoccaggio del Cantiere Base	Stoccaggio terre e materiali	Autocarro
		Pala meccanica

Tabella 3-11 Caratterizzazione degli scenari oggetto di studio riferiti alla fase di Corso d'Opera individuati secondo la metodologia del "worst case scenario"

Le sorgenti acustiche connesse ai macchinari operativi sono state considerate come puntiformi, poste ad un'altezza relativa sul terreno pari a 1,5 metri e con frequenza centrale pari a 500Hz.

Per ogni lavorazione precedentemente indicata è stato individuato il numero e la tipologia di macchinari presenti e le relative grandezze di riferimento per la loro caratterizzazione acustica, quali il livello di potenza sonora e lo spettro di emissione in bande di ottava.

Per quanto riguarda l'orario di lavoro, si assume una operatività, nel solo periodo diurno e nell'arco temporale tra le 8:00 – 16:00, per un totale di 8 ore lavorative.

Inoltre, si tiene a specificare che il traffico indotto dalle lavorazioni non è stato preso in considerazione all'interno degli scenari di simulazione definiti, in quanto ritenuto trascurabile in ragione dell'esiguo numero in termine di veicoli/giorno.

Per ciascuno dei due scenari, il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in $Leq(A)$ in termini di mappature acustiche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. La griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri, mentre l'ordine di riflessione è stato assunto pari a 3.

L'output del modello consiste inoltre nei valori del $Leq(A)$ calcolati ad 1 metro dalla facciata, per ciascun piano, per tutti gli edifici limitrofi alle aree di cantiere e limitatamente al primo fronte urbano.

Inquinamento vibrazionale e salute umana

Lo studio relativo alla valutazione delle vibrazioni indotte dalla fase di cantiere prevede che, nota l'emissione vibrazionale del macchinario e la distanza tra ricettore-sorgente, è possibile calcolare l'entità della vibrazione in termini accelerometrici in corrispondenza del potenziale edificio interferito.

Per quanto riguarda i valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura.

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni da parte di mezzi operativi non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che normano invece l'emissione del rumore. Pertanto, in questo caso non si ha una caratterizzazione dell'emissione in condizioni standardizzate, ed una garanzia del costruttore a non superare un preciso valore dichiarato. Non si hanno nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione comunicati ai recettori, e quindi ovviamente non è possibile specificare la produzione di vibrazioni con lo stesso livello di dettaglio con cui si è potuto operare per il rumore.

Come detto, le attività critiche individuate sono attribuibili alle lavorazioni svolte all'interno delle aree operative e nello specifico alle attività di scavo e sbancamento.

Per la caratterizzazione emissiva della sorgente relativa alle attività di scavo si è considerata la contemporaneità di tre mezzi operativi, quali autocarro, escavatore e pala meccanica, si è fatto riferimento ai dati sperimentali desunti in letteratura e riferiti ad un rilievo ad una distanza di 5 m dalla sorgente.

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, e utilizzando la curva di ponderazione w_m secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dal macchinario a diverse distanze dal fronte di scavo.

3.1.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Inquinamento atmosferico e salute umana

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, hanno portato al superamento per 4 volte del valore massimo di concentrazione oraria nello Scenario 1 per quanto riguarda il ricettore R2. Nonostante ciò, è necessario ricordare che l'entità dei superamenti è comunque inferiore al numero massimo consentito, pari a 18.

Saranno inoltre previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera prodotti durante la fase di corso d'opera. Allo scopo di minimizzare gli impatti previsti durante le attività di cantiere, inoltre, sono previste una serie di interventi di mitigazione, volti a contenere e ridurre le emissioni durante le lavorazioni. Per un maggior approfondimento riguardo gli interventi di mitigazione previsti, si rimanda all'elaborato "Relazione sulla cantierizzazione" (cod.T00CA00CANRE01A).

Inquinamento acustico e salute umana

Per lo scenario di "Corso D'Opera" è stata applicata la metodologia del Worst Case Scenario. Questo permette di valutare le condizioni di esposizione al rumore indotte dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti acustici territoriali nelle condizioni operative più gravose sul territorio,

che nel caso positivo, permettono di accertare una condizione di rispetto anche nelle situazioni meno critiche.

Nel modello è stato quindi imputato il layout delle diverse aree di cantiere, ovvero quelle relative alle aree operative di oltreché l'area di stoccaggio dei materiali interna il campo base a sostegno dell'intera opera di progetto. Le aree di cantiere e le relative aree di deposito sono state localizzate secondo quanto indicato dagli elaborati progettuali.

Per ciascuno scenario è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta delle 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. Si è assunta perciò una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

Per quanto concerne le sorgenti acustiche caratterizzanti le aree di cantiere, l'analisi consiste nella verifica dei livelli di immissione previsti dal Comune territorialmente competente attraverso il Piano di classificazione acustica. La verifica dei livelli di immissione è stata effettuata considerando esclusivamente i livelli acustici indotti dal cantiere.

Le sorgenti emissive presenti all'interno dei cantieri fissi sono state schematizzate all'interno del modello di calcolo come sorgenti di tipo puntuale, poste ad un'altezza di 1,5 metri.

Dai risultati ottenuti si evince come per entrambi gli scenari simulati non sussistano condizioni di superamento dei limiti individuati dai P.C.C.A. del comune di riferimento per i ricettori situati in prossimità delle aree di cantiere analizzate nel presente studio e, pertanto, non sono necessarie opere di mitigazione di tipo temporaneo.

Si precisa, inoltre, che, come ulteriore misura cautelativa, il modello di simulazione del presente studio acustico non considera all'interno della propria geometria la vegetazione e le alberature presenti, le quali rappresentano un'ulteriore protezione contro il potenziale impatto acustico derivante dai cantieri.

Per limitare ancora il disturbo indotto dalle attività di cantiere, la ditta appaltatrice, nella fase di realizzazione delle opere di progetto dovrà adottare i seguenti accorgimenti:

1. Corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:
 - la selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;

- l'impiego di macchine per il movimento di terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
 - l'installazione di silenziatori sugli scarichi;
 - l'utilizzo di impianti fissi schermati;
 - l'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.
2. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
- all'eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione;
 - alla sostituzione dei pezzi usurati;
 - al controllo e al serraggio delle giunzioni, ecc.
3. Corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
- l'orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale (quali i ventilatori) in posizione di minima interferenza;
 - la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
 - l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni;
 - l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
 - l'obbligo, ai conducenti, di spegnere i mezzi nei periodi di mancato utilizzo degli stessi;
 - la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del periodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 del mattino e tra le 20 e le 22).

Infine, ad ulteriore tutela si è previsto di monitorare le attività di cantiere rispetto alla componente "Rumore". Si prevede una attività di monitoraggio mediante due postazioni. Per un approfondimento in tal senso si rimanda all'elaborato T00MO06MOARE01A relativo al Piano di Monitoraggio Ambientale.

In relazione a quanto sopra riportato è possibile evidenziare come gli aspetti legati alla componente in esame per la dimensione costruttiva possano considerarsi trascurabili.

Inquinamento vibrazionale e salute umana

Per quanto riguarda il fenomeno delle vibrazioni, questo risulta poco significativo per una infrastruttura stradale nella "Dimensione operativa". Rispetto invece alla fase di realizzazione (Dimensione costruttiva), in ragione della tipologia di opera e dalle attività e mezzi di cantiere necessari allo scavo e sbancamento, si è provveduto a sviluppare uno studio modellistico previsionale finalizzato alla valutazione dell'entità del disturbo sui ricettori.

Come anticipato, a differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Per il caso specifico in studio è stata considerata la norma UNI 9614 "*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*" come riferimento in quanto indica dei valori di riferimento per ciascuna tipologia di ricettore rispetto al tema del disturbo sui ricettori per effetto delle vibrazioni. Ai fini della valutazione dell'opera sull'ambiente, tale scelta appare cautelativa in quanto la norma UNI 9614 individua dei valori di riferimento per il comfort delle persone, che se rispettati, implica una condizione di consistenza anche con quelli individuati dalla norma UNI 9916 per la valutazione del danno. Seppur la comparazione non sia direttamente valutabile in quanto le due norme definiscono differenti tipologie di valutazione e curve di ponderazione, dall'analisi lineare in frequenza si riscontra che i fenomeni che non comportano situazioni di non comfort secondo la UNI 9614, se analizzati secondo quanto richiesto dalla UNI 9916 i limiti sono ampiamente rispettati.

Il modello previsionale considerato permette la valutazione dei livelli di accelerazione in dB al variare della distanza sorgente-ricettore, note le caratteristiche geometriche, la tipologia di terreno e le proprietà emissive della sorgente di cantiere. Per quanto riguarda il caso di studio si è fatto riferimento all'equazione di Bornitz, valida per tutti i tipi di onde acustiche, considerando una sorgente puntiforme in profondità e le caratteristiche del terreno caratterizzante il sito di lavoro (conoidi alluvionali quali sabbie e ghiaie).

In merito invece ai valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura e relativi allo scavo con autocarro, escavatore e pala meccanica.

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, e utilizzando la curva di ponderazione w_m secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dai macchinari a diverse distanze dal fronte di scavo.

La norma UNI 9614 individua due periodi di riferimento nell'arco della giornata: diurno, dalle 7:00 alle 22:00, e notturno dalle 22:00 alle 7:00. Rispetto a tali periodi la norma individua specifici valori di riferimento per la valutazione del disturbo in ragione della tipologia di ricettore e della direzione (asse X, Y e Z). Considerando la condizione di postura non nota, si considerano i valori di riferimento previsti dalla norma UNI 9614 più restrittivi tra quelli definiti per gli assi X, Y e Z. Questi risultano essere in funzione della tipologia di ricettore:

- Aree critiche: 71 dB;
- Abitazioni (periodo notturno): 74 dB;
- Abitazioni (periodo diurno): 77 dB;
- Uffici: 83 dB;
- Fabbriche: 89 dB.

I valori delle accelerazioni in dB riportati in Tabella 3-12 si riferiscono ai livelli istantanei percepiti alle diverse distanze indotti dalle sorgenti di cantiere. Questi per essere confrontati con quelli di riferimento indicati dalla norma UNI 9614, devono essere riferiti ai due periodi di riferimento secondo l'operatività giornaliera della fresa, ipotizzata 8 ore/giorno nel solo periodo diurno (inteso come periodo 7-22 come da norma UNI 9614).

Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dal fronte di scavo nel periodo diurno

Dist.	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
Lw [dB]	88,4	82,1	75,6	71,7	68,8	66,6	62,4	59,3

Tabella 3-12 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dal fronte di scavo nel periodo diurno

Considerando il valore di riferimento indicato dalla norma UNI 9614 per le abitazioni nel periodo diurno (77 dB), si evince come questo, secondo la modellazione previsionale costruita, sia raggiunto ad una distanza di circa 17 m rispetto al fronte di scavo. Ne consegue pertanto che tutti gli edifici a destinazione residenziale ricadenti ad una distanza inferiore ai 17 m dal fronte di avanzamento lavori sono potenzialmente oggetto di disturbo alle vibrazioni indotte dalle attività di scavo e sbancamento.

Dall'individuazione sul territorio dei ricettori rispetto al tracciato planimetrico di progetto risulta che tutti gli edifici residenziali sono posti ad una distanza maggiore a 17 m. Inoltre, si vuole sottolineare che tale valore è frutto di un'analisi estremamente cautelativa che prende in

considerazione la contemporaneità dei tre mezzi atti allo scavo e sbancamento oltreché l'utilizzo in continua dei macchinari durante le 8 ore di lavoro.

Stante quanto sopra riportato i potenziali effetti per la salute umana possono ritenersi trascurabili.

3.2 B – Biodiversità

3.2.1 Selezione dei temi di approfondimento

In base alla metodologia esplicitata nei cap. 1 e 2 di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sul fattore ambientale in esame.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l'opera (costruttiva, fisica ed operativa) sono stati individuati, per il presente documento, i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali per la sola dimensione costruttiva.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita al fattore ambientale "Biodiversità" per la dimensione costruttiva è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
AC.01 Approntamento aree e piste di cantiere	Asportazione del terreno vegetale	Sottrazione di habitat e di biocenosi
AC.02 Scotico terreno vegetale		
Tutte le attività di cantiere da AC.03 ad AC.14	Sversamenti accidentali, produzione di gas e polveri, gestione delle acque di cantiere	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione di emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna

Figura 3-4: Biodiversità: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Dall'analisi della precedente tabella si evince che, per quanto concerne il fattore ambientale "biodiversità", con riferimento alla "Dimensione costruttiva" dell'opera in esame, essa potrebbe comportare la sottrazione di habitat e di biocenosi, in modo temporaneo, per le aree occupate dai cantieri. Inoltre, le attività di lavorazione necessarie per la realizzazione del progetto in esame possono comportare la produzione di polveri, emissione di gas, sversamenti accidentali, con conseguente alterazione della qualità degli habitat e delle specie floristiche e degli habitat delle specie faunistiche. La suddetta alterazione può anche essere indotta dalle acque di cantiere. Infine l'alterazione del clima acustico, indotto da macchinari e mezzi in lavorazione, potrebbe causare

allontanamento delle specie animali più sensibili con conseguente modifica della comunità faunistica presente nell'area.

3.2.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Sottrazione di habitat e biocenosi

L'interferenza si verifica laddove la realizzazione dell'opera può portare all'eliminazione di vegetazione o alla sottrazione di superfici, con conseguente perdita e/o alterazione di particolari ambienti o habitat specie-specifici e delle specie faunistiche ad essi associate. La suddetta potenziale interferenza potrebbe verificarsi in corrispondenza delle varie aree di cantiere previste che nello specifico sono rappresentate da un campo base e 4 aree operative in funzione della fase realizzativa. L'ubicazione di tali aree è riportata nella figura successiva.

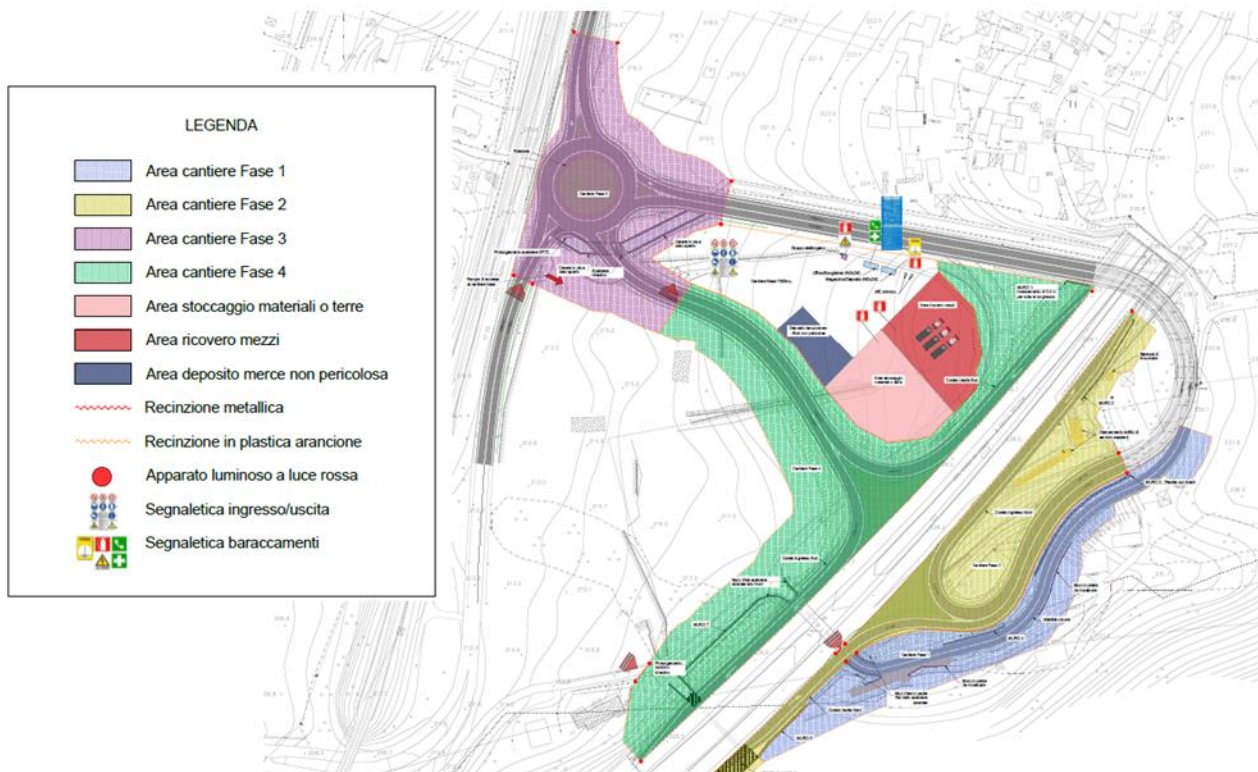


Figura 3-5: Ubicazione delle aree di cantiere

Come si evince dalla figura precedente, le aree di cantiere individuate sono ubicate principalmente nella zona tra la bretella attuale e la futura. Queste aree sono attualmente interessate da vegetazione a matrice agricola, rappresentata da campi coltivati e prati permanenti.

I criteri generali adottati per l'individuazione dell'area di cantiere base sono stati definiti in relazione alle seguenti priorità:

- ricercare localizzazioni per quanto possibile all'interno del sedime del tracciato di progetto, al fine di evitare l'occupazione temporanea di suolo;
- ricercare aree in prossimità di svincoli di interconnessione con la viabilità locale esistente, al fine di individuare aree di stoccaggio facilmente raggiungibili dai mezzi di trasporto;
- individuare zone con caratteristiche morfologiche di adeguata estensione e conformazione;
- evitare impatti su ricettori sensibili insediati in prossimità delle aree operative.

In particolare, il cantiere base ha un'area prevista di circa 7300 m² ed è interessata un'area caratterizzata da prati permanenti e brevi tratti di filari arborei/arbustivi a divisione del campo. Da rilevare la presenza di alcune alberature significative a lato della SS (*Picea abies*) che saranno soggette ad abbattimento e altre nello spartitraffico della SS (*Quercus robur*) che saranno mantenute. In ogni caso tale area, come le altre aree di cantiere, sarà interessata da opere di ripristino della vegetazione e/o opere a verde.



Figura 3-6: Stato della vegetazione nelle aree interessate dal cantiere base

L'area corrispondente ai prati permanenti sopra illustrata risulta associata all'habitat di direttiva 6510 - Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*) secondo i dati vettoriali reperibili dell'Osservatorio Regionale della Biodiversità della Lombardia. Premettendo che l'intervento non si trova in corrispondenza di aree tutelate appartenenti alla Rete Natura 2000 e che risulta inserita in un contesto vegetazionale non di particolare rilievo, l'area di estensione limitata interessata da tale habitat, verrà ripristinata allo stato originale. L'ubicazione delle aree di cantiere sovrapposte ai dati vettoriali di presenza dell'habitat 6510 è illustrata nella figura successiva. Da tenere presente, inoltre, come illustrato nella Parte 2 del presente SIA, che l'habitat 6510 è presente, seppur frammentato, diffusamente su tutto il territorio in; per cui l'interferenza generata sarà contenuta e tale da non alterare la continuità e l'integrità dell'habitat sia a livello locale che di area vasta.



Figura 3-7: Ubicazione del Progetto e delle aree di cantiere sui dati vettoriali relativi alla distribuzione degli Habitat nella Regione Lombardia

Le aree interessate dai cantieri, quindi, sono state ubicate per quanto possibile su superfici a vegetazione erbacea al fine di ridurre al minimo l'asporto di vegetazione arbustiva e/o arborea. Come mostrato, in alcuni casi le aree risultano prevalente ubicate su prati permanenti, in alcuni casi associabili all'habitat 6510.

Occorre sottolineare come la superficie complessiva interessata dalle aree di cantiere sia ridotta e quindi ancora più ristretta è quella interessata da vegetazione arborea o arbustiva. Inoltre al termine dei lavori, le aree di cantiere saranno interessate da opere a verde tra cui, nel caso delle aree in cui è presente il sopraccitato habitat, interventi di rinaturalizzazione al fine di ripristinare la connotazione naturale del suolo ante operam.

Inoltre si avrà sottrazione di suolo relativamente alle superfici interessate direttamente dai lavori per la realizzazione delle opere, che di fatto si verifica appunto nella fase costruttiva del progetto, in seguito allo scotico del terreno vegetale e successivi scavi e lavorazioni necessarie. Tale interferenza seppure inizialmente prodotta in fase di cantiere diviene permanente al termine dei lavori, per l'esistenza stessa delle opere realizzate, si è quindi scelto di trattarla in modo diffuso nella dimensione fisica del progetto.

Per quanto riguarda la viabilità di cantiere, la presenza della SS36 che separa in due l'area di intervento, ha comportato di dover prevedere un percorso tra il cantiere Base e le aree poste a Sud. Tale collegamento avverrà attraverso via Via la Ca che sarà inoltre oggetto della prima fase di intervento. Verrà inoltre utilizzata la viabilità poderale esistente.

La potenziale interferenza relativa alla sottrazione di habitat e biocenosi, nelle poche aree in cui si verifica, è quindi relativa a superfici di estensione ridotta ed è a carattere temporaneo, quindi non risulta significativa.

Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Durante la fase di cantiere le lavorazioni previste, con riferimento in particolare alle azioni di scavo e sbancamento ed alla movimentazione di terre e materiali, e la presenza dei mezzi di cantiere, potrebbero causare un'alterazione della qualità di acque superficiali, suolo e atmosfera con la conseguente perturbazione degli habitat prossimi alle aree di cantiere, a causa di sversamenti accidentali, perdita di carburanti e materiali oleosi, stoccaggio e smaltimento di materiali, incremento della polverosità per lo spostamento di mezzi e materiali.

