



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA
 ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER
 L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA
 IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA
 SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

aceq
 acqua
 ACEA ATO 2 SPA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
 Ing. PhD Alessia Delle Site
 SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
 Dott. Avv. Vittorio Gennari
 Sig.ra Claudia Iacobelli
 Ing. Barnaba Paglia

aceq
 Ingegneria
 e servizi



CONSULENTE
 Ing. Biagio Eramo

ELABORATO
A258SIA R004 2

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

COD. ATO2 AAM10121

DATA APRILE 2022 SCALA -

Sottoprogetto CUP G31B21006920002
**RADDOPPIO VIII SIFONE – TRATTO CASA
 VALERIA – USCITA GALLERIA RIPOLI
 FASE 1**
 (con il finanziamento dell'Unione
 europea – Next Generation EU) 

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	05/2022	Aggiornamento elaborati UVP	
2	10/2022	Aggiornamento elaborati MITE e CSLPPP	
3			
4			
5			
6			

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA
 ED ECONOMICA

TEAM DI PROGETTAZIONE

CAPO PROGETTO
 Ing. Angelo Marchetti

ASPETTI AMBIENTALI
 Ing. PhD Nicoletta Stracqualursi

Hanno collaborato:
 Ing. Francesca Giorgi
 Arch. Antonio Pesare
 Geol. Simone Febo
 Geol. Filippo Arsie
 Ing. PhD Serena Conserva
 Ing. Simone Leoni

Consulenti:
 I.R.I.D.E. srl



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Parte 4

Gli impatti della cantierizzazione

INDICE

PARTE 4- Gli impatti della cantierizzazione.....	1
1 La metodologia utilizzata per l'analisi degli impatti.....	1
2 Schematizzazione delle azioni di progetto costruttive.....	3
3 Significatività degli impatti di cantiere.....	4
3.1 A – Popolazione e salute Umana	4
3.1.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	4
3.1.2 Modifica dell'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico	4
3.1.1 Modifica dell'esposizione della popolazione all'inquinamento acustico	7
3.2 B – Biodiversità	9
3.2.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	9
3.2.2 Allontanamento e dispersione della fauna	11
3.2.3 Sottrazione di habitat e biocenosi.....	12
3.2.4 Modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi	19
3.2.5 Modifica della connettività ecologica	20
3.3 C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare	23
3.3.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	23
3.3.2 Perdita di suolo	23
3.3.3 Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari	25
3.4 D – Geologia e acque	27
3.4.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	27
3.4.2 Modifica dello stato quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee	28
3.4.3 Modifica dell'assetto geomorfologico.....	28
3.4.4 Consumo di risorse non rinnovabili.....	29
3.4.5 Produzione di rifiuti.....	29
3.5 E – Atmosfera: aria e clima	32
3.5.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	32
3.5.2 Modifica delle condizioni della qualità dell'aria.....	32
3.5.2.1 Metodologia di analisi	32
3.5.2.2 Input territoriali	36
3.5.2.3 La metodologia del worst case scenario.....	39
3.5.2.4 Definizione dello scenario di simulazione.....	40
3.5.2.5 Fattori di emissione	46
3.5.2.6 Output delle simulazioni.....	62
3.5.3 Modifica dei livelli di gas climalteranti	71
3.6 F – Sistema paesaggistico	75
3.6.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	75
3.6.2 Alterazioni ai beni del patrimonio culturale e storico testimoniale.....	75
3.6.3 Modificazione delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo	81
3.7 G1 – Rumore	90
3.7.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	90
3.7.2 Compromissione del clima acustico	90

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

3.7.2.1	Metodologia di lavoro utilizzata	90
3.7.2.2	Il modello di simulazione SoundPlan	92
3.7.2.3	Individuazione degli scenari di simulazione.....	94
3.7.2.4	Analisi dello scenario corso d’opera ante mitigazione	96
3.7.2.5	Analisi dello scenario corso d’opera post mitigazione	103
3.7.2.6	Analisi dei risultati ed indicazioni per la gestione ambientale delle attività di cantiere	107
3.8	G2 – Vibrazioni.....	110
3.8.1	Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali	110
3.8.2	Modifica dell’esposizione alle vibrazioni.....	110
3.8.2.1	Metodologia di lavoro utilizzata	110
3.8.2.2	Calcolo previsionale dei livelli vibrazionali indotti.....	111
4	<i>Le azioni di prevenzione e mitigazione in fase di cantiere</i>	118
4.1	Premessa	118
4.2	Misure per la salvaguardia delle acque e del suolo	118
4.3	Misure per la salvaguardia della qualità dell’aria.....	119
4.4	Misure per la salvaguardia del clima acustico.....	119
4.5	Misure per la salvaguardia della biodiversità.....	120
	<i>Appendice I – Immissioni acustiche delle attività di cantiere</i>	121
5	<i>Scenario corso d’opera ante mitigazione.....</i>	121
6	<i>Scenario corso d’opera post mitigazione</i>	138

PARTE 4- Gli impatti della cantierizzazione

1 La metodologia utilizzata 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 e dall'opera della sua dimensione fisica ed operativa. 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.

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 capitolo per la dimensione costruttiva. 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.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

I fattori di pressione o fattori causali sono definiti e analizzati nell'ambito dello studio di ciascuna matrice ambientale. La caratterizzazione in termini di "detrattore" 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 di progetto – 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 Correlazione azioni di progetto – fattore causale – impatto potenziale

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.

Vengono poi eventualmente individuate le misure di mitigazioni.

Nel caso in cui si registri un 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 Schematizzazione delle azioni di progetto costruttive

In merito al secondo step della metodologia sopra definita, il presente capitolo è volto all'individuazione delle azioni di progetto relative alla dimensione costruttiva, rimandando alla parte 5 dello SIA per le azioni relative alla dimensione fisica ed operativa. Si specificano, pertanto, nella seguente tabella, le azioni di progetto che saranno poi analizzate nei paragrafi successivi, all'interno di ciascun fattore ambientale e agente fisico, al fine dell'individuazione dei fattori causali e conseguentemente degli impatti associati alle attività di cantiere.

Dimensione Costruttiva – Fase di cantiere	
AC.01	Approntamento aree di cantiere
AC.02	Scavi e sbancamenti
AC.03	Scavo con microtunnelling
AC.04	Rinterri
AC.05	Posa in opera di elementi prefabbricati
AC.06	Realizzazione elementi gettati in opera
AC.07	Realizzazione pozzetti
AC.08	Movimentazione di materiale

Tabella 2-1 Azioni di progetto dimensione costruttiva

3 Significatività degli impatti di cantiere

3.1 A – Popolazione e salute Umana

3.1.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla salute umana 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 emissioni inquinanti	Esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico
AC.02 Scavi e sbancamenti		
AC.03 Scavo con microtunnelling	Produzione emissioni acustiche	Esposizione della popolazione all'inquinamento acustico
AC.04 Rinterri		
AC.07 Realizzazione pozzetti	Produzione vibrazioni	Esposizione della popolazione alle vibrazioni
AC.08 Movimentazione di materiale		

Tabella 3-1 Catena Azioni - Fattori Causali - Impatti Potenziali per la Dimensione Costruttiva

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi relative alla stima dell'inquinamento atmosferico e acustico al fine di valutare l'interferenza sulla salute umana in fase di cantiere.

3.1.2 Modifica dell'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico

Nel presente paragrafo si riportano le risultanze dello studio condotto nell'ambito del fattore atmosfera al fine di valutare l'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico prodotto durante la realizzazione dell'opera in progetto.

Al fine di stimare le potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alle attività di cantiere per la realizzazione dell'opera prevista nell'ambito del progetto oggetto di studio, è stata effettuata una modellazione previsionale attraverso il software Aermod che ha consentito di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati durante la fase di cantiere. Tale modello, partendo dalle condizioni meteorologiche, dalle caratteristiche orografiche e dalle informazioni sulle sorgenti emmissive,

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

È stata effettuata una preliminare analisi delle attività di cantiere previste e delle caratteristiche insediative del contesto territoriale di intervento, e quindi, all'interno di una gamma di situazioni probabili sono state prese in considerazione quelle più significative in relazione agli impatti sulla qualità dell'aria ("worst case scenario"). In considerazione di tale approccio, è stato individuato uno scenario di simulazione in cui si prevedono le attività più critiche in termini di inquinamento atmosferico.

Nello scenario individuato, in considerazione dei limiti normativi per la salute umana, sono stati presi come riferimento 9 recettori residenziali.

Recettore	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
R1	318428	4647309
R2	318488	4647322
R3	318606	4647217
R4	318549	4647200
R5	318913	4647117
R6	318784	4646926
R7	318334	4647056
R8	318212	4647223
R9	318664	4647067

Tabella 3-2 Coordinate recettori

Nella seguente figura sono mostrate le sorgenti emissive simulate nello scenario di riferimento, ossia le aree di stoccaggio (AS.01; AS.02; AS.03-1; AS.03-2; AS.03-3; AS.04), l'area di lavorazione AL.01 e le piste di cantiere (SL.01 e SL.02).

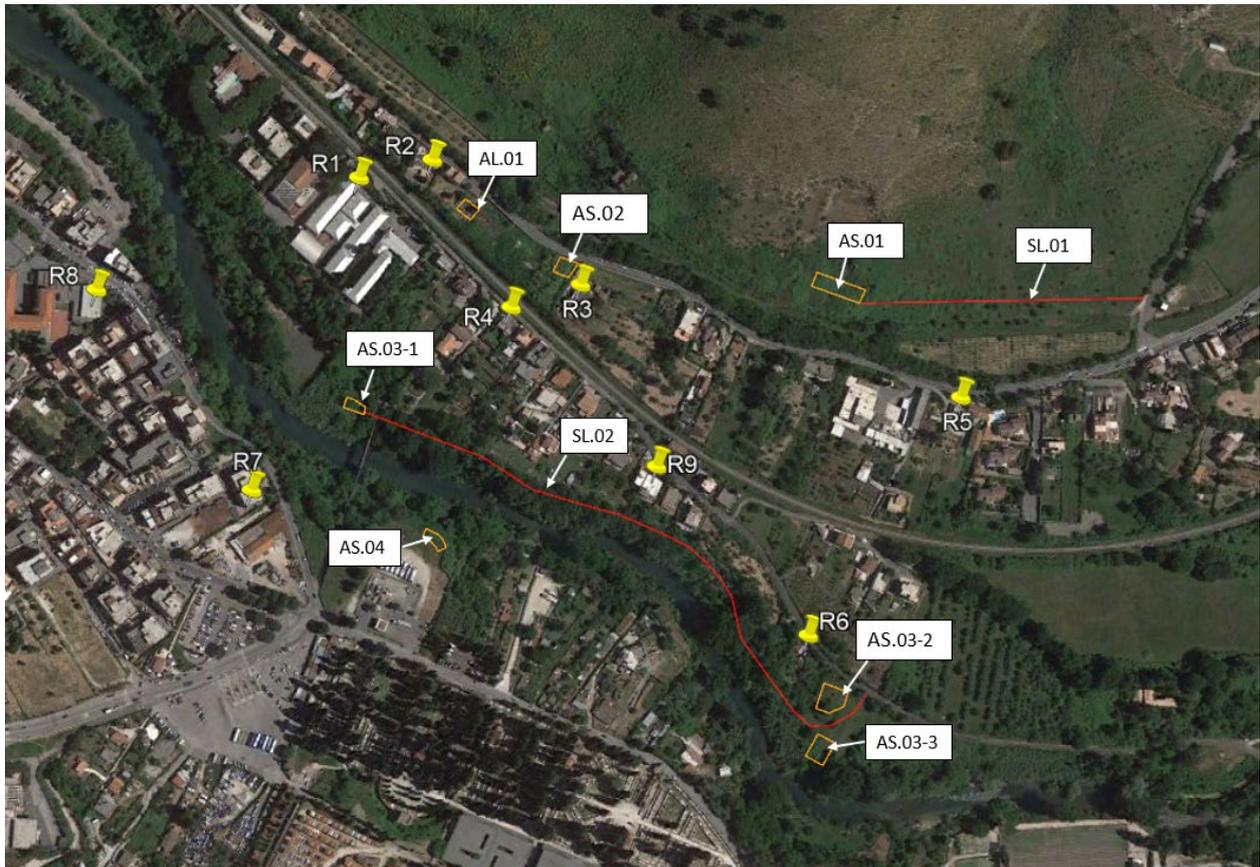


Figura 3-1 Sorgenti emissive simulate e recettori considerati

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10 e NO₂.

Per quanto riguarda il PM10:

- il valore più alto in termini di concentrazioni medie annue è stato stimato presso R6 ed è pari a 0,182 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che, anche considerando il fondo di riferimento (centralina ARPA Tenuta del Cavaliere) pari a 22,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- il valore più alto in termini di 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a 0,508 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che, anche considerando il fondo di riferimento (centralina ARPA Tenuta del Cavaliere) pari a 22,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, risulta inferiore al limite normativo di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda l'NO₂:

- il valore più alto in termini di concentrazioni medie annue si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a 3,942 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che, anche considerando il fondo di riferimento (centralina ARPA Tenuta del Cavaliere) pari a 22,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- il valore più alto in termini di 99,8° percentile delle concentrazioni orarie è stato stimato presso R3 ed è pari a 70,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che, anche considerando il

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

fondo di riferimento (centralina ARPA Tenuta del Cavaliere) pari a 22,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, risulta essere inferiore al limite normativo di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Dall'osservazione dei risultati sopra riportati, considerando che i valori di concentrazione per gli inquinanti di riferimento per la protezione della salute umana risultano nettamente al di sotto dei limiti normativi, si può affermare che i potenziali impatti sull'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico legati alle attività di cantiere previste sono trascurabili.

3.1.1 Modifica dell'esposizione della popolazione all'inquinamento acustico

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 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.

Nel modello è stato quindi imputato il layout delle diverse aree di cantiere, ovvero quelle relative ai 4 pozzi di spinta ed arrivo del microtunneling previsto per la realizzazione dell'opera in progetto. Le aree di cantiere 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.

In virtù di quanto detto gli scenari assunti nelle simulazioni acustiche previsionali sono:

Area di cantiere	Attività	Macchina di cantiere
Area pozzo PZ1	Scavo del pozzo	Escavatore
		Piccolo escavatore
		Pala Gommata
		Gru mobile
		Camion
Aree pozzi PZ2, PZ3 e PZ4	Realizzazione pali secanti per diaframmi del pozzo	Macchina per pali
		Pompa cls carrata
		Escavatore
		Gru mobile
		Compressore
		Camion

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

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

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, come previsto dal D.P.C.M. 14 novembre 1997. La verifica dei livelli di immissione è stata effettuata considerando esclusivamente i livelli acustici indotti dal cantiere.

Le sorgenti emmissive 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, con una frequenza centrale a 500 Hz.

Dai risultati ottenuti si evince come sussistano condizioni di superamento dei limiti individuati dai P.C.C.A. dei comuni di riferimento per i ricettori situati in prossimità delle aree di cantiere analizzate nel presente studio e, pertanto, sono necessarie opere di mitigazione di tipo temporaneo, rappresentate dall'adozione di apposite barriere antirumore.

Nonostante la sensibile riduzione dei livelli acustici in facciata ad alcuni ricettori, persistono superamenti dei limiti normativi, e risulta pertanto necessario in fase di inizio lavori fare richiesta al Comune territorialmente competente della deroga temporanea ai limiti acustici così come previsto dalla L.447/95 e dalla L.R. 03 Agosto 2001, n. 18.

Nello specifico in virtù dei risultati ottenuti, in considerazione delle interferenze indotte ai ricettori che presentano un superamento dei limiti acustici previsti dalla normativa vigente ed il superamento dei limiti normativi per le aree di cantiere poste all'interno delle aree protette della riserva naturale Monte Catillo (EUAP 1038) sarà fatta richiesta della deroga temporanea dei limiti presso il comune di Tivoli.

Per limitare ancora il disturbo indotto dalle attività di cantiere, la ditta appaltatrice, nella fase di realizzazione delle opere di progetto dovrà adottare una serie di accorgimenti elencati al par. 4.4.

Infine, allo scopo 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 al Piano di Monitoraggio Ambientale.

3.2 B – Biodiversità

3.2.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

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

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
AC.01 Approntamento aree di cantiere	Asportazione di terreno vegetale	Sottrazione di habitat e biocenosi
		Modifica della connettività ecologica
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
	Produzione acque di cantiere	Modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.02 Scavi e sbancamenti	Produzione gas e polveri, sversamenti accidentali	Modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.03 Scavo con microtunneling	Interazione con la falda	Modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.04 Rinterri	Produzione gas e polveri, sversamenti accidentali	Modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.05 Posa in opere di elementi prefabbricati	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.06 Realizzazione elementi gettati in opera	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.07 Realizzazione pozzetti	Produzione gas e polveri, sversamenti accidentali	Modifiche delle caratteristiche

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
	Interazione con la falda	qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.08 Frantumazione del materiale	Produzione gas e polveri, sversamenti accidentali	Modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna

Tabella 3-4 Catena Azioni - Fattori Causali - Impatti Potenziali per la Dimensione Costruttiva per il fattore ambientale biodiversità

Per quanto riguarda la dimensione costruttiva la realizzazione del progetto in esame comporterà la modifica e la sottrazione degli habitat e delle biocenosi presenti in corrispondenza delle aree e delle piste di cantiere. Gli interventi in progetto comporteranno l'effettuazione di scavi e rinterrati, con produzione di terre e polveri che possono ricadere sulla vegetazione circostante, con la possibilità di alterarne le funzionalità. Le interazioni con la falda, dovute alle azioni di scavo in profondità, le acque di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali, possono alterare la qualità delle acque superficiali e sotterranee, che potrebbero inficiare lo stato degli habitat e delle relative biocenosi. Inoltre, la produzione di emissioni acustiche generate dalle frantumazioni di materiali, dalle attività di scavo, e dalle lavorazioni in generale oltre che dal traffico di cantiere, sebbene temporanei, potrebbero generare un disturbo sulla fauna selvatica ed il conseguente allontanamento e dispersione della stessa, in particolare delle specie più sensibili, alterando potenzialmente la biodiversità locale.

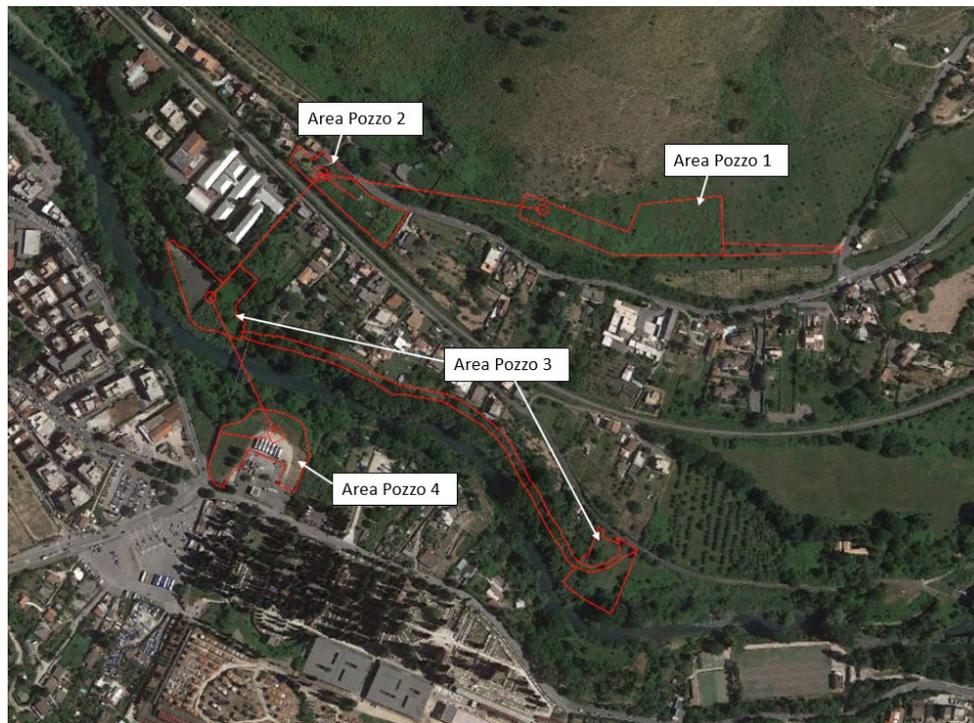


Figura 3-2 Localizzazione del progetto e delle aree di cantiere

3.2.2 Allontanamento e dispersione della fauna

La produzione di rumori e vibrazioni, causati dalle attività in progetto, potrebbe interferire con la presenza di fauna, e in particolare potrebbe comportare l'allontanamento delle specie più sensibili. Anche la presenza di uomini e mezzi di lavoro, può essere causa di disturbo alla fauna locale.

Al fine di valutare l'interferenza in esame, si è fatto riferimento alle analisi condotte per il rumore, al quale si rimanda per specifiche e approfondimenti, che hanno previsto uno studio acustico, finalizzato alla stima e verifica dei livelli di immissione indotti dalla realizzazione dell'opera in progetto.

A partire dai dati inerenti alla fase di cantierizzazione, l'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del "Worst Case Scenario", ossia individuando lo scenario operativo che, tra tutti quelli possibili, risulta essere quello maggiormente rappresentativo delle condizioni più gravose dal punto di vista acustico.

Lo studio acustico è stato esteso a tutti i ricettori compresi nell'area di studio, definita cautelativamente come una distanza pari a circa 300 metri da ciascuna delle aree di cantiere.

In particolare, data la localizzazione di un'area di cantiere, e relativa breve pista di accesso, all'interno di un'area protetta, la Riserva Naturale di Monte Catillo (EUAP 1038), sono stati posti 5 ricevitori in prossimità dei punti più vicini al fronte dei lavori, ad un'altezza di 4 metri rispetto al terreno. Dai risultati ottenuti con le simulazioni effettuate, si evidenziano per alcuni ricettori, compresi quelli ricadenti

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

nella suddetta area protetta, dei superamenti dei valori dei limiti acustici previsti dalla normativa.

In base ai risultati ottenuti, al fine di contenere i livelli acustici indotti dalle attività di cantiere, è stata prevista l'adozione di alcune opere di mitigazione acustica, in particolare è stata valutata l'installazione di barriere antirumore di tipo fisso lungo alcuni tratti delle aree di lavoro dei pozzi PZ1, PZ2 e PZ4. È stato quindi applicato nuovamente il modello di simulazione, considerando anche l'inserimento delle barriere antirumore ed è stato verificato il rispetto dei limiti normativi per ciascuno dei ricettori individuati e potenzialmente critici. I risultati ottenuti mostrano la sensibile riduzione dei livelli acustici, tuttavia persistono superamenti dei limiti normativi, anche per l'area protetta. Si evidenzia come i risultati ottenuti fanno riferimento ad una condizione particolarmente cautelativa, che tiene in considerazione la contemporanea attività di tutti i mezzi presenti all'interno delle diverse aree di lavoro. Ad ogni modo risulta necessario, in fase di inizio lavori, fare richiesta al Comune territorialmente competente della deroga temporanea ai limiti acustici, così come previsto dalla L.447/95 e dalla L.R. 03 agosto 2001, n. 18.

Nello specifico, in virtù dei risultati ottenuti, in considerazione delle interferenze indotte ai ricettori e il superamento dei limiti normativi, per l'area di cantiere, e relativa pista, posta all'interno della Riserva Naturale di Monte Catillo (EUAP 1038) sarà fatta richiesta della deroga temporanea dei limiti presso il comune di Tivoli.

Si specifica che l'area di cantiere, e relativa pista, prevista all'interno della Riserva Naturale di Monte Catillo, è localizzata in prossimità del confine meridionale della stessa area protetta e che tale confine è rappresentato da un tratto della via Tiburtina-Valeria. L'ubicazione della suddetta area comporta l'assenza di specie faunistiche particolarmente sensibili al rumore, in quanto è già attualmente presente quello indotto dal traffico derivante dal limitrofo asse stradale.

In generale, considerata l'ubicazione del progetto, tutte le aree interessate dai lavori si trovano in zone limitrofe o comunque non distanti da strutture antropiche (strade, ferrovia, edifici, ecc.).

In base a quanto esposto, in relazione alla produzione delle emissioni acustiche, legate alla fase di cantiere del progetto in esame, e considerata la temporaneità delle stesse, in quanto termineranno con la conclusione dei lavori, si ritiene trascurabile la potenziale interferenza di disturbo alla fauna e conseguente allontanamento e dispersione.

3.2.3 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.

Il progetto in esame prevede la realizzazione di quattro pozzi e tre tratti di collegamento tra essi, oltre a due brevi tratti di collegamento con l'acquedotto esistente. I tre tratti di collegamento saranno realizzati in micro-tunneling; quindi,

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

non comportano l'asportazione di suolo vegetato; infatti, la tecnica di scavo prescelto ha proprio lo scopo di ridurre le potenziali interferenze.

Le aree nelle quali verrà asportata temporaneamente una parte di vegetazione, saranno le aree di cantiere, relative alla realizzazione dei pozzi e dei due brevi tratti di collegamento realizzati con scavo a cielo aperto. Inoltre, sono previste due piste di cantiere, necessarie per accedere a due delle aree di cantiere.

Di seguito si analizza nello specifico il potenziale impatto di sottrazione di habitat e biocenosi, relativamente alle suddette aree.

L'area di cantiere relativa alla realizzazione del pozzo 1 (PZ1), manufatto circolare completamente interrato con un diametro interno di 11 metri, e la pista di accesso, sono previste all'interno della Riserva Naturale di Monte Catillo, ai piedi del Monte. L'area ha una superficie di estensione pari a 8.766 mq.

La tipologia di vegetazione, interessata dall'area e dalla pista di cantiere relative al PZ1, è costituita da una prateria con bassa presenza di elementi arborei ed arbustivi; infatti, la coperta boschiva risulta totalmente assente (cfr. Figura 3-3). Nello specifico, la componente arborea/arbustiva è data principalmente da esemplari isolati di *Olea europaea*, ai quali si aggiungono *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima* e da nuclei di *Rubus ulmifolius*, mentre la componente erbacea è costituita per lo più da *Trifolium sp.* e *Urtica dioica*. Per la realizzazione della pista di cantiere di collegamento, avente una superficie di 664 mq, si prevede la rimozione di 10 esemplari di olivo (*Olea europaea*) presenti che, dopo essere stati stoccati in adeguato modo ed in apposite aree, verranno riposizionati allo stato originale. Facendo riferimento al rilievo vegetazionale/faunistico effettuato, ed al successivo aggiornamento in data 10/10/2022 a cui si rimanda per una più dettagliata descrizione, in tale area sono state osservate le seguenti specie vegetazionali:

Alberi/arbusti		
Nome scientifico	Nome comune	Note/Indice abbondanza speditivo
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	Frequente
<i>Olea europaea</i>	Olivo	Coltivazione
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rovo selvatico	Frequente
<i>Euonymus europaeus</i>	Berretto da prete	Presente
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailanto	Frequente
Strato erbaceo		
<i>Urtica dioica</i>	Ortica	Frequente
<i>Trifolium sp.</i>	Trifoglio	Frequente
<i>Silybum marianum.</i>	Cardo mariano	Frequente
<i>Plantago coronopus</i>	Piantaggine barbatella	Frequente
<i>Bellis perennis</i>	Pratolina comune	Frequente
<i>Smilax aspera</i>	Stracciabraghe	Sporadica
<i>Galium mollugo</i>	Caglio	Presente
<i>Pteridium aquilinum</i>	Felce aquilina	Presente
<i>Alliaria petiolata</i>	Alliaria	Presente
<i>Capsella bursa pastoris</i>	Borsapastore	Presente

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Figura 3-3 Area di cantiere relativa alla realizzazione del PZ1, con localizzazione degli esemplari di olivo oggetto di reimpianto.

L'area di cantiere relativa alla realizzazione del PZ2, costituito da un manufatto circolare completamente interrato con un diametro interno di 15 m, è situata tra la Via Tiburtina Valeria e la ferrovia, in adiacenza ad alcuni edifici. Nella stessa area, che interessa una superficie di 4.229 mq, è prevista la realizzazione di un tratto, realizzato con scavo a cielo aperto, di collegamento tra il sifone M1 e le condotte in arrivo al nodo PZ2, tale collegamento (T2) avrà una lunghezza totale di 50 metri. L'area interessata dal suddetto cantiere è in forte stato di degrado, con prevalenza di vegetazione sinantropica, costituita da una componente erbacea molto rada, con elementi strutturali che suggeriscono una passata attività di tipo antropico ora in abbandono (Cfr. Figura 3-4). In particolare, nell'area è presente un popolamento di specie alloctone, costituito per lo più da *Bambuseae*, con assenza di superfici boschive. Facendo riferimento al rilievo vegetazionale/ faunistico effettuato in tale area, le specie censite risultano essere le seguenti:

Nome scientifico	Nome volgare	Note/Indice abbondanza speditivo
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rovo selvatico	Abbondante
Nucleo di <i>Bambuseae</i>	Bambù	Abbondante

In questa area il progetto prevede, al termine dei lavori, un intervento che migliorerà lo stato qualitativo di tale area, andando a sostituire le citate specie alloctone con vegetazione autoctona e a maggiore valore ecologico. Inoltre, il resto dell'area sarà oggetto di inerbimento, utilizzando specie vegetali autoctone, andando a ripristinare lo stato naturale della parte dell'area attualmente priva di vegetazione.



Figura 3-4 Area di cantiere relativa alla realizzazione del PZ2

L'area di cantiere prevista per la realizzazione del pozzo 3 (PZ3), costituito da un manufatto completamente interrato con un diametro di 13,5 metri, interessa un'area in parte cementata e in parte caratterizzata da vegetazione (cfr. Figura 3-5), posta sotto l'ITI Alessandro Volta. La suddetta area ha un'estensione di 4.266 mq. La componente vegetazionale è costituita prevalentemente da cespuglieti e canneti; si osserva la presenza di specie tipiche della vegetazione ripariale, come *Phragmites australis* e *Arundo donax*. Una buona parte di tale area è costituita da vegetazione sinantropica, presente sulla superficie artificiale, come *Arum italicum*. L'area di cantiere del PZ3, non essendo accessibile con i mezzi di cantiere, comprende anche un'altra zona, posta nelle vicinanze di Via S. Agnese, che sarà adibita come zona stoccaggio di materiali e alla quale sarà collegata tramite la realizzazione di una pista, che passerà nella fascia lungo un tratto del Fiume Aniene, oggi occupata da una fitta comunità di vegetazione ripariale. Tale fascia di vegetazione ripariale è costituita da nuclei di latifoglie, a prevalenza di *Salix alba* e *Populus nigra*, in cui gli elementi arborei raggiungono anche importanti dimensioni; tra le specie arbustive si possono citare *Laurus nobilis* e *Crataegus monogyna*, mentre tra le specie erbacee vi sono ad esempio *Salvia pratensis*, *Urtica dioica* e *Arum italicum*.