La predisposizione delle aree adibite a cantiere, nonché le relative piste e le aree di stoccaggio temporaneo, comporterà l'impermeabilizzazione di superfici attualmente soggette a scorrimento superficiale e infiltrazione di acqua meteorica. Tale presenza potrebbe comportare quindi la diminuzione dell'apporto idrico, sia per quanto concerne le acque superficiali che l'infiltrazione nel suolo; la superficie impermeabilizzata infatti, fungendo da barriera, può impedire che le acque meteoriche si infiltrino nel terreno e vadano ad alimentare le falde presenti nel

sottosuolo. Tali alterazioni nel bilancio idrico possono ripercuotersi sulle caratteristiche degli habitat e delle biocenosi presenti nell'area. Le analisi condotte per il fattore ambientale geologia ed acque, al quale si rimanda per maggiori approfondimenti hanno portato ad escludere tale evenienza, in considerazione della limitata estensione delle aree di cantiere e della temporaneità della superficie impermeabilizzata, in quanto poco significativa nell'ottica della ricarica della falda.

L'effetto in esame legato alla gestione delle acque discende dalla produzione di acque legate alla presenza ed alle attività dei cantieri, tra cui gli scavi finalizzati alla realizzazione dei muri di sostegno.

L'esecuzione dei lavori comporterà una serie di attività che potrebbero potenzialmente generare, direttamente o indirettamente, la produzione di acque reflue di differente origine, ed in particolare:

- di origine meteorica;
- da attività di cantiere;
- da scarichi civili.

Tali azioni possono ripercuotersi conseguentemente anche sugli habitat e le biocenosi presenti nell'area di progetto. Tali azioni non risultano certe in quanto non è possibile ritenere a priori che vi sarà una interferenza tra le acque di dilavamento, contenenti solidi sospesi sostanze inquinanti ed il sistema delle acque.

In particolare, la nuova viabilità interferisce con il Torrente Merla; conseguentemente durante le lavorazioni saranno adottati particolari accorgimenti che evitino i rischi connessi all'inquinamento dei corpi idrici superficiali.

Come si evince dalle conclusioni delle analisi condotte per il fattore geologia ed acque, ai quali si rimanda per una trattazione nel dettaglio, tali impatti sono significativamente contenuti mediante l'adozione delle misure di mitigazione previste ed in ogni caso sono limitate nel medio o breve termine dato che con l'entrata in esercizio dello svincolo sono destinati a scomparire.

Per quanto attiene i potenziali effetti sugli habitat e sulle biocenosi, potenzialmente derivabili dalla produzione di gas e polveri, si è fatto riferimento alle analisi condotte per il fattore ambientale "atmosfera", al quale si rimanda per una trattazione di maggiore dettaglio.

Al fine di stimare le interferenze tra le attività di cantiere e il fattore ambientale atmosfera, sono state infatti condotte delle simulazioni modellistiche adottando la metodologia del "Worst Case

Scenario". L'individuazione dei fattori di emissione adottati per stimare, attraverso simulazione emissivo – diffusiva, i livelli di concentrazione generati per ogni singolo inquinante in fase di cantierizzazione, viene effettuata considerando sia le lavorazioni previste nell'area di cantiere, sia l'erosione del vento sui cumuli stoccati, sia le attività dei mezzi d'opera all'interno delle aree di cantiere, in termini di emissione di gas di scarico dei motori, assimilate a sorgenti emissive areali. Nel caso in esame, in funzione della localizzazione delle sorgenti e della contemporaneità delle lavorazioni maggiormente interferenti con la componente atmosferica, nonché della presenza degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area, sono stati individuati due scenari di simulazione.

Una volta definite le sorgenti emissive, è stata svolta l'analisi emissiva per i seguenti inquinanti: particolato grossolano (PM10), particolato fine (PM2.5), ossidi di azoto (NOx), biossido di azoto (NO2).

In particolare, al fine di verificare eventuali effetti negativi sulla vegetazione, è stato disposto un ricettore in prossimità della vegetazione boschiva presente sui versanti caratterizzata da castagneti (*Castanea sativa*). Alla luce dei risultati ottenuti dalle simulazioni, considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sul fattore ambientale atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, hanno portato al superamento per 4 volte del valore massimo di concentrazione oraria in uno dei due scenari di simulazione, relativi ad un ricettore solo. Nonostante ciò, è necessario ricordare che l'entità dei superamenti è comunque inferiore al numero massimo consentito, pari a 18.

Per quanto riguarda invece il ricettore legato alla vegetazione, maggiormente legato al fattore ambientale in esame, è stato registrato il superamento del valore relativo all' NOx in entrambi gli scenari. E' necessario ribadire come il superamento del limite normativo per la concentrazione media annua degli ossidi di azoto in entrambi gli scenari di simulazione non è riconducibile all'attività di cantiere, in quanto il valore di fondo (32,40 µg/m³) presenta già un valore che è di per sé superiore al limite normativo (30 µg/m³). Inoltre, tale valore stimato per i due scenari è nettamente inferiore al valore di fondo utilizzato, risultando essere circa l'1,9% al fondo nel primo scenario e lo 0,6% nel secondo.

In considerazione di quanto esposto e della temporaneità del potenziale impatto in esame relativo alla modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi legato alle emissioni di inquinanti causate dalle attività di cantiere, esso si ritiene trascurabile. Inoltre, al fine di eliminare o limitare il più possibile i fattori causali dell'impatto potenziale in esame, si prevedono in fase di cantierizzazione una serie di Best Practice di cantiere descritte nel paragrafo successivo.

Saranno inoltre previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera prodotti durante la fase di corso d'opera.

Risulta quindi evidente che, anche se l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di ecosistemi seminaturali, considerando l'area di studio e la tipologia dell'opera in esame e le azioni di progetto, compresi gli accorgimenti in fase di cantiere, si può ritenere trascurabile il generarsi di incidenze negative sul fattore ambientale "biodiversità".

Allontanamento e dispersione della fauna

La produzione di rumore e vibrazioni, dovute alle attività lavorative previste in fase di cantiere, può causare disturbo, ed eventuale allontanamento, per le specie faunistiche più sensibili, con conseguente alterazione della comunità faunistica della zona. Questa potenziale interferenza nella fase di cantiere è determinata dai principalmente dai macchinari utilizzati.

Il popolamento faunistico dell'area in oggetto risulta costituito principalmente da specie che dovrebbero essere abituate al rumore prodotto dal transito degli automezzi, dato che lo svincolo in progetto è un adeguamento della viabilità esistente (SS36) ed è adiacente alla rete ferroviaria della linea Tirano-Lecco ed alla SP72.

A supporto della trascurabilità di tale impatto, si è fatto riferimento alle simulazioni effettuate per il fattore ambientale "Rumore", relative allo scenario "Corso d'opera", al quale si rimanda per una trattazione più di dettaglio. Al fine di stimare le interferenze determinate dalle attività di cantiere sul citato fattore ambientale "rumore", sono state condotte delle simulazioni utilizzando la metodologia del "Worst Case Scenario". Questo permette di valutare le condizioni di esposizione al rumore indotto dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti acustici territoriali nelle condizioni operative più gravose sul territorio, che nel caso positivo, permettono di accertare una condizione di rispetto anche nelle situazioni meno critiche. Dai risultati ottenuti si evince come per entrambi gli scenari simulati non sussistano condizioni di superamento dei limiti individuati dai P.C.C.A. del comune di riferimento per i ricettori situati in prossimità delle aree di cantiere analizzate nel presente studio e, pertanto, non sono necessarie opere di mitigazione di tipo temporaneo.

In base alle conclusioni relative alla modifica del clima acustico nella fase di cantiere, il conseguente potenziale impatto di allontanamento e dispersione della fauna risulta trascurabile. A tale valutazione concorrono le misure per la salvaguardia del clima acustico previste in fase di cantiere e dettagliate nel paragrafo concernente la significatività degli impatti di cantiere per il fattore ambientale "rumore".

3.2.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

L'analisi della biodiversità, in tutti gli elementi che la costituiscono, ha permesso di rilevare che il contesto nel quale si inserisce l'opera ha una valenza naturalistica moderata, in quanto le formazioni vegetali presenti afferiscono spesso a formazioni antropogene quali robinieti misti da robinia (*Robinia pseudoacacia*), conifere da impianto, pioppi da impianto ed in misura minore la betulla (*Betula pendula*), il ciliegio (*Prunus avium*), il frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*) e sporadicamente il platano (*Platanus hybrida*), il pioppo, il bagolaro (*Celtis australis*) e la farnia (*Quercus robur*) con la robinia che spesso diventa la componente dominante. L'area potrebbe avere tuttavia una rilevanza per le specie che frequentano ecosistemi aperti, legati ai prati permanenti, e di tipo sinantropico, dato che l'area di sito è caratterizzata dallo svincolo esistente e dalla vicinanza con strutture turistiche e una frazione urbana. La disamina dei potenziali effetti generati dalle attività di cantiere ha permesso di affermare che la fase di cantiere, data l'entità delle lavorazioni previste per la realizzazione dello svincolo stradale sull'esistente SS36, non genererà interferenze significative sulla biodiversità, con particolare riferimento agli habitat e alle specie faunistiche che li popolano.

Come già detto, le aree di cantiere sono localizzate al margine dell'ambito urbano, con un attuale uso del suolo inquadrato come superficie agricola rappresentata da "Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive associabili all'habitat 6510.

L'interferenza di carattere temporaneo legata alla sottrazione temporanea dell'habitat 6510, in corrispondenza delle aree di cantiere, sarà opportunamente mitigata dal ripristino dell'area allo stato ante-operam con interventi mirati di potenziamento dell'habitat stesso.

Nello specifico, prima di allestire il cantiere, al fine di consentire un ripristino delle aree all'attuale stato dei luoghi, verrà effettuato uno scotico con mezzi meccanici del terreno vegetale attraverso il quale verranno asportati i primi 30 cm di terreno che verranno accantonati in loco per poi essere ripristinati al termine delle fasi di cantiere. Lo strato di terreno superficiale destinato deve essere separato, conservato in cumuli e coperto con una geostuoia. I movimenti terra (rimozione del suolo, deposito temporaneo e redistribuzione del suolo) devono essere effettuate solo quando il suolo è adeguatamente asciutto e in condizioni climatiche idonee. Al termine dei lavori, le aree di cantiere saranno tempestivamente smantellate, sarà effettuato lo sgombero e lo smaltimento del materiale di risulta derivante dalle opere di realizzazione, evitando la creazione di accumuli permanenti in loco. Si procederà a fare lavorazioni del terreno sgomberato dal cantiere sul quale verrà poi ripristinato il terreno precedentemente rimosso con lo scotico. Nella stagione utile precedente allo sgombero del

cantiere verrà effettuata la raccolta del fiorume dai prati limitrofi che presentano le stesse caratteristiche e la stessa tipologia di habitat, il fiorume se necessario verrà stoccato in luogo fresco e asciutto per essere poi steso sul terreno di scotico ripristinato. Le specie da utilizzarsi saranno indicativamente: *Arrhenatherum elatius dominante*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Agropyron repens*, *Trisetum flavepscens*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Leontodon nudicaulis*, *Tragopogon pratensis*, *Daucus carota*.

Inoltre allo scopo di minimizzare gli impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione; tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il traffico e l'inquinamento dell'aria ed il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.

In linea generale si riportano di seguito gli obiettivi delle opere preventive e di salvaguardia per la mitigazione degli impatti generati in fase di cantiere:

- salvaguardia dei margini dell'area;
- tutela e salvaguardia dei corsi d'acqua e della vegetazione;
- tutela e salvaguardia dei terreni e delle acque sotterranee;
- deviazione e/o canalizzazione temporanea di eventuali fossi presenti all'interno delle aree di cantiere;
- scelta di varie alternative di percorso che permetteranno di evitare, ove possibile, l'attraversamento dei centri abitati, al fine di non creare intasamenti e rallentamenti al traffico veicolare, che potrebbero generare degli incrementi di emissione di agenti inquinanti;
- annaffiamento controllato dei cumuli di terra, delle strade di servizio e delle piste in prossimità delle aree di cantiere che permettono il collegamento tra la viabilità principale e i siti di cantiere;
- lavaggio ruote in uscita dei mezzi dal cantiere e copertura degli stessi;
- manutenzione e verifica periodica degli automezzi;

- pavimentazione e realizzazione di sistemi raccolta o trattamento delle aree a maggior rischio di sversamenti o incidenti.

Inoltre, sono previsti interventi di opere a verde, i quali hanno come obiettivo, oltre l'integrazione e l'inserimento paesaggistico dell'opera, anche il ripristino di quelle porzioni territoriali modificate dall'opera o da tutti gli interventi che si rendono indispensabili per compierla. In particolare Le opere a verde previste, dettagliate nell'elaborato T00IA03AMBPL02A "Planimetria degli interventi di mitigazione", prevedono la ricucitura con le formazioni vegetali di tipo naturale esistenti e la riqualificazione ecologico-funzionale delle aree di intervento;

Gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale, tenendo conto del clima generalmente mite del lago e comunque di una esposizione a nord dell'area di intervento, nonché delle specie principali che caratterizzano questa parte del territorio, prevedono tra gli interventi principali la messa a dimora di masse arbustive e di fasce arboree, nonché il già citato ripristino e potenziamento dell'habitat 6510 - Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*).

3.3 C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

3.3.1 Selezione dei temi di approfondimento

In base alla metodologia esplicitata nei cap. 1 e 2 di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sul fattore ambientale in esame.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l'opera (costruttiva, fisica ed operativa) sono stati individuati, per il presente documento, i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali per la sola dimensione costruttiva.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita al fattore ambientale "Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare" per la dimensione costruttiva è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
AC.01 Approntamento aree e piste di cantiere	Asportazione del terreno vegetale	Perdita di suolo
AC.02 Scotico terreno vegetale		Riduzione della produzione agroalimentare di qualità
Tutte le attività di cantiere da AC.03 ad AC.14	Sversamenti accidentali, produzione di gas e polveri, gestione delle acque di cantiere	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari

Tabella 3-13: Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

In relazione alla "Dimensione costruttiva" dell'opera in esame, essa potrebbe comportare il consumo di suolo e, se presenti, delle aree agricole e la riduzione della relativa produzione agroalimentare di qualità, seppur in maniera temporanea, in quanto correlata alla presenza delle aree di cantiere.

Inoltre, le attività di lavorazione necessarie per la realizzazione del progetto in esame possono comportare la produzione di polveri, emissione di gas, sversamenti accidentali, con conseguente alterazione della qualità del suolo e dei prodotti agroalimentari. La suddetta alterazione può anche essere indotta dalla gestione delle acque di cantiere

3.3.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Perdita di suolo

Per quanto concerne la "Dimensione costruttiva", la predisposizione dei cantieri e delle aree necessarie per le attività lavorative inerenti al progetto in esame, comporterebbe lo scotico del terreno vegetale, con conseguente consumo di suolo. Inoltre, le aree di cantiere saranno interessate dalla ripetuta percorrenza da parte di mezzi operativi di cantiere, dai depositi di materiali terrigeni, ecc. Queste attività provocheranno un fenomeno di compattazione e, conseguentemente, un impoverimento ed un'inertizzazione del suolo, il quale, al termine delle attività di cantiere, potrebbe presentare, come conseguenza della riduzione delle normali attività microbiologiche e biochimiche dei suoli, caratteristiche di fertilità agronomica ridotte, con conseguente riduzione della potenzialità produttiva dei terreni stessi.

La suddetta potenziale interferenza potrebbe verificarsi in corrispondenza delle varie aree di cantiere previste che nello specifico sono rappresentate da un campo base e 4 aree operative in funzione della fase realizzativa. I criteri generali adottati per l'individuazione dell'area di cantiere base, già citati nella disamina delle potenziali interferenze relative al fattore ambientale Biodiversità, sono stati definiti sinteticamente al fine ridurre al minimo l'occupazione temporanea di suolo, di individuare aree di stoccaggio facilmente raggiungibili dai mezzi di trasporto; di individuare zone con caratteristiche morfologiche di adeguata estensione e conformazione ed evitare impatti su ricettori sensibili insediati in prossimità delle aree operative.

L'ubicazione delle aree di cantiere è di seguito riportata:

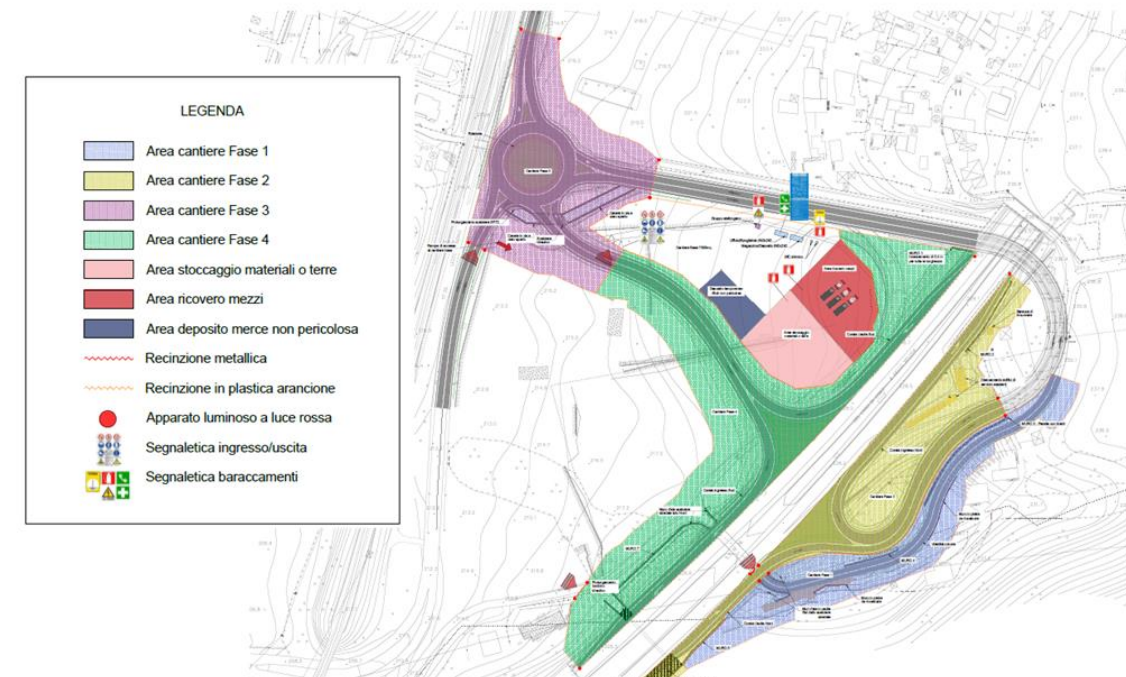


Figura 3-8: Ubicazione delle aree di cantiere

Come si evince dalla figura precedente, le aree di cantiere principali individuate sono ubicate nella zona tra la bretella attuale e la futura. Il cantiere base ha un'area prevista di circa 7300 m² ed all'interno di tale area sono previste le postazioni per gli uffici amministrativi di cantiere, il magazzino, l'officina, i servizi igienici, il parcheggio, l'area di ricovero mezzi e le aree di stoccaggio di materiali o terre e dei rifiuti non pericolosi.



Figura 3-9: Ubicazione delle aree di cantiere sul formato vettoriale del DUSAF 6.0

La suddetta area e le superfici limitrofe allo svincolo in progetto non sono interessate da produzioni agricole, si tratta di aree prevalentemente occupata da prati permanenti, in alcuni casi in stato di abbandono, in cui la vegetazione arbustiva e arborea presente è rappresentata da filari con specie vegetali di impianto a divisione delle aree poderali. Come si evince dalla figura precedente, una parte delle aree di cantiere ricade su aree interessate dalla presenza della rete stradale e dai relativi spazi accessori.

Al termine dei lavori, sono previste operazioni di ripristino ambientale al fine di riportare l'area del cantiere base al suo stato originario, mentre le scarpate, la rotatoria e le altre aree intercluse saranno oggetto di opere a verde finalizzate alla riqualificazione ed all'inserimento ambientale.

Inoltre si avrà sottrazione di suolo relativamente alle superfici interessate direttamente dai lavori per la realizzazione delle opere, che di fatto si verifica appunto nella fase costruttiva del progetto, in seguito allo scotico del terreno vegetale e successivi scavi e lavorazioni necessarie. Tale interferenza seppure inizialmente prodotta in fase di cantiere diviene permanente al termine dei

lavori, per l'esistenza stessa delle opere realizzate, si è quindi scelto di trattarla in modo diffuso nella dimensione fisica del progetto.

In relazione a quanto appena esposto, in aggiunta alla natura temporanea e reversibile dell'impatto considerato, è possibile definire trascurabile l'effetto di perdita di suolo associato alla dimensione costruttiva dell'opera.

Riduzione della produzione agroalimentare di qualità

L'effetto in esame risulta essere strettamente correlato a quello trattato precedentemente "perdita di suolo", infatti la sottrazione di suolo agricolo, seppur in maniera temporanea nelle aree di cantiere soggette a ripristino, comporta la mancata produzione di quanto coltivato, che può essere costituito da prodotti di qualità.

Nello specifico le analisi condotte per definire lo stato attuale del fattore ambientale "suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare" (cfr. parte 2 del SIA) nell'area in esame, non hanno evidenziato superfici potenzialmente interessanti, per quanto attiene la produzione di qualità, nelle aree interferite direttamente dalle aree di cantiere precedentemente citate.

Stante quanto detto il potenziale effetto "riduzione della produzione agroalimentare di qualità" può ritenersi assente.

Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari

I gas e le polveri, prodotte durante le attività di allestimento dei cantieri e nella fase di realizzazione dello svincolo, possono ricadere sul terreno circostante, con conseguente alterazione della qualità dello stesso e dei prodotti agroalimentari ivi presenti.

Inoltre le acque relative ai cantieri, se non opportunamente gestite, possono inficiare la qualità delle acque e dei suoli nei quali si riversano. Infine eventuali sversamenti accidentali possono provocare inquinamento delle acque e dei suoli interessati dagli stessi.

Al fine di valutare il potenziale effetto in esame derivante dalle emissioni di inquinanti sono state considerate le analisi effettuate per il fattore ambientale "atmosfera", relative alle eventuali modifiche di qualità dell'aria indotte dalle lavorazioni in fase di cantiere.

La valutazione della potenziale alterazione della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei, con possibili ripercussioni sul suolo e i relativi prodotti, invece, è stata effettuata considerando le analisi condotte per il fattore ambientale geologia e acque.

Alla luce delle considerazioni effettuate per i due citati fattori ambientali, ai quali si rimanda, non sono emerse particolari criticità che possano inficiare la qualità/funzionalità del suolo e dei prodotti agroalimentari associati. Inoltre, nel paragrafo seguente si riportano gli accorgimenti da prevedere durante la realizzazione delle attività di cantiere al fine di ridurre la dispersione delle polveri e garantire una corretta gestione delle acque con conseguente conservazione della qualità dei suoli. Per le motivazioni sopra esposte l'interferenza relativa all'alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari è stata ritenuta trascurabile.

3.3.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Il territorio in esame, nell'area di progetto, è caratterizzato da una matrice principalmente naturale, rappresentata dai boschi di latifoglie dei versanti, antropica e seminaturale. Le uniche aree strettamente agricole sono rappresentate da un frutteto ubicato ad est dello svincolo in progetto, e sono molto diffusi i prati permanenti destinati al foraggio sia nell'area di sito che in generale nel territorio comunale di Colico. Lungo le propaggini settentrionali del M.te Legnoncino che delimitano a sud l'area di intervento, sono presenti superfici boscate governate a ceduo, prevalentemente castagneti, presenti anche nelle aree dei Montecchi di Piona e Colico.

Inoltre, come esaminato della Parte 2 del presente SIA, relativamente alla capacità d'uso dei suoli, si evidenzia come l'area di progetto ricada nella "IV classe", corrispondente a suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola, i quali consentono solo una limitata possibilità di scelta.

Allo scopo di minimizzare i potenziali impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione; tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il traffico e l'inquinamento dell'aria ed il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.

In linea generale si riportano di seguito gli obiettivi delle opere preventive e di salvaguardia per la mitigazione degli impatti generati in fase di cantiere:

- salvaguardia dei margini dell'area;
- tutela e salvaguardia dei corsi d'acqua e della vegetazione;

- tutela e salvaguardia dei terreni e delle acque sotterranee;
- deviazione e/o canalizzazione temporanea di eventuali fossi presenti all'interno delle aree di cantiere;
- scelta di varie alternative di percorso che permetteranno di evitare, ove possibile, l'attraversamento dei centri abitati, al fine di non creare intasamenti e rallentamenti al traffico veicolare, che potrebbero generare degli incrementi di emissione di agenti inquinanti;
- annaffiamento controllato dei cumuli di terra, delle strade di servizio e delle piste in prossimità delle aree di cantiere che permettono il collegamento tra la viabilità principale e i siti di cantiere;
- lavaggio ruote in uscita dei mezzi dal cantiere e copertura degli stessi;
- manutenzione e verifica periodica degli automezzi;
- pavimentazione e realizzazione di sistemi raccolta o trattamento delle aree a maggior rischio di sversamenti o incidenti.

In conclusione, dallo studio dello stato dei luoghi in cui si va ad inserire l'opera e dalla disamina delle azioni di progetto, tutte le potenziali interferenze per il fattore ambientale "suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare", in fase costruttiva, sono state ritenute ragionevolmente trascurabili, anche grazie all'adozione di una serie di opportune misure preventive e gestionali. In particolare si tratta di interferenze a carattere temporaneo e reversibile.

3.4 D – Geologia e acque

3.4.1 Selezione dei temi di approfondimento

Seguendo la metodologia sopra esplicitata, di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali legati alle azioni afferenti alla dimensione Costruttiva che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita alla componente Geologia e Acque è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
<i>Geologia ed acque</i>		
AC.01 Approntamento aree di cantiere	Presenza di aree impermeabilizzate	Modifica delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei
AC.02 Scotico terreno vegetale	Produzione materiali	Produzione di rifiuti
AC.03 Scavo e sbancamento	Produzione materiali	Produzione di rifiuti
AC.04 Demolizione pavimentazione esistente	Produzione materiali	Produzione di rifiuti
AC.05 Demolizione manufatti	Produzione materiali	Produzione rifiuti
AC.06 Rinterri	Approvvigionamento materiali	Uso di risorse non rinnovabili
AC.07 Realizzazione rilevati	Approvvigionamento materiali	Uso di risorse non rinnovabili
AC.11 Gestione acque di cantiere	Presenza acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere Produzione acque di cantiere Produzione acque reflue (scarichi civili) Sversamenti accidentali da lavorazioni e mezzi d'opera	Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

Tabella 3-14 Geologia ed acque. Matrice di causalità – dimensione Costruttiva.

Con riferimento alla "Dimensione costruttiva", l'approntamento delle aree di cantiere potrebbe comportare la variazione del bilancio idrico complessivo, data dalla presenza di nuove aree impermeabilizzate.

Gli scavi per la realizzazione dell'opera potrebbero comportare l'instabilità dei versanti, oltre a produrre rifiuti.

Per quanto concerne lo stato qualitativo delle acque, sia sotterranee che superficiali, i fattori potenzialmente causa di impatto sono legati alla presenza di acque di dilavamento nelle aree adibite a cantiere e alla produzione di acque reflue generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di lavaggio dei mezzi.

Saranno inoltre prodotte acque reflue dagli scarichi civili. La produzione di tali acque reflue potrebbe potenzialmente modificare lo stato qualitativo dei corpi idrici presenti in prossimità dell'intervento.

3.4.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Modifica delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

La predisposizione delle aree adibite a cantiere, nonché le relative piste e le aree di stoccaggio temporaneo, comporterà l'impermeabilizzazione di superfici attualmente soggette a scorrimento superficiale e infiltrazione di acqua meteorica. Tale presenza potrebbe comportare quindi la diminuzione dell'apporto idrico, sia per quanto concerne le acque superficiali che l'infiltrazione nel suolo; la superficie impermeabilizzata infatti, fungendo da barriera, può impedire che le acque meteoriche si infiltrino nel terreno e, di conseguenza, che vadano ad alimentare le falde presenti nel sottosuolo.

Come si evince dagli elaborati della cantierizzazione, è prevista la realizzazione di:

n. 1 campo base

n. 4 aree operative in funzione della fase realizzativa.

L'ubicazione delle aree sopraelencate è riportata in Figura 3-10.

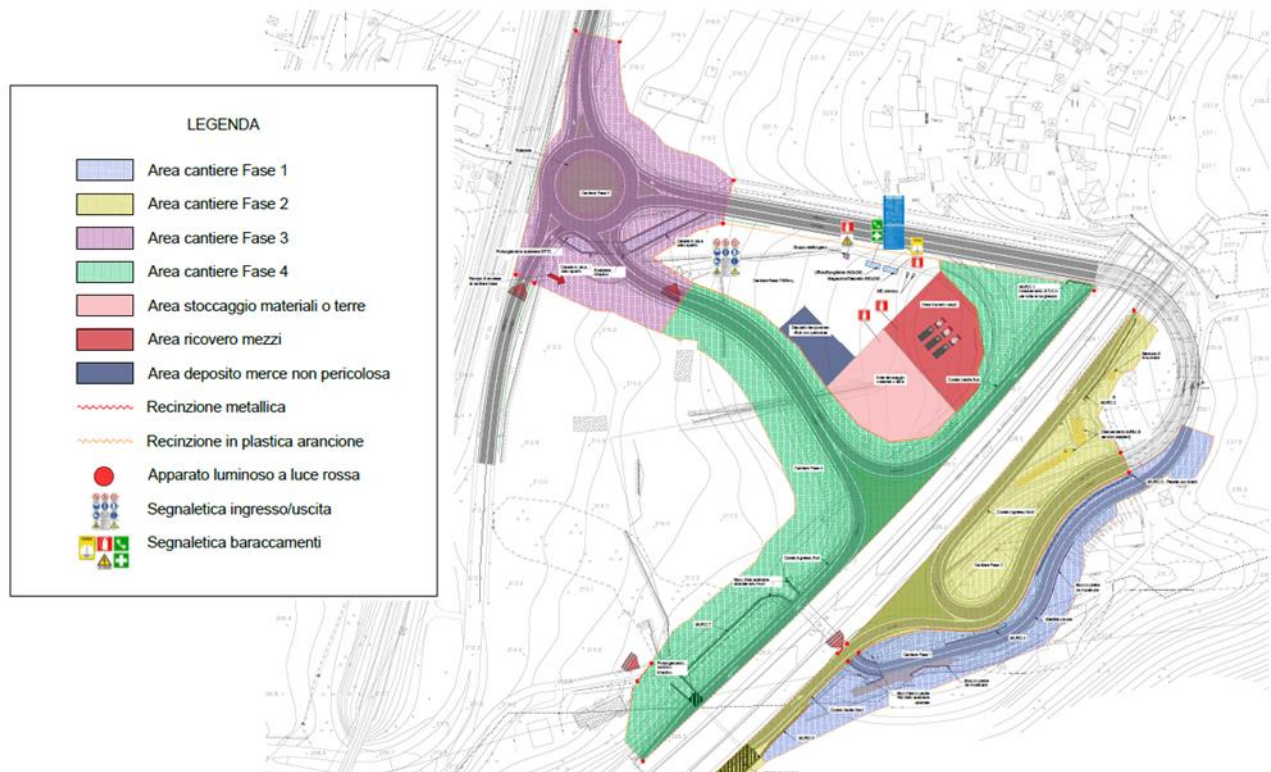


Figura 3-10 Ubicazione delle aree di cantiere.

Le aree di cantiere verranno realizzate su depositi con un grado di permeabilità classificato principalmente molto elevato/elevato, tuttavia, l'area interessata dall'impermeabilizzazione, che sarà transitoria, è modesta e, di conseguenza, poco significativa nell'ottica della ricarica della falda.

In base a quanto riportato è possibile ritenere l'impatto potenziale della fase di cantierizzazione sullo stato quantitativo delle acque superficiali e sotterranee trascurabile.

Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

L'effetto in esame discende dalla produzione di acque legate alla presenza ed alle attività dei cantieri, tra cui gli scavi finalizzati alla realizzazione dei muri di sostegno.

L'esecuzione dei lavori comporterà una serie di attività che potrebbero potenzialmente generare, direttamente o indirettamente, la produzione di acque reflue di differente origine, ed in particolare:

- di origine meteorica;
- da attività di cantiere;
- da scarichi civili.

Tali azioni non risultano certe in quanto non è possibile ritenere a priori che vi sarà una interferenza tra le acque di dilavamento, contenenti solidi sospesi sostanze inquinanti ed il sistema delle acque.

Tali impatti sono significativamente contenuti mediante l'adozione delle misure di mitigazione previste ed in ogni caso sono limitate nel medio o breve termine dato che con l'entrata in esercizio dello svincolo sono destinati a scomparire.

Allo scopo di minimizzare gli impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione (si rimanda al paragrafo successivo per gli approfondimenti); tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.

In base a quanto detto è possibile affermare che l'impatto della fase di cantierizzazione sullo stato qualitativo delle acque può essere considerato trascurabile.

Uso di risorse non rinnovabili

L'effetto discende dalla necessità di approvvigionare materiali atti alla realizzazione del tracciato di progetto e delle opere d'arte annesse.

Si è provveduto alla individuazione dei materiali di cui si prevede l'escavazione, valutando l'attitudine all'eventuale reimpiego sulla base delle loro caratteristiche tecniche; si è quindi effettuata l'analisi dei fabbisogni in materie da utilizzare nei diversi processi produttivi. I materiali provenienti dagli scavi, essendo classificati come terre A1a e A1b sono idonee al rimpiego per la costituzione dei rilevati stradali. In via cautelativa si stima un rimpiego di materiale pari al 50% del fabbisogno di materiale per i rilevati, pertanto pari a 5.265,74 mc.

LAVORAZIONE	FABBISOGNO [mc]	MATERIALE DI RISULTA RIUTILIZZABILE [mc]	BILANCIO [mc]	ATTIVITA'
RILEVATO	10 531.48	5 265.74	- 5 265.74	da cava
RIEMPIMENTI	2 909.47	290.95		da scavi
TERRENO VEGETALE	2 239.72	-	- 2 239.72	da cava
SCAVO	-	-	18 235.39	da portare a discarica
DEMOLIZIONI	-	-	2 429.43	da portare a discarica
SOVRASTRUTTURA STRADALE	2 806.23	-	- 2 806.23	da fornitori

Figura 3-11 Fabbisogno materiali.

Le principali cave attive presenti nelle aree più vicine al tracciato rivestono particolare interesse ai fini della loro vocazione quali siti di approvvigionamento di materiali da rilevato e, in parte, come inerti di pregio. Esse interessano la coltivazione dei litotipi dotati di migliori caratteristiche sotto l'aspetto geotecnico.

L'individuazione di detti siti è stata condotta secondo i seguenti criteri:

- Caratteristiche del sito di approvvigionamento o di conferimento;
- Disponibilità di materiale sia da approvvigionare sia per il conferimento
- Distanza del sito all'area di cantiere.

In virtù di quanto detto e delle scelte progettuali effettuate riguardo il riutilizzo interno dei materiali, si può ritenere l'effetto in esame trascurabile.

Produzione di rifiuti

Per la realizzazione dell'opera in progetto, è prevista la produzione di varie tipologie di materiali inerti. Considerata la tipologia delle lavorazioni, i maggiori volumi di materiali prodotti riguarderanno le terre e rocce da scavo (sbancamenti, scotico, scavo per ammorsamento del rilevato stradale e per la posa in opera delle fondazioni) con netta prevalenza sui prodotti da demolizione.

Il conferimento ad impianto di recupero del materiale di scavo, classificato come rifiuto, dovrà essere valutato ai fini della classificazione di pericolosità e sarà identificato con il relativo Codice

Europeo dei Rifiuti (CER). A tale scopo sono stati prelevati dei campioni da pozzetto da sottoporre alle opportune analisi chimica per omologare rifiuto al fine di verificare preventivamente le corrette modalità di gestione in regime di rifiuto di questo materiale ai sensi della Parte IV del D.lgs. 152/06.

In attuazione di quanto previsto alla lettera a-bis) del comma 1 dell'art. 8 D.L. 133/2014, ad integrazione di quanto disposto dall'art. 183, comma 1, lettera bb) D.lgs. n. 152/06 che disciplina il deposito temporaneo - vengono indicati specifici criteri e limiti qualitativi e quantitativi per il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo.

Nella tabella che segue, vengono riepilogate le quantità di materiale prodotte e la quantità effettiva da conferire in discarica.

LAVORAZIONE	DESCRIZIONE	CODICE CER	DESCRIZIONE CER	TOTALE (mc)	Q.TA' SUL TOTALE (%)	Q.TA' DA CONFERIRE (t)
SCOTICO	Scotico del piano campagna per la rimozione dello strato vegetale	17.05.04	terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03	-	100%	-
SCAVI DI SBANCAMENTO	Scavi per la realizzazione dei nuovi trati in trincea e per l'ammorsamento dei nuovi rilevati su quelli esistenti	17.05.04	terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03	19 589.17	99%	37 219.42
SCAVI DI SBANCAMENTO	Scavi per la realizzazione dei nuovi trati in trincea e per l'ammorsamento dei nuovi rilevati su quelli esistenti	17.05.03*	terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	197.87	1%	375.95
DEMOLIZIONI OPERE IN C.A.	Demolizione dei muri di sostegno esistenti, dei fabbricati e delle vasche	17.01.07	miscugli di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diversi da quelli di cui alla voce 17 01 06	500.00	100%	1 250.00
RIMOZIONE FERRI	Barriere, segnaletica, scolda da carpenteria	17.04.05	ferro e acciaio	-	100%	-
DEMOLIZIONI PAVIMENTAZIONE STRADALE	Demolizione della pavimentazione stradale delle vecchie rampe dello svincolo e fresatura della pavimentazione per l'allaccio con il nuovo tracciato in progetto	17.03.02	miscela bituminosa diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01	1 832.95	95%	4 399.09
DEMOLIZIONI PAVIMENTAZIONE STRADALE	Demolizione della pavimentazione stradale delle vecchie rampe dello svincolo e fresatura della pavimentazione per l'allaccio con il nuovo tracciato in progetto	17.03.01*	miscela bituminosa contenenti catrame di carbone	96.47	5%	231.53
SMARINO PALI	Perforazione per la realizzazione di pali, tiranti e micropali	17.05.04	terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03	264.32	100%	502.21

Tabella 3-15 Riepilogo delle quantità di materiale e attribuzione del codice CER.

Per quanto riguarda gli inerti da approvvigionare si prevede la fornitura da cava per il 50% del volume del rilevato, mentre per il restante 50% si prevede l'impiego dei materiali provenienti dagli scavi.

Come per i siti di approvvigionamento quelli di conferimento sono stati individuati tramite i seguenti criteri:

- Caratteristiche del sito di approvvigionamento o di conferimento;

- Disponibilità di materiale sia da approvvigionare sia per il conferimento
- Distanza del sito all'area di cantiere.

In conclusion rispetto a quanto detto, l'effetto in analisi è da considerarsi trascurabile.

3.4.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

L'analisi degli impatti sull'ambiente potenzialmente generali dalla realizzazione, presenza e messa in esercizio del nuovo svincolo ha evidenziato l'assenza di interferenze significative, per cui, considerato anche il fatto che si interviene su un'area già antropizzata, l'individuazione delle opere a verde in progetto e l'attuazione delle "Best practices" di cantiere nella fase realizzative, idonee a contenere le emissioni di polveri, gas di scarico e rumore, si ritengono sufficienti a garantire la tutela, la conservazione e il miglioramento del territorio interessato. Inoltre, le aree di cantiere saranno oggetto di recupero ambientale, riportando le stesse allo stato originario.

Tra le principali criticità rilevate nei riguardi del cantiere c'è il rischio di inquinamento delle acque superficiali per sversamenti accidentali o a causa di una non corretta gestione delle acque dilavanti provenienti dalle aree di cantiere o dalla sede ferroviaria. Tali azioni non risultano certe in quanto non è possibile ritenere a priori che vi sarà una interferenza tra le acque di dilavamento, contenenti solidi sospesi sostanze inquinanti ed il sistema delle acque.

Tali impatti sono significativamente contenuti mediante l'adozione delle misure di mitigazione previste ed in ogni caso sono limitate nel medio o breve termine dato che con l'entrata in esercizio dello svincolo sono destinati a scomparire.

Allo scopo di minimizzare gli impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione; tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il traffico ed il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.

In linea generale si riportano di seguito gli obiettivi delle opere preventive e di salvaguardia per la mitigazione degli impatti generati in fase di cantiere:

- salvaguardia dei margini dell'area;
- tutela e salvaguardia dei corsi d'acqua e della vegetazione;
- tutela e salvaguardia dei terreni e delle acque sotterranee;

- deviazione e/o canalizzazione temporanea di eventuali fossi presenti all'interno delle aree di cantiere;
- lavaggio ruote in uscita dei mezzi dal cantiere e copertura degli stessi;
- manutenzione e verifica periodica degli automezzi;
- pavimentazione e realizzazione di sistemi raccolta o trattamento delle aree a maggior rischio di sversamenti o incidenti.

In merito alla dimensione Costruttiva la predisposizione delle aree adibite a cantiere, nonché le relative piste e le aree di stoccaggio temporaneo, comporterà l'impermeabilizzazione di superfici attualmente soggette a scorrimento superficiale e infiltrazione di acqua meteorica.

Stante le modeste superfici interessate da impermeabilizzazione si può ritenere l'interferenza sullo stato quantitativo delle acque superficiali e sotterranee trascurabile.

L'esecuzione dei lavori comporterà una serie di attività che potrebbero potenzialmente generare, direttamente o indirettamente, la produzione di acque reflue di differente origine; al fine di limitare la produzione di tali acque, che potrebbe potenzialmente modificare lo stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei presenti in prossimità dell'intervento, nell'ambito della cantierizzazione saranno previsti adeguati sistemi di gestione; in particolare l'area di cantiere sarà munita di un sistema di depurazione delle acque, sia di prima pioggia che quelle derivanti dalle attività connesse con la realizzazione dell'opera, le quali saranno o convogliate direttamente nel sistema fognario, oppure saranno sversate nei recettori esistenti previo raggiungimento dei limiti imposti dalla normativa vigente.

Per quanto concerne le attività di scavo e sbancamento, data l'elevata permeabilità del terreno saranno introdotti tutti gli accorgimenti utili ad evitare sversamenti di sostanze inquinanti nella falda e la sua locale risalita per effetto degli scavi.

Si ritiene che le misure di mitigazione adottate comporteranno un impatto dell'opera oggetto di studio trascurabile.

3.5 E – Atmosfera

3.5.1 Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alla dimensione costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
AC.01 Approntamento aree di cantiere	Produzione emissione inquinanti	Modifica della qualità dell'aria
AC.02 Scotico terreno vegetale		
AC.03 Scavo e sbancamento		
AC.05 Demolizione manufatti		
AC.06 Rinterri		
AC.07 Realizzazione rilevati		
AC.08 Realizzazione elementi gettati in opera		
AC.09 Movimentazione materie		
AC.10 Traffico di cantiere		

Tabella 3-16 Atmosfera: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni prodotte durante la fase di cantiere.

3.5.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere -Stima delle polveri prodotte dalle attività di cantiere

3.5.2.1 *Gli input del software Aermod View*

Gli input territoriali

Per la valutazione delle interferenze in fase di cantiere è stato utilizzato il software Aermod View. Questo, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare l'orografia del territorio in esame, essenzialmente distinguendo tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 3-12.