Facendo riferimento al report vegetazionale e faunistico (A258-SIA-R-007-1) e successivo aggiornamento in data 10/10/2022, a cui si rimanda per una più dettagliata descrizione, nonostante l'area destinata alla realizzazione di tale pista non sia stata oggetto dei rilievi, a causa dell'eccessiva densità delle comunità vegetali presenti, essa può essere caratterizzata, solamente dal punto di vista delle composizioni specifiche e non quantitativamente nel numero di individui, per la presenza di specie individuate nelle zone limitrofe a quella in esame. Di seguito si

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

riporta un estratto delle tabelle sviluppate per la caratterizzazione specifica delle specie arboree del suddetto report:

Nome scientifico	Nome comune	Note/Indice abbondanza
<i>Juglans regia</i>	Noce comune	Pochi esemplari nei campi limitrofi
<i>Populus nigra</i>	Pioppo nero	Esemplari maestosi frequenti nel tratto di riva considerato
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	Forma densi popolamenti nel tratto considerato
<i>Arundo donax</i>	Canna domestica	Numerosi nuclei lungo il corso d'acqua
<i>Ficus carica</i>	Fico	Campi limitrofi
<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco	Frequente lungo la riva
<i>Laurus nobilis</i>	Alloro	Frequente lungo la riva
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	Frequente
<i>Alnus cordata</i>	Ontano napoletano	Qualche esemplare
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Carpino nero	Qualche esemplare
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rovo selvatico	Frequente
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailanto	Qualche esemplare
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	Diversi esemplari
<i>Crataegus monogyna</i>	Rosa canina	Frequente

In conclusione, l'area totale del cantiere n.3 risulta essere di 12.233 mq, di cui 7.840 mq risultano essere a copertura boschiva. Tale superficie boschiva è caratterizzata da specie tipiche degli ambienti ripariali, in cui si osservano anche esemplari arborei di notevoli dimensioni soprattutto di *Populus nigra*, come meglio osservabile nell'elaborato "A258-SIA-R-007-1_Report rilievi vegetazione e fauna_Integrazione".

Risulta necessario specificare che al completamento dei lavori in progetto sono previste attività di ripristino vegetazionale delle comunità presenti allo stadio *ante operam*; inoltre saranno selezionate specie autoctone, a discapito di quelle alloctone, al fine di ripristinare ed aumentare il valore ecologico dell'area in esame.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Figura 3-5 Area del cantiere relativo alla realizzazione del PZ3 e parte della pista di cantiere

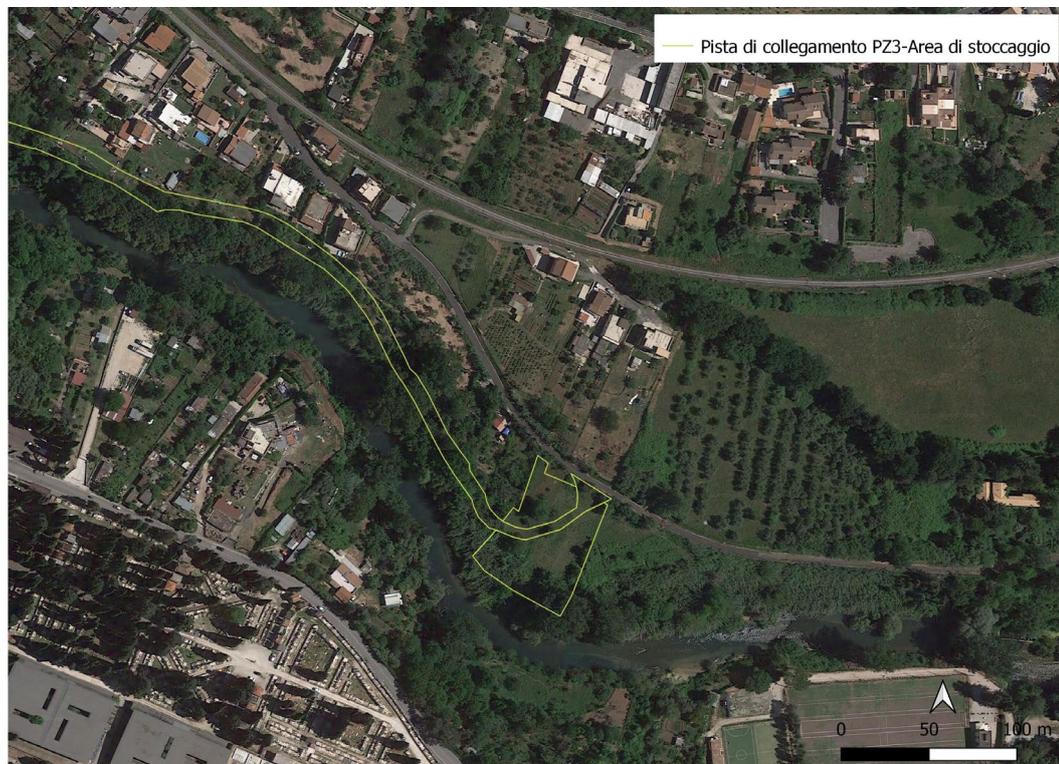


Figura 3-6 Area di realizzazione di una parte della pista di cantiere e dell'area di stoccaggio

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

L'area di cantiere relativa alla realizzazione del PZ4, un manufatto completamente interrato e con un'area di 196 mq, è ubicata dietro e ai lati della stazione di servizio di Via Empolitana, con un'estensione complessiva di 5.528 mq. La vegetazione è costituita prevalentemente dallo strato erbaceo che circonda una zona sterrata adibita a parcheggio, mentre la superficie a copertura boschiva risulta essere caratterizzata dalla presenza di due esemplari appartenenti al genere *Cedrus* sp. (Cfr. Figura 3-7). Anche in questa area è prevista la realizzazione di una condotta di collegamento, realizzata mediante scavo a cielo aperto, tra il PZ4 ed il sifone già esistente. La vegetazione che verrà sottratta è rappresentata da specie sinantropiche e al termine dei lavori sarà ripristinato lo stato originario.



Figura 3-7 Area di realizzazione del PZ4

Le superfici interessate dalla sottrazione di habitat e biocenosi, determinata dall'allestimento dei cantieri e relative piste di accesso, sono circa 25.000 mq totali ed in alcuni casi interessano vegetazione sinantropica o aree modificate dalla presenza dell'uomo, e quindi, non caratterizzate da specie vegetali spontanee, o aree prive di vegetazione.

La localizzazione delle aree di cantiere in prossimità di strade esistenti e in generale nell'ambito del centro abitato di Tivoli, comporta non solo la presenza della vegetazione sinantropica, ma influisce anche sulla comunità faunistica presente. Quest'ultima, infatti, sarà costituita prevalentemente da specie tolleranti la presenza antropica e/o generaliste.

Inoltre, occorre considerare che tale interferenza è a carattere temporaneo. Considerando l'attività di ripristino, che verrà effettuata al termine delle attività di realizzazione dell'opera e dello smantellamento dei cantieri,, come riportato nella relazione di cantierizzazione al termine della fase costruttiva, nelle aree di cantiere si eseguiranno delle attività finalizzate alla rimodellazione del terreno precedentemente modificato, al fine di ripristinare lo stato ante-operam dell'area, con le relative pendenze e con la vegetazione, come meglio specificato nella parte 5 del presente SIA.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

In considerazione di quanto esposto, data la temporaneità della fase di cantiere, la principale tipologia di superficie con cui andrà ad interferire il progetto in esame e le fondamentali attività di ripristino ecologico/vegetazionali previste dal progetto, in fase post-operam, si possono considerare trascurabili le attività della fase costruttiva che potrebbero causare una potenziale sottrazione di habitat e biocenosi.

3.2.4 Modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Durante la fase di cantiere potrebbero venire emesse sostanze, in conseguenza delle attività previste, in grado di alterare lo stato qualitativo di acque, suolo ed atmosfera. Tale potenziale interferenza, per quanto attiene la produzione di polveri, è causata principalmente dalle attività di cantiere legate alla frantumazione di materiale, scavi e spostamenti di terra in generale: le polveri, ricadendo sulle specie vegetali presenti, potrebbero alterare le funzioni delle stesse. Anche l'ambiente acquatico, costituito dal fiume Aniene, potrebbe risentire della movimentazione di materiale terroso, a causa di possibili ricadute in esso, con conseguenti potenziali modifiche dello stato qualitativo delle comunità florofaunistiche presenti.

I mezzi di cantiere possono generare emissioni di sostanze inquinanti che potrebbero alterare la qualità dell'aria e avere conseguenze sulla funzionalità delle specie vegetali e sullo stato di salute delle specie animali.

Per quanto riguarda le analisi condotte per il fattore ambientale atmosfera, al quale si può fare riferimento per le specifiche, (Cfr. 3.2), il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera che è stato utilizzato, relativamente alla fase cantiere, è il software AERMOD View. Quest'ultimo, partendo dalle informazioni sulle sorgenti delle sostanze inquinanti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce informazioni sulla dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo. In particolare, tale software consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche. I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM₁₀, NO_x, NO₂ e SO₂ nella fase di cantiere: tutti i valori risultano inferiori ai limiti normativi, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento, con l'unica eccezione per NO_x. Per quanto attiene NO_x, infatti, si riscontra un superamento dei livelli normativi di riferimento previsti per la vegetazione dal D.lgs. 155/2010, nello specifico si stima un valore di 31,85 µg/m³ su un limite di 30 µg/m³. Si evidenzia che il valore indicato è comprensivo di quello di fondo registrato dalla centralina di riferimento e che il contributo percentuale delle concentrazioni ottenute dalle simulazioni in fase di cantiere, rispetto al suddetto valore di fondo, è minimo.

Inoltre, occorre considerare che i valori presi come fondo di riferimento per le simulazioni effettuate sono valori medi annui, però, i valori delle concentrazioni medie ottenuti dalla campagna di monitoraggio effettuata nel 2021 presso il punto mobile di monitoraggio (cfr. Parte 2 dello SIA) sono stati più bassi.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

La potenziale alterazione degli habitat e delle biocenosi può essere causata anche dalla produzione di acque inquinate, dall'interazione con la falda e da sversamenti accidentali.

In merito alle acque di cantiere, potenzialmente inquinate, ciascuna delle aree di cantiere sarà fornita di un impianto di lavaggio dei mezzi e di bagni chimici, al fine di raccogliere e trattare opportunamente le diverse tipologie di acque.

Inoltre, come riportato nella Relazione di cantierizzazione, il rischio di sversamenti di sostanze inquinanti è principalmente attribuibile all'uso di liquidi impiegati per la perforazione. Altri possibili inquinanti sono quelli riferiti agli sversamenti di carburanti, al lavaggio betoniere del calcestruzzo e al lavaggio degli utensili e attrezzature impiegate per le lavorazioni. Allo scopo di evitare sversamenti di acque inquinate, che potrebbero potenzialmente modificare le caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi presenti, si realizzeranno provvedimenti di carattere logistico, quali ad esempio, il deposito dei lubrificanti e degli oli esausti in appositi contenitori dotati di vasche di contenimento, l'esecuzione delle manutenzioni, dei rifornimenti e dei rabbocchi su superfici pavimentate e coperte, la corretta regimentazione delle acque di cantiere e la demolizione con separazione selettiva dei materiali.

Per quanto attiene le possibili interazioni con la falda, che potrebbero influire sullo stato qualitativo del terreno da essa interessato, e quindi sugli habitat e le biocenosi ad esso connessi, le analisi condotte per il fattore ambientale geologia e acque, al quale si rimanda per le specifiche, hanno permesso di ritenerlo trascurabile. Questo comporta la conseguente trascurabilità anche della potenziale modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi.

Alla luce di quanto esposto, e in considerazione della temporaneità della fase di cantiere, si può ritenere trascurabile il potenziale impatto di modifiche delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi.

3.2.5 Modifica della connettività ecologica

Le attività di esecuzione relative ai tratti del progetto di collegamento tra i pozzi, essendo realizzate mediante la tecnica del microtunneling, scelta proprio al fine di ridurre le potenziali interferenze, non interessano elementi superficiali che possono costituire potenziali elementi di una rete ecologica. La realizzazione dei suddetti tratti non altera la connettività ecologica dell'area in esame.

Per l'analisi del potenziale impatto in esame, si è fatto quindi riferimento alle aree di cantiere, due delle quali contengono anche i due tratti di acquedotto realizzati mediante scavi a cielo aperto, in quanto l'allestimento delle stesse comporta lo scotico del terreno vegetale, con la sottrazione di vegetazione che potrebbero svolgere una funzione di connessione ecologica.

L'analisi condotta nella parte 2 del presente SIA ha permesso di verificare che l'area di cantiere relativa al pozzo 1 ricade all'interno di un elemento della Rete Ecologica Regionale (RER), e precisamente un nodo primario (cfr. Figura 3-8, che corrisponde anche ad un elemento della componente primaria, nello specifico un'area buffer, della Rete Ecologica Provinciale (REP). La suddetta area, infatti, come detto più volte, ricade all'interno della Riserva Naturale di Monte Catillo.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

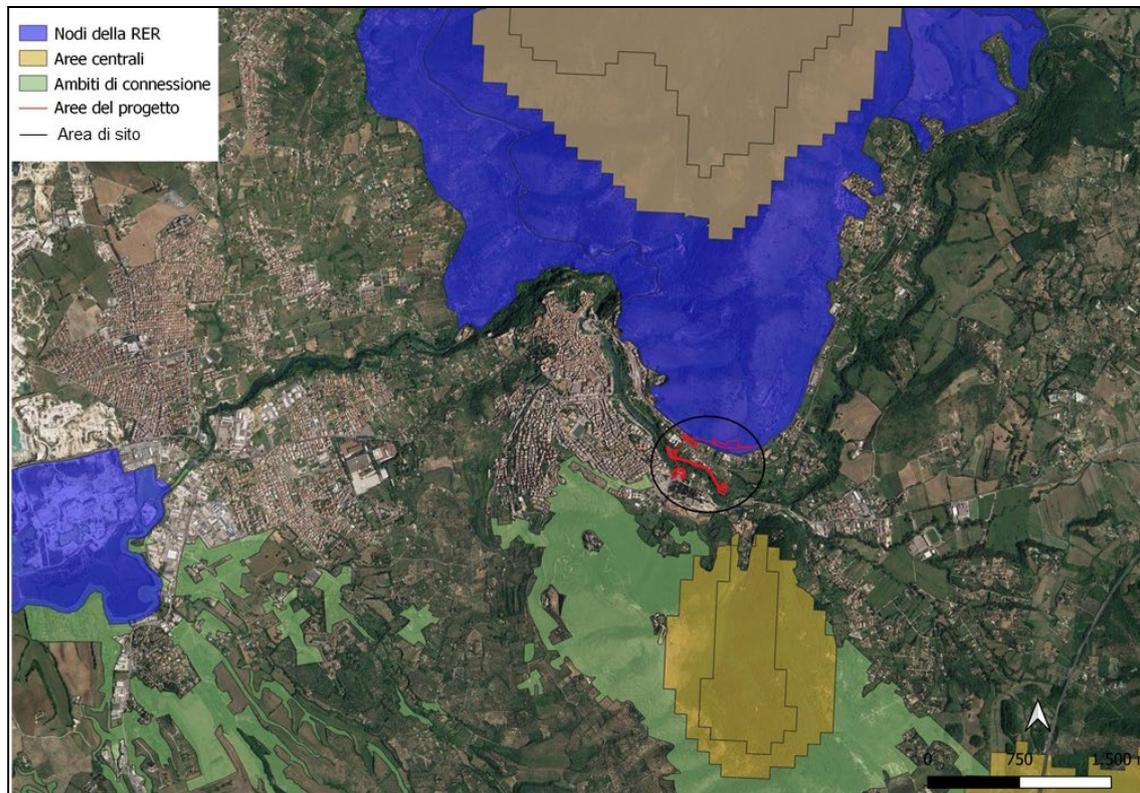


Figura 3-8 Ubicazione del progetto rispetto alla Rete Ecologica Regionale (RER)

L'area di cantiere è di estensione limitata, pari a 8.766 mq ed è caratterizzata prevalentemente da vegetazione erbacea, con presenza di nuclei arbustivi, soprattutto rovi, e di esemplari arborei isolati, principalmente olivi.

Si specifica inoltre che la suddetta superficie, è localizzata in prossimità del confine meridionale della stessa area protetta, e quindi anche dei due citati elementi della RER e della REP, e che tale confine è rappresentato da un tratto della via Tiburtina-Valeria. L'ubicazione della suddetta area comporta l'assenza di specie faunistiche particolarmente sensibili data la vicinanza ad un contesto urbano.

Infine, si specifica che la potenziale interferenza dell'alterazione della funzionalità ecologica dell'area in esame è a carattere temporaneo, in quanto al termine dei lavori è previsto il ripristino dello *status quo*.

L'area di cantiere relativa al pozzo 3, per la porzione disgiunta ubicata nelle vicinanze di Via S. Agnese, e il tratto iniziale della pista di connessione tra le due zone, ricadono in un altro elemento della REP, una connessione primaria.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

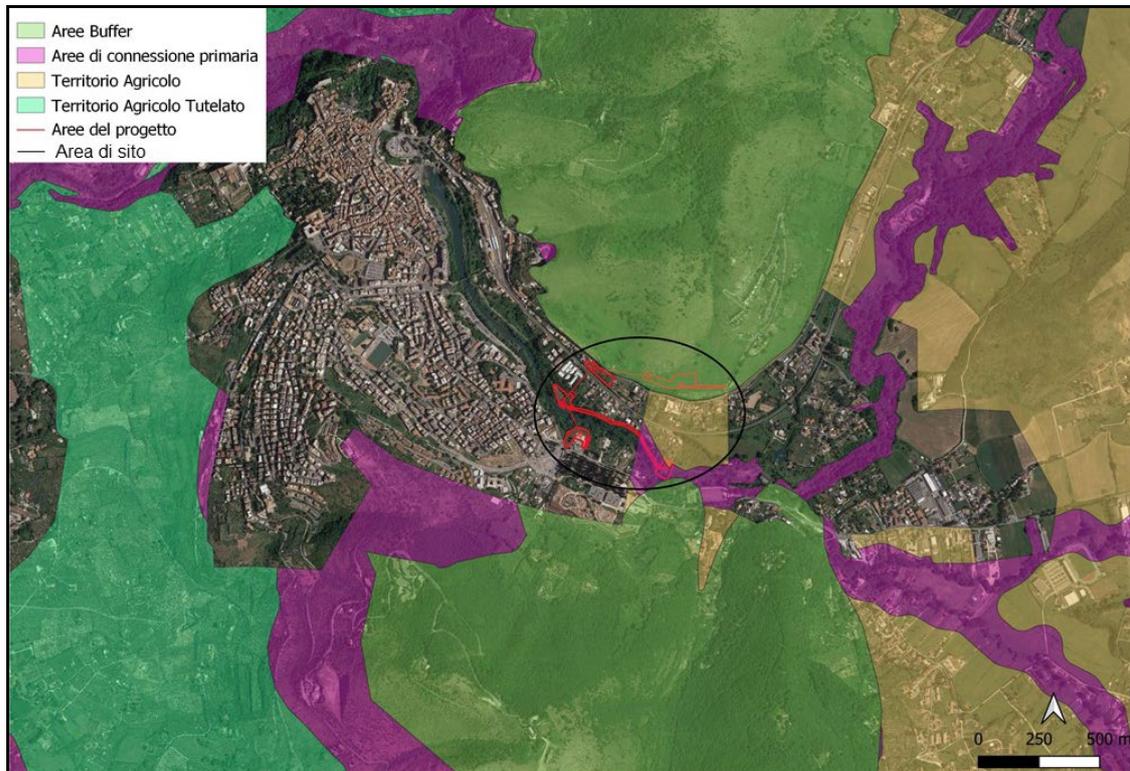


Figura 3-9 Ubicazione del progetto rispetto alla Rete Ecologica Provinciale (REP)

Anche in questo caso le suddette superfici sono di estensione ridotta e ricadono nella parte terminale della citata connessione primaria.

Al termine dei lavori è previsto, anche per le suddette aree, il ripristino della situazione precedente la fase di cantiere, con particolare attenzione alla vegetazione ripariale interessata.

In base a quanto esposto si ritiene che la potenziale interferenza di alterazione della connessione ecologica, potenzialmente determinata dalla realizzazione del progetto in esame, sia trascurabile e tale da non alterare la funzionalità ecologica dell'area.

3.3 C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

3.3.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sul suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare, legate alla dimensione costruttiva dell’opera, oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti potenziali.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
AC.01 Approntamento aree di cantiere	Occupazione di suolo	Perdita di suolo
	Produzione acque di cantiere	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.02 Scavi e sbancamenti	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.03 Scavo con microtunneling	Interazione con la falda	
AC.04 Rinterri	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	
AC.07 Realizzazione pozzetti	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	
	Interazione con la falda	
AC.08 Frantumazione del materiale	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	

Tabella 3-5 Catena Azioni - Fattori Causali - Impatti Potenziali per la Dimensione Costruttiva per il fattore ambientale Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

3.3.2 Perdita di suolo

Nell’ambito del progetto si prevede l’allestimento di quattro aree di cantiere, delle quali una costituita da due aree disgiunte collegate da una pista di cantiere, nell’ambito delle quali è prevista la realizzazione di quattro pozzi e due tratti di conduttore di collegamento, mediante scavi a cielo aperto. Inoltre, è prevista la realizzazione di condutture di collegamento tramite microtunneling, che quindi non comporta perdita di suolo.

L’allestimento delle aree di cantiere, che prevede lo scotico del terreno, comporta la perdita di suolo.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Di seguito si descrive la tipologia di uso del suolo, relativo alle suddette aree di cantiere:

- L'area di cantiere relativa alla realizzazione del PZ1 (cantiere A) è costituita per lo più da vegetazione erbacea, in cui vi è una bassa presenza di elementi arborei isolati e vegetazione arbustiva, costituiti principalmente da *Olea europaea*, *Robinia pseudoacacia* e la specie alloctona invasiva *Ailanthus altissima*;
- La superficie prevista per il cantiere per la realizzazione del PZ2 e di un tratto di collegamento (Cantiere B), è caratterizzata da un terreno in forte stato di degrado, con presenza di una attività antropica passata, e con vegetazione prevalentemente erbacea, alla quale si aggiunge un popolamento di specie alloctone;
- L'area di cantiere (cantiere C e cantiere D) relativa alla realizzazione del PZ3 è caratterizzata da due diverse tipologie di uso del suolo: uno costituito da tessuto urbano con la sua relativa vegetazione sinantropica, ed un altro ricadente nella categoria delle aree in evoluzione, dato che la presenza di elementi erbacei in concomitanza ad elementi arbustivi e canneti. Inoltre, nell'ambito di tale area di cantiere è prevista una zona separata, adibita allo stoccaggio di materiali e mezzi di lavoro, e la pista che collegherà le due superfici suddette. La pista interesserà la vegetazione ripariale presente lungo fiume: si rimanda all'elaborato A258-SIA-R-007-1 per una caratterizzazione di tale tipologia vegetazionale;
- L'area prevista per la realizzazione di PZ4 e di un tratto di collegamento (cantiere E) è essenzialmente costituita un rado strato erbaceo; inoltre, una parte di tale area viene utilizzata come area di sosta per i veicoli.

La superficie complessiva interessata dalle aree di cantiere, che quindi comporta la perdita di suolo, è di estensione limitata, come dettagliato nella tabella seguente

Raddoppio VIII Sifone	
CANTIERE	AREA [mq]
Area Pozzo PZ1 - Cantiere A	8.766
Area Pozzo PZ2 - Cantiere B	4.230
Area Pozzo PZ3 - Cantiere C	4.266
Area Pozzo PZ3 - Cantiere D	3.172
Area Pozzo PZ4 - Cantiere E	5.528

Figura 3-10 Cantieri previsti per la realizzazione del Raddoppio dell'VIII Sifone

Delle suddette aree di cantiere, solamente in quella destinata alla realizzazione del PZ1 è possibile osservare allo stato attuale elementi colturali riconducibili alla produzione di prodotti relativi al patrimonio agroalimentare, costituiti da alcuni esemplari di *Olea europaea*, i quali risultano interferiti dalla realizzazione della pista di collegamento a tale area di cantiere. In generale, l'area destinata alla realizzazione del cantiere PZ1 attualmente risulta come oliveto in stato di

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

abbandono, in cui prevale la vegetazione arbustiva costituita dal rovo (*Rubus ulmifolius*). La suddetta pista di cantiere avrà una superficie di 664 mq, ed intercederà la presenza di 10 esemplari di *Olea europaea*, i quali saranno oggetto di reimpianto nella fase successiva alla chiusura dei cantieri.

Al termine dei lavori è previsto il ripristino dello stato originario, mediante l'utilizzo del suolo e delle specie vegetali precedentemente asportate, e opportunamente conservate, nella fase di allestimento dei cantieri.

In considerazione delle dimensioni ridotte delle superfici interessate dalla potenziale perdita di suolo e della temporaneità dell'impatto, che terminerà con la conclusione dei lavori, si considera trascurabile l'impatto in esame.

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

Durante la fase di cantiere potrebbero venire emesse sostanze, in conseguenza delle attività previste, in grado di alterare lo stato qualitativo delle componenti fisiche strettamente connesse al suolo.

I mezzi di cantiere possono generare emissioni di sostanze inquinanti che potrebbero alterare la qualità dell'aria e avere conseguenze sulla funzionalità del suolo e sulle eventuali specie coltivate.

Per quanto riguarda le analisi condotte per il fattore ambientale atmosfera, al quale si può fare riferimento per le specifiche, (Cfr. 3.2), il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera che è stato utilizzato relativamente alla fase cantiere, è il software AERMOD View. Quest'ultimo, partendo dalle informazioni sulle sorgenti delle sostanze inquinanti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce informazioni sulla dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo. In particolare, tale software consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche. I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM₁₀, NO_x, NO₂ e SO₂ nella fase di cantiere: tutti i valori risultano inferiori ai limiti normativi, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento, con l'unica eccezione per NO_x, rispetto ai valori previsti per la vegetazione. Il suddetto superamento è sostanzialmente dovuto al valore di fondo, sul quale la percentuale di contributo derivante dalle azioni di cantiere risulta minima.

La potenziale alterazione della qualità del suolo può essere causata anche dalla produzione di acque inquinate, dall'interazione con la falda e da sversamenti accidentali.

In merito alle acque di cantiere, potenzialmente inquinate, ciascuna delle aree di cantiere sarà fornita di un impianto di lavaggio dei mezzi e di bagni chimici, al fine di raccogliere e trattare opportunamente le diverse tipologie di acque.

Inoltre, come riportato nella Relazione di cantierizzazione il rischio di sversamenti di sostanze inquinanti è principalmente attribuibile all'uso di liquidi impiegati per la

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

perforazione. Altri possibili inquinanti sono quelli riferiti agli sversamenti di carburanti, al lavaggio betoniere del calcestruzzo e al lavaggio degli utensili e attrezzature impiegate per le lavorazioni. Allo scopo di evitare sversamenti di acque inquinate, che potrebbero potenzialmente modificare le caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi presenti, si realizzeranno provvedimenti di carattere logistico, quali ad esempio, il deposito dei lubrificanti e degli oli esausti in appositi contenitori dotati di vasche di contenimento, l'esecuzione delle manutenzioni, dei rifornimenti e dei rabbocchi su superfici pavimentate e coperte, la corretta regimentazione delle acque di cantiere e la demolizione con separazione selettiva dei materiali.

Per quanto attiene le possibili interazioni con la falda, che potrebbero influire sullo stato qualitativo del terreno da essa interessato, esse possono derivare dalla realizzazione dei pozzetti e dallo scavo in microtunnelling per le opere di collegamento sotterranee. In base allo studio degli impatti, nella fase di cantiere, del fattore ambientale geologia e si evince che, per i pozzi PZ1 e PZ2 non si prevedono interazioni con la falda, mentre per i pozzi PZ3 e PZ4 si prevede, per mitigare le interferenze, la realizzazione delle seguenti misure:

- PZ3: realizzazione tappo di fondo in Jet Grouting e successivo scavo del pozzo;
- PZ4: realizzazione opere di impermeabilizzazione e scavo del pozzo. Durante la realizzazione dei lavori si prevederà l'installazione di un piezometro per il campionamento delle acque di falda in funzione del potenziale inquinamento da idrocarburi derivante dalla pompa di benzina in adiacenza.

In considerazione delle misure di prevenzione e di monitoraggio previste, è stato ritenuto trascurabile il potenziale impatto di interazione con la falda legato agli scavi in microtunnelling e alla realizzazione dei pozzi. Questo comporta la conseguente trascurabilità anche della potenziale alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo.

Tutti i potenziali fattori causali considerati, che potrebbero comportare alterazione del suolo interessato, avrebbero conseguenze anche sui prodotti agroalimentari che derivano da esso. Analizzando l'uso del suolo delle superfici previste come aree di cantiere, la possibile interferenza legata alla produzione di prodotti alimentari di qualità, risulta assente, dato che, in nessuna di esse è presente attività agricola.

Alla luce di quanto esposto, e in considerazione della temporaneità della fase di cantiere, si può ritenere trascurabile il potenziale impatto di alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e assente per i prodotti agroalimentari.

3.4 D – Geologia e acque

3.4.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

Sulla scorta dell'impianto metodologico descritto nel capitolo 1, di seguito si riporta l'analisi delle azioni di progetto previste per la fase costruttiva e degli impatti potenziali da esse discendenti.

Azione di progetto	Fattore causale	Impatto potenziale
AC.01: Approntamento aree di cantiere	Produzione acque di cantiere	Modifica dello stato qualitativo delle acque superficiali e sotterranee
AC.02: Scavi e sbancamenti	Interazione con fenomeni di versante	Modifica dell'assetto geomorfologico
AC.03: Scavo con microtunnelling	Interazione con la falda	Modifica dello stato qualitativo delle acque sotterranee
AC.04: Rinterri	Approvvigionamento di materiali	Consumo di risorse non rinnovabili
AC.07: Realizzazione pozzetti	Interazione con la falda	Modifica dello stato qualitativo delle acque sotterranee
AC.08: Movimentazione di materiale	Produzione di materiali di risulta	Produzione di rifiuti

Tabella 3-6 Catena Azioni di progetto – Fattori causali – Impatti potenziali per la Dimensione costruttiva

Le attività di cantiere porteranno alla produzione di acque comprendenti acque meteoriche di dilavamento, acque di lavaggio dei mezzi meccanici ed acque reflue legate alla presenza del personale. Tutte le acque di cantiere dovranno essere raccolte e trattate opportunamente al fine di non andare a modificare lo stato qualitativo del recapito finale.

La potenziale modifica dell'assetto geomorfologico discende dall'interazione delle aree di lavoro con eventuali fenomeni di origine gravitativa in stato di quiescenza o di attività preesistenti nell'area di intervento.

Gli scavi in microtunneling possono portare, in caso avvengano in terreni saturi al disotto della superficie piezometrica, a modifiche dello stato qualitativo delle acque sotterranee.

La realizzazione dei manufatti in progetto richiede l'approvvigionamento di materiali da costruzione provenienti da risorse non rinnovabili; le attività di realizzazione del nuovo sifone porteranno, infine, alla produzione di materiali di risulta che dovranno essere riutilizzati o smaltiti a norma di legge.

3.4.2 Modifica dello stato quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee

L'effetto discende dalla realizzazione delle aree di cantiere, le cui attività determinano la produzione di acque derivanti da diverse fonti, come il lavaggio dei mezzi e le acque nere derivanti dalla presenza del personale di cantiere, nonché dalla realizzazione dei pozzetti e dallo scavo in microtunnelling, che potrebbero determinare un'interazione con la falda ed una conseguente modifica dello stato quali-quantitativo delle acque sotterranee.

Per quanto concerne le aree di cantiere, ciascuna sarà fornita di un impianto di lavaggio dei mezzi e di bagni chimici al fine di raccogliere e trattare opportunamente le diverse tipologie di acque.

Inoltre, al fine di evitare sversamenti di acque che potrebbero potenzialmente modificare lo stato qualitativo delle acque si realizzeranno provvedimenti di carattere logistico, quali, ad esempio, il deposito dei lubrificanti e degli oli esausti in appositi contenitori dotati di vasche di contenimento; l'esecuzione delle manutenzioni, dei rifornimenti e dei rabbocchi su superfici pavimentate e coperte; la corretta regimentazione delle acque di cantiere e la demolizione con separazione selettiva dei materiali.