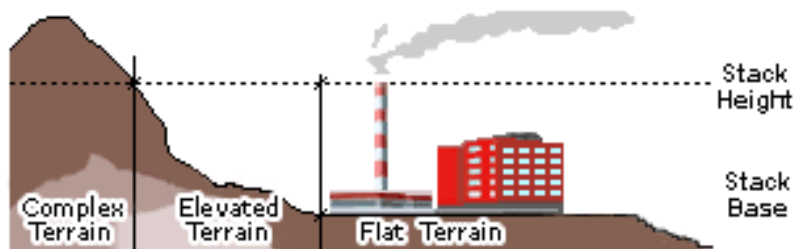


Figura 3-12 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area di intervento, in cui avvengono i lavori di cantierizzazione per la realizzazione della nuova galleria in oggetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain".

Gli input meteorologici

Un altro input fondamentale per l'applicazione del modello di simulazione in AERMOD è il dato meteorologico. Pertanto, per le simulazioni della fase di cantiere sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per le simulazioni della fase di esercizio, ossia i dati dell'anno 2021.

Gli input progettuali

La metodologia del worst case scenario

La metodologia che è stata seguita per la definizione degli input di progetto e quindi delle sorgenti emissive presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del "Worst Case Scenario". Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

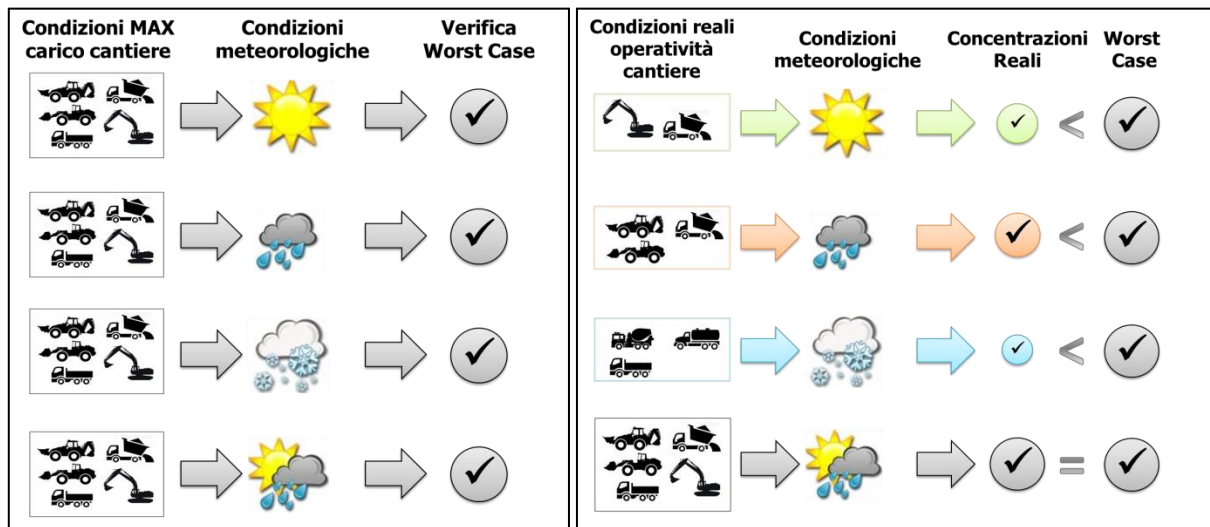


Figura 3-13 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 3-13, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più critico dal punto di vista atmosferico. È infatti possibile definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere, analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

In ultimo, al fine di realizzare gli scenari di analisi occorre definire la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia *Worst Case* implementata. Come meglio verrà esplicitato in seguito, gli inquinanti da tenere in considerazione sono funzione delle attività effettuate all'interno del cantiere.

Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il *Worst Case Scenario*, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

La definizione delle sorgenti emmissive di cantiere:

La stima dei fattori di emissione adottati per stimare, attraverso simulazione emissivo – diffusiva, i livelli di concentrazione generati per ogni singolo inquinante in fase di cantierizzazione, viene effettuata considerando le seguenti attività emmissive:

- le lavorazioni previste in ogni area di cantiere considerata;
- l'erosione del vento sui cumuli stoccati;
- le attività dei mezzi d'opera all'interno delle aree di cantiere, in termini di emissione di gas di scarico dei motori, assimilate a sorgenti emmissive areali.

Nel caso in esame relativo alla realizzazione del nuovo svincolo della SS36 di Piona, in funzione della localizzazione delle sorgenti e della contemporaneità delle lavorazioni maggiormente interferenti con la componente atmosferica, nonché della presenza degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area, sono stati individuati due scenari di simulazione. Il primo scenario comprende le seguenti aree di lavorazione:

- Area di stoccaggio dei materiali o terre dei rifiuti non pericolosi (AS);
- Area di cantiere a sostegno della realizzazione delle nuove rampe di ingresso e di uscita della carreggiata Nord (Cantiere Fase 2);
- Area di cantiere a sostegno della realizzazione della nuova rotatoria all'intersezione tra la rampa bidirezionale e la strada provinciale 72.



Figura 3-14 Rappresentazione delle aree di cantiere Scenario 1

Lo Scenario 2 prevede invece le seguenti aree di lavorazione:

- Area di stoccaggio dei materiali o terre dei rifiuti non pericolosi (AS);
- Area di cantiere a sostegno della realizzazione della bretella di collegamento e delle corsie di ingresso e uscita per la carreggiata Sud.



Figura 3-15 Rappresentazione delle aree di cantiere Scenario 2

Le attività sopra citate per lo scenario di riferimento sono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di cantiere peggiore.

Qui di seguito, si riportano le caratteristiche delle aree di cantiere scelte per la simulazione, riportando nello specifico per ciascuna di esse le lavorazioni previste.

Cantiere	Superficie	Attività di cantiere
Cantiere Fase 2	6.149 m ²	Carico e scarico del materiale Erosione del vento dai cumuli
Cantiere Fase 3	6.777 m ²	Carico e scarico del materiale Erosione del vento dai cumuli
Cantiere Fase 4	11.189 m ²	Carico e scarico del materiale Erosione del vento dai cumuli
AS	1.550 m ²	Formazione e stoccaggio cumuli Erosione del vento dai cumuli

Tabella 3-17 Caratteristiche aree di cantiere scelte per la simulazione

Nella Tabella successiva vengono invece riportati, per ciascun cantiere, i mezzi previsti per le lavorazioni.

Area di cantiere	Macchina di cantiere	Quantità
Cantiere Fae 2 Cantiere Fase 3	Autocarro	1
	Autopompa per cls	1
	Escavatore	1
	Finitrice	1
	Pala gommata	1
	Rullo compattatore	1
AS	Autocarro	1
	Escavatore	1
Cantiere Fae 4	Autocarro	1
	Autopompa per cls	1
	Dumper	1
	Finitrice	1
	Pala gommata	1
	Rullo compattatore	1

Tabella 3-18 Mezzi previsti per le lavorazioni

Per quanto riguarda invece i traffici di cantiere derivanti dal trasporto dei materiali di scavo dalle aree di cantiere fino ai siti di deposito temporaneo, cave e discariche, è stato ipotizzato per l'intero scenario un flusso medio di 26/veicoli/giorno bidirezionali. Pertanto, in virtù del ridotto valore stimato, non è stato valutato il contributo del traffico indotto dalla cantierizzazione.

Una volta definite le sorgenti emissive, è stata svolta, per ogni area di cantiere, l'analisi emissiva. In particolare, gli inquinanti analizzati sono stati i seguenti:

- particolato grossolano (PM₁₀);
- particolato fine (PM_{2.5}),
- ossidi di azoto (NO_x);
- biossido di azoto (NO₂).

Si specifica come per le polveri grossolane (PM₁₀ e PM_{2.5}) il contributo emissivo è stato calcolato come la somma del contributo derivante dalle lavorazioni di cantiere e dei macchinari impiegati; viceversa, per quanto riguarda ossidi e biossido di azoto, è stata considerata solamente l'emissione derivante dai gas di scarico delle macchine di cantiere, tralasciando il contributo legato alla movimentazione e stoccaggio del materiale poiché trascurabile.

I fattori di emissione

La metodologia di riferimento

I fattori di emissione rappresentano la capacità unitaria di emissione delle attività che si stanno analizzando. Il fattore di emissione, quindi, rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attive", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tali valori si è ricorso ai dati bibliografici messi a disposizione dalla U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) Emission Factors & AP42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factor". In tale documento sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

Nei seguenti paragrafi, verranno calcolati i singoli fattori di emissione relativi al PM₁₀ e al PM_{2.5} (principali inquinanti generati dalle operazioni di cantiere), in relazione alle attività ritenute critiche per l'inquinamento atmosferico.

I fattori di emissione relativi al carico e scarico del materiale:

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dalle attività di carico e scarico del materiale polverulento nelle aree di stoccaggio e nelle aree di lavoro.

Con riferimento alle attività in esame è stata applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. relativa alle attività di carico e scarico, di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} [kg/t]$$

Il fattore di emissione sopra definito, pertanto, dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare, della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 3-19 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Ranges Of Source Conditions			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Tabella 3-20 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Con riferimento ai valori dei coefficienti, assunti per l'analisi in esame, si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 3,6 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8 %;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM₁₀ e 0,053 per considerare l'apporto del PM_{2.5}.

Applicando la formulazione sopra indicata ed ipotizzati circa 130 m³/giorno di materiale mobilitato, le emissioni di PM₁₀ generate dai singoli cantieri in esame sono quelli riportati nella tabella sottostante.

Tabella 3-21 Fattori di emissione aerale di PM10 e PM2.5 - carico e scarico

Cantiere	Fattore di emissione PM ₁₀ [g/s]
Fase 2	0,0008
Fase 3	
Fase 4	
AS	

I fattori di emissione relativi all'erosione del vento sui cumuli:

All'interno delle aree di stoccaggio viene tenuta in considerazione, come altra attività che genera emissioni di PM₁₀ e PM_{2.5}, l'erosione del vento sui cumuli di materiale depositati.

Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA.

In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di "movimentazioni" ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto da:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a "movimentazioni" e P_i è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

Tabella 3-22 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 μm	<15 μm	<10 μm	<2.5 μm
1,0	0,6	0,5	0,075

Il fattore N, invece, dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera. In ultimo, l'erosione potenziale, P_i , parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u^* rappresenta la velocità di attrito.

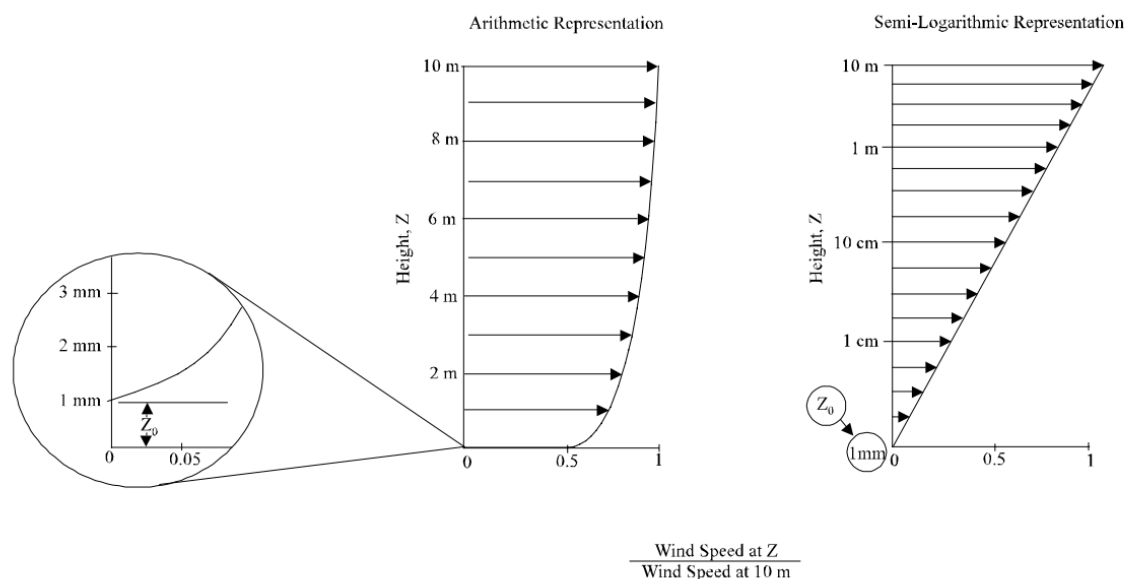


Figura 3-16 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte: EPA AP42)

L'erosione potenziale, pertanto, dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella sottostante.

Tabella 3-23 Valore di velocità di attrito limite

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati.

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto base su altezza sia inferiore a 2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologie di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di u^* supera il valore di u_t^* . A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe "roadbed material".

Ordinando i valori di u_{10}^+ in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 3-17.

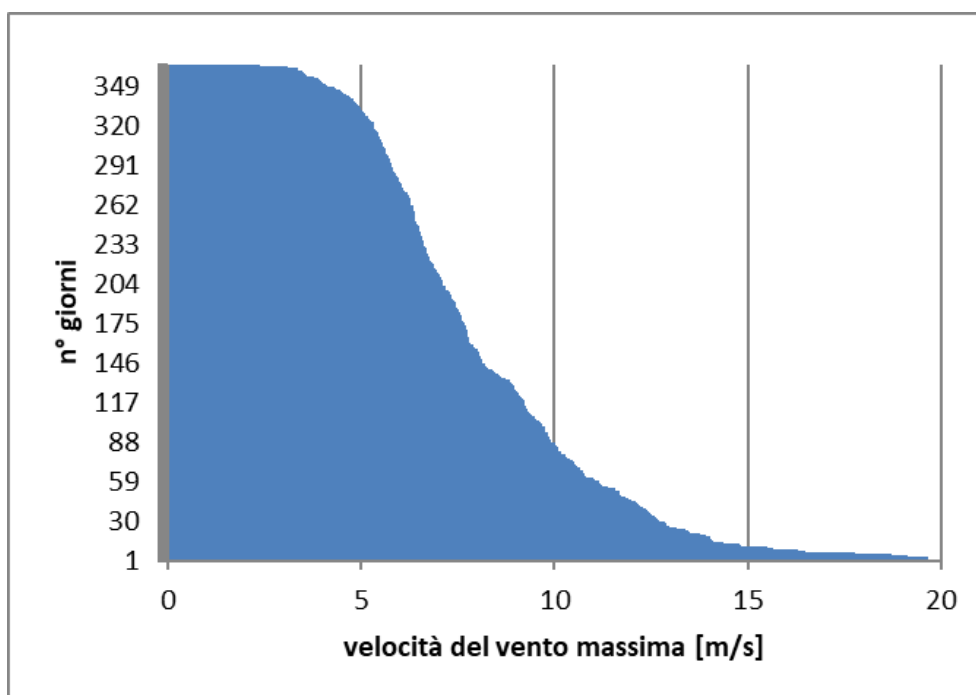


Figura 3-17 Velocità del vento max ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di u^* così come riportato in Figura 3-18.

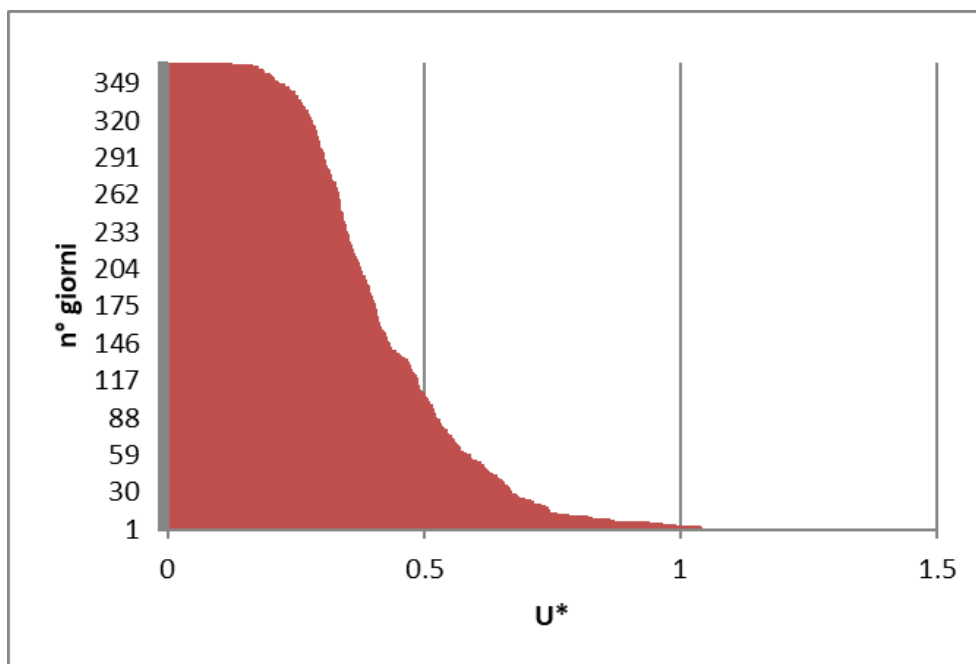


Figura 3-18 - Valori di u^* ordinati in senso crescente

Dall'analisi dei risultati emerge come u^* non assuma mai valori soglia e pertanto l'erosione potenziale risulta nulla.

Le sorgenti lineari

Come detto in precedenza, i gas di scarico dei macchinari previsti nelle aree di cantiere costituiscono una potenziale sorgente di emissione di NO_x , NO_2 , PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$. Per la stima dei loro fattori di emissione, si è fatto riferimento alle elaborazioni della South Coast Air Quality Management District, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi di cantiere. Tali fattori vengono espressi in funzione della categoria dell'equipaggiamento, della potenza espressa in cavalli (HP) e del fattore di carico.

Il calcolo delle emissioni proposto nel documento citato si basa sulla seguente formula:

$$E = n \times H \times EF$$

In cui:

- E esprime la massa di emissioni prodotta per unità di tempo [lb/g];
- n il numero di veicoli per ciascuna categoria;
- H le ore al giorno di funzionamento dell'apparecchiatura [h];
- EF il fattore di emissione della fonte mobile "Off road mobile Source Emission Factor" [lb/h].

Di seguito vengono riassunti i fattori di emissione per ciascun mezzo di cantiere previsto, in funzione dell'inquinante considerato (NO_x e PM₁₀).

Tabella 3-24 Fattori di emissione (fonte: South Coast Air Quality Management District - "Off road mobile Source emission Factor")

Macchina di cantiere	Emissione [g/s]	
	PM ₁₀	NO _x
Autocarro	0,002	0,055
Autopompa per cls	0,003	0,066
Dumper	0,002	0,055
Escavatore	0,002	0,043
Finitrice	0,005	0,095
Pala meccanica	0,003	0,053
Rullo compattatore	0,003	0,044

Sintesi fattori di emissione

In merito ai fattori di emissione per ogni area di cantiere si può far riferimento alla seguente Tabella

Tabella 3-25 Fattori di emissione areali PM10 e NO_x

ID AREE	Fattore di emissione areale [g/s]			
	PM ₁₀			NO _x
	Attività cantiere	Mezzi cantiere	Totale	Mezzi cantiere
Fase 2	0,0008	0,0182	0,0189	0,3559
Fase 3	0,0008	0,0182	0,0189	0,3559
Fase 4	0,0008	0,0182	0,0189	0,3559
AS	0,0008	0,0047	0,0054	0,1080

La modellazione delle sorgenti in Aermod View

Una volta definite le metodologie per la stima dei fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello Aermod le diverse sorgenti.

In particolare, le aree di lavoro e le aree di cantiere sono state schematizzate come sorgenti areali e in linea generale i dati richiesti dal software sono quelli mostrati in Figura 3-19.

Figura 3-19 Tipologico input per sorgenti areali software AERMOD View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X, Y rispetto al baricentro della sorgente;
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente;
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in g/s m².

Definizione dei punti di calcolo

Ultimo step dell'analisi prima dell'applicazione del modello è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi, per lo scenario di riferimento è stata definita una maglia di punti di calcolo in cui la spaziatura tra tali punti aumenta con la distanza dalle aree di lavorazione. In particolare, una volta scelto il centro della griglia, è stata adottata una griglia di calcolo in cui la spaziatura tra due punti di calcolo vicini è variabile con la distanza. In particolare, la spaziatura è di 25m fino a 400m dal centro della griglia, per poi aumentare a 50m nei successivi 250 metri di stanza e arrivare a 100m oltre.

– Bounding Box

Origin (SW Corner) (X, Y):	526935.93	5107110.12	[m]
Size (Width, Height):	300.0	340.0	[m]
Receptor Spacing:	25.0		[m]

– Nested Grids

#	Distance from Bounding Box [m]	Receptor Spacing [m]
1	100.00	25.00
2	250.00	50.00
3	1000.00	100.00

Figura 3-20 Caratteristiche della griglia di calcolo per gli Scenari di simulazione

Al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di esercizio, i valori di fondo ed il contributo del cantiere, si è fatto riferimento a cinque punti ricettore rappresentativo degli edifici e aree verdi più vicine alle aree di cantiere simulate. In particolare, i ricettori considerati per lo scenario di riferimento sono indicati nella tabella sottostante.

Tabella 3-26 Coordinate ricettori discreti scenario di riferimento

Recettore	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
R1	527203	5107373
R2	527123	5107380
R3	526925	5107411
V1	527275	5107159

Nello specifico, il ricettore V1 è stato scelto per valutare la qualità dell'aria relativa alla salvaguardia della vegetazione, mentre i restanti ricettori sono stati scelti in corrispondenza di edifici residenziali per valutare la salvaguardia della salute umana.



Figura 3-21 Localizzazione ricettori discreti per lo scenario di riferimento

3.5.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Al fine di analizzare l'interazione tra l'opera e l'ambiente in fase di cantiere e avere contezza della qualità dell'aria totale in prossimità dei ricettori individuati, si riportano i risultati della simulazione con l'aggiunta del fondo rilevato dalle due centraline di riferimento per l'anno 2021, situate presso i comuni di Colico e di Morbegno, e si confronta il totale con i limiti normativi. Per un'approfondita disamina riguardo la metodologia di scelta delle due centraline, si rimanda alla Parte 2 del presente Studio di Impatto Ambientale.