In base a quanto detto, pertanto, è possibile considerare l'impatto derivante dall'approntamento delle aree di cantiere come trascurabile.

In merito alla realizzazione dei pozzetti e allo scavo in microtunnelling, per i pozzetti PZ1 e PZ2 non si prevedono interazioni con la falda, mentre per i pozzetti PZ3 e PZ4 si prevede, per mitigare le interferenze, la realizzazione delle seguenti misure:

- PZ3: realizzazione tappo di fondo in Jet Grouting e successivo scavo del pozzo;
- PZ4: realizzazione opere di impermeabilizzazione e scavo del pozzo. Durante la realizzazione dei lavori si prevederà l'installazione di un piezometro per il campionamento delle acque di falda in funzione del potenziale inquinamento da idrocarburi derivante dalla pompa di benzina in adiacenza.

In considerazione delle misure di prevenzione e di monitoraggio previste è possibile considerare l'impatto legato agli scavi in microtunnelling e alla realizzazione dei pozzetti come trascurabile.

3.4.3 Modifica dell'assetto geomorfologico

L'effetto discende dalla possibilità che le aree di cantiere e le lavorazioni in esse previste interferiscano con dissesti gravitativi preesistenti, siano essi quiescenti o attivi.

Come riportato nella Parte 2 del presente SIA, dalla consultazione della cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e di quella dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) è emersa la presenza di aree interessate da orli di scarpata di frana presunta in prossimità del cantiere PZ3 e, in particolare, parzialmente interessate dalla viabilità ad esso connessa. Tali aree vengono indicate nel PAI come soggette a pericolosità moderata (P1). Vista la natura del dissesto, riportato nella cartografia ufficiale come "presunto", il basso livello di pericolosità ad esso

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

associato e l'interferenza rappresentata da parte della pista di cantiere, l'impatto potenziale relativo alla modifica dell'assetto geomorfologico può essere considerato trascurabile.

3.4.4 Consumo di risorse non rinnovabili

La realizzazione dei manufatti previsti dal progetto richiederà l'impiego di materiali provenienti da risorse non rinnovabili.

Nello specifico, i materiali necessari sono essenzialmente materiali per malte cementizie e acciaio per armature, tubi e carpenterie, a cui si aggiungono gli inerti per la realizzazione delle piste di cantiere.

L'approvvigionamento dei materiali avverrà dalle cave autorizzate individuate nella Parte 2 del presente Studio di Impatto Ambientale.

Inoltre, dagli scavi previsti nell'area di cantiere 01, verranno recuperati 1.313 m³ di terre in banco che verranno riutilizzati in sito sulla base di quanto riportato nel DPR 120/17, andando a ridurre parzialmente la quantità di terre da approvvigionare.

In definitiva, considerando la disponibilità di cave autorizzate e la possibilità di riutilizzare parte dei prodotti degli scavi l'impatto potenziale connesso con il consumo di risorse non rinnovabili può essere considerato trascurabile.

3.4.5 Produzione di rifiuti

La produzione di rifiuti connessa con le azioni di progetto deriva in larga parte dagli scavi in microtunneling e, in quantità nettamente minori, dalle attività di demolizione.

Le quantità di rifiuti prodotte da ciascuna attività ed i codici CER assegnati a ciascuna tipologia sono riportate in Tabella 3-7.

Tipologia di Rifiuto	Codice C.E.R.	Attività di provenienza	Modalità	Quantità TOT Stimate (t)
Imballaggi in plastica	150102	costruzione	riutilizzo/discardica	<1
Imballaggi in legno	150103	costruzione	riutilizzo/recupero/discardica	2,5
Ferro e acciaio	170405	costruzione e demolizione	riutilizzo/riciclaggio	5
Materiali isolanti, diversi da quelli di cui alle voci 170601e 170603	170604	costruzione	discardica	<1
Cemento	170101	costruzione e demolizione	riciclaggio/recupero/discardica	120
Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903	170904	demolizione	recupero/discardica	<10
Terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503	170504	operazioni di scavo	recupero /discardica	95.600
Rifiuti biodegradabili (sfalci, ramaglie e potature arbusti)	200201	demolizione	riciclaggio/ recupero	10-15

Tabella 3-7 Elenco delle attività che produrranno rifiuti nel corso delle attività di cantiere e relativi CER

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

In Tabella 3-8 viene riportata una sintesi delle quantità di rifiuti prodotti in ciascuno dei cantieri, con indicazione, laddove presenti, dei riutilizzi in sito ai sensi del DPR 120/17.

Cantiere	Rifiuti [m³]	Riutilizzo in sito [m³]
01	7.293	1.313
02	15.151	0
03	9.795	0
04	13.761	0
TOT	45.999	1.313

Tabella 3-8 Riepilogo delle quantità di rifiuti prodotti da ciascun lotto di progetto

Come si vede, l'unico cantiere di origine delle terre disponibili per il riutilizzo è il cantiere PZ1.

Gli scavi interessati da successivo riutilizzo in sito riguardano, come riportato nel "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e delle rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti" (PPDU), principalmente n.2 attività di seguito descritte:

- Presbanco del pozzo PZ1 (4.273 m³);
- Scavo, sbancamento e livellamento dell'area di cantiere PZ1 (985 m³).

I litotipi interessati dagli scavi sono calcarei a cui si aggiungono depositi detritici di versante.

Le operazioni di scavo sopra riportate saranno eseguite con esclusivo uso di mezzi meccanici senza far ricorso all'utilizzo di additivi o sostanze chimiche durante l'esecuzione degli stessi.

L'area di deposito temporaneo destinata allo stoccaggio delle terre e rocce da scavo destinate al riutilizzo in sito sarà ubicato all'interno dell'area di cantiere.

Al fine di definire i requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo da riutilizzare in sito, ai sensi dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017, verranno eseguite, in fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, attività di caratterizzazione delle terre mediante saggi di scavo eseguiti tramite un escavatore e spinti fino alla profondità di circa 2 metri dal piano campagna.

Per ognuno dei saggi di scavo realizzati verranno prelevati:

- n.1 campione nell'intervallo 0-1 metro da p.c.;
- n.1 campione nell'intervallo 1-2 metri da p.c.

Per l'ubicazione dei punti di prelievo dei campioni si rimanda al PPDU.

I campioni verranno sottoposti ad indagini di laboratorio volte ad analizzare il set di parametri analitici previsto alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 del DPR 120/17 al fine di identificare eventuali superamenti.

Lo smaltimento dei materiali che non saranno riutilizzati internamente al sito di progetto avverrà nelle discariche e negli impianti di recupero individuati nella Parte 2 del presente SIA.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Vista la disponibilità di siti di smaltimento dei rifiuti e la possibilità di riutilizzare parte del materiale prodotto, a valle delle opportune caratterizzazioni ambientali, è possibile considerare l'impatto potenziale connesso con la produzione di rifiuti come trascurabile.

3.5 E – Atmosfera: aria e clima

3.5.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

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 emissioni inquinanti	Modifica delle condizioni della qualità dell'aria
AC.02 Scavi e sbancamenti		
AC.03 Scavo con microtunnelling	Produzione emissioni di gas serra	Modifica dei livelli di gas climalteranti
AC.04 Rinterri		
AC.07 Realizzazione pozzetti		
AC.08 Movimentazione di materiale		

Tabella 3-9 Catena Azioni - Fattori Causali - Impatti Potenziali per la Dimensione Costruttiva

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

3.5.2 Modifica delle condizioni della qualità dell'aria

3.5.2.1 Metodologia di analisi

L'obiettivo della presente analisi è stato quello di stimare le potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alle attività di cantiere per la realizzazione delle opere previste nell'ambito del progetto oggetto di studio.

A tale scopo, è stata sviluppata una modellazione previsionale attraverso il software di Aermod che ha consentito di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati (PM10, NO_x, NO₂ e SO₂) legate alle attività di cantiere.

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni del cantiere è il software AERMOD View, distribuito dalla Lakes Environmental, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata. Si distinguono, in particolare, tre modelli:

- Aermod;
- ISCST3;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

- ISC-PRIME.

In particolare, AERMOD è un modello di tipo Gaussiano (Steady-state Gaussian plume air dispersion model) basato su un modello di stabilità atmosferica di tipo "Planetary boundary layer theory"¹, che consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli edifici, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

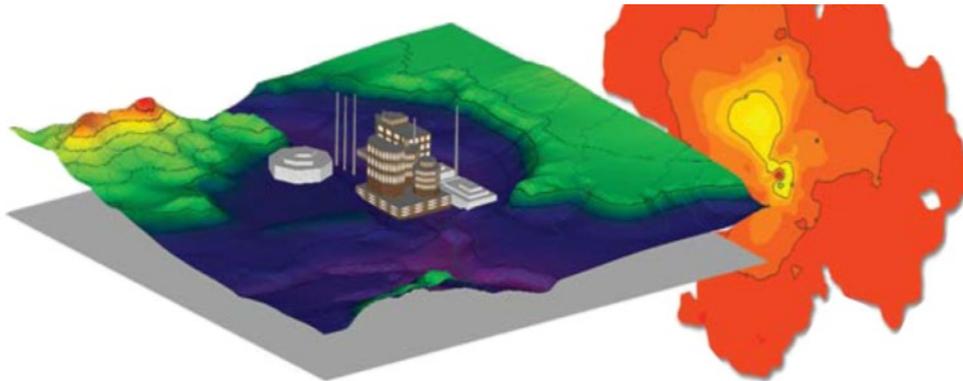


Figura 3-11 Aermol View Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'American Meteorological Society – EPA, quale evoluzione del modello gaussiano ISC3. La dispersione in atmosfera della sostanza inquinante è funzione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area di riferimento stessa²:

- strato limite dell'atmosfera stabile: la distribuzione è di tipo gaussiano sia in direzione orizzontale che in direzione verticale;
- strato limite dell'atmosfera instabile: la distribuzione è di tipo gaussiano in direzione orizzontale e bi-gaussiano in direzione verticale.

Questa impostazione supera le tipologie di modelli precedenti (ISC3) permettendo di superare i limiti dei modelli gaussiani, i quali non erano in grado di simulare, in maniera sufficientemente rappresentativa, le condizioni di turbolenza dello strato limite atmosferico. Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:

- puntuali;
- lineari;
- areali;
- volumiche.

Per ognuna di queste sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcola il contributo di ciascuna

¹ AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

² US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza dei punti recettori, i quali possono essere punti singoli, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente *i*-esima differente. Questa opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Infine, vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.

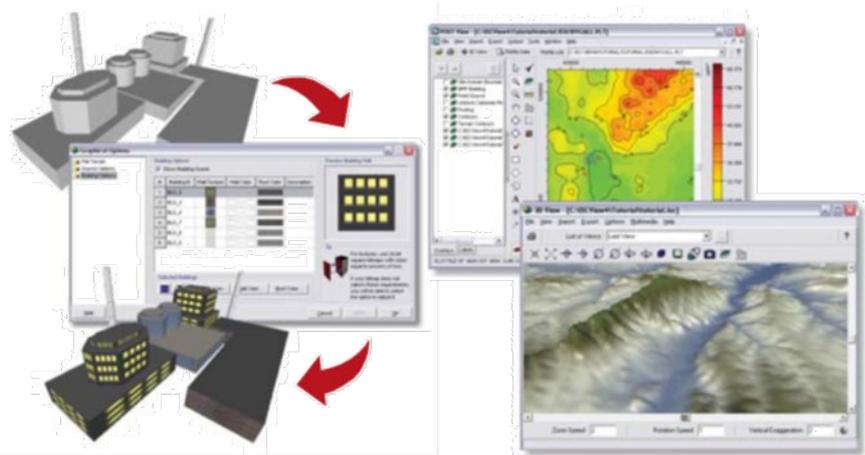


Figura 3-12 Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo

In ultimo, il modello si avvale di due ulteriori modelli per la definizione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico. Esso permette, pertanto, ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, invece, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.

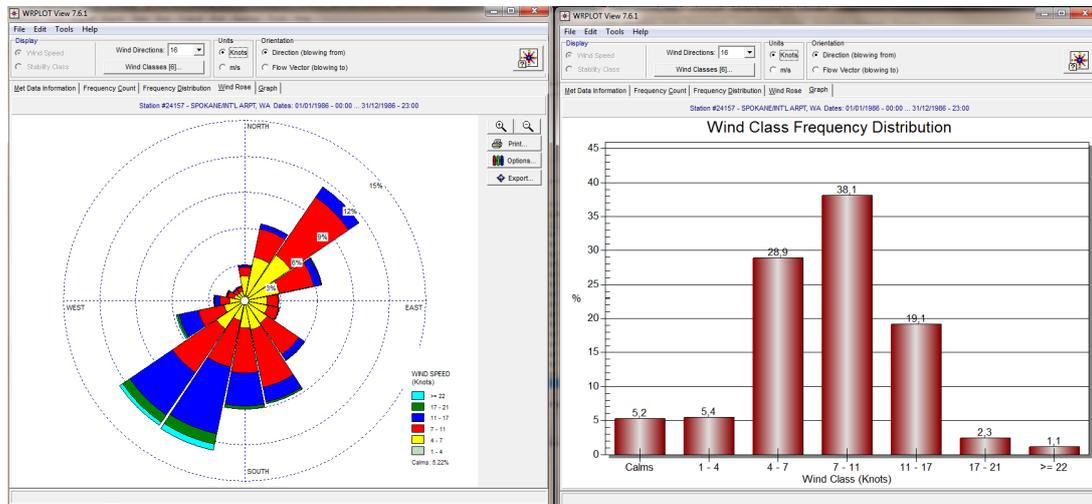


Figura 3-13 Esempio di applicazione del modulo AERMET

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla stima delle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai recettori scelti. Qualora si scelga di rappresentare i risultati attraverso una maglia, il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

Per maggiore chiarezza si può fare riferimento ad una struttura semplificata dell'intero processo di simulazione del software che può essere rimandata a due famiglie di parametri:

- parametri territoriali;
- parametri progettuali.

La prima famiglia di parametri è rappresentata da tutti i parametri propri del territorio ed in particolare i parametri meteorologici ed i parametri orografici. È evidente come i parametri appena citati possano essere assunti costanti nel tempo, per quello che riguarda la parte orografica, e come invece debbano essere considerati variabili nel tempo, anche se affetti da un andamento periodico, i parametri meteorologici.

Questi due parametri, computati in maniera contemporanea, determinano le modalità di diffusione, definendo, ad esempio, i diversi campi di vento a cui è sottoposta l'area in esame nei diversi periodi dell'anno.

La seconda famiglia di parametri, definisce, invece, il quadro "Emissivo" del progetto, ovvero definisce tutti i fattori di emissione relativi alle differenti attività effettuate all'interno del processo realizzativo dell'opera.

Una volta stimate le due famiglie di parametri, il modello di simulazione ne analizza le diverse correlazioni possibili, andando a valutare gli effetti relativi alla presenza della sorgente atmosferica i-esima situata in un'area territoriale e attiva in uno specifico arco temporale, considerando le condizioni meteorologiche relative alla

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

stessa area e nello stesso arco temporale, definendo le curve di isoconcentrazione necessarie alle valutazioni degli impatti dell'opera sui recettori sensibili.

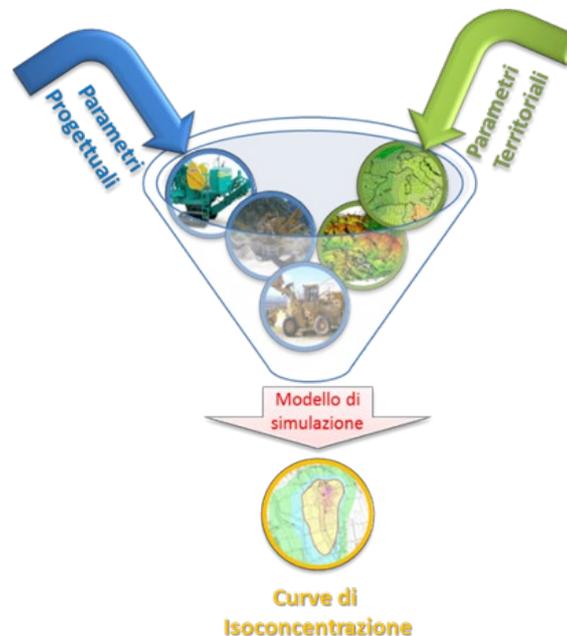


Figura 3-14 Definizione logica del modello adottato

3.5.2.2 Input territoriali

3.5.2.2.1 *I dati meteorologici*

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato, quindi, è stato necessario costruire adeguati file meteorologici in formati compatibili con il preprocessore meteorologico utilizzato dal modello di simulazione utilizzato, Aermot, denominato Aermot.

I file meteorologici necessari sono due, uno descrittivo delle condizioni meteoroclimatiche registrate al suolo nel sito di studio, l'altro descrittivo dell'andamento verticale dei principali parametri meteorologici.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati registrati nel 2021 dalla stazione meteorologica di Ciampino, descritta nella Parte 2 dello SIA, per la costruzione del primo file suddetto, mentre i dati profilometrici sono stati calcolati attraverso l'applicazione del "Upper Air Estimator" sviluppato dalla Lakes Environmental e citato quale metodo applicabile dalla stessa FAA.

Per descrivere la condizione meteoroclimatica al suolo, il software Aermot richiede di inserire un file, con estensione ".dat", contenente le informazioni caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

Il formato con cui deve essere scritto tale file deve essere uno dei seguenti:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

- TD 3280 Variable-Length Blocks,
- TD 3280 Fixed-Length Blocks,
- TD 3505-ISHD,
- CD-144,
- HUSWO,
- SCRAM,
- SAMSON.

I dati grezzi descritti e commentati precedentemente sono quindi stati riorganizzati nel formato "SCRAM", che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti

1234521010100999250040430000
1234521010101999080030430000
1234521010102999150040430000

Tabella 3-10 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato "SCRAM"

Per leggere il file, il software associa ad ogni posizione di un carattere all'interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a secondo della casella che occupa:

- 1-5: indicano il codice della postazione meteorologica che ha registrato i dati; nell'esempio mostrato è stata denominata "12345";
- 6-7: indicano l'anno che si sta considerando; l'esempio riguarda l'anno 2021 che viene indicato con le ultime due cifre "21";
- 8-9: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a gennaio: "01";
- 10-11: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di gennaio: "01";
- 12-13: si specifica l'ora, lasciando vuota la prima casella nel caso di numeri ad una sola cifra;
- 14-16: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in centinaia di piedi;
- 17-18: indicano la direzione del vento, espressa come decine di gradi (esempio $130^{\circ} = 13$);
- 19-21: si indica la velocità del vento, espressa in nodi (001 Knot= 1853 m/h);
- 22-24: la temperatura espressa in questa tre caselle è indicata in gradi Fahrenheit (si ricorda la relazione: $T^{\circ}f = 9/5 (T^{\circ}c + 32)$);
- 25-28: si indica la quantità di nuvole: le prime due cifre, in una scala che va da zero a dieci, indicano la percentuale di nuvole presenti su tutta la

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

zona, mentre le seconde due cifre, con la medesima scala, indicano la foschia presente sopra il sedime.

Il file così costruito è poi trattato mediante il preprocessore meteorologico Aermet, che analizza i dati e li riordina in modo da poter essere utilizzati dal software di simulazione.

Per inserire il file caratterizzante la situazione in quota, come definito in precedenza, si è scelto di utilizzare l'upper air estimator fornito dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA³ ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator⁴.

3.5.2.2 I dati orografici

Il secondo gruppo di parametri territoriali da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si innesta. Il software Aermot View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 3-15.

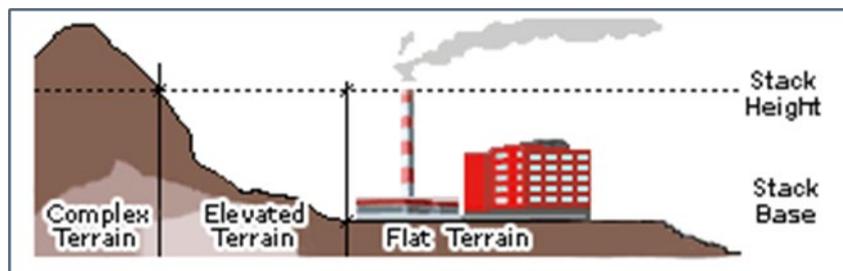


Figura 3-15 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame interessata dall'opera in progetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated" al fine di rendere la modellazione il più possibile fedele alla realtà.

³ http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/

⁴ Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models – Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode

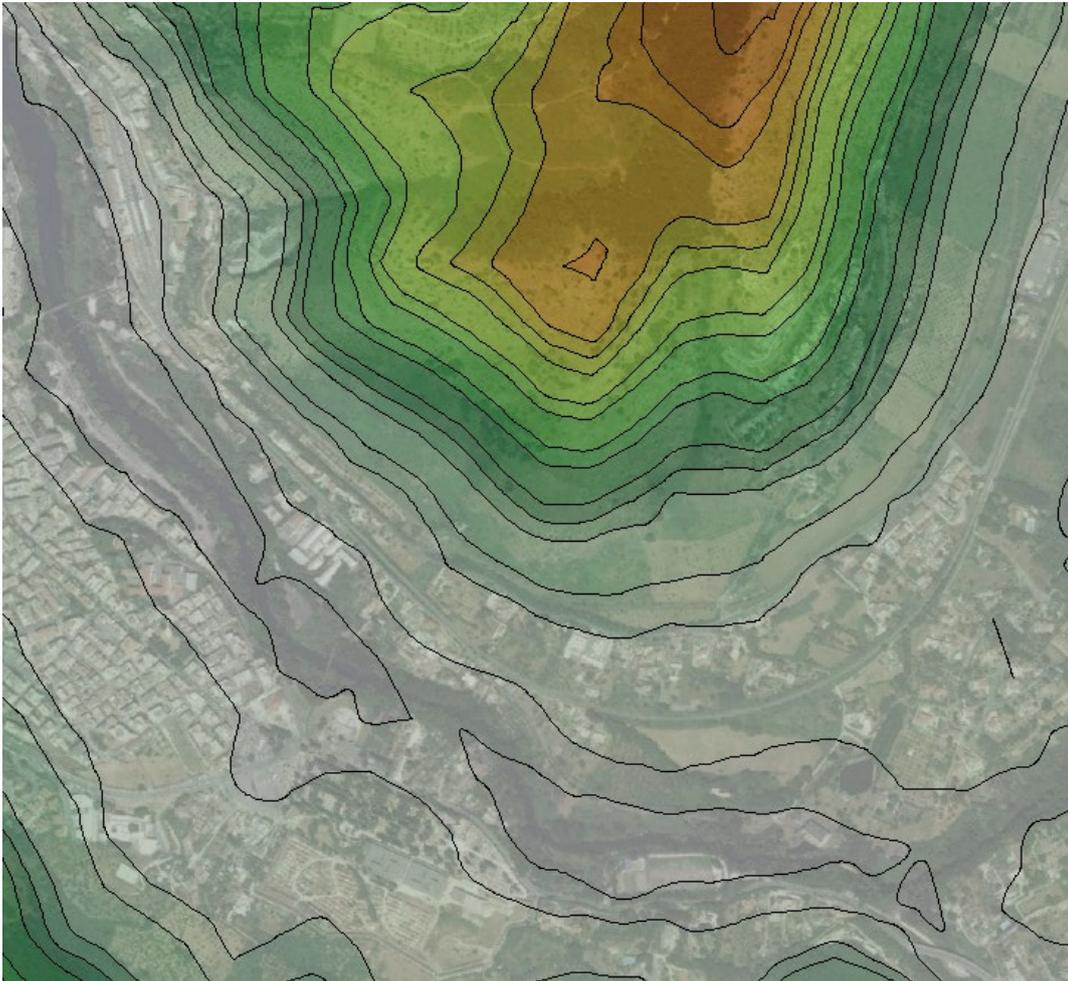


Figura 3-16 Esempio di territorio di tipo "elevated" sul software Aermod

3.5.2.3 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.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

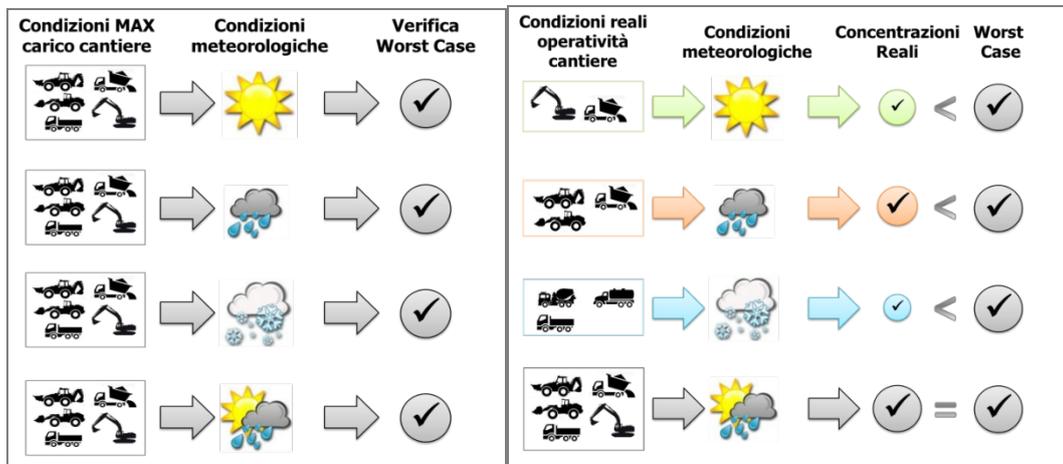


Figura 3-17 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 3-17, 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.

3.5.2.4 Definizione dello scenario di simulazione

Con riferimento alle attività di cantiere previste per la realizzazione del progetto in esame, il presente paragrafo è volto all'individuazione degli scenari più critici in termini di movimentazione di terra, transito dei mezzi di cantiere su strade non asfaltate e scarichi dei motori dei mezzi d'opera. Infatti, queste rappresentano le attività che maggiormente concorrono alle emissioni di inquinanti in atmosfera.

Dalla visione del cronoprogramma è stato, in primo luogo, possibile selezionare quelle attività ritenute più critiche in termini di quantitativi di materiale

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

movimentato, di tempistiche di realizzazione e vicinanza di più lavorazioni contemporanee che potrebbero generare la sovrapposizione degli effetti di dispersione delle concentrazioni di inquinanti.

Perciò, in considerazione di tali tematiche, è stato individuato un unico scenario di riferimento per le analisi modellistiche in fase di cantiere che tenesse in considerazione lo scavo del pozzo più critico sia in termini di volumi che di vicinanza ai ricettori.

In particolare, lo scenario di riferimento considerato riguarda:

- l'area e la pista di cantiere presso l'Area Pozzo 1, situate all'interno della Riserva Naturale di Monte Catillo;
- le aree di cantiere relative alla realizzazione dello scavo del pozzo 2, situate nell'Area Pozzo 2 e poste vicino a una zona residenziale, in particolare vicino a una scuola;
- le aree di stoccaggio e la pista di cantiere presso l'Area Pozzo 3, situate vicino a una zona residenziale;
- l'area di stoccaggio presente nell'Area Pozzo 4, nei pressi della quale sono presenti dei recettori residenziali.

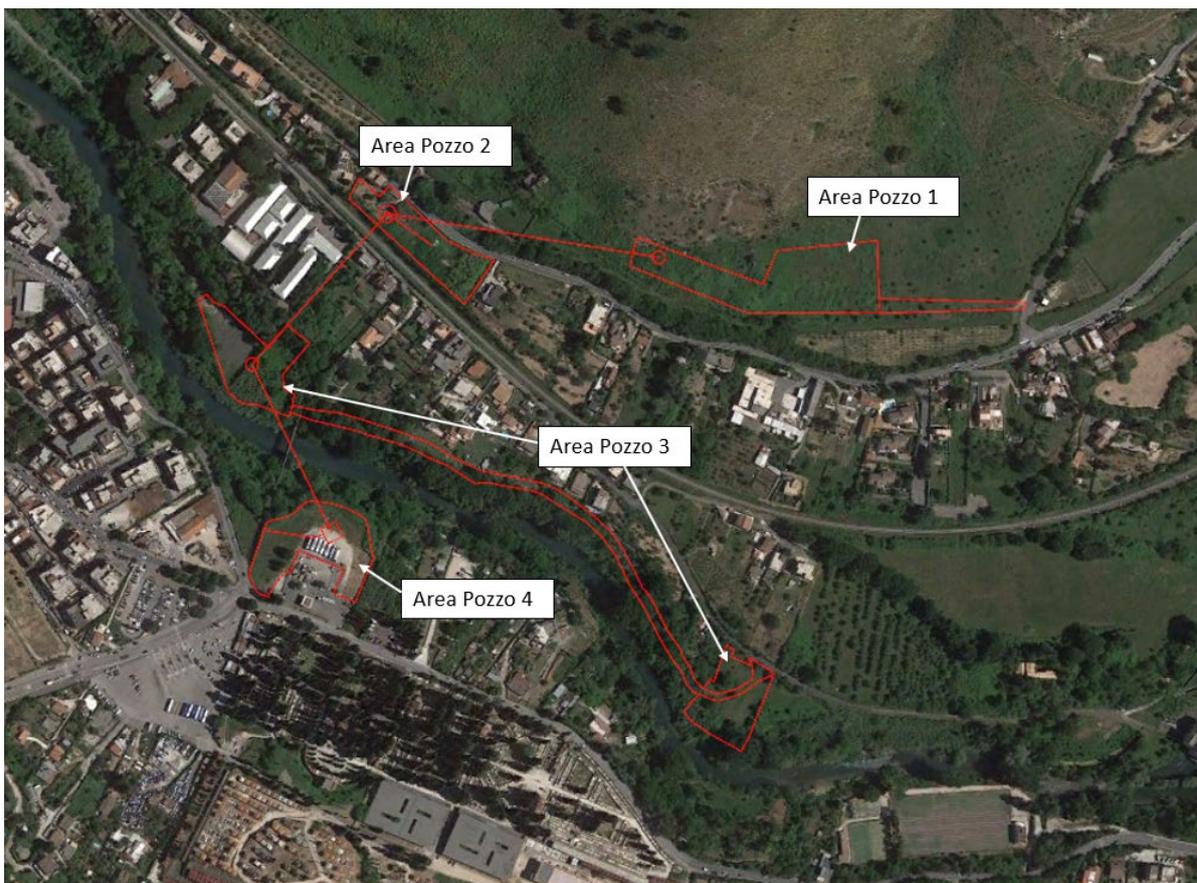


Figura 3-18 Localizzazione aree di cantiere

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

In conclusione, come sorgenti areali emmissive sono state considerate (cfr. Figura 3-19):

- un'area di stoccaggio (AS.01) di superficie pari a circa 500 m², un'area di stoccaggio (AS.02) di superficie pari a circa 200 m², un'area di stoccaggio (AS.03-1) di superficie pari a circa 150 m², un'area di stoccaggio (AS.03-2) di superficie pari a circa 320 m², un'area di stoccaggio (AS.03-3) di superficie pari a circa 370 m² e un'area di stoccaggio (AS.04) di superficie pari a circa 160 m², all'interno delle quali è stato ipotizzato l'utilizzo di un autocarro (250 KW) e di una pala gommata (175 KW);
- un'area di scavo (AL.01) di superficie pari a circa 180 m², all'interno della quale è stato ipotizzato l'utilizzo di un autocarro (250 KW) e di un escavatore (175 KW).

Le lavorazioni che maggiormente concorrono all'emissione di polveri in atmosfera sono rappresentate dalle attività di movimentazione della terra, dai macchinari utilizzati in cantiere e dal transito dei mezzi su strada non asfaltata.

Oltre alle sorgenti areali appena descritte, sono state simulate due sorgenti lineari emmissive (SL.01 e SL.02) relative alle strade non asfaltate per il transito dei mezzi di cantiere.

Sulla base del cronoprogramma, per tali sorgenti emmissive sono state calcolate le quantità di materiale movimentato, pari a circa 130 m³/giorno per l'Area Pozzo 1 e a circa 300 m³/giorno per l'Area Pozzo 3. In considerazione di ciò e del numero di ore lavorative giornaliere previste, è stato ipotizzato il numero di mezzi circolanti sulle piste di cantiere, pari a 8 mezzi/giorno per la sorgente SL.01 e a 19 mezzi/giorno per la SL.02, corrispondenti, rispettivamente, a 1 mezzo orario e a 2 mezzi orari circolanti.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

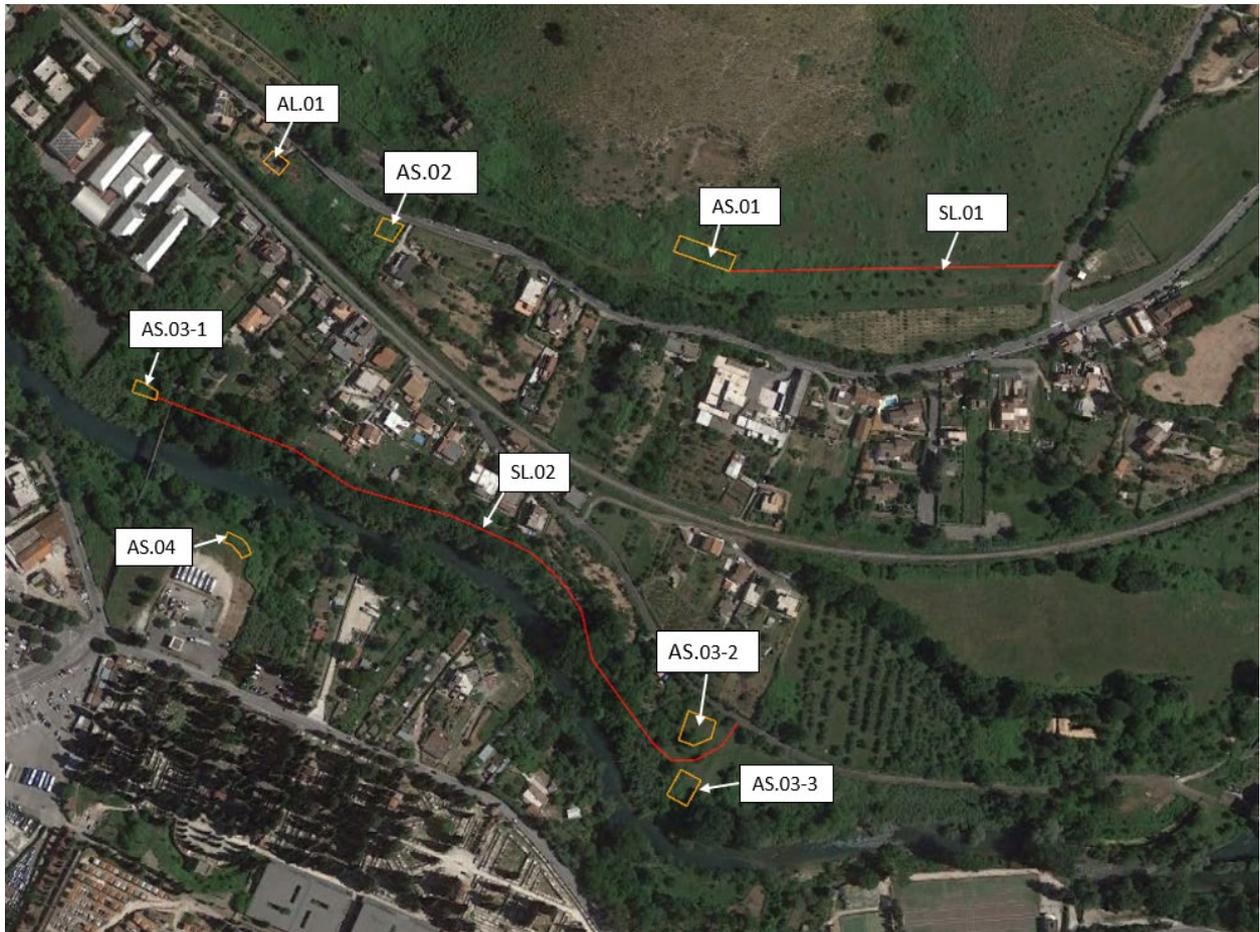


Figura 3-19 Sorgenti emissive simulate con il software Aermoc

Di seguito si riportano le principali lavorazioni previste nelle sorgenti sopra rappresentate ed i relativi fattori di emissioni.

In particolare, nella Tabella 3-21 del Par. 3.5.2.5.6 sono riportati i valori dei fattori di emissione che sono stati utilizzati per ogni sorgente emissiva considerata.

Sorgenti emissive	Attività di cantiere	Fattori di emissione
AS.01; AS.02; AS.03-1; AS.03-2; AS.03-3; AS.04	Gas di scarico dei mezzi di cantiere	Rif. Par. 3.5.2.5.4
AL.01	Formazione e stoccaggio cumuli	Rif. Par.3.5.2.5.1
	Erosione del vento dai cumuli	Rif. Par. 3.5.2.5.2

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Sorgenti emissive	Attività di cantiere	Fattori di emissione
	Gas di scarico dei mezzi di cantiere	Rif. Par. 3.5.2.5.4
SL.01; SL.02	Transito mezzi di cantiere su strade non asfaltate	Rif. Par. 3.5.2.5.3
	Traffico di cantiere	Rif. Par. 3.5.2.5.5

Tabella 3-11 Lavorazioni previste e relativi fattori di emissione

Definizione punti di calcolo

Per poter definire le curve di isoconcentrazione è necessaria la definizione di una maglia di punti di calcolo. 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 è stata definita una maglia regolare, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

Coordinate del centro della maglia Asse X (m)	318608,01
Coordinate del centro della maglia Asse Y (m)	4647101,68
Passo lungo l'asse X (m)	50
Passo lungo l'asse Y(m)	45
N° di punti lungo l'asse X	20
N° di punti lungo l'asse Y	20
N° di punti di calcolo totali	400

Tabella 3-12 Coordinate maglia dei punti di calcolo

Al fine di poter effettuare, la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo di qualità dell'aria ed il contributo del progetto in esame, si è fatto riferimento ad alcuni punti recettori rappresentativi degli edifici più vicini all'area di cantiere simulata. In particolare, sono stati considerati anche due recettori sensibili situati in corrispondenza di due scuole (R1 e R8).

Inoltre, dal momento che l'Area Pozzo 1 è situata all'interno della Riserva Naturale di Monte Catillo, sono stati considerati anche dei punti recettori vegetazionali.

Sono stati individuati 11 recettori, di cui 9 residenziali e 2 vegetazionali, secondo quanto riportato in tabella e figura seguenti.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
R1	318428	4647309
R2	318488	4647322
R3	318606	4647217
R4	318549	4647200
R5	318913	4647117
R6	318784	4646926
R7	318334	4647056
R8	318212	4647223
R9	318664	4647067
V1	318751	4647425
V2	318630	4646977

Tabella 3-13 Coordinate recettori

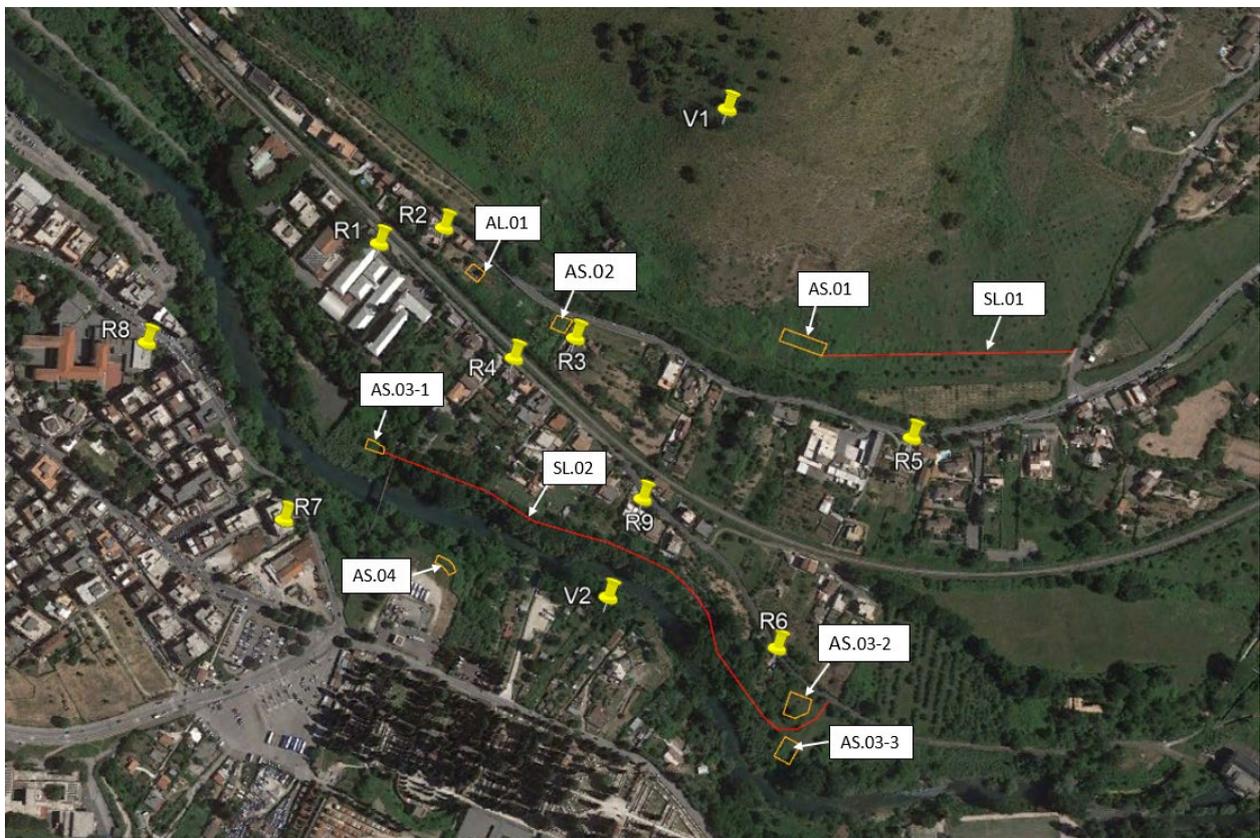


Figura 3-20 Localizzazione recettori

3.5.2.5 Fattori di emissione

Il fattore di emissione rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di area e di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attiva", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente. Per la stima di tale valore si è fatto riferimento a dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors").

All'interno del documento AP-42 sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

In particolare, per la presente analisi, sono stati presi in considerazione i fattori di emissione relativi al PM10 e al PM2,5 legati alla formazione e allo stoccaggio dei cumuli (comprendenti lo scotico delle aree di cantiere e le attività per l'esecuzione della BOB) (AP-42 13.2.4), all'erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5) e al transito dei mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2).

Inoltre, per il calcolo delle emissioni dovute ai gas di scarico dei mezzi di cantiere, saranno considerati i fattori di emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021; e per il calcolo delle emissioni relative al traffico di cantiere, i fattori di emissioni forniti da ISPRA⁵.

3.5.2.5.1 I fattori di emissione relativi alla formazione e stoccaggio dei cumuli

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di carico e scarico del materiale movimentato. È stata applicata la formula 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 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.

< 30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2,5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

⁵ fetransp.isprambiente.it

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Tabella 3-14 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

Per il range di validità dei parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

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

Tabella 3-15 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 in media a 2,96 m/s (valore desunto dai dati meteorologici registrati dalla stazione meteorologica di Ciampino);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10 e pari a 0,053 per il PM2,5.

3.5.2.5.2 I fattori di emissione relativi all'erosione del vento dai cumuli

Oltre all'attività di carico e scarico del materiale, all'interno delle aree di stoccaggio previste è stata considerata, come attività che genera emissioni di PM10, anche 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.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

30 µm	<15 µm	<10 µm	<2,5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 3-16 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

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.

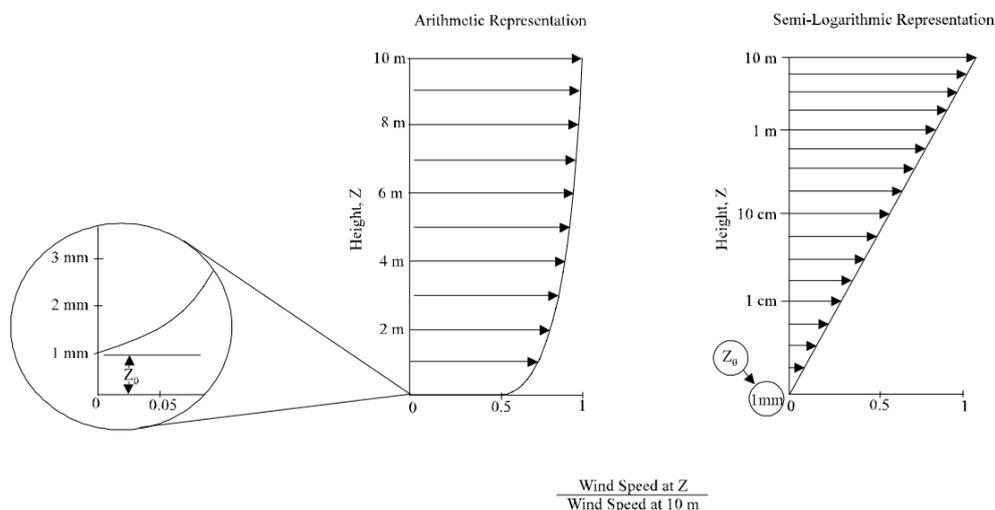


Figura 3-21 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte EPA AP42)

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

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

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 procedures published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 3-17.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5c m
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

Tabella 3-17 Valori di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici ricavati come descritto nella Parte 2 dello SIA. 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 sopraccitati.

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto altezza su diametro sia inferiore a 0,2. 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 per il valore di u_t^* alla classe "roadbed material", pari a 1,33.

Nel calcolo di u_{10}^+ è stata considerata anche la presenza di eventuali raffiche. Ordinando i valori in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 3-22.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

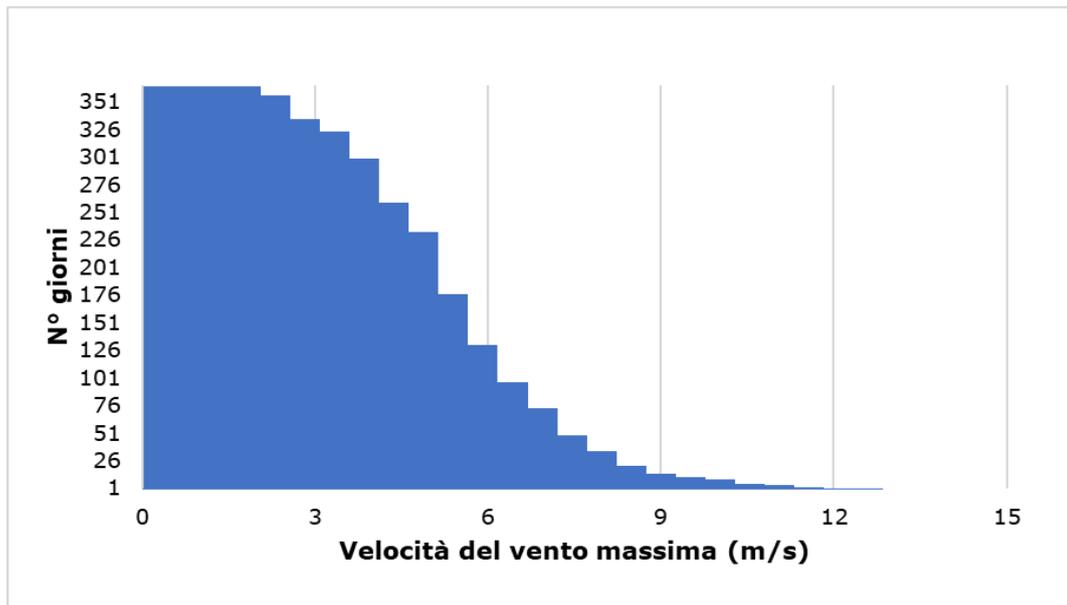


Figura 3-22 Velocità del vento massima ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di u^* così come riportato in Figura 3-23.

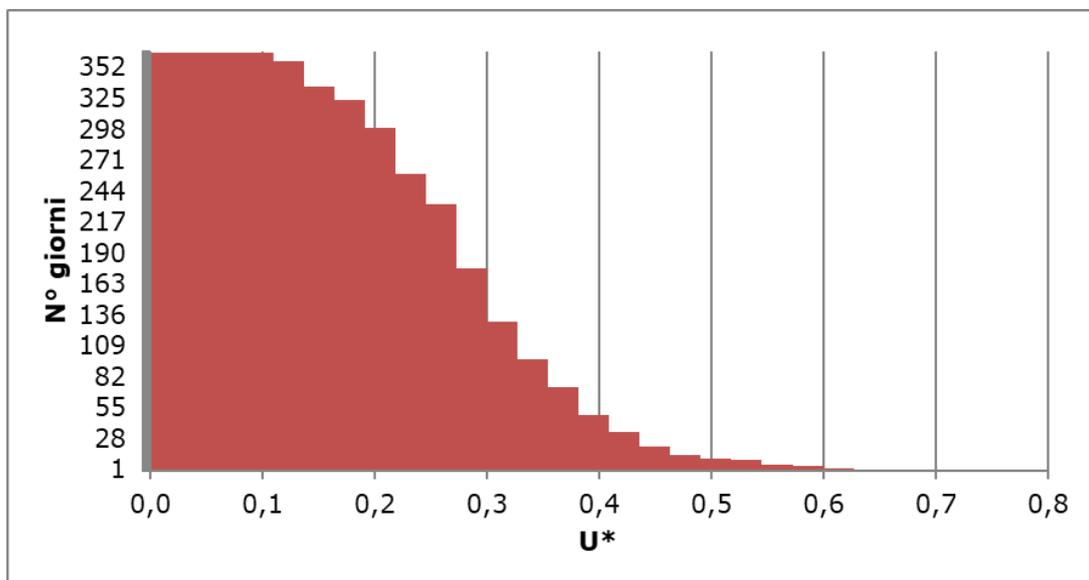


Figura 3-23 Valori di u^* ordinati in senso crescente

Dall'analisi dei risultati emerge come u^* non assuma mai valori soglia superiori a u^*_{t} , pertanto, l'effetto dell'erosione del vento sui cumuli di materiale depositato nelle aree di stoccaggio risulta trascurabile e di conseguenza non verrà considerato all'interno della simulazione modellistica.

3.5.2.5.3 I fattori di emissione relativi al transito dei mezzi su strade non asfaltate

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm. Il fattore di emissione lineare dell'i-esimo tipo di particolato per ciascun mezzo EF (kg km) i per il transito su strade non asfaltate all'interno dell'area industriale è calcolato secondo la formula:

$$EF_i = k_i \times \left(\frac{s}{12}\right)^{a_i} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{b_i} [kg/km]$$

dove i è il tipo di particolato, s il contenuto di limo del suolo in percentuale in massa (%), W il peso medio del veicolo (Mg) e k_i , a_i e b_i sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato, i cui valori sono riportati nella seguente figura.

Inquinante	k_i	a_i	b_i
PM10	0,423	0,9	0,45
PM2,5	0,0423	0,9	0,45

Tabella 3-18 Definizione coefficienti

Si specifica che la formulazione sopra riportata è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1,8% ed il 25,2%. Poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche si suggerisce di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%.

Considerato, quindi, il peso medio del mezzo di cantiere, i chilometri percorsi ed il numero medio di viaggi nell'unità di tempo è stato possibile calcolare i fattori di emissione di PM10 e PM2,5 riferiti alle sorgenti lineari considerate nell'analisi.

3.5.2.5.4 I fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere

Per il calcolo dell'emissione dei gas di scarico relativa ai mezzi presenti in cantiere è stato fatto riferimento ai fattori di emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel, aggiornati al 2021) dei mezzi di cantiere (riportati nella seguente tabella) tenendo conto del numero dei mezzi impiegati e del numero di ore di lavoro giornaliero di ciascuno di essi.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Mezzi di cantiere	Potenza motore (KW)	NOx (g/s)	PM10 (g/s)	PM2,5(g/s) (*)	SO ₂ (g/s)
Autocarro	250	0,0552	0,0019	0,0011	0,00024
Escavatore	175	0,0425	0,0021	0,0013	0,00016
Pala gommata	175	0,0530	0,0028	0,0017	0,00015
(*) calcolato pari al 60% del PM10					

Tabella 3-19 Fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere considerati

3.5.2.5.5 I fattori di emissione relativi al traffico di cantiere

Per il calcolo dell'emissione relativa al traffico di cantiere è stato fatto riferimento ai fattori di emissione forniti dall'ISPRA⁶. In particolare, è stata utilizzata la classe Heavy Duty Trucks – Diesel – Rigid 20-26t Euro V (riportati nella seguente tabella), tenendo conto del numero dei mezzi impiegati e della lunghezza del percorso.

NOx (g/km)	PM10 (g/km)	PM2,5 (g/km)	SO ₂ (g/km)
2,8776	0,1258	0,0850	0,0026

Tabella 3-20 Fattori di emissione relativi al traffico di cantiere considerati

3.5.2.5.6 Sintesi fattori di emissione per ogni sorgente

Nel seguente paragrafo sono stati riportati i fattori di emissione che sono stati utilizzati nelle simulazioni modellistiche di ogni sorgente emissiva.

Sorgente emissiva	Fattori di emissione			
	NOx (g/s)	PM10 (g/s)	PM2,5 (g/s)	SO ₂ (g/s)
AS.01; AS.02; AS.03-1; AS.03-2; AS.03-3; AS.04	0,1082	0,0047	0,0028	0,00039
AL.01	0,0978	0,0054	0,0026	0,00040

⁶ fetransp.isprambiente.it

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Sorgente emissiva	Fattori di emissione			
	NOx (g/s)	PM10 (g/s)	PM2,5 (g/s)	SO ₂ (g/s)
SL.01	0,00018	0,00155	0,0002	1,58*10 ⁻⁷
SL.02	0,00084	0,00734	0,0008	7,51*10 ⁻⁷

Tabella 3-21 Sintesi dei fattori di emissione

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Output delle simulazioni

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10, PM2,5, NOx, NO₂ e SO₂. In particolare, sono stati analizzati:

- le medie annue di PM10 e PM2,5;
- il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- le medie annue dell'NOx e dell'NO₂;
- il 99,8°percentile delle concentrazioni orarie dell'NO₂;
- le medie annue dell'SO₂.

PM10

Concentrazioni medie annue di PM10

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali, in termini di media annua di PM10, questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,031	22,49	22,521	40
R2	0,107	22,49	22,597	40
R3	0,179	22,49	22,669	40
R4	0,100	22,49	22,590	40
R5	0,023	22,49	22,513	40
R6	0,182	22,49	22,672	40
R7	0,039	22,49	22,529	40
R8	0,005	22,49	22,495	40
R9	0,067	22,49	22,557	40

Tabella 3-22 Concentrazione media annua di PM10

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R6 ed è pari a 0,182 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla media annua di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato grafico "Concentrazioni di PM10, NOx, SO₂ - fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, posto all'interno del cantiere.

90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali, in termini di 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 (in considerazione del limite normativo relativo alla concentrazione giornaliera di PM10 da non superare per più di 35 giorni all'anno), questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere - di fondo suburbana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	0,067	22,49	22,557	50
R2	0,277	22,49	22,767	50
R3	0,508	22,49	22,998	50
R4	0,267	22,49	22,757	50
R5	0,051	22,49	22,541	50
R6	0,351	22,49	22,841	50
R7	0,122	22,49	22,612	50
R8	0,013	22,49	22,503	50
R9	0,125	22,49	22,615	50

Tabella 3-23 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a 0,508 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 giorni all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa al 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato "Concentrazioni di PM10, NOx, SO₂ - fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1). Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa 2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, posto all'interno del cantiere.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

PM2,5

Concentrazioni medie annue di PM2,5

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali, in termini di media annua di PM2,5, questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	Concentrazione media annua di PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di PM2,5 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	0,016	13,51	13,526	25
R2	0,052	13,51	13,562	25
R3	0,103	13,51	13,613	25
R4	0,054	13,51	13,564	25
R5	0,009	13,51	13,519	25
R6	0,086	13,51	13,596	25
R7	0,020	13,51	13,530	25
R8	0,003	13,51	13,513	25
R9	0,017	13,51	13,527	25

Tabella 3-24 Concentrazione media annua di PM2,5

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a $0,103 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla media annua del PM2,5.

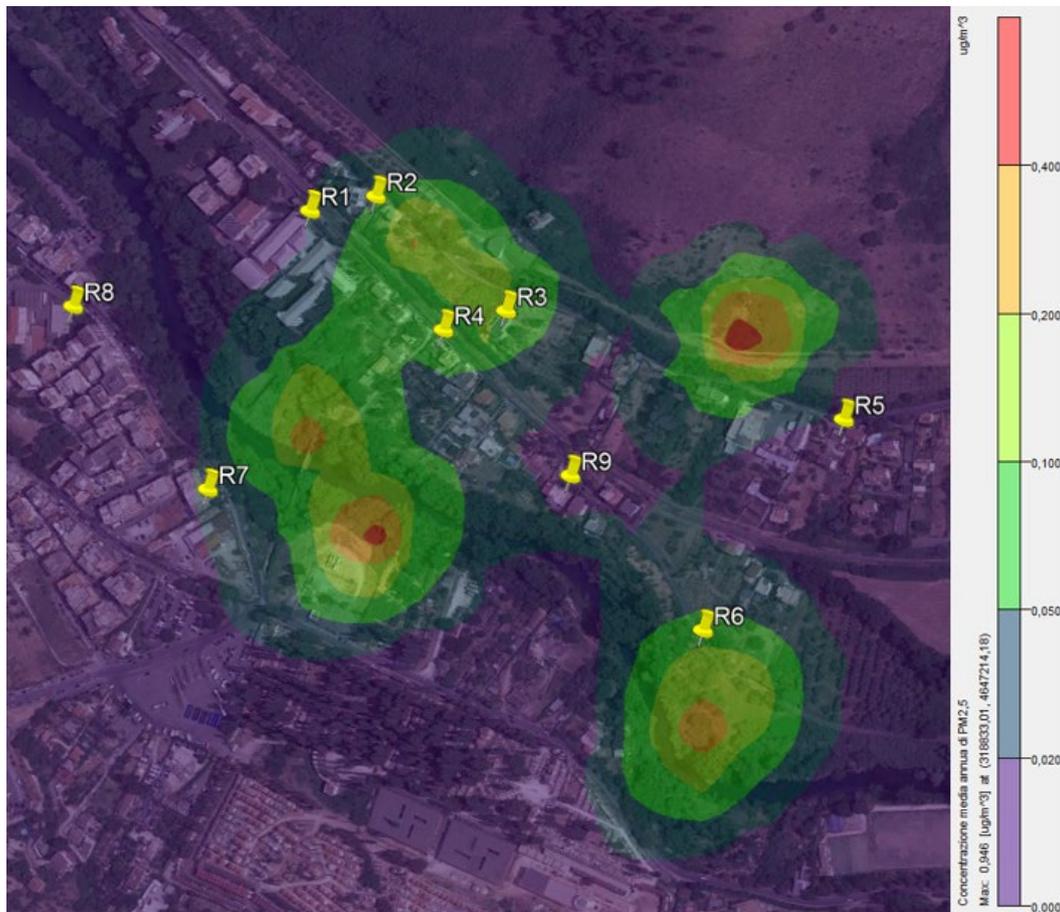


Figura 3-24 Curve di isoconcentrazione della media annua del PM2,5

NOx

Concentrazioni medie annue di NOx

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori vegetazionali (V), in termini di media annua di NOx, questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	Concentrazione media annua di NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di NOx registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentuale sul fondo (%)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
V1	0,149	31,85	1,86%	30
V2	0,414	31,85	6,18%	30

Tabella 3-25 Concentrazione media annua di NOx

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V2 ed è pari a 0,414 µg/m³.

Nella precedente tabella viene mostrato il contributo percentuale, rispetto al fondo registrato dalla centralina di riferimento, delle concentrazioni ottenute dalle simulazioni in fase di cantiere; come si può osservare, tale contributo è minimo.

Si precisa che la centralina di riferimento per la qualità dell'aria, classificata come "di fondo suburbana", ha registrato valori superiori al limite normativo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per la vegetazione. Tali valori sono stati presi come fondo di riferimento per le simulazioni effettuate in quanto sono valori medi annui, però, i valori delle concentrazioni medie ottenuti dalla campagna di monitoraggio effettuata nel 2021 presso il punto mobile di monitoraggio (cfr. Parte 2 dello SIA) sono stati più bassi.

NO₂

Concentrazioni medie annue di NO₂

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO₂, per tale ragione nella seguente tabella sono riportati, presso i recettori residenziali (R), i valori dell'NO_x, trasformati in NO₂, utilizzando le equazioni descritte nella Parte 2 dello SIA, di seguito riportate.

$$y = -0,0022 x^2 + 0,7629 x + 2,3968;$$

$$y = 0,1 x + 51,20$$

La prima equazione è stata utilizzata nell'intervallo di valori dell'NO_x compreso tra 9 e 173 µg/m³; la seconda per valori dell'NO_x maggiori.

Per valori dell'NO_x minori di 9 µg/m³, l'NO₂ è assunto pari all'NO_x.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di media annua di NO₂.

Recettore	Concentrazione media annua di NO₂ (µg/m³)	Media annua di NO₂ registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,592	22,63	23,222	40
R2	1,970	22,63	24,600	40

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	Concentrazione media annua di NO₂ (µg/m³)	Media annua di NO₂ registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R3	3,942	22,63	26,572	40
R4	2,031	22,63	24,661	40
R5	0,307	22,63	22,937	40
R6	3,111	22,63	25,741	40
R7	0,769	22,63	23,399	40
R8	0,097	22,63	22,727	40
R9	0,480	22,63	23,110	40

Tabella 3-26 Concentrazione media annua di NO₂

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a 3,942 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla concentrazione media annua di NO_x e NO₂ valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato grafico "Concentrazioni di PM10, NO_x, SO₂ – fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1). Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa 27,29 µg/m³, posto all'interno del cantiere.

99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO₂

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO₂ (in considerazione del limite normativo relativo alla concentrazione oraria di NO₂ da non superare per più di 18 volte all'anno), questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NO_x (µg/m³)	Media annua di NO₂ dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
------------------	--	---	---	--

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di NO₂ dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	19,05	22,63	41,68	200
R2	45,82	22,63	68,45	200
R3	70,95	22,63	93,58	200
R4	62,83	22,63	85,46	200
R5	7,49	22,63	30,12	200
R6	58,23	22,63	80,86	200
R7	47,35	22,63	69,98	200
R8	7,42	22,63	30,05	200
R9	17,31	22,63	39,94	200

Tabella 3-27 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO₂

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a $70,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa al 99,8° percentile della concentrazione oraria di NOx valutata mediante la simulazione modellistica.