Nello specifico, i valori di fondo utilizzati sommati sono riferiti alle concentrazioni medie annue dei seguenti inquinanti:

- PM₁₀, pari a 17,7 µg/m³;
- NO_x, pari a 32,4 µg/m³;
- NO₂, pari a 21,4 µg/m³.

3.5.3.1 Scenario 1

Tabella 3-27 Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Recettori	PM ₁₀ [µg/m ³]			Valore normativo
	Media annua	Fondo	Totale	
R1	0,07		17,77	
R2	0,18	17,70	17,88	40
R3	0,46		18,16	

Tabella 3-28 Output dato massimi giornalieri dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Recettori	PM ₁₀ [µg/m ³]			Valore normativo
	Massimo giornaliero	Fondo	Totale	
R1	0,48		18,28	
R2	1,70	17,70	19,40	50
R3	7,11		24,81	

Da come si evince nelle tabelle soprariportate, l'attività in fase di cantiere non produce per il PM₁₀, nello Scenario 1, superamenti dei limiti di legge, sia in termini di concentrazione media annua che di massimo giornaliero. In particolare, il ricettore R3 registra i massimi valori di concentrazione per entrambi gli intervalli temporali. Nello specifico, in tale punto la concentrazione media annua e il massimo giornaliero, entrambi comprensivi del fondo, sono rispettivamente pari a 18,16 µg/m³ e 24,81 µg/m³.

Analogamente, è possibile definire anche per il particolato fine ($PM_{2.5}$) una situazione di rispetto del limite normativo riferito alla media annua, pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, essendo i valori di concentrazione media annua di PM_{10} , comprensivi del valore di fondo, inferiori a tale limite.

Tabella 3-29 Output dato medio annuo dell'inquinante NO_2 - Fase di cantiere

Recettori	NO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Valore normativo
	Media annua	Fondo	Totale	
R1	3,90		25,30	
R2	5,55	21,40	26,95	40
R3	9,28		30,68	

Tabella 3-30 Output dato massimi orari dell'inquinante NO_2 - Fase di cantiere

Recettori	NO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Valore normativo	N. superamenti
	Massimo orario	Fondo	Totale		
R1	113,30		134,70		-
R2	118,10	21,40	139,50	200	-
R3	212,30		233,70		4

Per quanto riguarda il biossido di azoto, i valori medi annuali stimati sui ricettori, sommati al valore di fondo, non registrano superamenti del limite normativo. Nello specifico, il valore totale massimo per tale intervallo di mediazione è stato stimato presso il ricettore R3, dove è pari a $30,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In riferimento alla concentrazione media oraria, non si registrano superamenti sui ricettori R1 e R2, mentre si registrano quattro superamenti presso il ricettore R3. Nonostante, quindi, presso tale ricettore venga stimata una concentrazione media oraria ben superiore al limite normativo di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il numero dei superamenti è comunque inferiore al numero massimo consentito, pari a 18.

Tabella 3-31 Output dato media annua dell'inquinante NO_x - Fase di cantiere

Recettori	NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Incremento percentuale rispetto al fondo (%)
	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo	
V1	0,61	32,40	33,01	30	1,90

Si osserva come il valore di concentrazione in corrispondenza del recettore vegetazionale considerato, sommato al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, risulta essere superiore al limite normativo di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale superamento non è comunque attribuibile al contributo derivante dall'attività di cantiere stimata, in quanto il valore di fondo misurato dalla centralina di riferimento è già di per sé superiore al limite normativo. Inoltre, si può osservare come, l'incremento

percentuale derivante dal traffico veicolare rispetto al valore rilevato dalla centralina risulta pari all'1,90% per V1.

Pertanto, sulla base di tali risultati, il contributo diffusivo derivante dalla cantierizzazione risulta essere sicuramente contenuto in termini di concentrazione media annua rispetto al valore di fondo sul ricettore V1.

3.5.3.1 Scenario 2

Tabella 3-32 Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Recettori	PM ₁₀ [µg/m ³]			Valore normativo
	Media annua	Fondo	Totale	
R1	0,18		17,88	
R2	0,30	17,70	18,00	40
R3	0,08		17,78	

Tabella 3-33 Output dato massimi giornalieri dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Recettori	PM ₁₀ [µg/m ³]			Valore normativo
	Massimo giornaliero	Fondo	Totale	
R1	2,46		20,16	
R2	3,08	17,70	20,78	50
R3	1,96		19,66	

Da come si evince nelle tabelle soprariportate, l'attività in fase di cantiere non produce per il PM₁₀, nello Scenario 2, superamenti dei limiti di legge, sia in termini di concentrazione media annua che di massimo giornaliero. In particolare, il ricettore R2 registra i massimi valori di concentrazione per entrambi gli intervalli temporali. Nello specifico, in tale punto la concentrazione media annua e il massimo giornaliero, entrambi comprensivi del fondo, sono rispettivamente pari a 18 µg/m³ e 20,78 µg/m³.

Analogamente, è possibile definire anche per il particolato fine (PM_{2.5}) una situazione di rispetto del limite normativo riferito alla media annua, pari a 25 µg/m³, essendo i valori di concentrazione media annua di PM₁₀, comprensivi del valore di fondo, inferiori a tale limite.

Tabella 3-34 Output dato medio annuo dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

Recettori	NO ₂ [µg/m ³]			Valore normativo
	Media annua	Fondo	Totale	
R1	3,53		24,93	
R2	5,89	21,40	27,29	40
R3	1,65		23,06	

Tabella 3-35 Output dato massimi orari dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

NO ₂ [µg/m ³]				
Recettori	Massimo orario	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	127,62		149,02	200
R2	128,73	21,40	150,13	
R3	90,78		112,18	

Per quanto riguarda il biossido di azoto, i valori medi annuali stimati sui ricettori, sommati al valore di fondo, non registrano superamenti del limite normativo. Nello specifico, il valore totale massimo per tale intervallo di mediazione è stato stimato presso il ricettore R2, dove è pari a 27,29 µg/m³.

In riferimento alla concentrazione media oraria, a differenza dello scenario precedente non si registrano superamenti su alcun ricettore. In particolare, il valore massimo orario è stato stimato presso il ricettore R2, pari a 150,13 µg/m³.

Tabella 3-36 Output dato media annua dell'inquinante NO_x- Fase di cantiere

NO _x [µg/m ³]					
Recettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo	Incremento percentuale rispetto al fondo (%)
V1	0,21	32,40	32,61	30	0,61

Si osserva come il valore di concentrazione in corrispondenza del recettore vegetazionale considerato, sommato al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, risulta essere superiore al limite normativo di 30 µg/m³. Tale superamento non è comunque attribuibile al contributo derivante dall'attività di cantiere stimata, in quanto il valore di fondo misurato dalla centralina di riferimento è già di per sé superiore al limite normativo. Inoltre, si può osservare come, l'incremento percentuale derivante dal traffico veicolare rispetto al valore rilevato dalla centralina risulta pari allo 0,61% per V1.

Pertanto, sulla base di tali risultati, il contributo diffusivo derivante dalla cantierizzazione risulta essere sicuramente contenuto in termini di concentrazione media annua rispetto al valore di fondo sul ricettore V1.

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, hanno portato al superamento per 4 volte del valore massimo di concentrazione oraria

nello Scenario 1 per quanto riguarda il ricettore R2. Nonostante ciò, è necessario ricordare che l'entità dei superamenti è comunque inferiore al numero massimo consentito, pari a 18.

Per quanto riguarda invece il ricettore legato alla vegetazione, è necessario ribadire come il superamento del limite normativo per la concentrazione media annua degli ossidi di azoto in entrambi gli scenari di simulazione non è riconducibile all'attività di cantiere, in quanto il valore di fondo ($32,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) presenta già un valore che è di per sé superiore al limite normativo ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Inoltre, tale valore stimato per i due scenari è nettamente inferiore al valore di fondo utilizzato, risultando essere circa l'1,9% al fondo nel primo scenario e lo 0,6% nello Scenario 2.

Per le mappe di isoconcentrazione relative ai tre scenari di riferimento ricavate dalle simulazioni modellistiche si rimanda agli elaborati grafici:

- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni PM_{10} – Cantiere" (cod. T00IA04AMBPL01A);
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO_x – Cantiere" (codice T00IA04AMBPL02A);
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO_2 – Cantiere" (codice T00IA04AMBPL03A).

Saranno inoltre previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera prodotti durante la fase di corso d'opera. Allo scopo di minimizzare gli impatti previsti durante le attività di cantiere, inoltre, sono previste una serie di interventi di mitigazione, volti a contenere e ridurre le emissioni durante le lavorazioni. Per un maggior approfondimento riguardo gli interventi di mitigazione previsti, si rimanda all'elaborato "Relazione sulla cantierizzazione" (cod. T00CA00CANRE01A).

3.6 F - Sistema paesaggistico

3.6.1 Selezione dei temi di approfondimento

Secondo l'impianto metodologico assunto dal presente Studio la stima di potenziali effetti sul Sistema paesaggistico discende dalla preliminare identificazione delle Azioni di Progetto e specifici nessi di causa intercorrenti tra dette Azioni – Fattori causali – Effetti Potenziali, dove il fattore causale costituisce il determinante degli effetti che possono interessare il Paesaggio e il Patrimonio culturale.

Stante quanto premesso in Tabella 3-37, è determinata la catena Azioni – Fattori causali – Effetti discendente dalla lettura dell'Opera nella sua Dimensione Costruttiva.

<i>Azione di progetto</i>	<i>Fattore causale</i>	<i>Effetti potenziali</i>
Dimensione costruttiva		
Approntamento aree di cantiere	Riduzione di elementi strutturanti il paesaggio	Modifica della struttura del paesaggio
Presenza aree di cantiere fisso	Intrusione visiva di nuovi elementi	Modifica delle condizioni percettive

Tabella 3-37 - Catena Azioni di Progetto – Fattori causali – Effetti potenziali sul Sistema paesaggistico - Dimensione costruttiva

L'effetto in esame fa riferimento alla distinzione, di ordine teorico, tra le due diverse accezioni a fronte delle quali è possibile considerare il concetto di paesaggio e segnatamente a quella intercorrente tra "strutturale" e "cognitiva".

In breve, muovendo dalla definizione di paesaggio come «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni» e dal conseguente superamento di quella sola dimensione estetica che aveva trovato espressione nell'emanazione delle leggi di tutela dei beni culturali e paesaggistici volute dal Ministero Giuseppe Bottai nel 1939, l'accezione strutturale centra la propria attenzione sugli aspetti fisici, formali e funzionali, mentre quella cognitiva è rivolta a quelli estetici, percettivi ed interpretativi. Stante la predetta articolazione, con il concetto di modifica della struttura del paesaggio ci si è intesi riferire ad un articolato insieme di trasformazioni relative alle matrici naturali ed antropiche che strutturano e caratterizzano il paesaggio.

Tale insieme, nel seguito descritto con riferimento ad alcune delle principali azioni che possono esserne all'origine, è composto dalle modifiche dell'assetto morfologico (a seguito di sbancamenti e movimenti di terra significativi), vegetazionale (a seguito dell'eliminazione di formazioni arboreo-arbustive, etc), colturale (a seguito della cancellazione della struttura particellare, di assetti colturali tradizionali), insediativo (a seguito di variazione delle regole insediative conseguente all'introduzione di nuovi elementi da queste difforni per forma, funzioni e giaciture, o dell'eliminazione di elementi storici, quali manufatti e tracciati viari).

Per modifica delle condizioni percettive il profilo di analisi fa riferimento alla seconda delle due accezioni rispetto alle quali è possibile affrontare le possibili modificazioni sul paesaggio e segnatamente a quella "cognitiva". In breve, la tipologia di effetto potenziale riguarda la modifica delle relazioni intercorrenti tra "fruitore" e "paesaggio scenico", conseguente alla presenza dell'opera che può dar luogo ad un'intrusione visiva, intesa come variazione dei rapporti visivi di tipo fisico. In considerazione di detta prospettiva di analisi, la stima è tralasciata con riferimento ai rapporti intercorrenti tra le opere in progetto e gli elementi del contesto paesaggistico che rivestono un particolare ruolo o importanza dal punto di vista panoramico e/o di definizione dell'identità locale, verificando, se ed in quali termini, dette opere possano occultarne la visione.

In riferimento alla metodologia utilizzata per l'analisi degli impatti potenziali, per quanto riguarda la dimensione costruttiva, le azioni di progetto da considerare per i diversi interventi, sono riassunte nella matrice di correlazione Azioni-Fattori causali-Impatto potenziali. In fase di cantiere, le azioni di progetto individuate, correlate alla componente in esame si esplicitano nelle seguenti attività specifiche, inerenti alle lavorazioni:

- Approntamento aree di cantiere, scotico del terreno vegetale, scavi e sbancamenti, formazione rilevati, rinterri, esecuzione fondazioni, posa in opera di elementi prefabbricati, realizzazione elementi gettati in opera, realizzazione dell'opera di rinforzo e trasporto di materiali.

In relazione ad una possibile compromissione di aree sensibili dal punto di vista paesaggistico, in riferimento alle azioni di progetto e le relative attività considerate come significative, si possono quindi considerare come impatti potenziali:

- Modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico
- Modificazione dell'assetto agricolo e vegetazionale
- Modificazione della morfologia dei luoghi
- Alterazione dei sistemi paesaggistici

3.6.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

L'area di cantiere per l'intervento in oggetto è ubicata nel comune di Colico nella provincia di Piona. L'intervento è ubicato in corrispondenza dello svincolo di Piona sulla SS36.

Le attività di cantiere comprendono fasi di scavo, formazione di rilevati e la realizzazione delle opere d'arte. Per quanto riguarda il bilancio materie, in considerazione dell'esiguità dei materiali, gli inerti necessari saranno approvvigionati dalle cave autorizzate presenti sul territorio. Le modeste quantità di materiale non giustificano, inoltre, una centrale di betonaggio o zone di stoccaggio di grandi dimensioni. Il materiale in esubero sarà conferito in discarica o presso siti di deposito a norma di legge.

È prevista la realizzazione di:

- n. 1 campo base
- n. 4 aree operative in funzione della fase realizzativa

L'area di cantiere base avrà una funzione logistico/operativa e sarà localizzata in un'area facilmente raggiungibile ed attrezzata con spogliatoi, uffici, servizi, ecc.

I criteri generali adottati per l'individuazione dell'area di cantiere base sono stati definiti in relazione alle seguenti priorità:

- ricercare localizzazioni per quanto possibile all'interno del sedime del tracciato di progetto, al fine di evitare l'occupazione temporanea di suolo e successivi onerosi interventi di riqualificazione ambientale;
- ricercare aree in prossimità di svincoli di interconnessione con la viabilità locale esistente, al fine di individuare aree di stoccaggio facilmente raggiungibili dai mezzi di trasporto;
- individuare zone con caratteristiche morfologiche di adeguata estensione e conformazione;
- evitare impatti su ricettori sensibili insediati in prossimità delle aree operative.

Le aree di cantiere individuate sono nella zona tra la bretella attuale e la futura. Queste aree sono attualmente dei campi coltivati annualmente. Si dovrà quindi prevedere la realizzazione di un sottofondo per l'alloggiamento delle baracche di cantiere e dei mezzi.

Alle aree di cantiere si accede dalla SP 72 in prossimità del fosso posto a sud dell'intersezione. In questa zona il campo e la strada sono praticamente allo stesso livello ed è possibile accedere facilmente anche con i mezzi da cantiere.

Il progetto prevede l'allestimento del cantiere base baricentrico al progetto e di cantieri stradali per ogni fase realizzativa. Il Cantiere Base ha un'area prevista di circa 7300 m² ed ha la disposizione della planimetria della figura a pagina successiva (cfr.

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

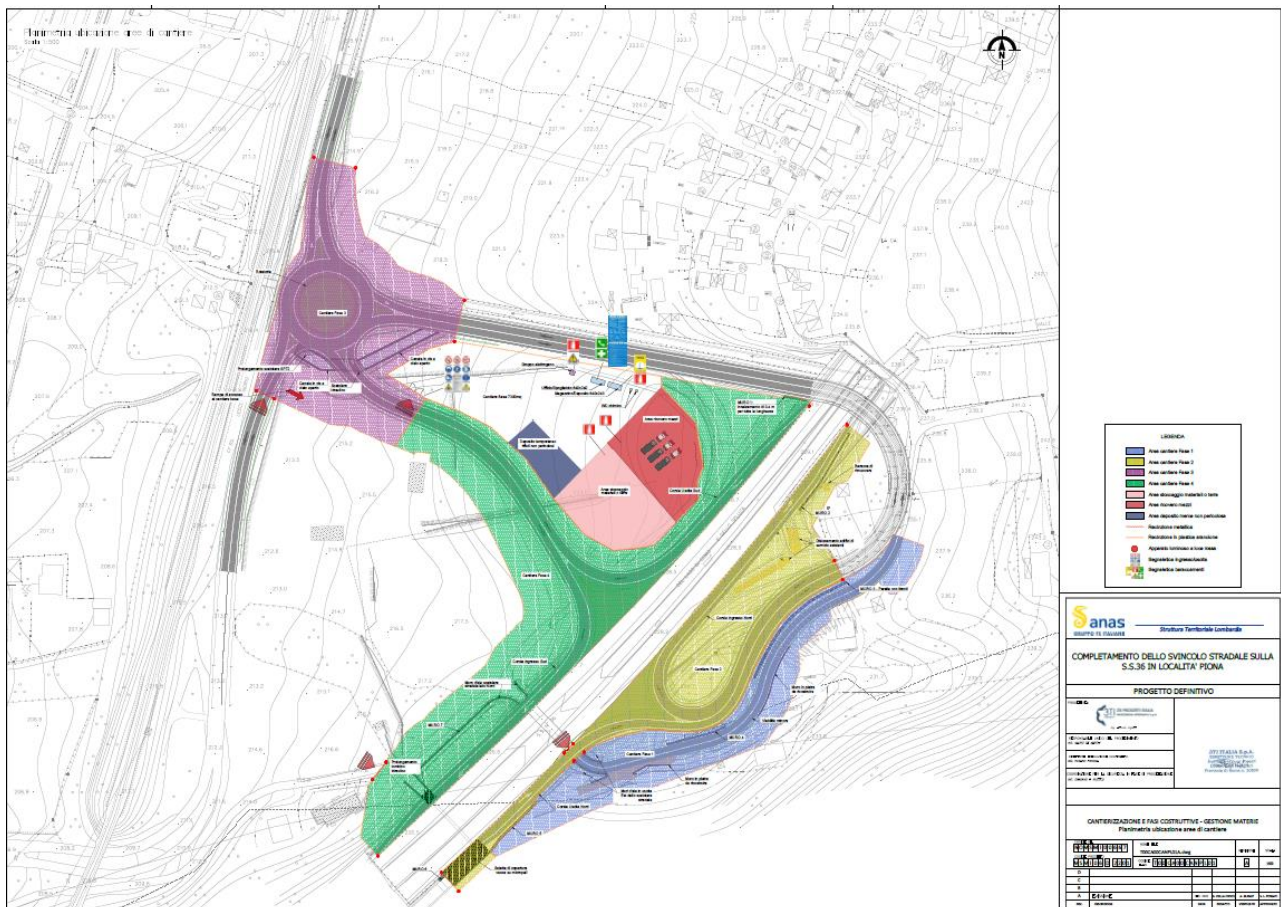


Figura 3-22).

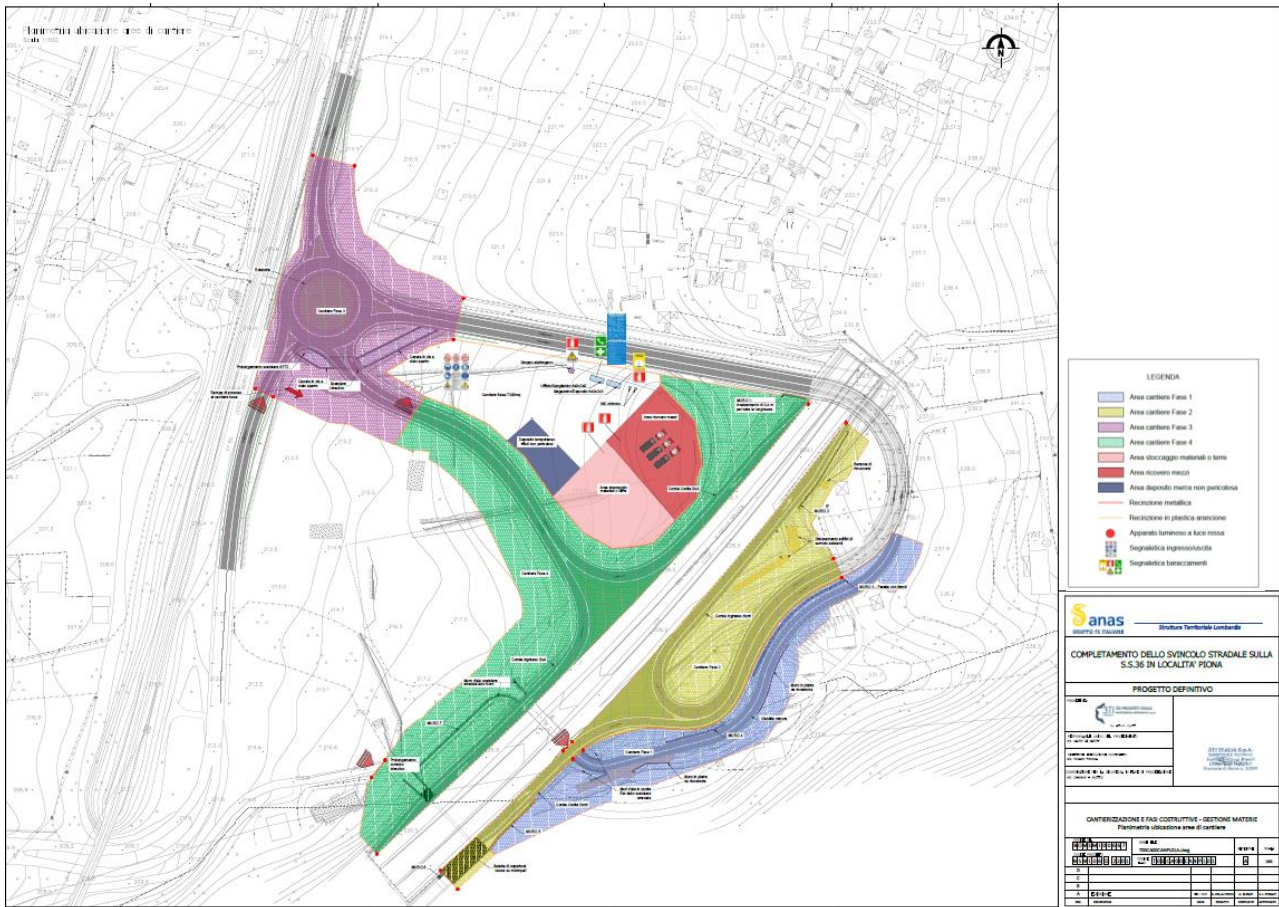


Figura 3-22 – Cantierizzazione e fasi costruttive – gestione materie - Planimetria ubicazione aree di cantiere

All'interno di questa area sono previste le postazioni per gli uffici amministrativi di cantiere, il magazzino, l'officina, i servizi igienici, il parcheggio, l'area di ricovero mezzi e le aree di stoccaggio di materiali o terre e dei rifiuti non pericolosi.