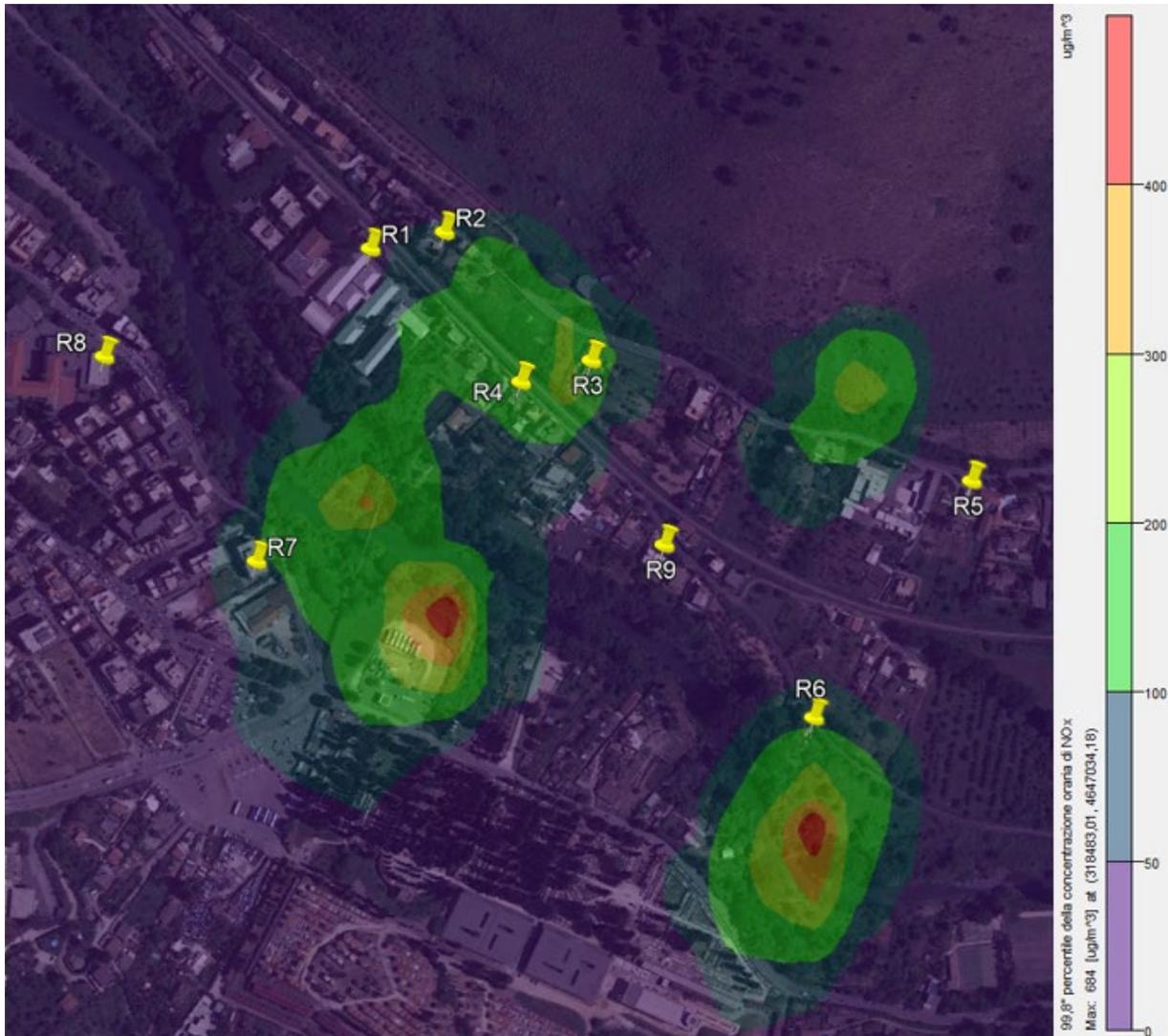


Figura 3-25 Curve di isoconcentrazione del 99,8° percentile della concentrazione oraria di NOx

Dalla trasformazione di tali valori di NOx, con le equazioni precedentemente descritte, si può affermare che la concentrazione di 400 µg/m³ di NOx corrisponde a circa 91 µg/m³ di NO₂. Il punto di massima ricaduta, pari a circa 119,5 µg/m³ di NO₂, è posto all'interno del cantiere.

SO₂

Concentrazioni medie annue di SO₂

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori vegetazionali, in termini di media annua di SO₂, questi sono riportati nella seguente tabella.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	Concentrazione media annua di SO ₂ (µg/m ³)	Media annua di SO ₂ registrata dalla centralina Guidonia –suburbana di traffico(µg/m ³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m ³)	Limite normativo (µg/m ³)
V1	0,0006	1,66	1,6606	20
V2	0,0015	1,66	1,6615	20

Tabella 3-28 Concentrazione media annua di SO₂

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V2 ed è pari a 0,0015 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 20 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla media annua di SO₂ valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato grafico "Concentrazioni di PM10, NO_x, SO₂ – fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1). Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa 0,13 µg/m³, posto all'interno del cantiere.

3.5.2.6 **Output delle simulazioni**

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10, PM2,5, NO_x, NO₂ e SO₂. In particolare, sono stati analizzati:

- le medie annue di PM10 e PM2,5;
- il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- le medie annue dell'NO_x e dell'NO₂;
- il 99,8°percentile delle concentrazioni orarie dell'NO₂;
- le medie annue dell'SO₂.

PM10

Concentrazioni medie annue di PM10

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali, in termini di media annua di PM10, questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 (µg/m ³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m ³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m ³)	Limite normativo (µg/m ³)
R1	0,031	22,49	22,521	40
R2	0,107	22,49	22,597	40

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R3	0,179	22,49	22,669	40
R4	0,100	22,49	22,590	40
R5	0,023	22,49	22,513	40
R6	0,182	22,49	22,672	40
R7	0,039	22,49	22,529	40
R8	0,005	22,49	22,495	40
R9	0,067	22,49	22,557	40

Tabella 3-29 Concentrazione media annua di PM10

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R6 ed è pari a $0,182 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla media annua di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato grafico "Concentrazioni di PM10, NO_x, SO₂ - fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1). Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, posto all'interno del cantiere.

90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali, in termini di 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 (in considerazione del limite normativo relativo alla concentrazione giornaliera di PM10 da non superare per più di 35 giorni all'anno), questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	0,067	22,49	22,557	50

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R2	0,277	22,49	22,767	50
R3	0,508	22,49	22,998	50
R4	0,267	22,49	22,757	50
R5	0,051	22,49	22,541	50
R6	0,351	22,49	22,841	50
R7	0,122	22,49	22,612	50
R8	0,013	22,49	22,503	50
R9	0,125	22,49	22,615	50

Tabella 3-30 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a $0,508 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 giorni all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa al 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato "Concentrazioni di PM10, NO_x, SO₂ - fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1). Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, posto all'interno del cantiere.

PM2,5

Concentrazioni medie annue di PM2,5

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali, in termini di media annua di PM2,5, questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	Concentrazione media annua di PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di PM2,5 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	0,016	13,51	13,526	25

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	Concentrazione media annua di PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua di PM2,5 registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R2	0,052	13,51	13,562	25
R3	0,103	13,51	13,613	25
R4	0,054	13,51	13,564	25
R5	0,009	13,51	13,519	25
R6	0,086	13,51	13,596	25
R7	0,020	13,51	13,530	25
R8	0,003	13,51	13,513	25
R9	0,017	13,51	13,527	25

Tabella 3-31 Concentrazione media annua di PM2,5

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a $0,103 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla media annua del PM2,5.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

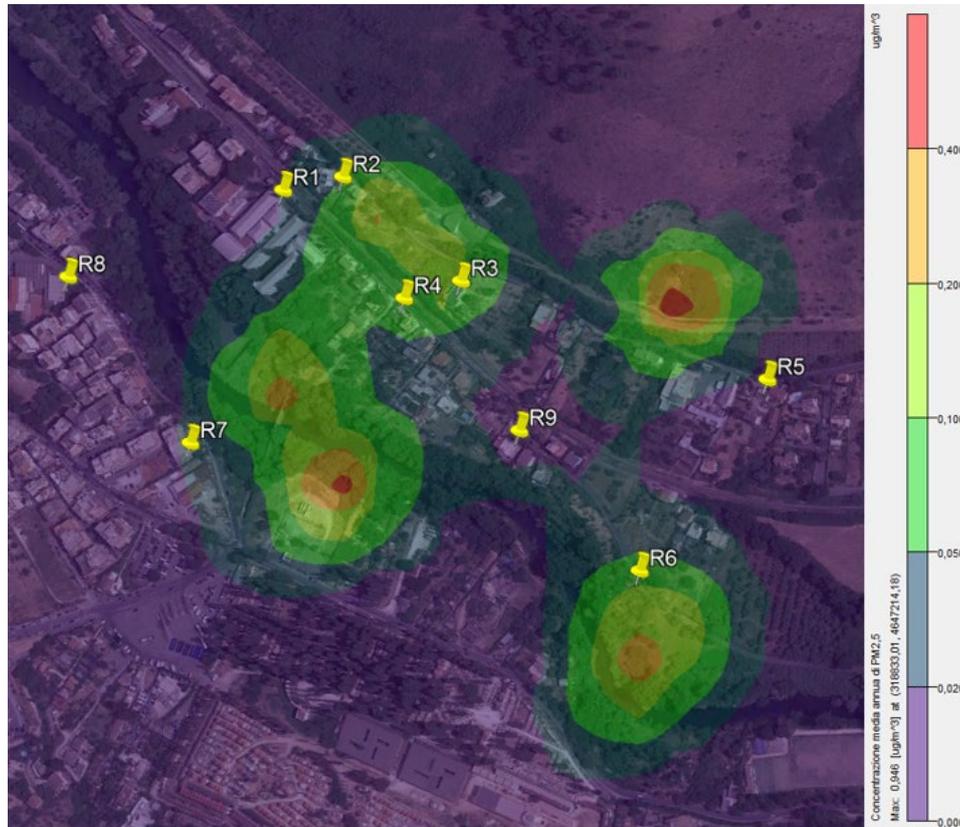


Figura 3-26 Curve di isoconcentrazione della media annua del PM_{2,5}

NO_x

Concentrazioni medie annue di NO_x

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori vegetazionali (V), in termini di media annua di NO_x, questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	Concentrazione media annua di NO _x (µg/m ³)	Media annua di NO _x registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m ³)	Percentuale sul fondo (%)	Limite normativo (µg/m ³)
V1	0,149	31,85	1,86%	30
V2	0,414	31,85	6,18%	30

Tabella 3-32 Concentrazione media annua di NO_x

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V2 ed è pari a 0,414 µg/m³.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Nella precedente tabella viene mostrato il contributo percentuale, rispetto al fondo registrato dalla centralina di riferimento, delle concentrazioni ottenute dalle simulazioni in fase di cantiere; come si può osservare, tale contributo è minimo.

Si precisa che la centralina di riferimento per la qualità dell'aria, classificata come "di fondo suburbana", ha registrato valori superiori al limite normativo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per la vegetazione. Tali valori sono stati presi come fondo di riferimento per le simulazioni effettuate in quanto sono valori medi annui, però, i valori delle concentrazioni medie ottenuti dalla campagna di monitoraggio effettuata nel 2021 presso il punto mobile di monitoraggio (cfr. Parte 2 dello SIA) sono stati più bassi.

NO₂

Concentrazioni medie annue di NO₂

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO₂, per tale ragione nella seguente tabella sono riportati, presso i recettori residenziali (R), i valori dell'NO_x, trasformati in NO₂, utilizzando le equazioni descritte nella Parte 2 dello SIA, di seguito riportate.

$$y = -0,0022 x^2 + 0,7629 x + 2,3968;$$

$$y = 0,1 x + 51,20$$

La prima equazione è stata utilizzata nell'intervallo di valori dell'NO_x compreso tra 9 e 173 µg/m³; la seconda per valori dell'NO_x maggiori.

Per valori dell'NO_x minori di 9 µg/m³, l'NO₂ è assunto pari all'NO_x.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di media annua di NO₂.

Recettore	Concentrazione media annua di NO₂ (µg/m³)	Media annua di NO₂ registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,592	22,63	23,222	40
R2	1,970	22,63	24,600	40
R3	3,942	22,63	26,572	40
R4	2,031	22,63	24,661	40

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	Concentrazione media annua di NO₂ (µg/m³)	Media annua di NO₂ registrata dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R5	0,307	22,63	22,937	40
R6	3,111	22,63	25,741	40
R7	0,769	22,63	23,399	40
R8	0,097	22,63	22,727	40
R9	0,480	22,63	23,110	40

Tabella 3-33 Concentrazione media annua di NO₂

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a 3,942 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla concentrazione media annua di NO_x e NO₂ valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato grafico "Concentrazioni di PM10, NO_x, SO₂ – fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1). Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa 27,29 µg/m³, posto all'interno del cantiere.

99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO₂

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO₂ (in considerazione del limite normativo relativo alla concentrazione oraria di NO₂ da non superare per più di 18 volte all'anno), questi sono riportati nella seguente tabella.

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NO_x (µg/m³)	Media annua di NO₂ dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	19,05	22,63	41,68	200
R2	45,82	22,63	68,45	200

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NOx (µg/m³)	Media annua di NO₂ dalla centralina Tenuta del Cavaliere – di fondo suburbana(µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R3	70,95	22,63	93,58	200
R4	62,83	22,63	85,46	200
R5	7,49	22,63	30,12	200
R6	58,23	22,63	80,86	200
R7	47,35	22,63	69,98	200
R8	7,42	22,63	30,05	200
R9	17,31	22,63	39,94	200

Tabella 3-34 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO₂

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a 70,95 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 200 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa al 99,8° percentile della concentrazione oraria di NOx valutata mediante la simulazione modellistica.

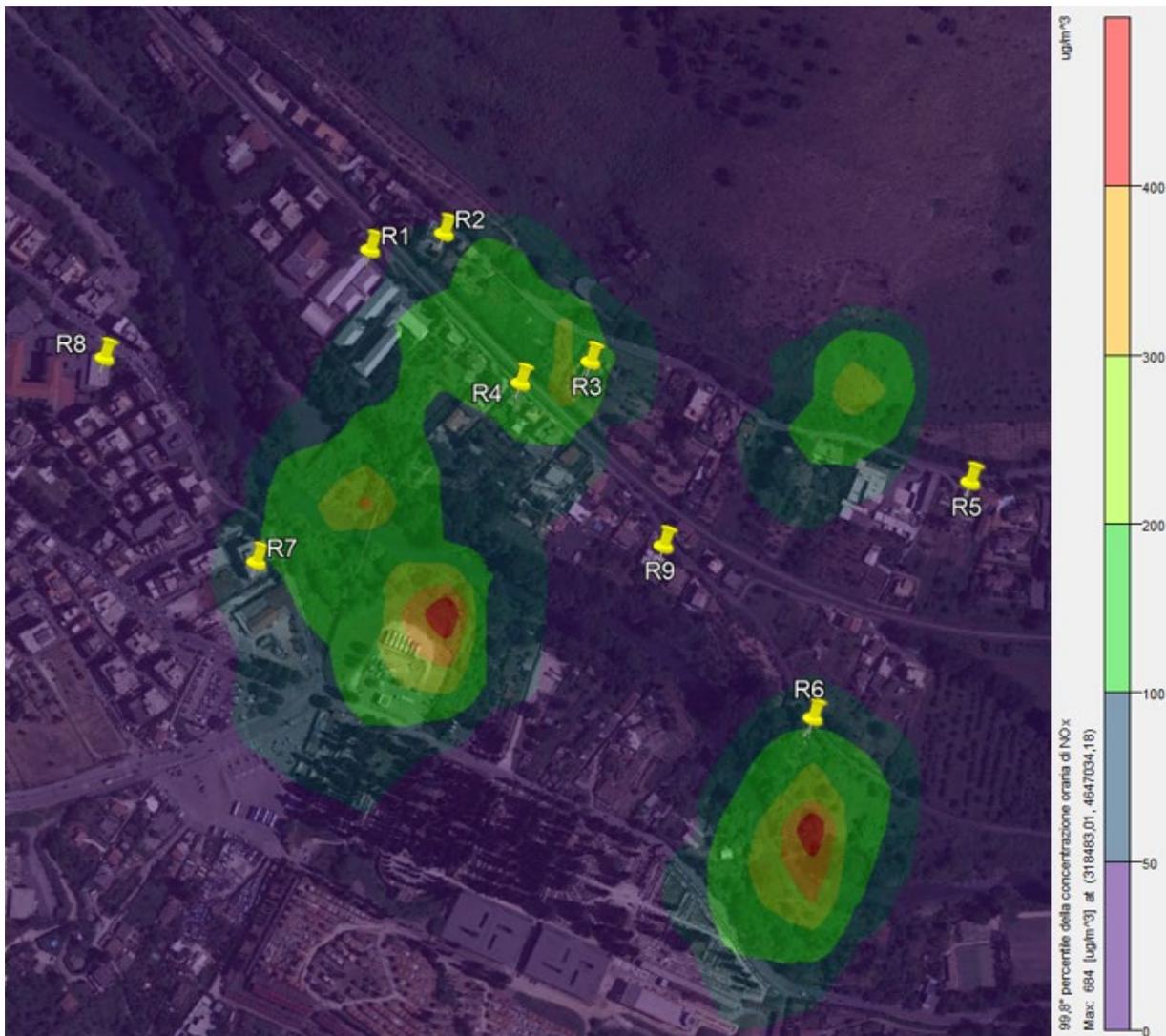


Figura 3-27 Curve di isoconcentrazione del 99,8° percentile della concentrazione oraria di NOx

Dalla trasformazione di tali valori di NOx, con le equazioni precedentemente descritte, si può affermare che la concentrazione di 400 µg/m³ di NOx corrisponde a circa 91 µg/m³ di NO₂. Il punto di massima ricaduta, pari a circa 119,5 µg/m³ di NO₂, è posto all'interno del cantiere.

SO₂

Concentrazioni medie annue di SO₂

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori vegetazionali, in termini di media annua di SO₂, questi sono riportati nella seguente tabella.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Recettore	Concentrazione media annua di SO ₂ (µg/m ³)	Media annua di SO ₂ registrata dalla centralina Guidonia –suburbana di traffico(µg/m ³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m ³)	Limite normativo (µg/m ³)
V1	0,0006	1,66	1,6606	20
V2	0,0015	1,66	1,6615	20

Tabella 3-35 Concentrazione media annua di SO₂

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V2 ed è pari a 0,0015 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 20 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla media annua di SO₂ valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato grafico "Concentrazioni di PM10, NO_x, SO₂ – fase di cantiere" (codice A258-SIA-D-034-1). Il punto di massima ricaduta risulta essere pari a circa 0,13 µg/m³, posto all'interno del cantiere.

3.5.3 Modifica dei livelli di gas climalteranti

L'impatto in esame riguarda la produzione di gas serra dovuta alla fase di realizzazione dell'opera ed in particolare ai gas di scarico dei mezzi di cantiere all'interno delle aree di cantiere e lungo la viabilità utilizzata per il trasporto di materiale (approvvigionamento e smaltimento).

Ai fini della stima di CO₂ equivalente prodotta durante le attività di costruzione dell'opera, è stato utilizzato il software OpenLCA, sviluppato dal 2006 da GreenDelta, in grado di valutare le prestazioni ambientali ed energetiche di vari prodotti, processi e servizi.

Secondo la metodologia indicata dalle norme ISO 14040, ISO 14044 ed ISO 14064 relative alla valutazione del Life Cycle Assessment (LCA) e della Carbon Footprint (CFP), deve essere definita l'unità funzionale, che rappresenta il prodotto, servizio o funzione a cui devono fare riferimento tutti i dati di input e output dello studio e di conseguenza tutti i risultati che verranno presentati.

Nel caso in esame l'unità funzionale è rappresentata da 300 m di acquedotto posati in opera.

Altro elemento fondamentale per l'applicazione del modello è la definizione dei confini del sistema, che rappresentano la "scatola chiusa" al cui interno devono essere definiti tutti i processi coinvolti nello studio LCA e di CFP.

A tal proposito, per gli scopi ed obiettivi precedentemente menzionati, considerando che l'acquedotto avrà una vita utile superiore ai 25 anni e che successivamente a tale periodo non è ipotizzabile una dismissione dell'opera, è stato considerato un

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

approccio definito dalle sopracitate norme ISO come “cradle to grave with option”. Tale approccio si riferisce ad un tipo di analisi che comprende all’interno dei confini di sistema tutte le unità di processo dalla culla alla tomba, ossia a partire dall’estrazione delle materie prime necessarie per il processo di realizzazione ma escludendo la fase di dismissione, in quanto non applicabile al progetto in esame.

I dati di input e output dell’analisi, riguardanti il progetto della prima fase del Raddoppio VIII Sifone, tratto Casa Valeria – Uscita Galleria Ripoli, possono essere suddivisi nelle seguenti macrocategorie:

- consumi di materie prime e materiali;
- consumi energetici (termici o elettrici);
- rifiuti;
- emissioni in atmosfera.

In particolare, ad esclusione delle emissioni in atmosfera e dei consumi energetici termici (carburante mezzi) strettamente dipendenti dalla modellazione del processo di realizzazione dell’opera, i dati di base sono contenuti nella documentazione di progetto.

In una fase successiva, tutti i dati appartenenti ad ogni macrocategoria precedentemente menzionata sono stati rapportati ai fini dello studio all’unità funzionale.

Per quel che concerne le materie prime ed i materiali implicati nella realizzazione dell’opera, sono stati considerati i seguenti assunti:

- Calcestruzzo: avendo a disposizione il quantitativo totale di calcestruzzo pari a 18470 mc sono stati ipotizzati i quantitativi dei singoli componenti, associati a 300 m di acquedotto posati in opera, a partire da rapporti noti nella letteratura del campo edile. Nello specifico sono stati ottenuti 2143 t di clinker di cemento (67% CaO, 26% SiO₂, 5% Al₂O₃, 2% Fe₂O₃), 4286 t di sabbia, 9144 t di ghiaia e 857 t d’acqua;
- Acciaio carpenteria: a partire dal fabbisogno complessivo di acciaio (2062 t) è stata sottratta la quota parte che costituisce le tubazioni in acciaio di progetto, ottenendo il quantitativo totale di acciaio da carpenteria (1686 t). Successivamente, tale valore è stato rapportato a 300 m di infrastruttura posati in opera, ottenendo 723 t di acciaio da carpenteria.
- Acciaio condotte: utilizzando come dato di base le lunghezze e i diametri previsti dal progetto, è stato calcolato il peso totale in tonnellate delle condotte (376 t). Il precedente valore è stato rapportato a 300 m di acquedotto ottenendo 161 t di acciaio per unità funzionale.

Per quel che concerne i consumi di energia elettrica e termica implicati nella realizzazione dell’opera, sono stati considerati i seguenti assunti:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

- Energia elettrica: i consumi di energia elettrica associati alla fase di cantiere e di e di manutenzione, con orizzonte temporale a 25 anni, sono stati calcolati a partire dalla stima totale dei consumi di cantiere del progetto e dal numero di accensioni annuali degli impianti elettrici per la manutenzione. Normalizzando tali valori per l'unità funzionale si ha 552382 kWh per il fabbisogno elettrico di cantiere e 10719 kWh per gli interventi di manutenzione ordinaria.
- Energia termica: è associata al carburante per il funzionamento di tutti i mezzi implicati nel processo di estrazione, produzione e trasporto dei materiali oltreché di realizzazione dell'opera. In tal caso, a partire dall'attività dei mezzi in termini di metri percorsi, è stato ipotizzato un consumo medio pari a 25 l per 100 km.

In ultimo, per quanto riguarda le emissioni in atmosfera prodotte dalle attività, lavorazioni e macchinari implicati nel ciclo di vita dell'opera, sono stati considerati i seguenti assunti:

- Emissioni da mezzi: calcolate a partire dalle attività previste da cronoprogramma in termini di ore e tipologia di mezzi, normalizzando rispetto all'unità funzionale, e utilizzando fattori di emissione provenienti da medie nazionali attualizzate al 2021.
- Emissioni materie prime: calcolate a partire dai quantitativi di materiali o materie prime, normalizzate per l'unità funzionale, utilizzando fattori di emissione calcolati da ISPRA (Rapporto 327/2020). Per il clinker 747,6 kg CO₂/t mentre per l'acciaio delle condotte e di carpenteria le stime nazionali indicano 1,83 t CO₂ per tonnellata di prodotto finito.
- Emissioni consumi elettrici: stimate utilizzando i fattori di emissione ISPRA (Rapporto 317/2020), i quali indicano 444,4 g CO₂/kWh.

Dall'applicazione del software è emerso che le attività relative alla fase di costruzione, considerando anche l'approvvigionamento e lo smaltimento del materiale, determinano un valore di emissione di CO₂ eq. pari a circa 1860 tonnellate.

Si intende a precisare che gli input del progetto presi in considerazione sono inficiati da ipotesi cautelative. In particolar modo si vuole specificare che i fattori di emissione di CO₂ considerati per i singoli mezzi di cantiere sono relativi a valori medi nazionali per un mezzo di potenza media.

Stante gli obiettivi di sostenibilità ambientale che il progetto si pone, si prevede l'utilizzo di macchinari e mezzi di ultima generazione (Best Available Technology), i quali consentiranno un abbattimento dei livelli stimati di CO₂ anche fino al 20%. Si potrebbe inoltre considerare l'adozione di mezzi e/o macchinari elettrici, ad oggi

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

disponibili e facilmente reperibili in commercio ed aventi zero emissioni dirette in atmosfera, se non quelle legate alla ricarica delle batterie tramite rete elettrica nazionale.

Alla luce di tali accorgimenti è possibile ritenere l'impatto in esame di entità bassa, considerando anche che questo sarà limitato al tempo di realizzazione dell'opera.

3.6 F – Sistema paesaggistico

3.6.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

L'individuazione del nesso di causalità tra le scelte di progetto e il contesto paesaggistico consta nell'individuazione di quelle azioni che potenzialmente possono incidere sui valori e sui caratteri del paesaggio della Valle dell'Aniene.

Le scelte di progetto lette nella dimensione Costruttiva, intesa come l'insieme delle attività necessarie alla realizzazione degli interventi in linea alla metodologia assunta per la presente analisi ambientale, possono, per quanto specificatamente attiene al sistema paesaggistico, dar luogo ad alterazioni a beni culturali connotanti il contesto paesaggistico o alterare la percezione dei valori di paesaggio per deconnotazione.

In estrema sintesi la correlazione Azioni di progetto – fattori causali e impatti potenziali per il sistema paesaggistico sono riassunte nella successiva Tabella 3-36.

Azioni		Fattori causali	Impatti potenziali
AC.01	Approntamento aree di cantiere	Interferenza con beni paesaggistici	Alterazione di beni culturali e storico testimoniali
AC.02	Scavi e sbancamenti		
AC.04	Rinterri		
AC.05	Posa in opera di elementi prefabbricati	Intrusione fisica di nuovi elementi nel paesaggio	Modificazione delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo
AC.07	Realizzazione pozzetti		

Tabella 3-36 Correlazione Azioni di progetto – fattori causali e impatti potenziali per il sistema paesaggistico nella Dimensione Costruttiva

3.6.2 Alterazioni ai beni del patrimonio culturale e storico testimoniale

Il concetto di patrimonio culturale è rappresentato dai beni soggetti a disposizioni di tutela in base al D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. Facendo propria tale definizione, la trattazione in merito a potenziali effetti sui beni del patrimonio culturale, come definito all'articolo 2 del citato Decreto, è basata sull'analisi degli effetti dovuti alle fasi di approntamento della cantierizzazione in prossimità di beni culturali di cui agli art. 10 e 11 e i beni paesaggistici indicati all'articolo 134.

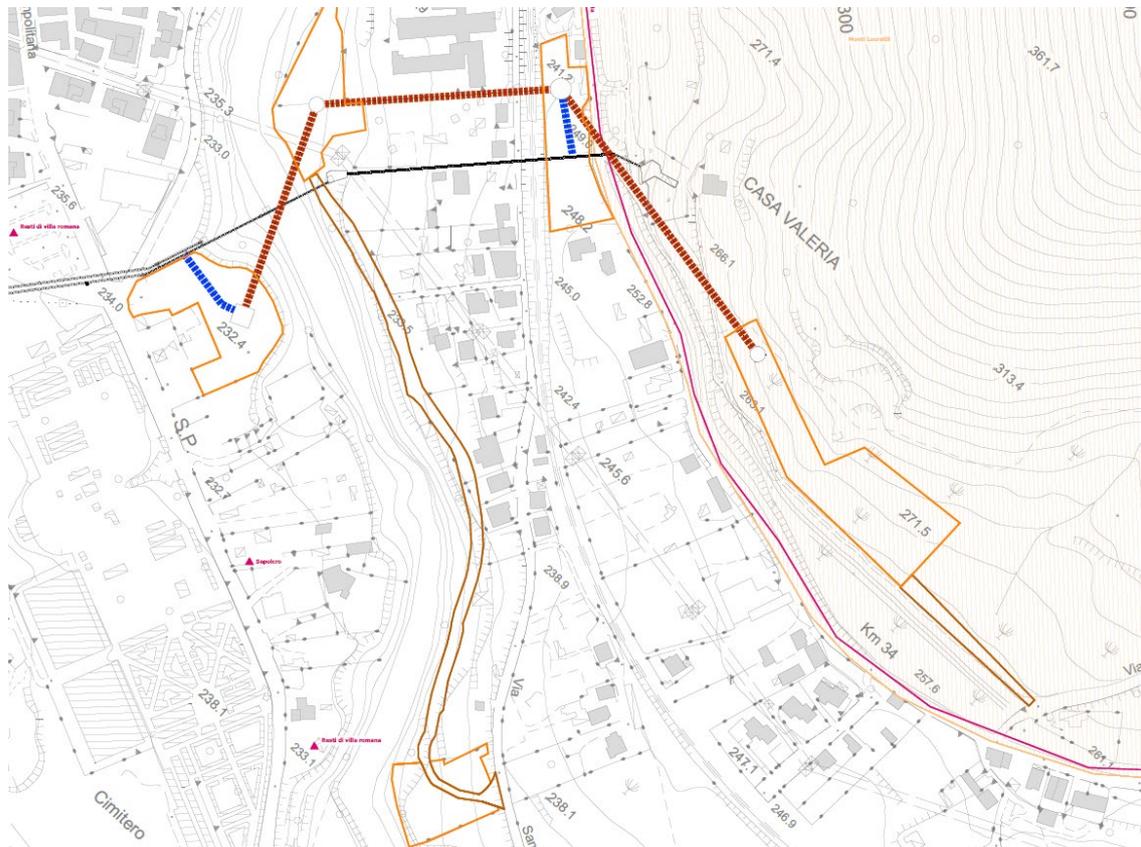
L'indagine condotta alla Parte II del presente Studio ha messo in evidenza la rilevante consistenza di beni di interesse culturale dichiarato e di beni paesaggistici che connotano la bassa Valle dell'Aniene. L'indagine più che una mera ricognizione di detti beni ha permesso la ricostruzione del sistema di strutturazione della valle storicamente oggetto di interesse per lo sfruttamento della risorsa idrica.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

In tale contesto di maggiore rilevanza sono le aree di notevole interesse pubblico oggetto di vincolo dichiarativo ai sensi dell'art. 136 co. 1 lett. c) e d) del DLgs 42/2004. Le perimetrazioni individuate dall'Amministratore volgono alla tutela delle bellezze panoramiche frutto dell'interazione di fenomeni ambientali e antropici che nella valle dell'Aniene si traducono in caratteri geomorfologici complessi, versanti boscati e l'insediamento di *Tibur*.