L'area di cantiere, necessaria per la realizzazione dell'opera in esame, da due lati è delimitata dalla bretella attuale mentre dagli altri due sarà delimitata in seguito alla realizzazione della bretella di progetto. Non essendo ancora presente la nuova bretella di collegamento sarà possibile seguire la viabilità podereale per raggiungere direttamente il sottopasso stradale senza interferire con la viabilità della strada provinciale, diminuendo così i rischi

Tutte le altre aree se non direttamente accessibili dal cantiere base saranno raggiunte entrando sul SP72 dall'ingresso mostrato in precedenza.

La viabilità di accesso sarà riprofilata in modo da garantire almeno una carreggiata da 3,50 m con un margine di minimo 0,5 m dalle recinzioni.

In particolare, la viabilità interna al cantiere base sarà organizzata come di seguito descritto

- Percorsi carrabili: la superficie dei percorsi di cantiere sarà sufficientemente solida in relazione al peso dei mezzi a pieno carico che vi devono transitare.
- Percorsi pedonali: saranno indipendenti da quelli carrabili, per scongiurare il rischio di investimento.
- Delimitazioni: nelle vie d'accesso e nei luoghi pericolosi non proteggibili saranno apposte le opportune segnalazioni.
- Segnaletica: sarà adottata un'appropriata segnaletica (conforme al D. Lgs.81/08 e s.m.i.), che sarà installata in corrispondenza degli accessi, ponendo particolare attenzione alla limitazione della velocità, alla corretta movimentazione dei carichi, alle segnalazioni acustiche.
- Accessi carrabili: gli accessi carrabili saranno costantemente sorvegliati e dotati di apposita segnaletica verticale.
- Stazione di lavaggio ruote: all'ingresso di ogni accesso ai cantieri/aree operativi dovrà essere predisposta una stazione di lavaggio ruote per i mezzi in uscita.

Le aree occupate dal cantiere per la realizzazione dell'opera in oggetto ricadono prevalentemente in aree agricole al di fuori del centro abitato. L'unico cantiere interferente con una zona abitata è quello della fase 1 per la realizzazione della nuova viabilità minore.

L'analisi degli impatti sull'ambiente potenzialmente generali dalla realizzazione, presenza e messa in esercizio del nuovo svincolo ha evidenziato l'assenza di interferenze significative, per cui, considerato anche il fatto che si interviene su un'area già antropizzata, l'individuazione delle opere a verde in progetto e l'attuazione delle "Best practices" di cantiere nella fase realizzative, idonee a contenere le emissioni di polveri, gas di scarico e rumore, si ritengono sufficienti a garantire la tutela, la conservazione e il miglioramento del territorio interessato. Inoltre, le aree di cantiere saranno oggetto di recupero ambientale, riportando le stesse allo stato originario.

Le principali criticità rilevate nei riguardi del cantiere sono:

- Emissioni di polveri. La produzione delle polveri e la loro dispersione in atmosfera dovrà essere adeguatamente contenuto mediante l'adozione di adeguate misure di mitigazione;
- Emissioni in atmosfera di sostanze inquinanti conseguente all'incremento del traffico verso le aree di cantiere e per la presenza di mezzi d'opera lungo il fronte di avanzamento e nei piazzali di lavorazione;

- Emissioni acustiche. La fase più critica in termini di alterazione del clima acustico corrisponderà alla fase di cantiere;
- Rischio di inquinamento delle acque superficiali per sversamenti accidentali o a causa di una non corretta gestione delle acque dilavanti provenienti dalle aree di cantiere o dalla sede ferroviaria.

Tali azioni non risultano certe in quanto non è possibile ritenere a priori che vi sarà una interferenza tra le acque di dilavamento, contenenti solidi sospesi sostanze inquinanti ed il sistema delle acque.

Tali impatti sono significativamente contenuti mediante l'adozione delle misure di mitigazione previste ed in ogni caso sono limitate nel medio o breve termine dato che con l'entrata in esercizio dello svincolo sono destinati a scomparire.

Allo scopo di minimizzare gli impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione; tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il traffico e l'inquinamento dell'aria ed il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.

Lungo il tratto di raccordo tra la SS36 e la SP72 è presente il corso del corso d'acqua Valle Marta. Da sopralluoghi effettuati in data 14 gennaio 2022 e in data 12 Luglio 2022 si è potuto evincere che le aree contermini alle opere stradali esistenti e previste si presentano in un generale stato di degrado con:

- invasione di vegetazione infestante rappresentata da arbusteti vari e principalmente da alberature di Robinia pseudoacacia con presenza in alcuni tratti di alberature di Betula pendula;
- terreni privi di vegetazione anche erbacea con evidenti fenomeni di erosione superficiale e ristagno di acque meteoriche nelle parti pianeggianti;
- terreni su scarpate con copertura erbacea discontinua alternata da infestanti arbustive.

Da rilevare la presenza di alcune alberature significative a lato della SS36 (*Picea abies*) che saranno soggette ad abbattimento e altre nello spartitraffico della SS36 (*Quercus robur*) che saranno mantenute. Le aree ex-coltivi che saranno attraversate dalla nuova viabilità che conduce alla nuova rotonda si presentano in stato di abbandono con vegetazione erbacea spontanea.

3.6.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

In linea generale si riportano di seguito gli obiettivi delle opere preventive e di salvaguardia per la mitigazione degli impatti generati in fase di cantiere:

- salvaguardia dei margini dell'area;
- tutela e salvaguardia dei corsi d'acqua e della vegetazione;
- tutela e salvaguardia dei terreni e delle acque sotterranee;
- deviazione e/o canalizzazione temporanea di eventuali fossi presenti all'interno delle aree di cantiere;
- scelta di varie alternative di percorso che permetteranno di evitare, ove possibile, l'attraversamento dei centri abitati, al fine di non creare intasamenti e rallentamenti al traffico veicolare, che potrebbero generare degli incrementi di emissione di agenti inquinanti;
- annaffiamento controllato dei cumuli di terra, delle strade di servizio e delle piste in prossimità delle aree di cantiere che permettono il collegamento tra la viabilità principale e i siti di cantiere;
- lavaggio ruote in uscita dei mezzi dal cantiere e copertura degli stessi;
- manutenzione e verifica periodica degli automezzi;
- pavimentazione e realizzazione di sistemi raccolta o trattamento delle aree a maggior rischio di sversamenti o incidenti.

Per quanto riguarda le fasi costruttive in fase di progetto definitivo sono state individuate le macrofasi di lavoro che si riportano di seguito. Al fine di ridurre al minimo le interferenze con il traffico veicolare in ogni fase del cantiere, in modo tale da garantire la viabilità sulla SS36 per tutta la durata dei lavori, i flussi di traffico e quindi gli impatti sull'ambiente circostante dovuti al passaggio di automezzi, sono state individuate le macrofasi di lavoro che si riportano di seguito:

- 1) Deviazione della viabilità minore al fine di creare lo spazio necessario per l'inserimento delle nuove rampe di ingresso e di uscita della carreggiata Nord;
- 2) Realizzazione delle nuove rampe di ingresso e di uscita della carreggiata Nord; in questa fase sarà chiusa provvisoriamente l'uscita per i flussi provenienti dalla direzione Milano;
- 3) Realizzazione della nuova rotatoria all'intersezione tra la rampa bidirezionale e la strada provinciale 72; la realizzazione della rotatoria sarà eseguita per fasi in modo da garantire sempre il deflusso veicolare;
- 4) Realizzazione della bretella di collegamento e delle corsie di ingresso e uscita per la carreggiata Sud.



Figura 3-23 – Sopra fascia arborea arbustiva lungo il corso del Valle Marta, sotto, ponte ferroviario di attraversamento sul corso d'acqua oltre il margine ovest della SP72/Via Nazionale Sud

Nella fase di cantierizzazione dovranno essere adoperate opere di salvaguardia e mitigazione degli impatti per il corso d'acqua tutelato denominato Valle Marta (ai sensi del Dlvo 42/04 art.142 co.1 lett.c) che corre parallelo lungo l'asse dell'attuale viabilità di raccordo tra la SP72/Via Nazionale Sud e la ss36 (cfr. Figura 3-23).

3.7 G1 – Rumore

3.7.1 Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto concerne il fenomeno "Rumore", come già anticipato nella Parte P2 del presente Studio di Impatto Ambientale, di seguito verranno analizzati gli elementi relativi alla dimensione costruttiva.

Rispetto alla tematica dell'inquinamento acustico le potenziali sorgenti emmissive che interferiscono sul clima acustico territoriale sono quelle connesse alla cantierizzazione, ovvero le lavorazioni, i macchinari e gli impianti presenti, considerati ai fini della modellazione all'interno di due distinti scenari di simulazione. Lo Scenario 1 comprende:

- i due cantieri operativi relativi alla Fase 2 e Fase 3 di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- l'area di stoccaggio interna al Cantiere Base, a sostegno dei cantieri operativi per lo stoccaggio temporaneo di terre e materiali;

Il secondo scenario di simulazione (Scenario 2) comprende le lavorazioni ed i macchinari relativi al cantiere operativo di Fase 4 di costruzione dell'opera oltreché la suddetta area di stoccaggio.

Sulla scorta quindi delle azioni di progetto riferite alla dimensione costruttiva individuate nel capitolo iniziale, per la componente rumore la matrice di correlazione azioni-fattori causali – impatti è di seguito riportata:

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
Rumore		
AC.01 Approntamento aree e piste di cantiere	Produzione emissioni acustiche	Compromissione del clima acustico
AC.02 Scotico terreno vegetale		
AC.03 Scavo e sbancamento		
AC.05 Demolizione pavimentazione esistente		
AC.06 Demolizione manufatti		
AC.07 Rinterri		
AC.08 Realizzazione rilevati		
AC.09 Realizzazione elementi gettati in opera		
AC.10 Movimentazione materie		
AC.11 Traffico di cantiere		
AC.12 Gestione acque di cantiere		
AC.13 Realizzazione pavimentazione stradale		
AC.14 Realizzazione finiture		

Tabella 3-38 Matrice di causalità – Rumore - dimensione Costruttiva

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.

3.7.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Per ciascuno scenario di simulazione è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta delle 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. Si è assunta perciò una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

In virtù di quanto detto i due scenari assunti nelle simulazioni acustiche previsionali sono rappresentati dalle seguenti aree di cantiere e relativi macchinari:

Scenario 1		
Area di cantiere	Attività	Macchina di cantiere
Cantiere Fase 2	Realizzazione rampe carreggiata nord	Autocarro Escavatore Pala meccanica
Cantiere Fase 3	Realizzazione rotatoria	Autocarro Escavatore Pala meccanica
Area di stoccaggio del Cantiere Base	Stoccaggio terre e materiali	Autocarro Pala meccanica
Scenario 2		
Area di cantiere	Attività	Area di cantiere
Cantiere Fase 4	Realizzazione bretella e rampe carreggiata sud	Dumper Escavatore Pala meccanica
Area di stoccaggio del Cantiere Base	Stoccaggio terre e materiali	Autocarro Pala meccanica

Tabella 3-39 Caratterizzazione degli scenari oggetto di studio riferiti alla fase di Corso d'Opera individuati secondo la metodologia del "worst case scenario"

Le sorgenti acustiche connesse ai macchinari operativi sono state considerate come puntiformi, poste ad un'altezza relativa sul terreno pari a 1,5 metri e con frequenza centrale pari a 500Hz.

Per ogni lavorazione precedentemente indicata è stato individuato il numero e la tipologia di macchinari presenti e le relative grandezze di riferimento per la loro caratterizzazione acustica, quali il livello di potenza sonora e lo spettro di emissione in bande di ottava. In Tabella 3-40 sono riportate

le caratteristiche emissive associate ai mezzi d'opera presenti nelle aree di cantiere desunte dal Piano di sicurezza e coordinamento PSC del progetto.

Scenario 1

Cantiere Fase 2			
Mezzi di cantiere	Tot. dB(A)	N° mezzi	% effettiva di impiego
Autocarro	103,0	1	50
Escavatore	104,0	1	50
Pala meccanica	104,0	1	50

Cantiere Fase 3			
Mezzi di cantiere	Tot. dB(A)	N° mezzi	% effettiva di impiego
Autocarro	103,0	1	50
Escavatore	104,0	1	50
Pala meccanica	104,0	1	50

Area di stoccaggio del Cantiere Base			
Mezzi di cantiere	Tot. dB(A)	N° mezzi	% effettiva di impiego
Autocarro	103,0	1	50,0
Pala meccanica	104,0	1	50,0

Scenario 2

Cantiere Fase 4			
Mezzi di cantiere	Tot. dB(A)	N° mezzi	% effettiva di impiego
Dumper		1	
Escavatore	104,0	1	50
Pala meccanica	104,0	1	50

Area di stoccaggio del Cantiere Base			
Mezzi di cantiere	Tot. dB(A)	N° mezzi	% effettiva di impiego
Autocarro	103,0	1	50,0
Pala meccanica	104,0	1	50,0

Tabella 3-40 Livello di potenza sonora e spettro emissivo calcolato gli scenari di riferimento nella fase di Corso d'Opera

Per quanto riguarda l'orario di lavoro, si assume una operatività, nel solo periodo diurno e nell'arco temporale tra le 8:00 – 16:00, per un totale di 8 ore lavorative.

Inoltre, si tiene a specificare che il traffico indotto dalle lavorazioni non è stato preso in considerazione all'interno degli scenari di simulazione definiti, in quanto ritenuto trascurabile in

ragione dell'esiguo numero in termine di veicoli/giorno. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al relativo capitolo contenuto nella parte 3 del presente SIA.

Output Scenario 1

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in Leq(A) in termini di mappature acustiche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. La griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri, mentre l'ordine di riflessione è stato assunto pari a 3.

Le curve di isolivello acustico, relative al solo periodo diurno dello Scenario 1 di simulazione, sono rappresentate nella tavola "Clima acustico - Cantiere Diurno scenario 1" (T00IA04AMBCT01A).

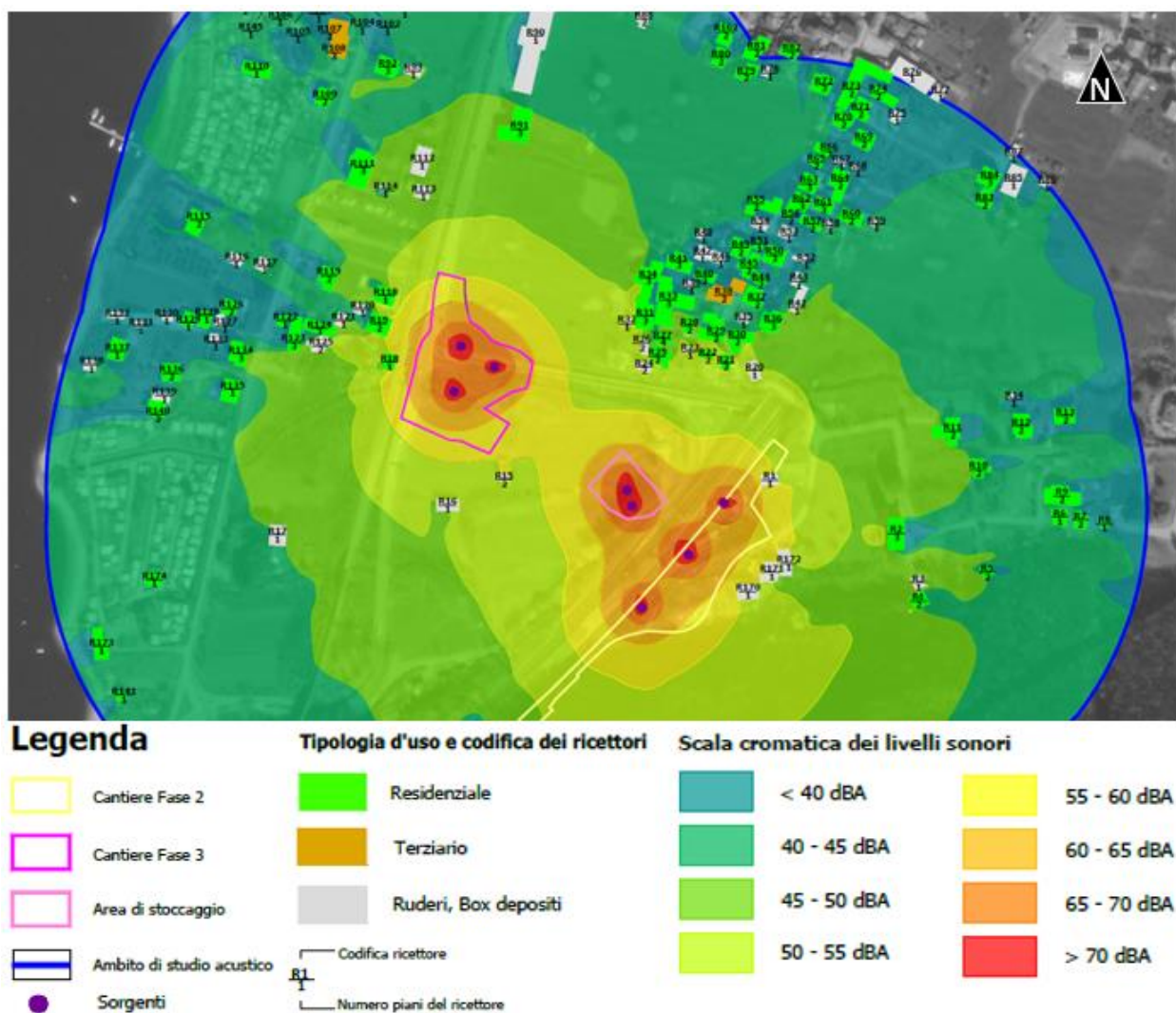


Figura 3-24: Scenario 1 - Corso d'Opera: stralcio della mappatura acustica su SoundPlan periodo diurno

L'output del modello consiste inoltre nei valori del Leq(A) calcolati ad 1 metro dalla facciata, per ciascun piano, per tutti gli edifici limitrofi alle aree di cantiere e limitatamente al primo fronte urbano.

La tabella seguente contiene i valori calcolati ai ricettori relativi al rumore prodotto dalle aree di cantiere e stoccaggio previste dallo Scenario 1.