Nello stralcio in Figura 3-28 sono rappresentate le categorie di beni che più connotano il contesto paesaggistico di riferimento in relazione alle opere in progetto e le aree di cantiere necessarie alla sua realizzazione. Ciò che si evidenzia e più dettagliatamente reso nell'elaborato grafico "Carta delle valenze artistiche, architettoniche, storiche e archeologiche" i luoghi scelti per l'approntamento delle aree di cantiere fisso non interessano alcun bene di interesse culturale dichiarato di cui all'art. 10 del DLgs 42/2004, gli unici beni interessati sono quelli paesaggistici in particolar modo Aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 co. 1 lett. c) e d) del medesimo Decreto.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Immobili e aree di notevole interesse pubblico *
(art.134 co.I lett. a) e art. 136 D.Lgs. 42/2004)



Beni d'insieme, vaste località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche e zone di interesse archeologico

Patrimonio identitario regionale*
(art.134 co.I lett. c) D.Lgs. 42/2004)



Testimonianze puntuali e lineari dei caratteri archeologici

Figura 3-28 Beni del patrimonio culturale individuati tramite consultazione del PTPR Lazio approvato don DCR n.5 del 21/04/2021, Tavola B- beni paesaggistici

Alla base delle motivazioni dell'imposizione di vincolo dei Monti Lucretili con DM del 27/10/1975 vi sono i valori del paesaggio percepito che nel caso in specie sono da rintracciarsi nella conformazione geomorfologica del contesto, motivazione per cui si ritiene necessario approfondire l'analisi per l'area di cantiere per la realizzazione del Pozzo PZ1 nella Zona denominata Monti Lucretili in quanto nel suo insieme costituisce paesaggio pittoresco nella varietà degli aspetti che contraddistinguono il comprensorio al cui interno è possibile riscontrare la presenza di numerosi punti di visuale panoramica sulla Campagna Romana, Roma, i Colli Laziali e la Vallata dell'Aniene. A tal fine l'analisi è supportata dallo strumento della fotosimulazione dal punto di vista indicato in Figura 3-29 preso lungo la via Tiburtina.

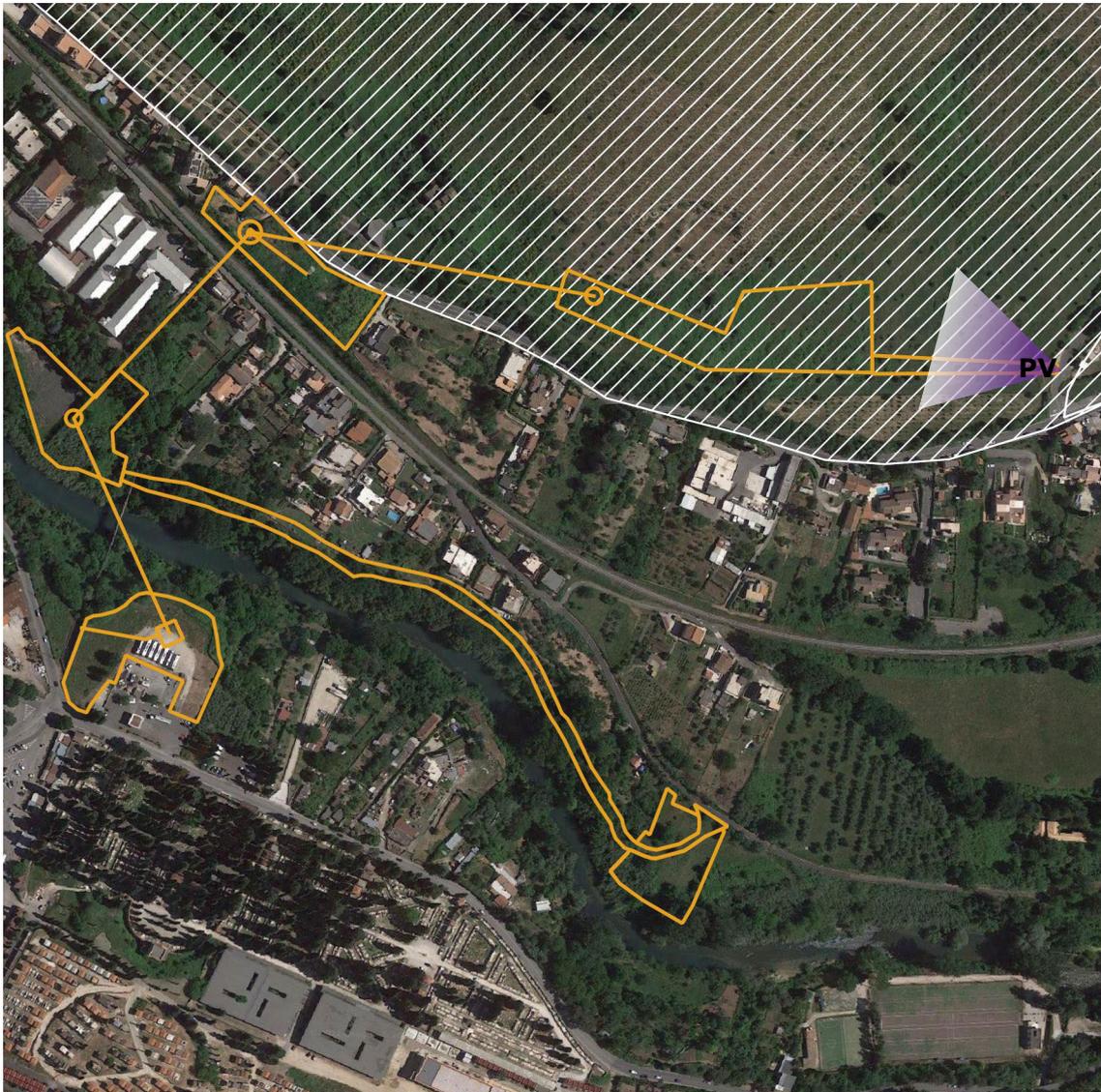


Figura 3-29 Area di cantiere Pozzo PZ1, individuazione del punto di vista per l'analisi

Come si evince dalla precedente immagine e ancor meglio nella successiva Figura 3-30 l'area di cantiere sarà allestita in prossimità di un'area connotata cenosi vegetazionali con dominanza di piante a portamento arbustivo e piante con di ulivo le condizioni di panoramicità sono limitate al riconoscimento del profilo dei Monti Ripoli e dei Monti Tiburtini, mentre la valle fluviale è percepibile esclusivamente per la presenza della tipica formazione boschiva a "tunnel" che contraddistingue la vegetazione riparia. Dal confronto con l'immagine in corso d'opera in Figura 3-31 al quadro percepibile appena descritto si somma la temporanea presenza dei mezzi di cantiere che inevitabilmente alterano la condizione percettiva relativamente al primo piano; resta inalterata la possibilità di percepire gli elementi che definiscono lo skyline.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Figura 3-30 Pozzo PZ1, condizioni percettive ante operam



Figura 3-31 Pozzo PZ1, condizioni percettive in corso d'opera

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Nella stima di potenziali effetti si tiene conto del carattere temporaneo delle attività di realizzazione. Di fatti il progetto prevede per ogni area di cantiere la possibilità di ripristino delle condizioni *ex ante*, come reso in evidenza nella successiva immagine dove viene simulata la condizione percettiva al termine delle lavorazioni e dove si evidenzia “l’inconsistenza” delle opere in superficie ridotte alla sola accessibilità al pozzo PZ1.



Figura 3-32 Pozzo PZ1, condizioni percettive in post operam

Altra categoria di beni paesaggistici interessati dalle aree di cantiere fisso sono le zone di interesse archeologico di cui all’art. 142 co. 1 lett. m) e art. 143 co.1 lett. e) DLgs 42/2004.

Aree in cui l’approntamento delle aree di cantiere, le operazioni di scavo e sbancamento e i successivi rinterri possono dar luogo a potenziali alterazioni di beni culturali, nella fattispecie al potenziale archeologico della Valle dell’Aniene.

Come prima brevemente accennato il contesto in cui si inserisce l’opera è connotato dalle permanenze di diverse fasi di infrastrutturazione e territorializzazione i cui segni ad oggi ne delineano le fondamenta nella lettura dei caratteri del paesaggio.

La storica infrastrutturazione della valle dell’Aniene avviene anche per via della realizzazione della via Tiburtina Valeria, prolungamento della Tiburtina da Tivoli fino all’Adriatico. Costruita dal censore *Valerius Maximus* che riutilizzò i percorsi di transumanza e collegava *Tibur* (Tivoli) a *Varia* (Vicovaro) per superare un salto di quota di 300 metri tramite un secondo tracciato definiti *Valeria vetus* e *Valeria nova* che si ricongiungevano all’altezza di Riofreddo.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Entrando nel merito del rapporto intercorrente tra le aree di cantiere fisso e zone di interesse archeologico emerge che le aree di cantiere per la realizzazione del pozzo PZI e PZ2 ricadono interamente nelle fasce di rispetto della linea archeologica rappresentata dal tracciato della Tiburtina Valeria, le aree di cantiere per la realizzazione di PZ3 e PZ4 interessano marginalmente aree di rispetto di beni puntuali individuati dal PTPR.

A fronte di tali considerazioni, non essendo possibile escludere la possibilità di ritrovamenti nel sottosuolo di materiale archeologico, in fase di cantiere si auspica l'applicazione di misure e accorgimenti preventive per quanto concerne gli aspetti di rilevanza archeologica.

Nel caso di ritrovamenti di resti antichi o di manufatti nel sottosuolo, si darà immediata comunicazione alla Soprintendenza competente con arresto dei lavori.

A fronte di quanto emerge dalle verifiche condotte, si ritiene che la significatività del potenziale impatto sia da considerarsi trascurabile.

3.6.3 Modificazione delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

Il termine paesaggio «*designa 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*». La definizione, univoca e condivisa, data dalla Convenzione Europea del Paesaggio⁷ è il prodotto di un dibattito sul paesaggio oggetto di strumenti legislativi sin dal primo Novecento che supera in via definitiva la distinzione a livello teorico tra paesaggio e ambiente riconoscendo come paesaggio il prodotto dell'opera dell'uomo sull'ambiente naturale a prescindere dalla dimensione estetica che aveva trovato espressione nell'emanazione delle leggi per la tutela dei beni culturali e paesaggistici volute dal Ministro Bottai nel 1939.⁸

L'analisi sui rapporti intercorrenti tra le iniziative progettuali e i caratteri del paesaggio della Valle dell'Aniene muove dal riconoscimento dei valori paesaggistici e come questi vengono percepiti per poter fornire gli elementi necessari alla verifica di potenziali alterazioni nella percezione di detti valori.

Le peculiarità del contesto percettivo della Valle dell'Aniene sono inscindibilmente legate a fattori di contesto individuati come determinanti nella formazione del mosaico paesaggistico in particolare da quegli elementi in cui sono riconosciuti peculiarità a carattere percettivo o rappresentativi dell'identità territoriale.

Nel caso in specie tali elementi sono da rintracciarsi nell'andamento morfologico, dalle peculiarità geomorfologiche della bassa valle dell'Aniene, dalle condizioni di

⁷ Convenzione Europea del Paesaggio art. 1 "Definizioni" adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa nel 2000, ratificata dall'Italia con Legge n.14 del 2006.

⁸ Legge n. 1089/1939 "Tutela delle cose di interesse artistico o storico"; Legge n.1497/1939 "Tutela delle bellezze paesistiche".

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

panoramicità che l'Amministratore ha inteso tutelare con specifici provvedimenti e dagli assi di strutturazione urbana: via Tiburtina Valeria e via Empolitana.

Le potenzialità di visibilità delle aree di cantiere fisso sono stabilite a partire dall'analisi di frequentazione degli assi stradali che attraversano la valle e la densità delle quinte paesaggistiche che caratterizzano la visuale che in ragione delle caratteristiche del contesto paesaggistico sono da riferirsi principalmente alle quinte arboree lungo strada.

Come precedentemente accennato, fondamentali negli aspetti legati alla percezione del paesaggio sono gli assi di strutturazione urbana che da Tivoli segnano la bassa e la media valle dell'Aniene consentendo di ottenere visuali aperte e in taluni casi dirette sulle aree di cantiere previste dal progetto.

Tali potenzialità, come meglio si evince dal repertorio fotografico realizzato per la verifica e la definizione dell'area di visualità verso le aree di progetto è ridotta ai soli punti di vista dalla viabilità utilizzata per l'accesso alle singole aree di cantiere o di lavoro.

L'analisi a supporto della stima di potenziali modifiche delle condizioni percettive è stata effettuata tramite l'ausilio della fotosimulazione. I punti di vista per gli approfondimenti sottoesposti sono stati scelti in funzione del grado di visibilità sull'area di cantiere e dello specifico contesto della città di Tivoli in cui dette aree ricadono.

Nello schema sotto si evidenziano i punti di vista ritenuti significativi per la definizione dell'entità dell'effetto atteso.

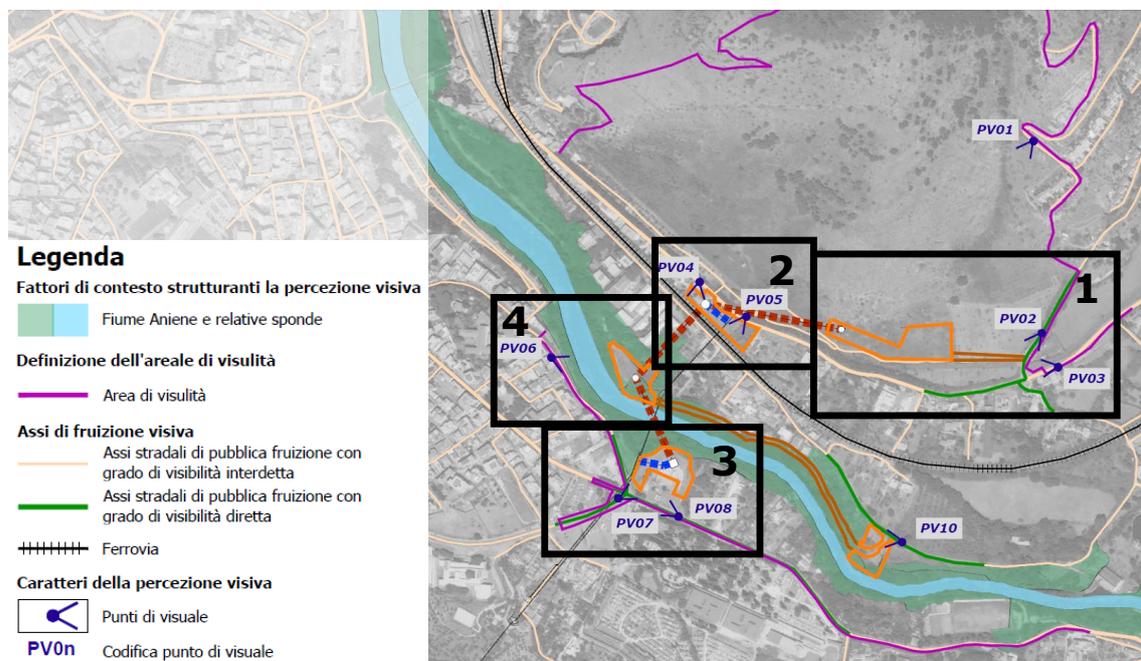


Figura 3-33 Stralcio dell'elaborato A258SIAD0271 con individuazione dei punti di vista ritenuti significativi su base

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Rimandando alle considerazioni del precedente paragrafo 3.6.2 per l'area e i punti di vista del primo riquadro indicato nella precedente immagine perché, come più volte sottolineato le visuali dirette sull'area di cantiere PZ1 sono, in questa sede considerate rilevanti nella stima di potenziali alterazioni al paesaggio inteso come patrimonio culturale in quanto l'area di PZ1 ricade interamente in aree dichiarate di notevole interesse pubblico ai termini dell'art. 136 co.1 lett. c) e d) del D.lgs. 42/2004, l'analisi prosegue per quei punti di vista da cui è possibile la percezione delle aree di cantiere PZ2 e PZ4 indicati nei riquadri 2 e 3 in Figura 3-33.

In merito all'area di cantiere PZ2 i punti di vista possibili sono quelli numerati con PV04 e PV05, uno il controcampo dell'altro, esemplificativi della duplice condizione di visibilità dell'area: da PV04, la visibilità è interdetta dagli edifici che si attestano sulla Tiburtina, da PV05 la visibilità è diretta sull'accesso all'area di cantiere così come si evince chiaramente dal confronto delle successive immagini.



Figura 3-34 Confronto tra le visuali esperibili da PV04 a sinistra dell'immagine e da PV05

In tal caso la scelta del punto di vista per la realizzazione della fotosimulazione è in corrispondenza di PV05. La restituzione dello scenario nel determinare potenziali effetti è quella di definire la linea temporale dell'effetto: evidenziando la condizione ante operam, la condizione di inevitabile alterazione in corso d'opera e quella definitiva in post operam. Quanto ne risulta è che l'alterazione del "quadro scenico" consolidato nella scena urbana avviene in via temporanea nella sola fase di realizzazione delle opere. In linea generale si afferma che considerata la natura degli interventi necessariamente concepiti per svilupparsi in via definitiva in sotterraneo con la possibilità di prevedere già in fase progettuale il ripristino, l'alterazione della percezione dello skyline urbano di Tivoli dalla Tiburtina Valeria avvenga a causa di nuovi elementi introdotti nel paesaggio per una determinata e limitata frazione temporale.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Figura 3-35 Sequenza temporale delle potenziali alterazioni delle condizioni percettive: ante – corso d'opera – post operam

Analizzando nel dettaglio l'immagine, la peculiarità del punto di vista è la possibilità di cogliere lo skyline tiburtino connotato dalle addizioni urbane della prima metà del Novecento.



Figura 3-36 Condizione percettiva ante operam

Tale condizione, come meglio dimostrato nella successiva Figura 3-36 è inevitabilmente alterata esclusivamente in ciò che avviene nel "vuoto" in primo piano, ossia la presenza dell'area di cantiere colma temporaneamente l'area libera in primo piano senza per questo determinare alterazioni significative nella percezione dello skyline all'orizzonte.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Figura 3-37 Condizione percettiva in corso d'opera

Oltre alle considerazioni finora esposte, nella stima di potenziali effetti è da tenere in considerazione quanto previsto nel corso delle attività di progettazione per il corretto inserimento paesaggistico dell'opera e delle modalità di ripristino alla fine delle fasi realizzative di cui si dà rappresentazione nella successiva Figura 3-38. Si rimanda alla Parte 5 dello SIA per la trattazione dei temi riguardanti l'inserimento nel paesaggio del progetto di raddoppio dell'VIII Sifone.



Figura 3-38 Condizione percettiva post operam

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

In merito a potenziali modificazioni delle condizioni percettive per quelle aree in cui si hanno condizioni di visibilità diretta da assi ad alta frequentazione dalle successive immagini in Figura 3-39 è possibile verificare la condizione percettiva per l'area di cantiere utile alla realizzazione del pozzo PZ4 che sarà allestita in ambito urbano.

La percezione è in primo luogo condizionata dall'area di servizio e parcheggio costruita in area golenale in cui i caratteri propri della fascia fluviale vengono meno. L'ambito è quello dell'ultima fase di urbanizzazione della città tiburtina come è possibile dedurre dagli elaborati di analisi del PUG – DPI del Comune di Tivoli, area, dunque, già sottoposta a repentine trasformazioni, per cui si ritiene che la temporanea presenza di un'area di cantiere non possa ritenersi causa di modificazioni del quadro scenico connotato da elementi poco rappresentativi i caratteri dell'identità territoriale.



Figura 3-39 Visuale sull'area di cantiere PZ4

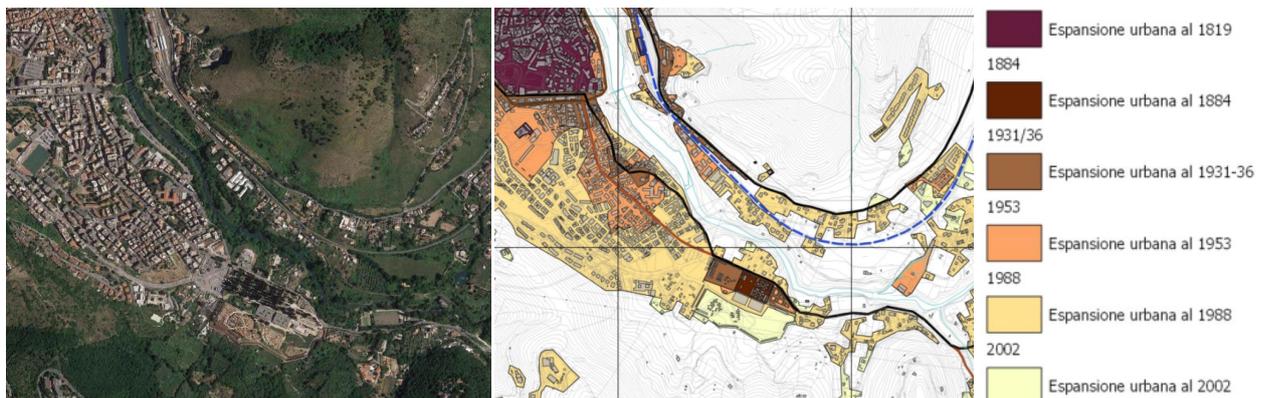


Figura 3-40 Confronto tra foto aerea Google Earth e elaborato di analisi del PUG – DPI del Comune di Tivoli: TAV 06A TAV_06A-Carta degli insediamenti storici degli insediamenti puntuali e delle addizioni urbane storicizzate dal 1019 al 2002

Le aree di cantiere in condizioni di visibilità filtrata in quanto poste in aree ad accessibilità limitata o lungo assi della viabilità minore a bassa frequentazione, il caso ritenuto esemplificativo è quello dell'area di cantiere per la realizzazione del pozzo PZ3 in quanto allestito in prossimità dell'area golenale dell'Aniene che a differenza del caso precedentemente analizzato è connotato in parte dalla

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

possibilità di percepire i caratteri che contraddistinguono la fascia fluviale, nonché dalla presenza di spazi pubblici accessibili.



Figura 3-41 Pozzo PZ3, condizioni percettive in ante operam

Come precedentemente accennato e confermato dalla Figura 3-41 il quadro scenico osservato è connotato dalle immagini in contrasto di aree naturali e seminaturali lungo l'Aniene con quella dello spazio pubblico accessibile qui rappresentato dal campo da gioco.

Una condizione che inevitabilmente subisce delle modificazioni durante la fase di lavorazione come rappresentato nella fotosimulazione in Figura 3-42.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Figura 3-42 Pozzo PZ3, condizioni percettive in corso d'opera

In linea con la metodologia di analisi adottata in questa sede lo strumento della fotosimulazione risulta il più efficace nel determinare l'effetto atteso nel caso specifico temporaneo come dimostra la successiva fotosimulazione in cui è possibile valutare la qualità dell'intervento di ripristino dello *status quo* e da cui è possibile notare, ancora una volta, l'inconsistenza dell'intervento al termine della fase costruttiva.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4



Figura 3-43 Pozzo PZ3, condizioni percettive post operam

A fronte di quanto finora esposto in merito ai possibili effetti sul sistema paesaggistico durante la fase costruttiva si ritiene che gli unici effetti da attendersi siano quelli di potenziali modificazioni del paesaggio percepito in ordine a due fattori di contesto determinanti nella conclusione dell'analisi condotta.

Il primo è che alla base del concetto di patrimonio culturale rappresentativo dei caratteri dell'identità territoriale interessato dalla cantierizzazione è quello della visuale da e verso le bellezze panoramiche tutelate ai sensi dell'articolo 136 co. 1 lett. c) e d) del D.lgs. 42/2004; il secondo è l'accessibilità delle superfici destinate alla cantierizzazione da assi ad alta frequentazione o in prossimità di aree utilizzate per attività ludico ricreative.

In tutti i casi analizzati è stato dimostrato grazie all'ausilio della fotosimulazione la temporaneità dell'effetto e della possibilità di ripristino totale dello stato dei luoghi al termine delle lavorazioni. Condizione che rende trascurabili potenziali modificazioni delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo.

3.7 G1 – Rumore

3.7.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sul clima acustico 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 emissioni acustiche	Compromissione del clima acustico
AC.02 Scavi e sbancamenti		
AC.03 Scavo con microtunnelling		
AC.04 Rinterri		
AC.05 Posa in opera di elementi prefabbricati		
AC.06 Realizzazione elementi gettati in opera		
AC.07 Realizzazione pozzetti		
AC.08 Movimentazione di materiale		

Tabella 3-37 -Rumore: Matrice di causalità – Dimensione Costruttiva

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

3.7.2 Compromissione del clima acustico

3.7.2.1 Metodologia di lavoro utilizzata

Lo studio acustico, finalizzato alla stima e verifica dei livelli di immissione indotti dalla realizzazione dell'opera in progetto, è esteso a tutti i ricettori compresi nell'area di studio definita cautelativamente come una distanza pari a circa 300 metri da ciascuna delle aree di cantiere.

Pertanto, è stata sviluppata un'analisi qualitativa e quantitativa dei potenziali impatti acustici indotti dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere previste dal progetto.

A partire dai dati inerenti la fase di cantierizzazione, l'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del "Worst Case Scenario", ossia individuando gli scenari operativi che tra tutti quelli possibili, risulta essere quello maggiormente rappresentativo delle condizioni più gravose dal punto di vista acustico in ragione dell'operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno delle aree di cantiere in funzione della tipologia di lavorazioni da eseguire, nonché della prossimità di dette aree di cantiere a ricettori ad uso abitativo e/o sensibili.

Sulla base di detto approccio, le principali fasi che hanno connotato lo svolgimento dello studio condotto possono essere sintetizzate nei seguenti termini:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

- **Analisi di contesto**

- Ricostruzione dei ricettori presenti all'intorno delle aree di cantiere e degli itinerari di cantierizzazione. Si specifica che oltre ai ricettori sono state valutate anche le interferenze indotte all'area protetta della riserva naturale Monte Catillo (EUAP 1038);
- Analisi dei Piani di classificazione acustica dei Comuni interessati dalle opere.

- **Individuazione degli scenari di simulazione**

Tale attività è stata condotta considerando la significatività dei potenziali effetti causati dall'impatto acustico di cantiere, la quale dipende dalla tipologia ed entità delle attività condotte nelle aree di cantiere fisso/di lavoro (parametri progettuali) e dalla tipologia e localizzazione dei ricettori, ossia dall'entità dei ricettori residenziali/sensibili presenti e dalla distanza che intercorre tra questi e le aree di cantiere.

Si è poi provveduto all'analisi di dettaglio del cronoprogramma dei lavori, il quale consente di verificare la durata della singola lavorazione o opera e di valutarne le eventuali sovrapposizioni temporali (e, conseguentemente, le possibili sovrapposizioni degli effetti laddove le aree di lavorazione siano fra loro relativamente vicine e poste all'interno della cosiddetta area di potenziale influenza, soggetta agli impatti cumulativi).

Nello specifico, anticipando quanto nel seguito meglio descritto, le aree di cantiere i cui effetti acustici possono essere ritenuti potenzialmente significativi e che, come tali, sono state oggetto degli studi modellistici di approfondimento sono state le seguenti:

- Aree di cantiere dei pozzi PZ1, PZ2, PZ3 e PZ4.

- **Costruzione degli scenari di simulazione**

Una volta individuati detti scenari, le successive operazioni condotte sono consistite in:

- Ricostruzione della morfologia del territorio interessato dalle attività di cantiere;
- Censimento dei ricettori presenti nell'intorno delle aree di cantiere individuate;
- Caratterizzazione acustica degli scenari di simulazione, attività consistente nella definizione, sotto il profilo acustico, delle sorgenti presenti all'interno delle aree di cantiere prese in esame.

Nello specifico, per ciascuna area di cantiere, sulla base del quadro dei mezzi d'opera definiti negli elaborati di cantierizzazione, per ciascun mezzo d'opera sono state definite percentuale di impiego, percentuale di operatività effettiva, e il livello di pressione sonora LP [dB(A)].

Nell'ambito della costruzione dei singoli scenari di simulazione sono stati presi in considerazione anche i flussi di cantierizzazione.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

- **Elaborazione ed analisi degli output della modellazione**

A partire dalle risultanze del modello di simulazione (mappature acustiche in $Leq(A)$, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo), i risultati così ottenuti sono stati posti a confronto con i valori limite assoluti di immissione ai quali sono soggetti i ricettori potenzialmente interessati in relazione alla zona acustica di appartenenza definita dal PCCA del Comune di competenza. Nello specifico, per ciascun ricettore sono stati stimati i livelli attesi in facciata ed il livello residuo.

Detta attività ha consentito di individuare i potenziali superamenti dei limiti acustici.

Con riferimento alla modellazione acustica si precisa che:

- Lo studio è stato condotto mediante il software simulazione SoundPlan 8.2.
- Le sorgenti emmissive 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 e con frequenza centrale pari a 500Hz.

- **Individuazione e dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica**

Assunto che, come nel seguito descritto, l'attività di verifica dei livelli acustici attesi rispetto ai valori assoluti di immissione ha evidenziato il possibile determinarsi di alcune situazioni di loro superamento, si è proceduto all'individuazione e dimensionamento di interventi di mitigazione acustica, consistenti in barriere antirumore posizionate lungo il perimetro delle aree di cantiere.

- **Verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione acustica**

Al fine di constatare l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica previsti e la loro capacità di ricondurre entro i valori limite assoluti di immissione i livelli acustici ai quali sono potenzialmente soggetti i ricettori che presentavano dei superamenti, sono stati implementati gli scenari modellistici precedentemente elaborati, per l'appunto inserendo detti interventi di mitigazione acustica, e confrontati i valori così ottenuti con i limiti assoluti di immissione definiti dal PCCA del comune di Tivoli.

3.7.2.2 Il modello di simulazione SoundPlan

Il modello di calcolo utilizzato è SoundPlan versione 8.2: un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato. Questo modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da quelle infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a quelle fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti energetici, etc.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

SoundPlan è uno strumento previsionale ad “ampio spettro”, progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici.

Tra i diversi standard di propagazione acustica per le strade, ferrovie o infrastrutture industriali, disponibili all’interno del software, è presente inoltre CNOSSOS – EU Road: 2015 riconosciuto dal Decreto Legislativo 17 febbraio 2017 n.42 «Attuazione della direttiva UE 2015/996 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio.

L’area di studio viene caratterizzata orograficamente mediante l’utilizzo di file georeferenziati con la creazione di un DGM (Digital Ground Model) ottenuto attraverso algoritmo TIN (Triangular Irregular Network), che è ritenuto il più attendibile per la realizzazione di modelli digitali del terreno partendo da mappe vector. Questo sistema sfrutta alcune potenzialità del DEM (Digital Elevation Model) come la possibilità di mediare le distanze tra le isoipse, ma introduce, in caso di soli punti quotati noti, la tecnica di triangolazione ad area minima, crea cioè una serie di triangoli tridimensionali, i quali hanno come vertici i punti quotati noti e con la minor area possibile e attribuisce a queste aree triangolari valori di quota calcolati sulla differenza dX , dY e dZ , ovvero le pendenze dei versanti.

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall’innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all’interno di scenari virtuali tridimensionali.

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre, i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall’utente.

Il software permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricettore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l’orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricettore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio, in grado di effettuare calcoli statistici relativi all’impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell’area di studio, seguendo i dettati delle ultime normative europee.

In ogni caso, SoundPlan presenta un’ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente.

I dati di input del modello sono i seguenti:

- Cartografia 3D: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- Sorgenti stradali: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- Edifici: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- Griglia di calcolo: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;
- Tempi di riferimento: secondo quanto predisposto dalla legge n°447 26/10/1995 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

3.7.2.3 Individuazione degli scenari di simulazione

Come già anticipato, 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.

L'analisi del cronoprogramma ha permesso di selezionare le attività ritenute più gravose in termini di impatto acustico e vicinanza di più lavorazioni contemporanee che potrebbero generare la sovrapposizione degli impatti dovuti al rumore di cantiere.

A tal fine è stato considerato un unico scenario di simulazione di cantiere, rappresentato dalle aree di lavoro relative ai 4 pozzi di spinta ed arrivo del microtunneling previsto per la realizzazione dell'opera in progetto.

Le attività considerate all'interno dello scenario sono le seguenti:

- Scavo del pozzo PZ1 nel cantiere base presso Casa Valeria;
- Realizzazione della palificata per i pozzi PZ2, PZ3 e PZ4 nelle relative aree di cantiere.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Di seguito viene illustrata la localizzazione di ciascuna delle aree di cantiere previste.

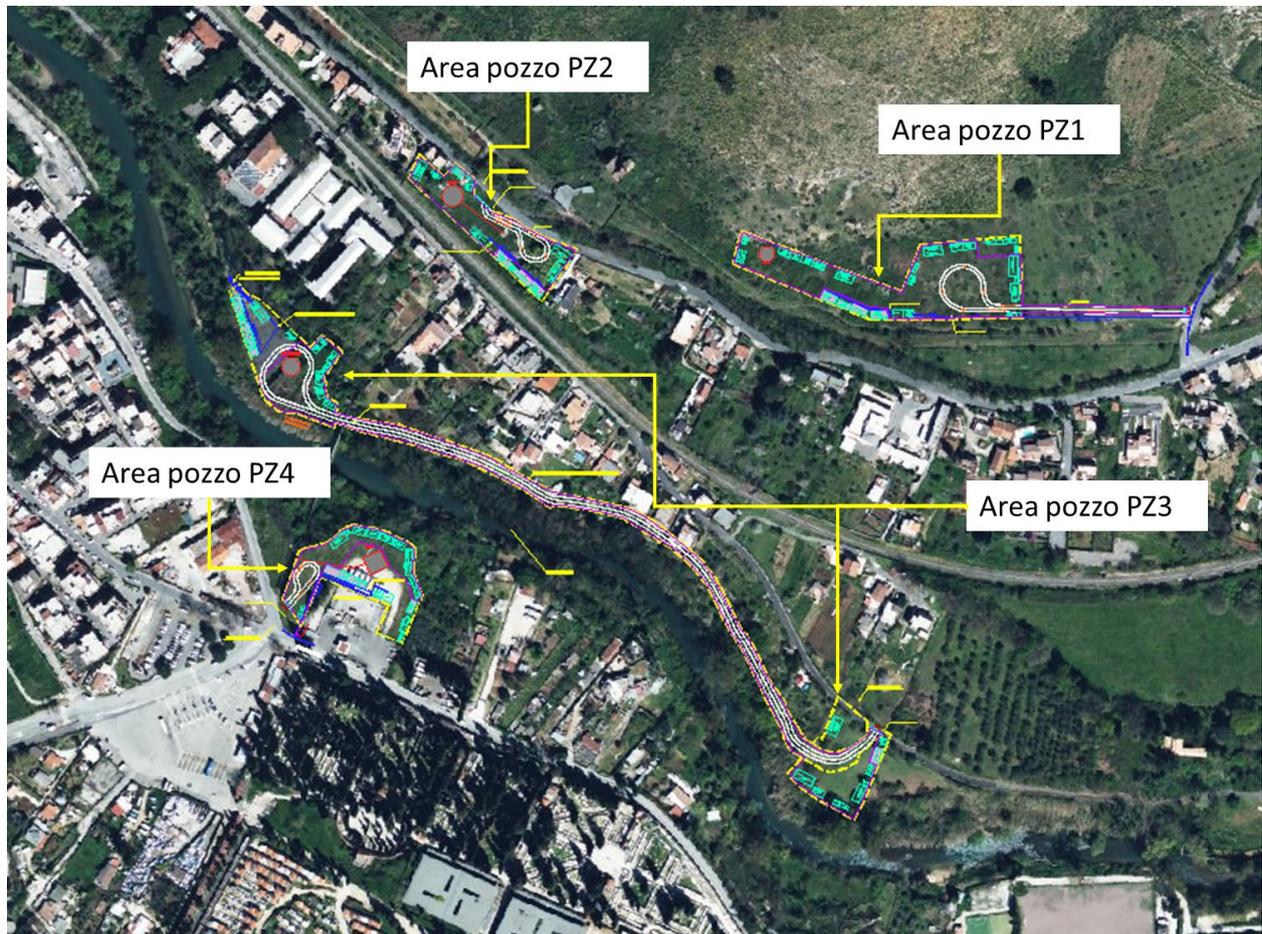


Figura 3-44 Rappresentazione delle aree di cantiere

Per ciascuno scenario, le attività sopra citate sono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di cantiere peggiore in termini di impatto acustico.

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 per i cantieri fissi nel solo periodo diurno, ovvero nell'arco temporale tra le 6:00 - 22:00.

In virtù di quanto detto lo scenario assunto nelle simulazioni acustiche previsionali è

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

rappresentato dalle seguenti aree di cantiere e relativi macchinari:

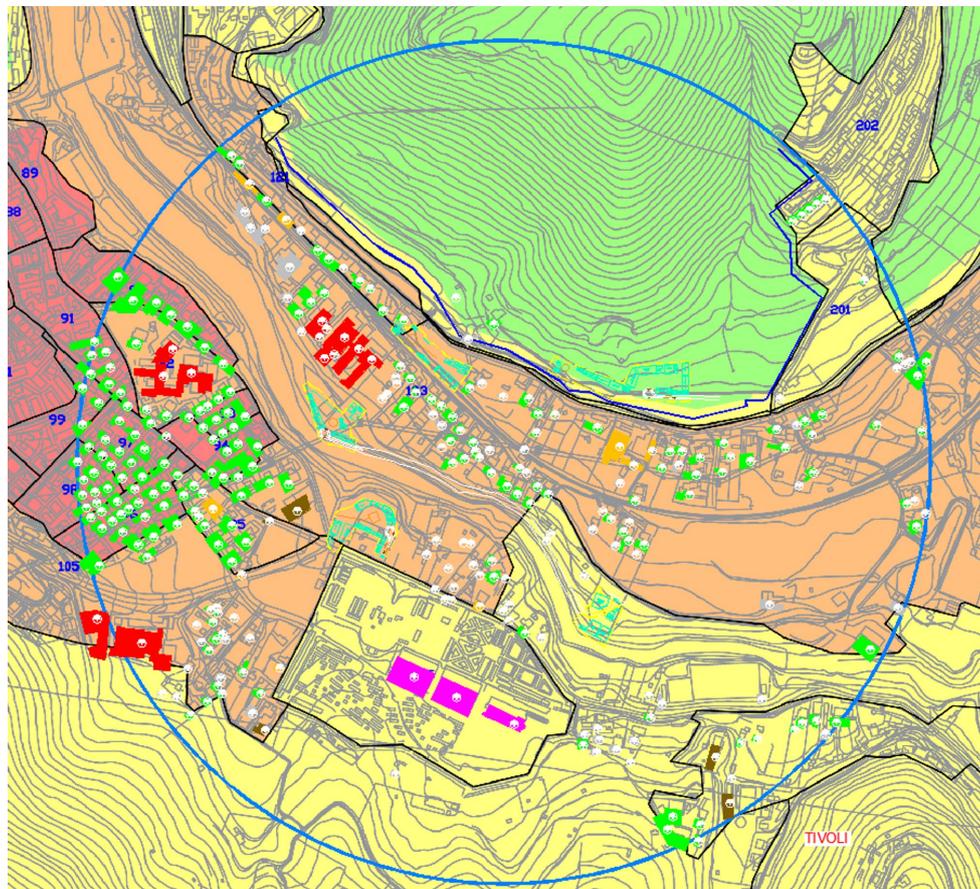
Area di cantiere	Attività	Macchina di cantiere
Area pozzo PZ1	Scavo del pozzo	Escavatore
		Piccolo escavatore
		Pala Gommata
		Gru mobile
		Camion
Aree pozzi PZ2, PZ3 e PZ4	Realizzazione pali secanti per diaframmi del pozzo	Macchina per pali
		Pompa cls carrata
		Escavatore
		Gru mobile
		Compressore
		Camion

Tabella 3-38 Caratterizzazione degli scenari oggetto di studio riferiti alla fase di Corso d'Opera individuati secondo la metodologia del "worst case scenario"

3.7.2.4 Analisi dello scenario corso d'opera ante mitigazione

3.7.2.4.1 Censimento ricettori

Come già riportato nella parte 2 del presente documento, una volta definito lo scenario di simulazione, si è proceduto ad effettuare un censimento dei ricettori ricadenti nell'ambito di studio, definito come una distanza pari a circa 300 metri ciascuna delle aree di cantiere, ovvero un raggio di circa 650 metri dal baricentro delle stesse, distinguendo i ricettori sensibili e a destinazione d'uso abitativa e commerciale dagli altri ricettori quali industriali, box ed edifici annessi.



Legenda

— Ambito di studio acustico (650 m)

Classificazione acustica

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI

Ricettori

■ Residenziale ■ Industriale
■ Scolastico ■ Box/Rudere
■ Commerciale ■ Religioso

Figura 3-45 Stralcio della carta censimento ricettori e zonizzazione acustica

3.7.2.4.2 Dati di input

Il primo step dell'analisi consiste nella ricostruzione della morfologia del territorio interessato dalle attività di cantiere. Nello specifico, è stata considerata l'orografia del territorio secondo l'assetto naturale ed antropico dell'area di studio. La modellazione tiene conto, pertanto, anche dell'attuale assetto infrastrutturale e della presenza degli edifici.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

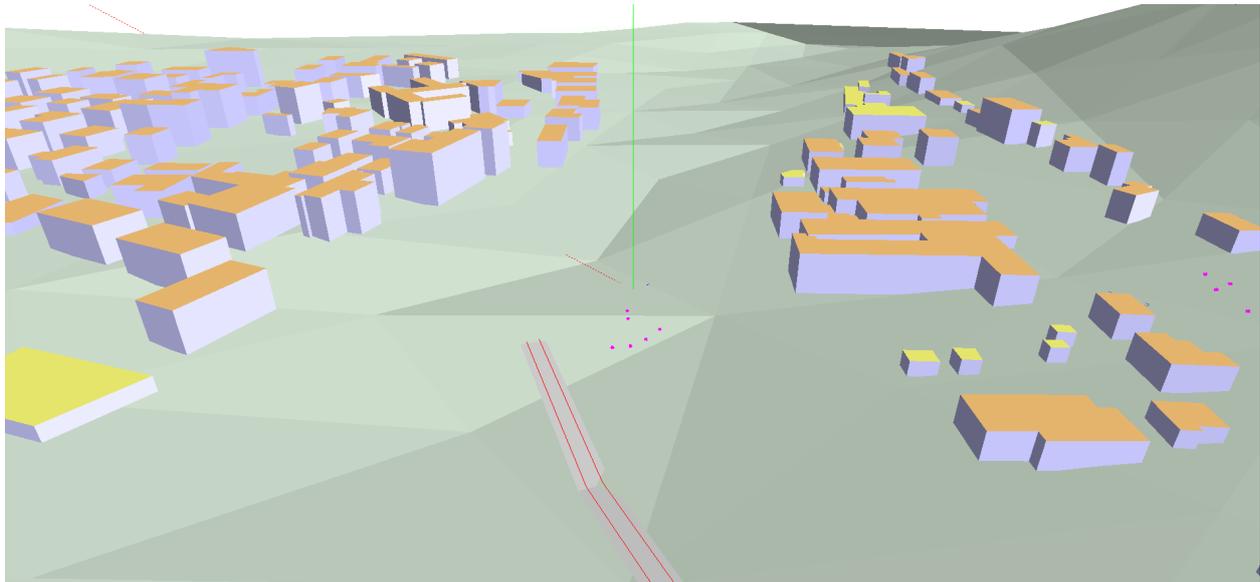


Figura 3-46 Vista 3D della modellazione acustica (in rosa le sorgenti puntiformi)

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 e con frequenza centrale pari a 500 Hz. Nelle seguenti tabelle sono descritti i macchinari impiegati, la percentuale di impiego e di operatività effettiva considerate, oltreché le caratteristiche emissive dei mezzi in termini di livello di potenza sonora (LP) espresse in dB(A).

Per percentuale di impiego si intende la potenza con cui la macchina è impegnata all'interno della attività considerata, mentre la percentuale di attività effettiva è definita come la quantità di tempo di effettivo funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo di impiego. In via cautelativa, per tutti i mezzi di cantiere è stata considerata una percentuale di impiego pari al 100%.

Area PZ1 – Scavo pozzo			
Mezzi di Cantiere	Numero	% operatività effettiva	LP [dB(A)]
Escavatore	1	50,0	107,2
Piccolo escavatore	1	50,0	93,9
Pala Gommata	1	60,0	102,6
Gru mobile	1	50,0	96,4
Camion	1	50,0	101,9

Aree PZ2, PZ3 e PZ4 – Realizzazione Pali			
Mezzi di Cantiere	Numero	% operatività effettiva	LP [dB(A)]
Macchina per pali	1	50,0	109,5
Pompa cls carrata	1	50,0	106,3
Escavatore	1	50,0	107,2
Gru mobile	1	50,0	96,4
Compressore	1	100,0	97,5

Aree PZ2, PZ3 e PZ4 – Realizzazione Pali			
Mezzi di Cantiere	Numero	% operatività effettiva	LP [dB(A)]
Camion	1	50,0	101,9
Camion*	1	50,0	101,9
Pala Gommata*	1	60,0	102,6

**Mezzi considerati unicamente per l'area di cantiere sud del PZ3*

Tabella 3-39 Dati input di modellazione acustica per lo scenario di cantiere

Per quanto concerne l'operatività del cantiere è stato considerato un unico turno di lavoro della durata pari a 8 ore nel periodo diurno (06:00 – 22:00).
 Infine, per quanto concerne il traffico di cantiere indotto dalle lavorazioni esso è stato quantificato in 2 v/h bidirezionali pesanti, impostando una velocità di 30km/h per la percorrenza degli stessi sulle piste di cantiere e di 50km/h per la percorrenza dei veicoli di cantiere sulla viabilità ordinaria.

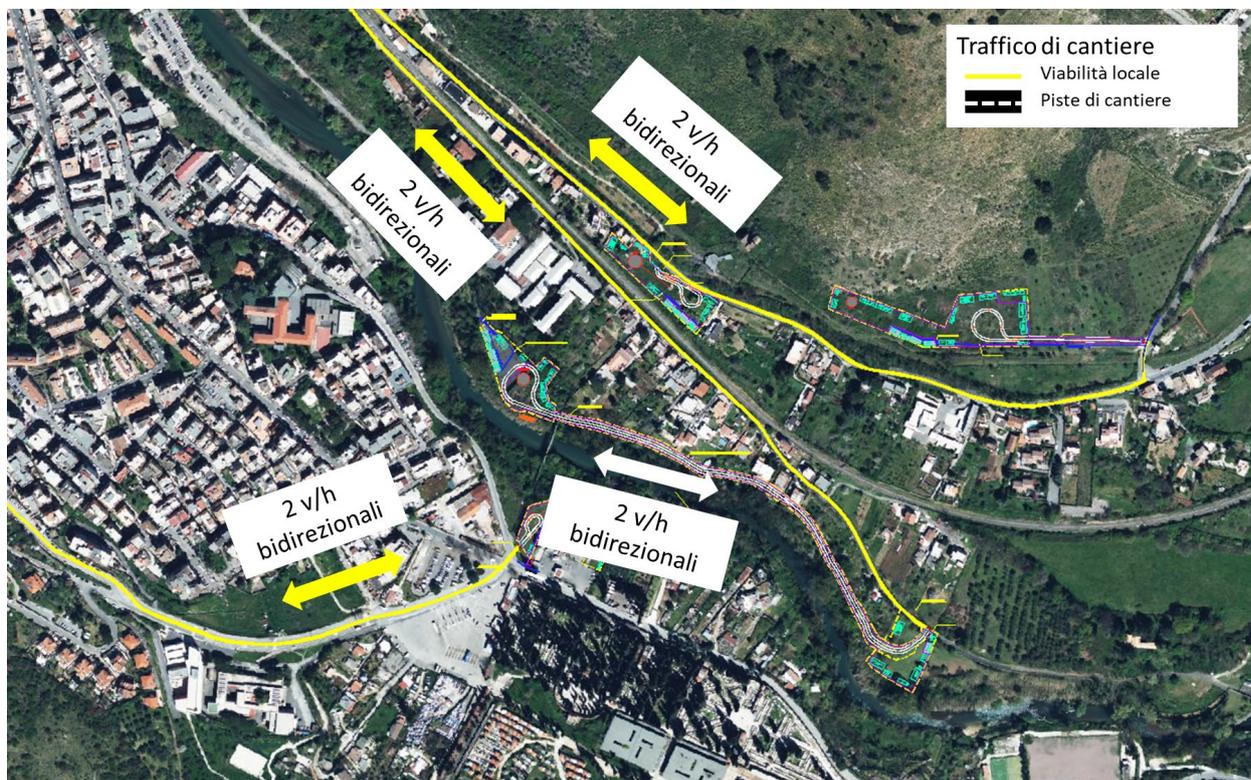


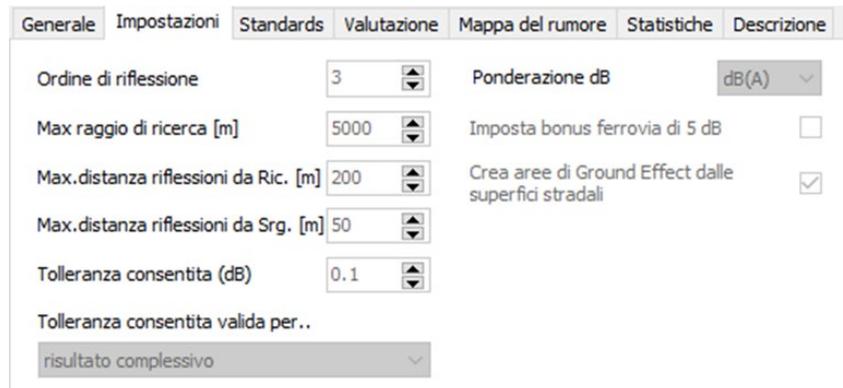
Figura 3-47 Rappresentazione della viabilità di cantiere

3.7.2.4.3 Dati di output

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

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Inoltre, sono stati calcolati i valori puntuali in corrispondenza di ciascun ricettore residenziale calcolati ad 1 metro dalla facciata per ciascun lato dell'edificio per ciascun piano.



The screenshot shows the 'Impostazioni' (Settings) tab in SoundPlan 8.2. The settings are as follows:

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Ordine di riflessione	3	Ponderazione dB	dB(A)
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Crea aree di Ground Effect dalle superfici stradali	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50		
Tolleranza consentita (dB)	0.1		
Tolleranza consentita valida per..	risultato complessivo		



The screenshot shows the 'Mappa del rumore' (Noise Map) tab in SoundPlan 8.2. The settings are as follows:

Parametro	Valore
Calcola nuova mappa	<input checked="" type="radio"/>
Spaziatura griglia [m]	10
Altezza da terra [m]	4
Ricalcola mappa	<input type="radio"/>
Area di ri-calcolo:	[Empty text box]

Figura 3-48 Impostazioni di calcolo in SoundPlan 8.2

Per la mappatura acustica si riporta uno stralcio in Figura 3-49 e si rimanda all'elaborato grafico "A258-SIA-D-035-2 - Clima acustico – fase di cantiere ante mitigazioni", mentre in appendice I del presente documento si riporta il confronto con i valori acustici calcolati dal modello previsionale in prossimità dei ricettori residenziali limitrofi all'area di intervento e i valori limite assoluti di immissione, come previsto dalla normativa, rappresentata dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 recante "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

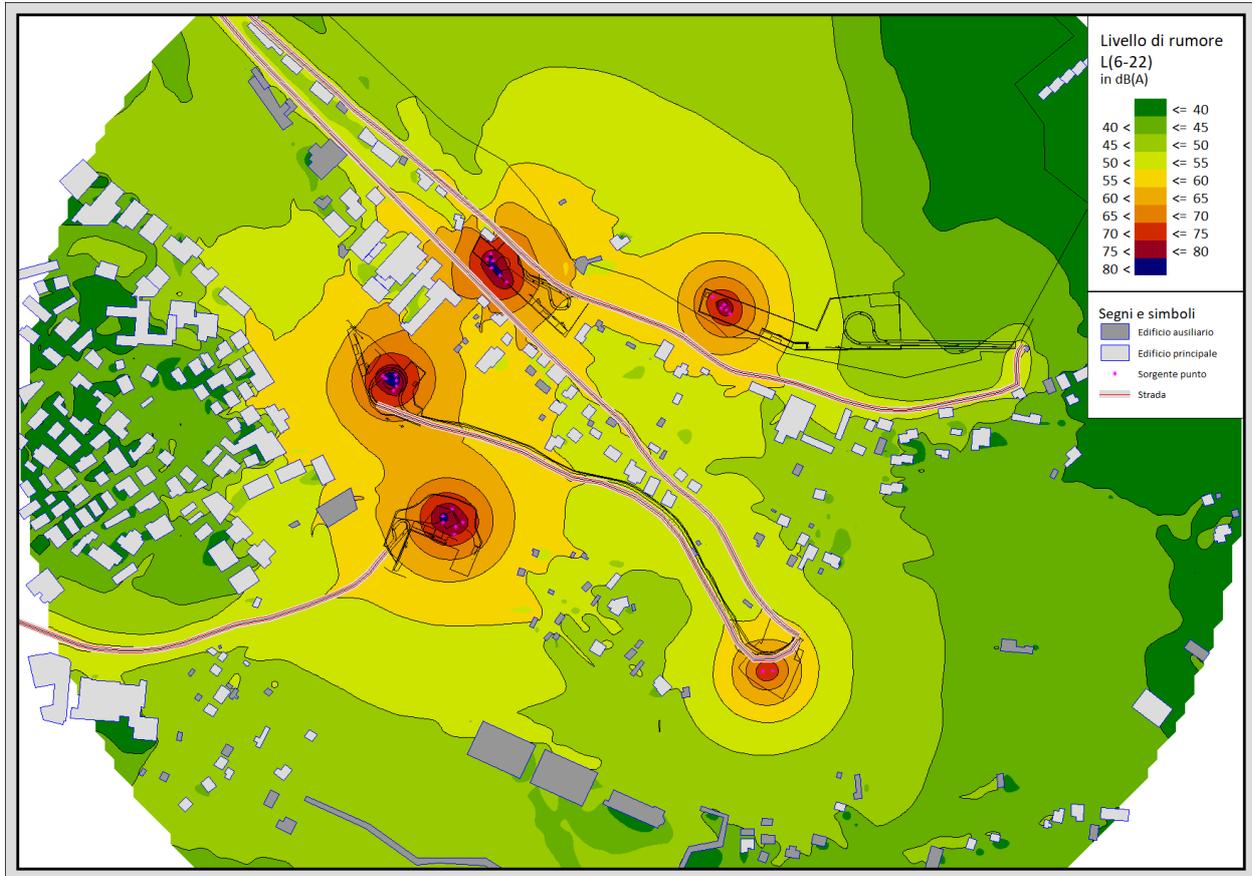


Figura 3-49 Stralcio della mappatura planimetrica ante mitigazione dei livelli acustici in Leq(A) calcolata ad un'altezza di 4 metri dal suolo

La seguente Tabella 3-40 illustra gli edifici che presentano un superamento dei limiti acustici di immissione previsti dal PCCA del comune di Tivoli.

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R049	PT	Residenziale	50	-	57,3	-	7,3	-
R049	P1	Residenziale	50	-	57,7	-	7,7	-
R049	P2	Residenziale	50	-	58,1	-	8,1	-
R052	PT	Residenziale	60	-	72,1	-	12,1	-
R052	P1	Residenziale	60	-	72,9	-	12,9	-
R053	PT	Residenziale	60	-	64,6	-	4,6	-
R053	P1	Residenziale	60	-	66,3	-	6,3	-
R053	P2	Residenziale	60	-	67,2	-	7,2	-
R103	PT	Residenziale	60	-	60,6	-	0,6	-
R103	P1	Residenziale	60	-	59,3	-	-	-
R103	P2	Residenziale	60	-	59,2	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R104	PT	Residenziale	60	-	60,8	-	0,8	-
R104	P1	Residenziale	60	-	60,3	-	0,3	-
R106	PT	Residenziale	60	-	60,2	-	0,2	-
R106	P1	Residenziale	60	-	60,8	-	0,8	-
R107	PT	Residenziale	60	-	67,6	-	7,6	-
R107	P1	Residenziale	60	-	69,2	-	9,2	-
R108	PT	Residenziale	60	-	68,7	-	8,7	-
R108	P1	Residenziale	60	-	70,9	-	10,9	-
R109	PT	Scuola	60	-	65,5	-	5,5	-
R109	P1	Scuola	60	-	66,6	-	6,6	-
R109	P2	Scuola	60	-	66,9	-	6,9	-
R109	P3	Scuola	60	-	66,9	-	6,9	-
R110	PT	Scuola	60	-	62,8	-	2,8	-
R110	P1	Scuola	60	-	63,8	-	3,8	-
R111	PT	Scuola	60	-	53,7	-	-	-
R111	P1	Scuola	60	-	62	-	2	-
R113	PT	Scuola	60	-	59,6	-	-	-
R113	P1	Scuola	60	-	60,3	-	0,3	-
R113	P2	Scuola	60	-	61,1	-	1,1	-
R260	PT	Residenziale	60	-	59,2	-	-	-
R260	P1	Residenziale	60	-	59,7	-	-	-
R260	P2	Residenziale	60	-	60,1	-	0,1	-
R260	P3	Residenziale	60	-	60,5	-	0,5	-

Tabella 3-40 Livelli acustici residui in facciata ai ricettori con superamento dei limiti di immissione previsti dal PCCA di Tivoli

Stante le risultanze della modellazione illustrate in Tabella 3-40 si prevede l'adozione delle opere di mitigazione acustica definite al paragrafo successivo.

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 definisce inoltre i limiti di rumorosità per le sorgenti sonore fisse in relazione ai valori limite differenziali, riferiti all'ambiente abitativo interno, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo. Relativamente ai valori limite differenziali di immissione, per le misure di rumore all'interno degli ambienti abitativi a finestre aperte o chiuse, così come previsto dall'Art. 4 del D.P.C.M. 14 novembre 1997, si rimanda alla fase di monitoraggio acustico, le quali avranno l'obiettivo di valutare il livello del rumore ambientale e di quello residuo, in modo da determinare o meno il superamento dei limiti imposti dalla normativa vigente.

3.7.2.5 Analisi dello scenario corso d'opera post mitigazione

3.7.2.5.1 Dati di input

Quale mitigazione acustica per il contenimento della rumorosità indotta dalle attività di cantiere, si è individuata l'installazione di barriere antirumore di tipo fisso lungo le aree di lavoro, di altezza pari a 4 metri.

Per la modellazione delle barriere acustiche è stato considerato un coefficiente di assorbimento acustico relativo a pannelli di medie prestazioni il cui spettro delle frequenze risulta il seguente:

Frequenza [Hz]	Coefficiente di assorbimento
125	0,30
160	0,45
200	0,60
250	0,60
315	0,70
400	0,75
500	0,80
630	0,80
800	0,85
1000	0,85
1250	0,85
1600	0,85
2000	0,85
2500	0,80
3150	0,75
4000	0,70

Tabella 3-41 Coefficiente di assorbimento in funzione dello spettro delle frequenze per le barriere fonoassorbenti considerate

In Tabella 3-42 si riportano le caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore adottate al fine di contenere i livelli acustici determinati dalle attività di cantiere. Il loro posizionamento è riportato in Figura 3-50.

Codice Barriera	Lunghezza Barriera [m]	Altezza Barriera [m]
BA.01	130	4
BA.02	170	4
BA.03	50	4

Tabella 3-42 Elenco delle barriere acustiche considerate nello scenario corso d'opera post mitigazione

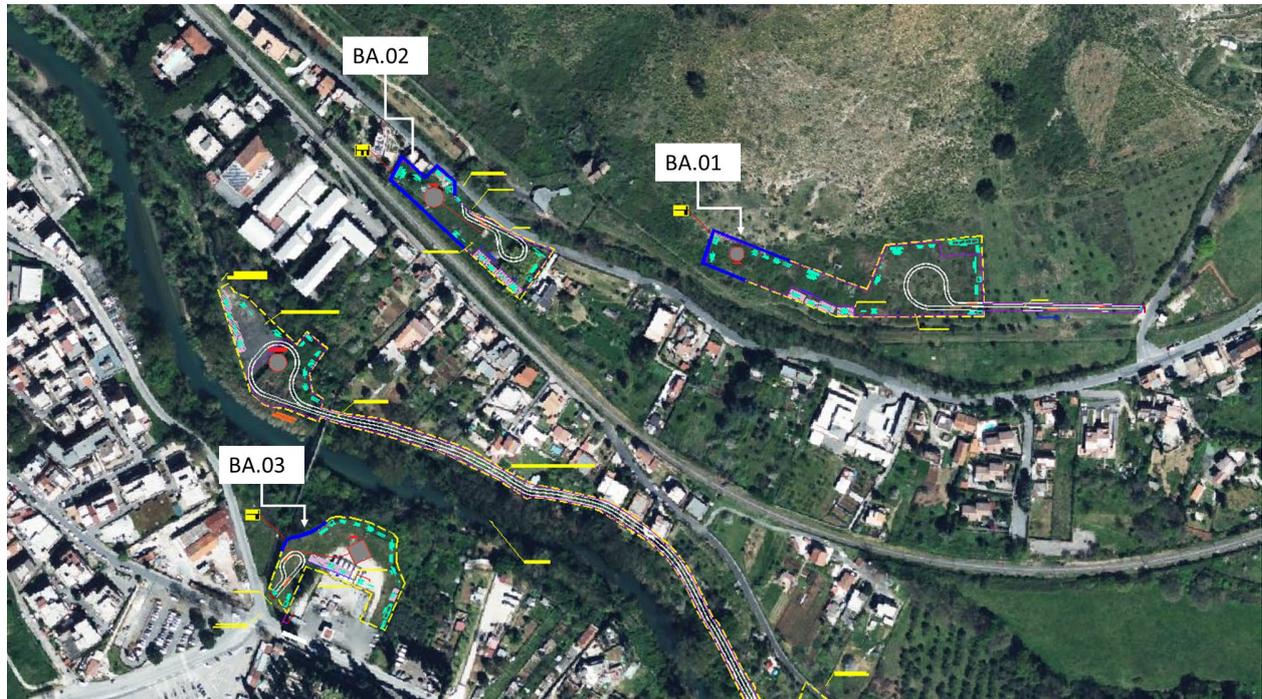


Figura 3-50 Localizzazione opere di mitigazione acustica

3.7.2.5.2 Dati di output

Come già anticipato, il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in $Leq(A)$ in termini di mappature acustiche planimetriche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. Per le mappature acustiche la griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri con ordine di riflessione pari a 3 (cfr. Figura 3-48).