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R2	p. terra	Residenziale	55	-	50,1	-	-	-
R2	piano 1	Residenziale	55	-	50,5	-	-	-
R2	piano 2	Residenziale	55	-	50,9	-	-	-
R4	p. terra	Residenziale	55	-	50,3	-	-	-
R4	piano 1	Residenziale	55	-	50,5	-	-	-
R5	p. terra	Residenziale	55	-	46,9	-	-	-
R5	piano 1	Residenziale	55	-	47,2	-	-	-
R6	p. terra	Residenziale	55	-	44,5	-	-	-
R7	piano 1	Residenziale	55	-	43,3	-	-	-
R7	p. terra	Residenziale	55	-	39,4	-	-	-
R8	p. terra	Residenziale	55	-	34,0	-	-	-
R9	p. terra	Residenziale	55	-	44,5	-	-	-
R9	piano 1	Residenziale	55	-	45,0	-	-	-
R10	p. terra	Residenziale	55	-	47,1	-	-	-
R10	piano 1	Residenziale	55	-	47,3	-	-	-
R11	p. terra	Residenziale	55	-	48,6	-	-	-
R11	piano 1	Residenziale	55	-	49,1	-	-	-
R12	p. terra	Residenziale	55	-	44,3	-	-	-
R12	piano 1	Residenziale	55	-	45,6	-	-	-
R13	p. terra	Residenziale	55	-	37,8	-	-	-
R13	piano 1	Residenziale	55	-	40,1	-	-	-
R18	p. terra	Residenziale	60	-	58,7	-	-	-
R19	p. terra	Residenziale	60	-	53,1	-	-	-
R19	piano 1	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R21	p. terra	Residenziale	65	-	52,8	-	-	-
R21	piano 1	Residenziale	65	-	53,4	-	-	-
R22	p. terra	Residenziale	65	-	52,3	-	-	-
R25	p. terra	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R25	piano 1	Residenziale	60	-	53,9	-	-	-
R27	piano 3	Residenziale	60	-	48,5	-	-	-
R27	p. terra	Residenziale	60	-	50,3	-	-	-
R27	piano 1	Residenziale	60	-	52,2	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

R27	piano 2	Residenziale	60	-	54,3	-	-	-
R28	p. terra	Residenziale	60	-	49,6	-	-	-
R28	piano 1	Residenziale	60	-	51,4	-	-	-
R29	p. terra	Residenziale	60	-	48,1	-	-	-
R29	piano 1	Residenziale	60	-	51,3	-	-	-
R30	p. terra	Residenziale	60	-	49,2	-	-	-
R30	piano 1	Residenziale	60	-	50,1	-	-	-
R31	p. terra	Residenziale	60	-	50,5	-	-	-
R31	piano 1	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R31	piano 2	Residenziale	60	-	53,1	-	-	-
R33	p. terra	Residenziale	60	-	45,7	-	-	-
R33	piano 1	Residenziale	60	-	48,6	-	-	-
R33	piano 2	Residenziale	60	-	49,2	-	-	-
R34	p. terra	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R34	piano 1	Residenziale	60	-	51,6	-	-	-
R34	piano 2	Residenziale	60	-	52,2	-	-	-
R36	piano 2	Residenziale	60	-	46,7	-	-	-
R36	p. terra	Residenziale	60	-	49,4	-	-	-
R36	piano 1	Residenziale	60	-	50,1	-	-	-
R37	p. terra	Residenziale	60	-	38,1	-	-	-
R37	piano 1	Residenziale	60	-	41,5	-	-	-
R38	p. terra	Terziario	60	-	41,2	-	-	-
R38	piano 1	Terziario	60	-	44,1	-	-	-
R40	p. terra	Residenziale	60	-	38,2	-	-	-
R41	p. terra	Residenziale	60	-	34,6	-	-	-
R41	piano 1	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R41	piano 2	Residenziale	60	-	38,6	-	-	-
R44	p. terra	Residenziale	60	-	34,0	-	-	-
R44	piano 1	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R45	p. terra	Residenziale	60	-	39,0	-	-	-
R45	piano 1	Residenziale	60	-	35,7	-	-	-
R49	p. terra	Residenziale	60	-	35,2	-	-	-
R49	piano 1	Residenziale	60	-	38,8	-	-	-
R50	p. terra	Residenziale	60	-	43,2	-	-	-
R50	piano 1	Residenziale	60	-	35,0	-	-	-
R50	piano 2	Residenziale	60	-	39,1	-	-	-
R51	p. terra	Residenziale	60	-	36,5	-	-	-
R55	p. terra	Residenziale	60	-	41,2	-	-	-
R55	piano 1	Residenziale	60	-	42,2	-	-	-
R56	p. terra	Residenziale	60	-	34,2	-	-	-
R56	piano 1	Residenziale	60	-	36,8	-	-	-
R57	p. terra	Residenziale	60	-	38,6	-	-	-
R60	p. terra	Residenziale	55	-	42,8	-	-	-
R60	piano 1	Residenziale	55	-	43,2	-	-	-
R61	p. terra	Residenziale	60	-	35,3	-	-	-
R61	piano 1	Residenziale	60	-	40,6	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

R61	piano 2	Residenziale	60	-	42,9	-	-	-
R62	p. terra	Residenziale	60	-	36,9	-	-	-
R62	piano 1	Residenziale	60	-	42,6	-	-	-
R62	piano 2	Residenziale	60	-	33,3	-	-	-
R63	p. terra	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-
R63	piano 1	Residenziale	60	-	37,8	-	-	-
R63	piano 2	Residenziale	60	-	38,3	-	-	-
R64	p. terra	Residenziale	55	-	35,8	-	-	-
R64	piano 1	Residenziale	55	-	38,4	-	-	-
R65	p. terra	Residenziale	55	-	39,2	-	-	-
R65	piano 1	Residenziale	55	-	40,1	-	-	-
R66	p. terra	Residenziale	55	-	42,4	-	-	-
R66	piano 1	Residenziale	55	-	42,7	-	-	-
R66	piano 2	Residenziale	55	-	43,6	-	-	-
R69	piano 1	Residenziale	55	-	35,1	-	-	-
R69	p. terra	Residenziale	55	-	39,0	-	-	-
R70	p. terra	Residenziale	55	-	43,3	-	-	-
R70	piano 1	Residenziale	55	-	43,5	-	-	-
R71	p. terra	Residenziale	55	-	34,6	-	-	-
R71	piano 1	Residenziale	55	-	36,9	-	-	-
R72	p. terra	Residenziale	55	-	41,2	-	-	-
R72	piano 1	Residenziale	55	-	41,5	-	-	-
R72	piano 2	Residenziale	55	-	42,3	-	-	-
R73	p. terra	Residenziale	55	-	40,7	-	-	-
R73	piano 1	Residenziale	55	-	41,1	-	-	-
R74	p. terra	Residenziale	55	-	32,3	-	-	-
R74	piano 1	Residenziale	55	-	37,6	-	-	-
R79	p. terra	Residenziale	55	-	42,3	-	-	-
R79	piano 1	Residenziale	55	-	42,7	-	-	-
R80	p. terra	Residenziale	55	-	42,2	-	-	-
R80	piano 1	Residenziale	55	-	42,5	-	-	-
R81	p. terra	Residenziale	55	-	41,3	-	-	-
R81	piano 1	Residenziale	55	-	41,5	-	-	-
R82	p. terra	Residenziale	55	-	40,3	-	-	-
R82	piano 1	Residenziale	55	-	41,8	-	-	-
R83	p. terra	Residenziale	55	-	44,3	-	-	-
R83	piano 1	Residenziale	55	-	44,6	-	-	-
R84	p. terra	Residenziale	55	-	43,0	-	-	-
R84	piano 1	Residenziale	55	-	43,4	-	-	-
R84	piano 2	Residenziale	55	-	44,8	-	-	-
R89	p. terra	Residenziale	60	-	44,6	-	-	-
R89	piano 1	Residenziale	60	-	44,7	-	-	-
R89	piano 2	Residenziale	60	-	44,8	-	-	-
R91	p. terra	Residenziale	60	-	48,3	-	-	-
R91	piano 1	Residenziale	60	-	48,4	-	-	-
R91	piano 2	Residenziale	60	-	48,7	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

R92	piano 1	Residenziale	60	-	46,2	-	-	-
R92	piano 2	Residenziale	60	-	46,0	-	-	-
R92	p. terra	Residenziale	60	-	45,7	-	-	-
R94	p. terra	Residenziale	60	-	42,8	-	-	-
R95	p. terra	Residenziale	60	-	36,6	-	-	-
R96	p. terra	Residenziale	60	-	41,6	-	-	-
R97	p. terra	Residenziale	60	-	36,4	-	-	-
R98	p. terra	Residenziale	60	-	41,7	-	-	-
R99	p. terra	Residenziale	60	-	34,7	-	-	-
R100	p. terra	Residenziale	60	-	40,6	-	-	-
R101	p. terra	Residenziale	60	-	42,0	-	-	-
R102	p. terra	Residenziale	60	-	40,8	-	-	-
R103	p. terra	Residenziale	60	-	41,9	-	-	-
R104	p. terra	Residenziale	60	-	37,7	-	-	-
R105	p. terra	Residenziale	60	-	35,7	-	-	-
R106	p. terra	Residenziale	60	-	42,4	-	-	-
R107	p. terra	Terziario	60	-	43,0	-	-	-
R107	piano 1	Terziario	60	-	43,2	-	-	-
R108	p. terra	Terziario	60	-	44,9	-	-	-
R108	piano 1	Terziario	60	-	45,0	-	-	-
R108	piano 2	Terziario	60	-	45,1	-	-	-
R109	p. terra	Residenziale	60	-	43,1	-	-	-
R109	piano 1	Residenziale	60	-	43,9	-	-	-
R110	p. terra	Residenziale	60	-	43,4	-	-	-
R111	p. terra	Residenziale	60	-	47,4	-	-	-
R111	piano 1	Residenziale	60	-	48,5	-	-	-
R111	piano 2	Residenziale	60	-	48,7	-	-	-
R115	p. terra	Residenziale	60	-	44,1	-	-	-
R115	piano 1	Residenziale	60	-	41,5	-	-	-
R118	p. terra	Residenziale	60	-	53,6	-	-	-
R119	p. terra	Residenziale	60	-	47,6	-	-	-
R119	piano 1	Residenziale	60	-	49,2	-	-	-
R122	p. terra	Residenziale	60	-	32,6	-	-	-
R123	piano 2	Residenziale	60	-	45,4	-	-	-
R123	p. terra	Residenziale	60	-	47,0	-	-	-
R123	piano 1	Residenziale	60	-	49,0	-	-	-
R124	p. terra	Residenziale	60	-	48,7	-	-	-
R124	piano 1	Residenziale	60	-	50,5	-	-	-
R124	piano 2	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R126	piano 1	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R126	p. terra	Residenziale	60	-	37,8	-	-	-
R128	p. terra	Residenziale	60	-	41,1	-	-	-
R129	p. terra	Residenziale	60	-	35,4	-	-	-
R134	p. terra	Residenziale	60	-	46,7	-	-	-
R134	piano 1	Residenziale	60	-	47,4	-	-	-
R134	piano 2	Residenziale	60	-	48,3	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

R135	p. terra	Residenziale	60	-	45,1	-	-	-
R136	piano 1	Residenziale	60	-	42,4	-	-	-
R136	p. terra	Residenziale	60	-	44,8	-	-	-
R137	p. terra	Residenziale	60	-	39,8	-	-	-
R140	p. terra	Residenziale	60	-	43,0	-	-	-
R140	piano 1	Residenziale	60	-	44,3	-	-	-
R141	p. terra	Residenziale	60	-	43,2	-	-	-
R142	p. terra	Residenziale	60	-	41,9	-	-	-
R143	p. terra	Residenziale	60	-	42,0	-	-	-
R144	p. terra	Residenziale	60	-	37,8	-	-	-
R145	p. terra	Residenziale	60	-	40,7	-	-	-
R146	p. terra	Residenziale	60	-	40,7	-	-	-
R147	p. terra	Residenziale	60	-	36,4	-	-	-
R148	p. terra	Residenziale	60	-	37,0	-	-	-
R149	p. terra	Residenziale	60	-	40,7	-	-	-
R150	p. terra	Residenziale	60	-	30,1	-	-	-
R151	p. terra	Residenziale	60	-	40,9	-	-	-
R152	p. terra	Residenziale	60	-	38,6	-	-	-
R153	p. terra	Residenziale	60	-	36,9	-	-	-
R154	p. terra	Residenziale	60	-	37,7	-	-	-
R155	p. terra	Residenziale	60	-	38,6	-	-	-
R156	p. terra	Residenziale	60	-	33,9	-	-	-
R157	p. terra	Residenziale	60	-	36,7	-	-	-
R158	p. terra	Terziario	60	-	33,8	-	-	-
R159	p. terra	Residenziale	55	-	40,5	-	-	-
R159	piano 1	Residenziale	55	-	40,8	-	-	-
R160	piano 1	Residenziale	55	-	42,3	-	-	-
R160	p. terra	Residenziale	55	-	42,5	-	-	-
R161	p. terra	Residenziale	55	-	41,2	-	-	-
R161	piano 1	Residenziale	55	-	41,4	-	-	-
R161	piano 2	Residenziale	55	-	41,7	-	-	-
R162	p. terra	Residenziale	55	-	41,3	-	-	-
R162	piano 1	Residenziale	55	-	41,5	-	-	-
R163	p. terra	Residenziale	55	-	38,1	-	-	-
R163	piano 1	Residenziale	55	-	38,5	-	-	-
R164	p. terra	Residenziale	55	-	37,3	-	-	-
R164	piano 1	Residenziale	55	-	37,9	-	-	-
R165	p. terra	Residenziale	55	-	35,6	-	-	-
R165	piano 1	Residenziale	55	-	36,1	-	-	-
R168	p. terra	Terziario	60	-	42,5	-	-	-
R169	p. terra	Residenziale	60	-	42,0	-	-	-
R173	p. terra	Residenziale	60	-	44,1	-	-	-
R174	p. terra	Residenziale	60	-	44,5	-	-	-

Tabella 3-41 Verifica dei livelli acustici in facciata nello Scenario 1 di Corso d'Opera

Output Scenario 2

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in Leq(A) in termini di mappature acustiche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. La griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri, mentre l'ordine di riflessione è stato assunto pari a 3.

Le curve di isolivello acustico, relative al solo periodo diurno dello Scenario 2 di simulazione, sono rappresentate nella tavola "Clima acustico - Cantiere Diurno scenario 2" (T00IA04AMBCT02A).

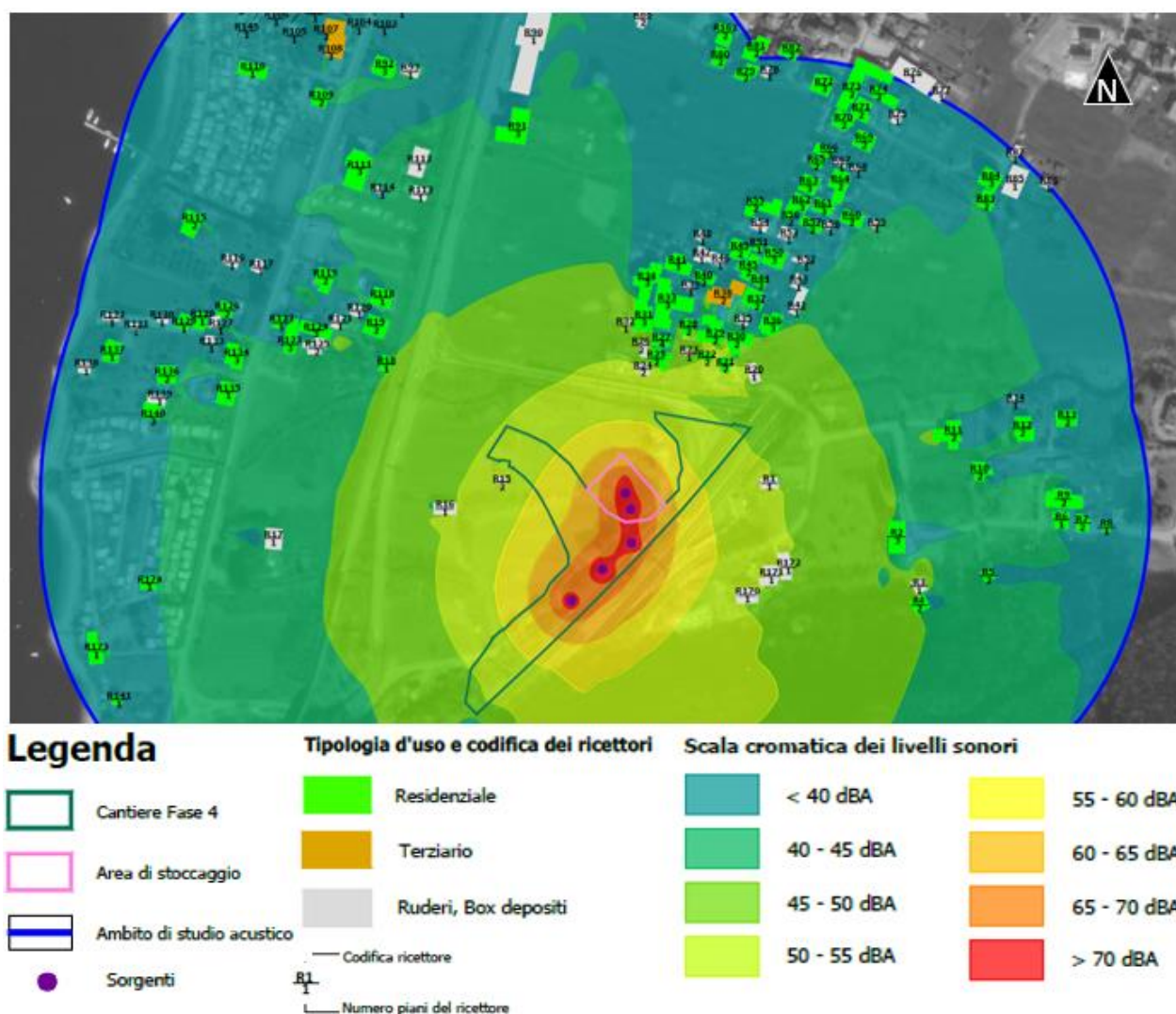


Figura 3-25: Scenario 2 - Corso d'Opera: stralcio della mappatura acustica su SoundPlan periodo diurno

L'output del modello consiste inoltre nei valori del Leq(A) calcolati ad 1 metro dalla facciata, per ciascun piano, per tutti gli edifici limitrofi alle aree di cantiere e limitatamente al primo fronte urbano.

La tabella seguente contiene i valori calcolati ai ricettori relativi al rumore prodotto dall'area di cantiere e stoccaggio previste dallo Scenario 2.

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R2	p. terra	Residenziale	55	-	47,6	-	-	-
R2	piano 1	Residenziale	55	-	47,9	-	-	-
R2	piano 2	Residenziale	55	-	48,2	-	-	-
R4	p. terra	Residenziale	55	-	47,9	-	-	-
R4	piano 1	Residenziale	55	-	48,1	-	-	-
R5	p. terra	Residenziale	55	-	45,2	-	-	-
R5	piano 1	Residenziale	55	-	45,4	-	-	-
R6	p. terra	Residenziale	55	-	42,4	-	-	-
R7	piano 1	Residenziale	55	-	37,6	-	-	-
R7	p. terra	Residenziale	55	-	40,5	-	-	-
R8	p. terra	Residenziale	55	-	36,0	-	-	-
R9	p. terra	Residenziale	55	-	42,8	-	-	-
R9	piano 1	Residenziale	55	-	43,2	-	-	-
R10	p. terra	Residenziale	55	-	44,9	-	-	-
R10	piano 1	Residenziale	55	-	45,0	-	-	-
R11	p. terra	Residenziale	55	-	46,8	-	-	-
R11	piano 1	Residenziale	55	-	47,1	-	-	-
R12	p. terra	Residenziale	55	-	42,7	-	-	-
R12	piano 1	Residenziale	55	-	43,5	-	-	-
R13	p. terra	Residenziale	55	-	31,2	-	-	-
R13	piano 1	Residenziale	55	-	36,8	-	-	-
R18	p. terra	Residenziale	60	-	47,3	-	-	-
R19	p. terra	Residenziale	60	-	47,0	-	-	-
R19	piano 1	Residenziale	60	-	47,3	-	-	-
R21	p. terra	Residenziale	65	-	51,3	-	-	-
R21	piano 1	Residenziale	65	-	52,6	-	-	-
R22	p. terra	Residenziale	65	-	51,0	-	-	-
R25	p. terra	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R25	piano 1	Residenziale	60	-	53,7	-	-	-
R27	piano 3	Residenziale	60	-	44,5	-	-	-
R27	p. terra	Residenziale	60	-	49,0	-	-	-
R27	piano 1	Residenziale	60	-	51,0	-	-	-
R27	piano 2	Residenziale	60	-	52,3	-	-	-
R28	p. terra	Residenziale	60	-	50,2	-	-	-
R28	piano 1	Residenziale	60	-	50,6	-	-	-
R29	p. terra	Residenziale	60	-	48,4	-	-	-
R29	piano 1	Residenziale	60	-	51,7	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

R30	p. terra	Residenziale	60	-	49,6	-	-	-
R30	piano 1	Residenziale	60	-	50,7	-	-	-
R31	p. terra	Residenziale	60	-	47,8	-	-	-
R31	piano 1	Residenziale	60	-	48,1	-	-	-
R31	piano 2	Residenziale	60	-	49,5	-	-	-
R33	p. terra	Residenziale	60	-	43,3	-	-	-
R33	piano 1	Residenziale	60	-	46,1	-	-	-
R33	piano 2	Residenziale	60	-	36,5	-	-	-
R34	p. terra	Residenziale	60	-	44,1	-	-	-
R34	piano 1	Residenziale	60	-	45,5	-	-	-
R34	piano 2	Residenziale	60	-	46,2	-	-	-
R36	piano 2	Residenziale	60	-	48,1	-	-	-
R36	p. terra	Residenziale	60	-	48,7	-	-	-
R36	piano 1	Residenziale	60	-	49,1	-	-	-
R37	p. terra	Residenziale	60	-	42,0	-	-	-
R37	piano 1	Residenziale	60	-	37,6	-	-	-
R38	p. terra	Terziario	60	-	42,5	-	-	-
R38	piano 1	Terziario	60	-	45,1	-	-	-
R40	p. terra	Residenziale	60	-	35,3	-	-	-
R41	p. terra	Residenziale	60	-	30,3	-	-	-
R41	piano 1	Residenziale	60	-	32,3	-	-	-
R41	piano 2	Residenziale	60	-	33,1	-	-	-
R44	p. terra	Residenziale	60	-	35,0	-	-	-
R44	piano 1	Residenziale	60	-	40,7	-	-	-
R45	p. terra	Residenziale	60	-	37,1	-	-	-
R45	piano 1	Residenziale	60	-	39,4	-	-	-
R49	p. terra	Residenziale	60	-	31,9	-	-	-
R49	piano 1	Residenziale	60	-	36,1	-	-	-
R50	p. terra	Residenziale	60	-	36,1	-	-	-
R50	piano 1	Residenziale	60	-	41,2	-	-	-
R50	piano 2	Residenziale	60	-	43,2	-	-	-
R51	p. terra	Residenziale	60	-	34,1	-	-	-
R55	p. terra	Residenziale	60	-	33,1	-	-	-
R55	piano 1	Residenziale	60	-	36,0	-	-	-
R56	p. terra	Residenziale	60	-	34,0	-	-	-
R56	piano 1	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R57	p. terra	Residenziale	60	-	34,6	-	-	-
R60	p. terra	Residenziale	55	-	34,0	-	-	-
R60	piano 1	Residenziale	55	-	36,8	-	-	-
R61	p. terra	Residenziale	60	-	33,2	-	-	-
R61	piano 1	Residenziale	60	-	38,6	-	-	-
R61	piano 2	Residenziale	60	-	42,2	-	-	-
R62	p. terra	Residenziale	60	-	34,4	-	-	-
R62	piano 1	Residenziale	60	-	38,2	-	-	-
R62	piano 2	Residenziale	60	-	41,7	-	-	-
R63	p. terra	Residenziale	60	-	34,4	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

R63	piano 1	Residenziale	60	-	37,9	-	-	-
R63	piano 2	Residenziale	60	-	40,7	-	-	-
R64	p. terra	Residenziale	55	-	31,2	-	-	-
R64	piano 1	Residenziale	55	-	31,9	-	-	-
R65	p. terra	Residenziale	55	-	32,2	-	-	-
R65	piano 1	Residenziale	55	-	35,2	-	-	-
R66	p. terra	Residenziale	55	-	31,8	-	-	-
R66	piano 1	Residenziale	55	-	34,4	-	-	-
R66	piano 2	Residenziale	55	-	39,5	-	-	-
R69	piano 1	Residenziale	55	-	31,0	-	-	-
R69	p. terra	Residenziale	55	-	34,2	-	-	-
R70	p. terra	Residenziale	55	-	29,6	-	-	-
R70	piano 1	Residenziale	55	-	32,1	-	-	-
R71	p. terra	Residenziale	55	-	30,9	-	-	-
R71	piano 1	Residenziale	55	-	33,8	-	-	-
R72	p. terra	Residenziale	55	-	32,5	-	-	-
R72	piano 1	Residenziale	55	-	34,8	-	-	-
R72	piano 2	Residenziale	55	-	38,6	-	-	-
R73	p. terra	Residenziale	55	-	35,1	-	-	-
R73	piano 1	Residenziale	55	-	32,2	-	-	-
R74	p. terra	Residenziale	55	-	29,7	-	-	-
R74	piano 1	Residenziale	55	-	31,7	-	-	-
R79	p. terra	Residenziale	55	-	32,7	-	-	-
R79	piano 1	Residenziale	55	-	34,2	-	-	-
R80	p. terra	Residenziale	55	-	29,0	-	-	-
R80	piano 1	Residenziale	55	-	31,3	-	-	-
R81	p. terra	Residenziale	55	-	24,7	-	-	-
R81	piano 1	Residenziale	55	-	27,3	-	-	-
R82	p. terra	Residenziale	55	-	35,3	-	-	-
R82	piano 1	Residenziale	55	-	36,7	-	-	-
R83	p. terra	Residenziale	55	-	43,2	-	-	-
R83	piano 1	Residenziale	55	-	43,4	-	-	-
R84	p. terra	Residenziale	55	-	43,1	-	-	-
R84	piano 1	Residenziale	55	-	43,3	-	-	-
R84	piano 2	Residenziale	55	-	43,5	-	-	-
R89	p. terra	Residenziale	60	-	43,0	-	-	-
R89	piano 1	Residenziale	60	-	43,0	-	-	-
R89	piano 2	Residenziale	60	-	43,1	-	-	-
R91	p. terra	Residenziale	60	-	43,3	-	-	-
R91	piano 1	Residenziale	60	-	43,4	-	-	-
R91	piano 2	Residenziale	60	-	43,8	-	-	-
R92	piano 1	Residenziale	60	-	41,2	-	-	-
R92	piano 2	Residenziale	60	-	41,5	-	-	-
R92	p. terra	Residenziale	60	-	42,0	-	-	-
R94	p. terra	Residenziale	60	-	39,6	-	-	-
R95	p. terra	Residenziale	60	-	35,1	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 4: Gli impatti della cantierizzazione

R96	p. terra	Residenziale	60	-	39,7	-	-	-
R97	p. terra	Residenziale	60	-	36,1	-	-	-
R98	p. terra	Residenziale	60	-	38,7	-	-	-
R99	p. terra	Residenziale	60	-	32,8	-	-	-
R100	p. terra	Residenziale	60	-	39,2	-	-	-
R101	p. terra	Residenziale	60	-	37,1	-	-	-
R102	p. terra	Residenziale	60	-	38,1	-	-	-
R103	p. terra	Residenziale	60	-	36,9	-	-	-
R104	p. terra	Residenziale	60	-	35,2	-	-	-
R105	p. terra	Residenziale	60	-	32,0	-	-	-
R106	p. terra	Residenziale	60	-	40,0	-	-	-
R107	p. terra	Terziario	60	-	40,2	-	-	-
R107	piano 1	Terziario	60	-	40,2	-	-	-
R108	p. terra	Terziario	60	-	40,5	-	-	-
R108	piano 1	Terziario	60	-	40,6	-	-	-
R108	piano 2	Terziario	60	-	40,8	-	-	-
R109	p. terra	Residenziale	60	-	41,5	-	-	-
R109	piano 1	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-
R110	p. terra	Residenziale	60	-	39,3	-	-	-
R111	p. terra	Residenziale	60	-	42,5	-	-	-
R111	piano 1	Residenziale	60	-	42,7	-	-	-
R111	piano 2	Residenziale	60	-	43,1	-	-	-
R115	p. terra	Residenziale	60	-	37,3	-	-	-
R115	piano 1	Residenziale	60	-	40,1	-	-	-
R118	p. terra	Residenziale	60	-	44,8	-	-	-
R119	p. terra	Residenziale	60	-	37,2	-	-	-
R119	piano 1	Residenziale	60	-	41,2	-	-	-
R122	p. terra	Residenziale	60	-	33,0	-	-	-
R123	piano 2	Residenziale	60	-	44,8	-	-	-
R123	p. terra	Residenziale	60	-	45,2	-	-	-
R123	piano 1	Residenziale	60	-	45,3	-	-	-
R124	p. terra	Residenziale	60	-	42,4	-	-	-
R124	piano 1	Residenziale	60	-	45,4	-	-	-
R124	piano 2	Residenziale	60	-	48,0	-	-	-
R126	piano 1	Residenziale	60	-	41,8	-	-	-
R126	p. terra	Residenziale	60	-	40,4	-	-	-
R128	p. terra	Residenziale	60	-	39,7	-	-	-
R129	p. terra	Residenziale	60	-	34,7	-	-	-
R134	p. terra	Residenziale	60	-	43,0	-	-	-
R134	piano 1	Residenziale	60	-	43,5	-	-	-
R134	piano 2	Residenziale	60	-	43,9	-	-	-
R135	p. terra	Residenziale	60	-	43,4	-	-	-
R136	piano 1	Residenziale	60	-	40,4	-	-	-
R136	p. terra	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-
R137	p. terra	Residenziale	60	-	41,3	-	-	-
R140	p. terra	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-

R140	piano 1	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-
R141	p. terra	Residenziale	60	-	41,4	-	-	-
R142	p. terra	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R143	p. terra	Residenziale	60	-	38,5	-	-	-
R144	p. terra	Residenziale	60	-	32,8	-	-	-
R145	p. terra	Residenziale	60	-	38,6	-	-	-
R146	p. terra	Residenziale	60	-	37,6	-	-	-
R147	p. terra	Residenziale	60	-	34,5	-	-	-
R148	p. terra	Residenziale	60	-	36,3	-	-	-
R149	p. terra	Residenziale	60	-	37,4	-	-	-
R150	p. terra	Residenziale	60	-	28,3	-	-	-
R151	p. terra	Residenziale	60	-	37,7	-	-	-
R152	p. terra	Residenziale	60	-	36,0	-	-	-
R153	p. terra	Residenziale	60	-	33,2	-	-	-
R154	p. terra	Residenziale	60	-	35,4	-	-	-
R155	p. terra	Residenziale	60	-	37,0	-	-	-
R156	p. terra	Residenziale	60	-	32,1	-	-	-
R157	p. terra	Residenziale	60	-	34,8	-	-	-
R158	p. terra	Terziario	60	-	33,4	-	-	-
R159	p. terra	Residenziale	55	-	40,5	-	-	-
R159	piano 1	Residenziale	55	-	40,5	-	-	-
R160	piano 1	Residenziale	55	-	39,8	-	-	-
R160	p. terra	Residenziale	55	-	40,0	-	-	-
R161	p. terra	Residenziale	55	-	34,8	-	-	-
R161	piano 1	Residenziale	55	-	35,4	-	-	-
R161	piano 2	Residenziale	55	-	36,2	-	-	-
R162	p. terra	Residenziale	55	-	27,7	-	-	-
R162	piano 1	Residenziale	55	-	29,0	-	-	-
R163	p. terra	Residenziale	55	-	30,8	-	-	-
R163	piano 1	Residenziale	55	-	33,8	-	-	-
R164	p. terra	Residenziale	55	-	37,1	-	-	-
R164	piano 1	Residenziale	55	-	37,2	-	-	-
R165	p. terra	Residenziale	55	-	36,9	-	-	-
R165	piano 1	Residenziale	55	-	37,0	-	-	-
R168	p. terra	Terziario	60	-	38,9	-	-	-
R169	p. terra	Residenziale	60	-	38,5	-	-	-
R173	p. terra	Residenziale	60	-	41,2	-	-	-
R174	p. terra	Residenziale	60	-	42,3	-	-	-

Tabella 3-42 Verifica dei livelli acustici in facciata nello Scenario 2 di Corso d'Opera

3.7.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Per lo scenario di "Corso D'Opera" è stata applicata la metodologia del Worst Case Scenario. Questo permette di valutare le condizioni di esposizione al rumore indotte dalle attività di cantiere e

di verificare il rispetto dei limiti acustici territoriali nelle condizioni operative più gravose sul territorio, che nel caso positivo, permettono di accertare una condizione di rispetto anche nelle situazioni meno critiche.

Nel modello è stato quindi imputato il layout delle diverse aree di cantiere, ovvero quelle relative alle aree operative di oltreché l'area di stoccaggio dei materiali interna il campo base a sostegno dell'intera opera di progetto. Le aree di cantiere e le relative aree di deposito sono state localizzate secondo quanto indicato dagli elaborati progettuali.

Per ciascuno scenario è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta delle 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. Si è assunta perciò una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

Per quanto concerne le sorgenti acustiche caratterizzanti le aree di cantiere, l'analisi consiste nella verifica dei livelli di immissione previsti dal Comune territorialmente competente attraverso il Piano di classificazione acustica. La verifica dei livelli di immissione è stata effettuata considerando esclusivamente i livelli acustici indotti dal cantiere.

Le sorgenti emissive presenti all'interno dei cantieri fissi sono state schematizzate all'interno del modello di calcolo come sorgenti di tipo puntuale, poste ad un'altezza di 1,5 metri.

Dai risultati ottenuti si evince come per entrambi gli scenari simulati non sussistano condizioni di superamento dei limiti individuati dai P.C.C.A. del comune di riferimento per i ricettori situati in prossimità delle aree di cantiere analizzate nel presente studio e, pertanto, non sono necessarie opere di mitigazione di tipo temporaneo.

Si precisa, inoltre, che, come ulteriore misura cautelativa, il modello di simulazione del presente studio acustico non considera all'interno della propria geometria la vegetazione e le alberature presenti, le quali rappresentano un'ulteriore protezione contro il potenziale impatto acustico derivante dai cantieri.

Per limitare ancora il disturbo indotto dalle attività di cantiere, la ditta appaltatrice, nella fase di realizzazione delle opere di progetto dovrà adottare i seguenti accorgimenti:

4. Corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:

- la selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
 - l'impiego di macchine per il movimento di terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
 - l'installazione di silenziatori sugli scarichi;
 - l'utilizzo di impianti fissi schermati;
 - l'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.
5. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
- all'eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione;
 - alla sostituzione dei pezzi usurati;
 - al controllo e al serraggio delle giunzioni, ecc.
6. Corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
- l'orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale (quali i ventilatori) in posizione di minima interferenza;
 - la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
 - l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni;
 - l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
 - l'obbligo, ai conducenti, di spegnere i mezzi nei periodi di mancato utilizzo degli stessi;
 - la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del periodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 del mattino e tra le 20 e le 22).

Infine, ad ulteriore tutela si è previsto di monitorare le attività di cantiere rispetto alla componente "Rumore". Si prevede una attività di monitoraggio mediante due postazioni. Per un

approfondimento in tal senso si rimanda all'elaborato T00MO06MOARE01A relativo al Piano di Monitoraggio Ambientale.

In relazione a quanto sopra riportato è possibile evidenziare come gli aspetti legati alla componente in esame per la dimensione costruttiva possano considerarsi trascurabili.

3.8 G2 – Vibrazioni

3.8.1 Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda il tema delle vibrazioni, se come visto per lo stato attuale tale tematica risulta poco significativa nella "Dimensione operativa" per una infrastruttura stradale, nel caso della "Dimensione costruttiva", in ragione della tipologia di lavorazioni che prevedono delle attività di scavo, si ritiene la necessità di uno studio previsionale vibrazionale al fine di valutare l'entità del disturbo ai ricettori.

Sulla scorta quindi delle azioni di progetto riferite alla dimensione costruttiva individuate nel capitolo iniziale, per la componente vibrazioni la matrice di correlazione azioni-fattori causali – impatti è di seguito riportata.

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
Vibrazioni		
AC.03 Scavo e sbancamento	Produzione di emissioni vibrazionali	Modifica dell'esposizione alle vibrazioni

Tabella 3-43 Matrice di causalità - Vibrazioni – dimensione Costruttiva

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle onde vibrazionali prodotte durante la fase di cantiere.

3.8.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Il modello di propagazione impiegato, valido per tutti i tipi di onde, si basa sull'equazione di Bornitz che tiene conto dei diversi meccanismi di attenuazione a cui l'onda vibrazionale è sottoposta durante la propagazione nel suolo.

$$w_2 = w_1 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^n e^{-a(r_2 - r_1)}$$

dove w_1 e w_2 sono le ampiezze della vibrazione alle distanze r_1 e r_2 dalla sorgente, n è il coefficiente di attenuazione geometrica e dipende dal tipo di onda e di sorgente, a è il coefficiente di attenuazione del materiale e dipende dal tipo di terreno.

Il primo termine dell'equazione esprime l'attenuazione geometrica del terreno. Questa oltre ad essere funzione della distanza, dipende dalla localizzazione e tipo di sorgente (lineare o puntuale, in superficie o in profondità) e dal tipo di onda vibrazionale (di volume o di superficie). Il valore del

coefficiente n è determinato sperimentalmente secondo i valori individuati da Kim-Lee e, nel caso specifico in esame, equivale a 1 in quanto la sorgente è puntiforme e posta in profondità (le onde di volume sono predominanti).

Il secondo termine dell'equazione fa riferimento invece all'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno indotto dai fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore. Il coefficiente di attenuazione a è esprimibile secondo la seguente formula:

$$a = \frac{2\pi\eta f}{c}$$

dove f è la frequenza in Hz, c è la velocità di propagazione dell'onda in m/s e η il fattore di perdita del terreno. Questi dipendono dalle caratteristiche del terreno e i loro valori sono stati determinati dalla letteratura in ragione della natura del terreno.

Nel caso in studio, il tratto in cui sono previste operazioni di scavo interessa un terreno costituito da un'alternanza di conoidi alluvionali quali sabbie e ghiaie.

Di seguito i valori assunti per la determinazione del coefficiente di attenuazione a :

- η (fattore di perdita): 0,1;
- c (velocità di propagazione): 1200 m/s.

Utilizzando tale metodologia, nota l'emissione vibrazionale del macchinario e la distanza tra ricettore-sorgente è possibile calcolare l'entità della vibrazione in termini accelerometrici in corrispondenza del potenziale edificio interferito.

Per quanto riguarda i valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura.

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni da parte di mezzi operativi non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che normano invece l'emissione del rumore. Pertanto, in questo caso non si ha una caratterizzazione dell'emissione in condizioni standardizzate, ed una garanzia del costruttore a non superare un preciso valore dichiarato. Non si hanno nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione comunicati ai recettori, e quindi ovviamente non è possibile specificare la produzione di vibrazioni con lo stesso livello di dettaglio con cui si è potuto operare per il rumore.

Come detto, le attività critiche individuate sono attribuibili alle lavorazioni svolte all'interno delle aree operative e nello specifico alle attività di scavo e sbancamento.

Per la caratterizzazione emissiva della sorgente relativa alle attività di scavo si è considerata la contemporaneità di tre mezzi operativi, quali autocarro, escavatore e pala meccanica, si è fatto riferimento ai dati sperimentali desunti in letteratura e riferiti ad un rilievo ad una distanza di 5 m dalla sorgente:

Hz	mm/s ²
1	2,7
1,25	2,9
1,6	2,5
2	2,2
2,5	2,3
3,15	2,1
4	17,7
5	18,5
6,3	18,8
8	18,3
10	26,1
12,5	20,5
16	15,4
20	19,2
25	23,6
31,5	18,3
40	34,4
50	59
63	161
80	60,6

Tabella 3-44 Spettro emissivo assunto per la caratterizzazione emissiva vibrazionale da autocarro, escavatore e pala meccanica calcolata a 5 m dalla sorgente

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, e utilizzando la curva di ponderazione w_m secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dal macchinario a diverse distanze dal fronte di scavo.

Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dal fronte di scavo

Dist.	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
Lw [dB]	91,1	84,8	78,3	74,4	71,6	69,3	65,1	62,1

Tabella 3-45 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dal fronte di scavo

3.8.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Per quanto riguarda il fenomeno delle vibrazioni, questo risulta poco significativo per una infrastruttura stradale nella "Dimensione operativa". Rispetto invece alla fase di realizzazione (Dimensione costruttiva), in ragione della tipologia di opera e dalle attività e mezzi di cantiere necessari allo scavo e sbancamento, si è provveduto a sviluppare uno studio modellistico previsionale finalizzato alla valutazione dell'entità del disturbo sui ricettori.

Come anticipato, a differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Per il caso specifico in studio è stata considerata la norma UNI 9614 "*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*" come riferimento in quanto indica dei valori di riferimento per ciascuna tipologia di ricettore rispetto al tema del disturbo sui ricettori per effetto delle vibrazioni. Ai fini della valutazione dell'opera sull'ambiente, tale scelta appare cautelativa in quanto la norma UNI 9614 individua dei valori di riferimento per il confort delle persone, che se rispettati, implica una condizione di consistenza anche con quelli individuati dalla norma UNI 9916 per la valutazione del danno. Seppur la comparazione non sia direttamente valutabile in quanto le due norme definiscono differenti tipologie di valutazione e curve di ponderazione, dall'analisi lineare in frequenza si riscontra che i fenomeni che non comportano situazioni di non confort secondo la UNI 9614, se analizzati secondo quanto richiesto dalla UNI 9916 i limiti sono ampiamente rispettati.

Il modello previsionale considerato permette la valutazione dei livelli di accelerazione in dB al variare della distanza sorgente-ricettore, note le caratteristiche geometriche, la tipologia di terreno e le proprietà emissive della sorgente di cantiere. Per quanto riguarda il caso di studio si è fatto riferimento all'equazione di Bornitz, valida per tutti i tipi di onde acustiche, considerando una sorgente puntiforme in profondità e le caratteristiche del terreno caratterizzante il sito di lavoro (conoidi alluvionali quali sabbie e ghiaie).

In merito invece ai valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura e relativi allo scavo con autocarro, escavatore e pala meccanica.

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, e utilizzando la curva di ponderazione w_m secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dai macchinari a diverse distanze dal fronte di scavo.

La norma UNI 9614 individua due periodi di riferimento nell'arco della giornata: diurno, dalle 7:00 alle 22:00, e notturno dalle 22:00 alle 7:00. Rispetto a tali periodi la norma individua specifici valori di riferimento per la valutazione del disturbo in ragione della tipologia di ricettore e della direzione (asse X, Y e Z). Considerando la condizione di postura non nota, si considerano i valori di riferimento previsti dalla norma UNI 9614 più restrittivi tra quelli definiti per gli assi X, Y e Z. Questi risultano essere in funzione della tipologia di ricettore:

- Aree critiche: 71 dB;
- Abitazioni (periodo notturno): 74 dB;
- Abitazioni (periodo diurno): 77 dB;
- Uffici: 83 dB;
- Fabbriche: 89 dB.

I valori delle accelerazioni in dB riportati in Tabella 3-45 si riferiscono ai livelli istantanei percepiti alle diverse distanze indotti dalle sorgenti di cantiere. Questi per essere confrontati con quelli di riferimento indicati dalla norma UNI 9614, devono essere riferiti ai due periodi di riferimento secondo l'operatività giornaliera della fresa, ipotizzata 8 ore/giorno nel solo periodo diurno (inteso come periodo 7-22 come da norma UNI 9614).

Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dal fronte di scavo nel periodo diurno

Dist.	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
Lw [dB]	88,4	82,1	75,6	71,7	68,8	66,6	62,4	59,3

Tabella 3-46 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dal fronte di scavo nel periodo diurno

Considerando il valore di riferimento indicato dalla norma UNI 9614 per le abitazioni nel periodo diurno (77 dB), si evince come questo, secondo la modellazione previsionale costruita, sia

raggiunto ad una distanza di circa 17 m rispetto al fronte di scavo. Ne consegue pertanto che tutti gli edifici a destinazione residenziale ricadenti ad una distanza inferiore ai 17 m dal fronte di avanzamento lavori sono potenzialmente oggetto di disturbo alle vibrazioni indotte dalle attività di scavo e sbancamento.

Dall'individuazione sul territorio dei ricettori rispetto al tracciato planimetrico di progetto risulta che tutti gli edifici residenziali sono posti ad una distanza maggiore a 17 m. Inoltre, si vuole sottolineare che tale valore è frutto di un'analisi estremamente cautelativa che prende in considerazione la contemporaneità dei tre mezzi atti allo scavo e sbancamento oltreché l'utilizzo in continua dei macchinari durante le 8 ore di lavoro.

Stante quanto sopra riportato i potenziali effetti possono ritenersi trascurabili.