Per le mappature acustiche si illustra in Figura 3-51 uno stralcio e si rimanda all'elaborato grafico "A258-SIA-D-035-2 - Clima acustico – fase di cantiere ante mitigazione", mentre in Appendice I del presente documento si riporta il confronto con i valori acustici calcolati dal modello previsionale in prossimità dei ricettori residenziali limitrofi all'area di intervento e i valori limite di immissione assoluta.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

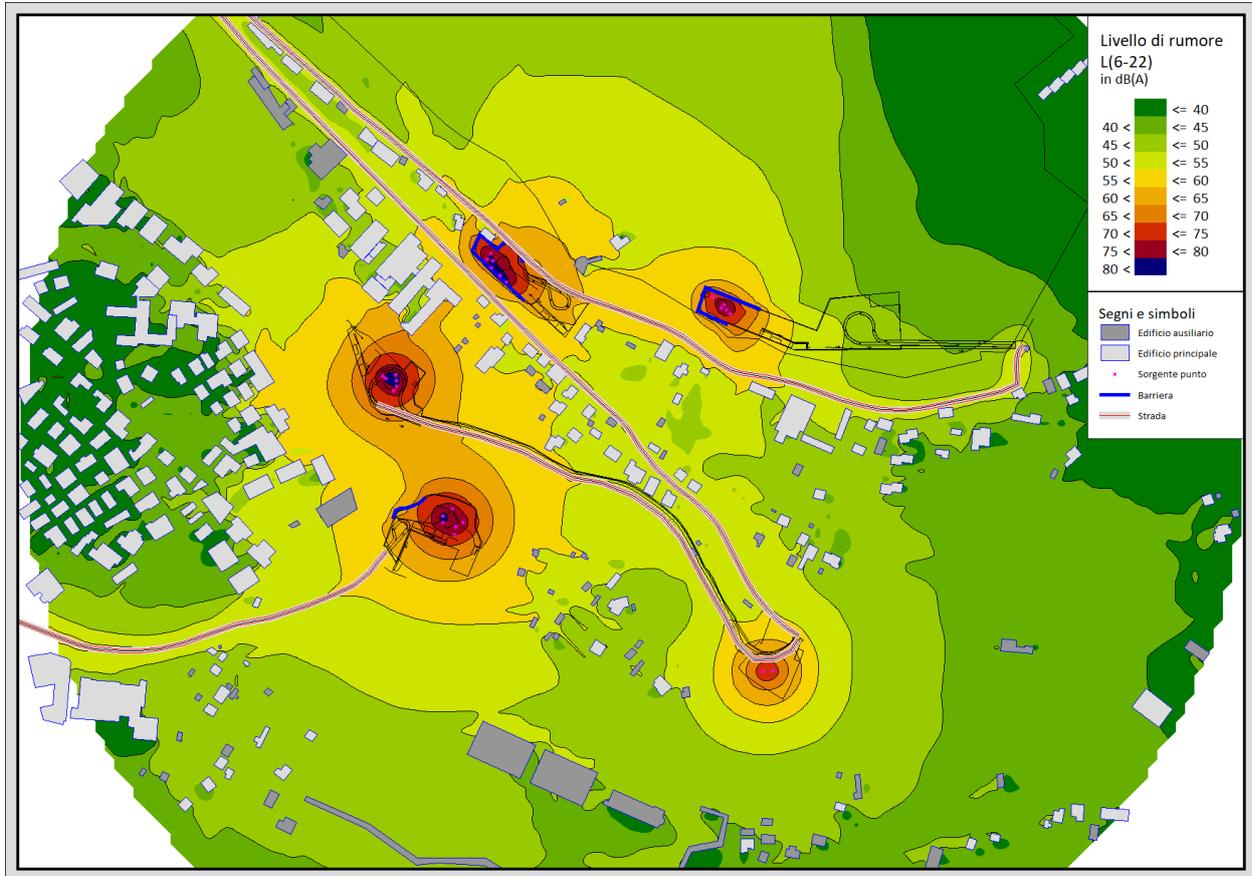


Figura 3-51 Stralcio della mappatura planimetrica post mitigazione dei livelli acustici in Leq(A) calcolata ad un'altezza di 4 metri dal suolo

La Tabella 3-43 illustra gli edifici che presentano un superamento dei limiti acustici previsti dal PCCA del comune di Tivoli a valle delle misure di mitigazione adottate.

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R049	PT	Residenziale	50	-	57,5	-	7,5	-
R049	P1	Residenziale	50	-	57,9	-	7,9	-
R049	P2	Residenziale	50	-	58,7	-	8,7	-
R052	PT	Residenziale	60	-	74,5	-	14,5	-
R052	P1	Residenziale	60	-	71,9	-	11,9	-
R053	PT	Residenziale	60	-	59,7	-	-	-
R053	P1	Residenziale	60	-	62,9	-	2,9	-
R053	P2	Residenziale	60	-	65,4	-	5,4	-
R106	PT	Residenziale	60	-	60,2	-	0,2	-
R106	P1	Residenziale	60	-	60,8	-	0,8	-
R107	PT	Residenziale	60	-	59,5	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R107	P1	Residenziale	60	-	61	-	1	-
R109	PT	Scuola	60	-	65,5	-	5,5	-
R109	P1	Scuola	60	-	66,6	-	6,6	-
R109	P2	Scuola	60	-	66,9	-	6,9	-
R109	P3	Scuola	60	-	66,8	-	6,8	-
R110	PT	Scuola	60	-	62,3	-	2,3	-
R110	P1	Scuola	60	-	63,1	-	3,1	-
R113	PT	Scuola	60	-	59,6	-	-	-
R113	P1	Scuola	60	-	60,3	-	0,3	-
R113	P2	Scuola	60	-	60,9	-	0,9	-

Tabella 3-43 Livelli acustici in facciata ai ricettori post mitigazione con superamento dei limiti di immissione previsti dal PCCA di Tivoli

Come si evince dalla Tabella 3-43, e da un confronto con la Tabella 3-40, i risultati ottenuti mostrano come gli interventi di mitigazione inducano un generico miglioramento del clima acustico portando a una riduzione generale dei livelli acustici in facciata agli edifici e riportando entro i limiti definiti dal PCCA del Comune di Tivoli circa il 40% degli edifici che presentavano superamenti dei suddetti limiti in assenza delle barriere antirumore di cantiere.

Entrando nello specifico, con gli interventi di mitigazione previsti si riportano ad una condizione rientrante nei limiti normativi i ricettori R103, R104, R108, R111 ed R260.

Tuttavia, nel complesso le misure di mitigazione adottate risultano insufficienti a mitigare completamente le interferenze nell'intorno dell'area di cantiere.

Si tiene comunque ad evidenziare come i risultati ottenuti facciano riferimento ad una condizione particolarmente cautelativa che tiene in considerazione la contemporanea attività di tutti i mezzi presenti all'interno delle diverse aree di lavoro.

Stante quanto sin qui detto, in fase di inizio lavori sarà fatta richiesta al Comune territorialmente competente della deroga temporanea ai limiti acustici così come previsto dalla L.447/95 e dalla L.R. 03 Agosto 2001, n. 18.

In ogni caso per limitare il disturbo indotto dalle attività di cantiere, nella fase di realizzazione delle opere di progetto sono previsti alcuni accorgimenti da adottare per i quali si rimanda al par. 4.4.

3.7.2.6 Analisi dei risultati ed indicazioni per la gestione ambientale delle attività di cantiere

Con riferimento agli effetti acustici indotti dalle attività di realizzazione delle opere in progetto, prima di entrare nel merito delle risultanze dello studio modellistico condotto, si ritiene necessario evidenziare che:

- In prossimità delle aree di cantiere è presente un'area protetta, rappresentata dalla riserva naturale Monte Catillo (EUAP 1038);
- Lo studio modellistico ha operato le seguenti ipotesi cautelative:
 - Contemporaneità delle lavorazioni più significative sotto il profilo acustico in corrispondenza di ognuna delle aree di cantiere considerate. In altri termini, è stato assunto che in ciascuna delle aree tecniche prese in esame siano in corso quelle lavorazioni che dal punto di vista degli effetti acustici risultano essere le più gravose;
 - Localizzazione delle sorgenti emmissive, ossia dei mezzi d'opera, nella posizione più prossima ai ricettori presenti all'intorno. In tal senso appare evidente come i livelli acustici attesi siano, anche in questo caso, rappresentativi della condizione più impegnativa dal punto di vista acustico;
 - Oltre ai mezzi d'opera, sono stati considerati anche i traffici di cantierizzazione, sia sulle piste di cantiere che sui percorsi dei veicoli pesanti di cantiere sulla viabilità ordinaria.

Entrando nel merito delle risultanze dello studio modellistico condotto, la fase di corso d'opera considera un unico scenario, in cui sono stati stimati gli effetti acustici indotti dalla realizzazione degli interventi in progetto, considerando la tipologia di mezzi impiegati ed il traffico di cantiere (2 veicoli/ora) delle aree di cantiere nel Comune di Tivoli.

All'interno dello scenario per la valutazione dei livelli acustici ai ricettori ed il confronto con i limiti di immissione acustica stabiliti dal PCCA dal Comune di riferimento, è stata considerata la condizione operativa di cantiere più gravosa in termini di emissioni acustiche sul territorio. La verifica è stata effettuata prendendo in considerazione il solo periodo diurno (6.00-22.00) in quanto non sono previste lavorazioni al di fuori di tale fascia oraria.

Le sorgenti emmissive 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 e con frequenza centrale pari a 500Hz.

Oltre alle sorgenti acustiche inserite nel modello di simulazione, è stata considerata l'orografia del territorio secondo l'assetto naturale ed antropico dell'area di studio, pertanto, la modellazione tiene conto anche dell'attuale assetto infrastrutturale e della presenza degli edifici.

Infine, per quanto concerne gli orari di lavoro per entrambi gli scenari è stato considerato un turno di lavoro da 8 ore esclusivamente in periodo diurno (06.00-22.00).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

I risultati ottenuti evidenziano dei superamenti dei valori limite di immissione previsti dalla norma per i ricettori elencati in Tabella 3-40. Al fine di contenere la rumorosità indotta dalle attività di cantiere sono state introdotte delle misure di mitigazione, in particolare è stata valutata l'installazione di barriere antirumore di tipo fisso lungo le aree di lavoro dei pozzi PZ1, PZ2, e PZ4. Le barriere ipotizzate hanno altezza pari a 4 metri e lunghezza illustrata in Tabella 3-42.

Per riportare i livelli acustici entro i limiti normativi del ricettore R106, sarebbe necessaria l'installazione di un'ulteriore barriera antirumore in prossimità del lato est dell'area di lavoro relativa al pozzo PZ3. Tale barriera non è stata tuttavia considerata, in quanto dalle simulazioni emerge come essa, pur mitigando parzialmente i livelli acustici in facciata dell'edificio R106, induca un peggioramento notevole dei livelli acustici dei ricettori scolastici R109, R110 ed R113, contribuendo perciò in modo negativo al clima acustico generale.

Per quanto concerne le barriere acustiche a protezione della riserva naturale Monte Catillo (EUAP 1038), localizzate sul lato nord dei perimetri delle aree di cantiere dei pozzi PZ1 e PZ2, si tiene a precisare come l'orografia del territorio sia tale da diminuirne l'effetto mitigante, in virtù del fatto che le sorgenti acustiche, rappresentate dai mezzi di cantiere, si trovano ad una quota sensibilmente più bassa rispetto alla suddetta area naturale protetta. Si evidenzia inoltre, come il territorio limitrofo alle suddette aree di cantiere sia caratterizzato da un terreno prevalentemente roccioso e relativamente privo di vegetazione.

A valle dell'inserimento delle barriere antirumore è stato, infine, verificato il rispetto dei limiti normativi per ciascuno dei ricettori individuati e potenzialmente critici.

Dalla disamina emerge come gli interventi di mitigazione inducano un generico miglioramento del clima acustico portando a una riduzione generale dei livelli acustici in facciata agli edifici e riportando entro i limiti definiti dal PCCA del comune di Tivoli circa il 40% degli edifici che presentavano superamenti dei suddetti limiti in assenza delle barriere antirumore di cantiere.

Entrando nello specifico con gli interventi di mitigazione previsti si riportano ad una condizione rientrante nei limiti normativi i ricettori R103, R104, R108, R111 ed R260.

Tuttavia, come emerge dalla Tabella 3-43, nonostante la sensibile riduzione dei livelli acustici in facciata ai ricettori persistono superamenti dei limiti normativi.

Si tiene comunque ad evidenziare come i risultati ottenuti fanno riferimento ad una condizione particolarmente cautelativa che tiene in considerazione la contemporanea attività di tutti i mezzi presenti all'interno delle diverse aree di lavoro.

Stante quanto detto, risulta necessario in fase di inizio lavori fare richiesta al Comune territorialmente competente della deroga temporanea ai limiti acustici così come previsto dalla L.447/95 e dalla L.R. 03 agosto 2001, n. 18.

Nello specifico in virtù dei risultati ottenuti in considerazione delle interferenze indotte ai ricettori di Tabella 3-43 e il superamento dei limiti normativi per le aree

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

di cantiere poste all'interno delle aree protette della riserva naturale Monte Catillo (EUAP 1038) sarà fatta richiesta della deroga temporanea dei limiti presso il comune di Tivoli.

In ogni caso per limitare il disturbo indotto dalle attività di cantiere, nella fase di realizzazione delle opere di progetto sono previsti alcuni accorgimenti da adottare in fase di esecuzione delle opere in progetto per i quali si rimanda al par. 4.4.

Infine, allo scopo 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 al Piano di Monitoraggio Ambientale.

3.8 G2 – Vibrazioni

3.8.1 Catena azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sull'agente fisico delle vibrazioni 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 vibrazioni	Modifica dell'esposizione alle vibrazioni
AC.02 Scavi e sbancamenti		
AC.03 Scavo con microtunnelling		
AC.04 Rinterri		
AC.05 Posa in opera di elementi prefabbricati		
AC.06 Realizzazione elementi gettati in opera		
AC.07 Realizzazione pozzetti		
AC.08 Movimentazione di materiale		

Tabella 3-44 Catena Azioni - Fattori Causali - Impatti Potenziali per la Dimensione Costruttiva

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

3.8.2 Modifica dell'esposizione alle vibrazioni

3.8.2.1 Metodologia di lavoro utilizzata

Per quanto riguarda l'agente fisico delle vibrazioni, le potenziali interferenze legate alla dimensione costruttiva possono essere associate alle attività di scavo e movimentazione delle terre e rocce da scavo. Seppur, anche durante le attività di esecuzione dei lavori le vibrazioni prodotte dalle lavorazioni saranno contenute nei limiti di normali lavori, la metodologia di lavoro individuata mira ad escludere ogni possibile interferenza connessa alle attività di cantiere.

In particolare, per gli scavi previsti dal progetto verranno utilizzate le seguenti tecnologie esecutive di scavo meccanizzato:

- Microtunnelling;
- Scavo dei pozzi di spinta e uscita.

La metodologia proposta e adottata nella presente valutazione preliminare si sviluppa pertanto attraverso tre fasi:

- a) Caratterizzazione dinamica della sorgente di vibrazione;
- b) Previsione del livello di vibrazione trasmesso alla sorgente mediante metodi analitici;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

- c) Valutazione della risposta del ricevitore tramite confronto con i valori massimi delle grandezze cinematiche previsti in corrispondenza di edifici identificati come ricettori posti a distanze crescenti dall'asse dell'infrastruttura.

In virtù delle lavorazioni previste dal progetto nel proseguo della trattazione si procederà alla stima dei livelli vibrazionali indotti dalle vibrazioni per i cantieri nei quali sono previste le attività di scavo più interferenti e individuate nelle aree di lavorazione previste per lo scavo dei pozzi di spinta e uscita che prevedono le opere di palificazione e dello scavo con la tecnica del microtunneling.

3.8.2.2 Calcolo previsionale dei livelli vibrazionali indotti

La verifica dei livelli vibrazionali indotti è stata eseguita rispetto ai valori assunti come riferimento per la valutazione del disturbo in corrispondenza degli edifici così come individuati dalla norma UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo". Il modello previsionale assunto per la stima dei livelli di accelerazione si basa sull'individuazione di un modello di propagazione delle onde vibrazionali di tipo teorico a partire da valori di emissione dei mezzi di cantiere.

Facendo riferimento ai valori di riferimento indicati dalla norma UNI 9614:2017 per le abitazioni nei due periodi di riferimento diurno (77 dB) e notturno (71,1 dB), sono stati calcolati i valori di accelerazione in dB in corrispondenza degli edifici in ragione della mutua distanza ricettore-sorgente.

Entrando nello specifico, 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).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

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:

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

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. L'area di intervento comprende calcari, calcari marnosi, calcareniti, conglomerati, arenarie, piroclastiti a matrice da lapillosa a cineritica e depositi fluviali ed alluvionali comprendenti, a luoghi, travertini.

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

- η : (fattore di perdita): 0,05;
- C (velocità di propagazione): 2500 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 tecniche e nello specifico alle attività di palificazione previste per lo scavo dei pozzi.

Per quanto concerne il microtunneling in generale, durante lo scavo con TBM una parte della potenza istantanea applicata dalla macchina viene dissipata sotto forma di vibrazioni nel terreno a contatto con la testa fresante: l'energia immessa nel terreno dalla sorgente (TBM) si propaga nel mezzo circostante, modificandosi in relazione alle diverse caratteristiche fisico-meccaniche del mezzo attraversato. Il fenomeno si traduce, nella generalità dei casi, in un'attenuazione dell'intensità del moto, man mano che ci si allontana dalla sorgente, per effetto delle proprietà dissipative del terreno e per effetti geometrici. Tra i vari metodi di scavo per opere in sotterraneo, l'utilizzo di macchine TBM in ogni caso quello che consente di minimizzare le emissioni di vibrazioni nel terreno durante l'avanzamento.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Ciò premesso stante la complessità del fenomeno ed in assenza di dati sperimentali nella letteratura di settore, in via cautelativa, anche in questo caso si è fatto riferimento ai livelli emissivi relativi ad una palificatrice calcolati a 5 m di distanza dalla sorgente stessa:

Hz	mm/s²
1	1,6
1,25	1,6
1,6	1,6
2	1,6
2,5	1,6
3,15	1,5
4	17,2
5	17,2
6,3	16,6
8	16
10	23,2
12,5	13,3
16	3
20	3,1
25	3,7
31,5	3,9
40	22,4
50	28
63	111
80	52,7

Tabella 3-45 Spettro emissivo assunto per la caratterizzazione emissiva vibrazionale da palificatrice 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, ed 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 lavorazione.

Distanza	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
<i>L_w</i>	86,7	80,4	73,9	69,9	67,1	64,8	60,6	57,4

Tabella 3-46 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dalla sorgente emissiva

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

Inoltre, la norma UNI 9614 definisce i valori di soglia per la valutazione del disturbo alle persone per il livello totale delle accelerazioni di tipo vibratorio, in funzione della tipologia dei fabbricati e del loro utilizzo. Si noti come i valori presenti nella norma si riferiscono a sorgenti di tipo continuo e risultano dunque conservativi rispetto ad una sorgente di tipo intermittente o addirittura transitoria quale costituita dalle attività di cantiere. I valori limite indicati nella UNI 9614 sono riportati nella tabella che segue:

Luogo	L [dB]
Aree critiche	71
Abitazione (notte)	71,1
Abitazione (giorno)	77
Uffici	83
Fabbriche	89

Tabella 3-47 Norma UNI 9614 - Valori limite

Di seguito si riporta in via grafica il confronto dei livelli di emissione con i valori di soglia dettati dalla UNI 9674: 2017.

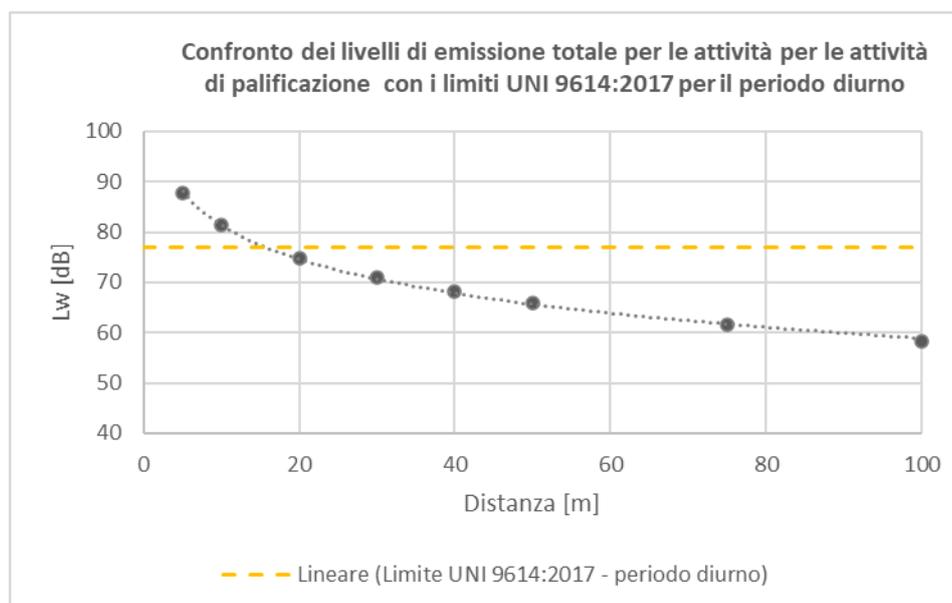


Figura 3-52 Confronto dei livelli di emissione complessiva all'interno degli edifici con i limiti UNI 9614:2017 in funzione della distanza dall'area di palificazione e scavo in microtunneling

Al fine di analizzare l'interazione tra l'opera e l'ambiente in fase di cantiere e avere contezza delle interferenze vibrazionali indotte in prossimità dei ricettori presenti, con il supporto della Tabella 3-46 si evince che per tali attività occorre verificare l'effettivo livello di disturbo generato dalle lavorazioni su tutti i ricettori che si trovano a distanza inferiore a circa 18 m dalla sorgente emissiva.

Si tiene a specificare che lo scenario in esame è stato definito avendo come prima finalità quella di fornire i risultati sufficientemente cautelativi. Per tali ragioni si è

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ipotizzato che le attività di palificazione e di microtunelling avvenga nel periodo diurno per sei ore consecutive.

Per quanto concerne le attività di palificazione dall'analisi planimetrica effettuata con l'ausilio dell'elaborato "Carta dei ricettori, dei punti di misura e zonizzazione acustica" (Cod. elab.A258-SIA-D-028-1), si riscontrano potenziali interferenze per un solo ricettore denominato R52 e distante circa 18 metri dalle aree di lavorazione e per il quale sono previsti livelli vibrazionali superiori di 0,4 dB rispetto i valori di soglia indicati dalla UNI 9614:2017.

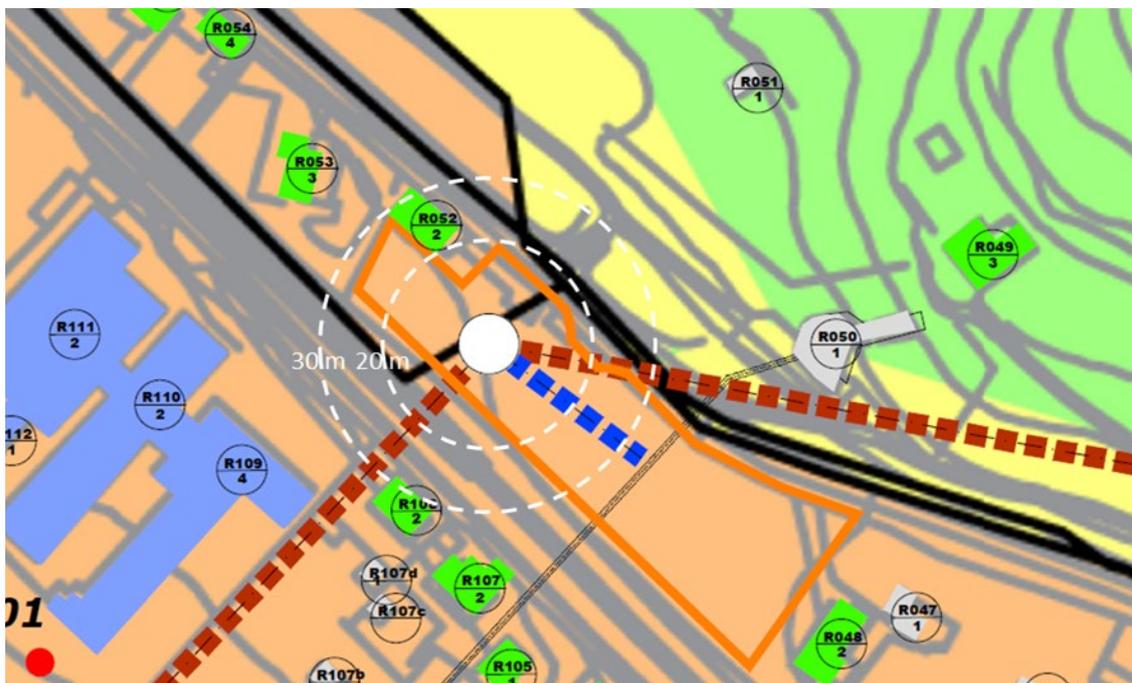


Figura 3-53 Stralcio elaborato Carta dei ricettori, dei punti di misura e zonizzazione acustica

Per quanto concerne le lavorazioni con la tecnica del microtunelling, unitamente alla distanza planimetrica fronte di scavo – ricettore bisogna tener conto della profondità a cui è prevista l'operatività del macchinario. Dall'analisi degli elaborati progettuali, nel tratto più vicino a edifici potenzialmente interferiti, questa risulta essere pari a circa 20 metri.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

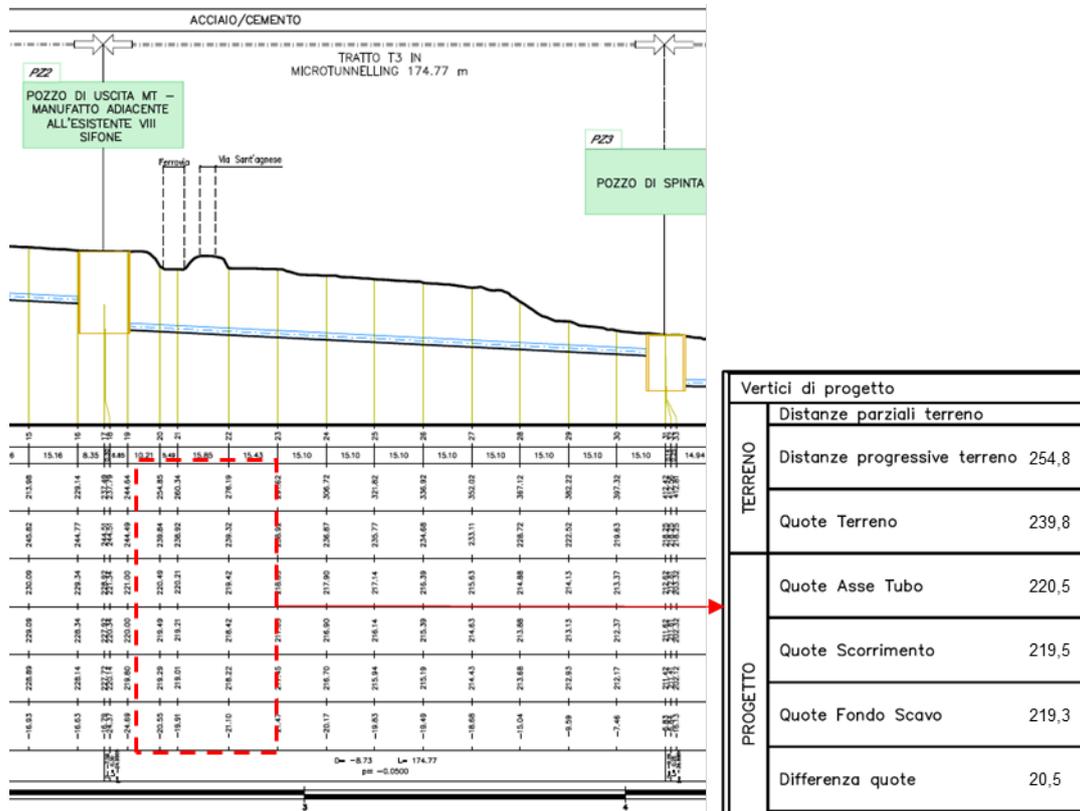


Figura 3-54 Stralcio elaborato "Profili tratto T1, T3 e T4"

Nella seguente tabella, per i ricettori prospicienti le lavorazioni, di seguito si riportano le seguenti informazioni:

- la destinazione d'uso;
- i limiti di riferimento;
- i livelli vibrazionali stimati;
- il confronto con i limiti di riferimento.

Area di cantiere Microtunelling				
ID Ricettore	Distanza area lavoro - ricettore residenziale più vicino	Livelli di soglia [dB] (secondo la UNI 9614:2017)	Livelli vibrazionali stimati al ricettore [dB]	Verifica livelli indotti dalle lavorazioni
R_52	18	77,0	77,4	NO
R_107	28	77,0	71,3	SI
R_108	6	77,0	74,5	SI
R_109	6	77,0	74,4	SI

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

In virtù delle criticità emerse, al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, risulta necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia ed adottare semplici accorgimenti, quali limitare il più possibile l'utilizzo dei macchinari prospicienti ricettori ricadenti nella fascia di rispetto dei 18 metri sopra definita.

Come già sopra riportato si tiene ad evidenziare che per l'individuazione della distanza per la quale possono verificarsi potenziali interferenze è stato ipotizzato che le attività di palificazione avvenga nel periodo diurno per sei ore consecutive, assunto questo estremamente cautelativo.

Si specifica inoltre che i ricettori sopra individuati non subiscono una criticità né strutturale, né estetica (formazione di fessurazioni, o altro), ma sono stati rappresentati solo come potenziale disturbo alla popolazione in termini di soglia di percezione delle vibrazioni.

Ciò nonostante, prima dell'inizio dei lavori, saranno definite le misure di dettaglio per contenere le emissioni vibrazionali a partire dalle caratteristiche dei macchinari effettivamente impiegati e su apposite misure. In linea indicativa, si dovranno rispettare le seguenti best practice:

- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definire le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari effettivamente impiegati;
- laddove possibile prevedere l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni.

Infine, allo scopo di monitorare le attività di cantiere rispetto alla componente "Vibrazioni" si prevede una attività di monitoraggio mediante una postazione presso i ricettori denominati R52 e R109. Per un approfondimento in tal senso si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.

4 Le azioni di prevenzione e mitigazione in fase di cantiere

4.1 Premessa

Secondo quanto definito dal D.Lgs 152/06, così come integrato dal D.Lgs. 104/17, è possibile effettuare una gerarchia dei principi legati alla tutela dell'ambiente ed è possibile schematizzare questi in ordine gerarchico:

1. Prevenzione dall'interferenza ambientale: obiettivo di un'accorta progettazione e gestione dell'opera in progetto deve essere quello di prevenire l'insorgere di possibili interferenze agendo in maniera preventiva ed attraverso delle misure, gestionali e costruttive, atte a garantire il perseguimento di tale obiettivo;
2. Mitigazione dell'interferenza ambientale: laddove si dovesse esplicitare, anche in maniera potenziale, un'interferenza tra l'infrastruttura ed il progetto si devono mettere in pratica tutte le misure, anche in questo caso gestionali e costruttive, atte a ridurre l'interferenza stessa entro livelli accettabili;
3. Compensazione dell'interferenza ambientale: laddove non sia possibile né prevenire né mitigare l'interferenza, occorre compensarla attraverso delle misure che possano bilanciare l'interferenza stessa.

Nel prosieguo della trattazione si riporteranno le principali misure di mitigazione e accorgimenti previste dal progetto in fase di cantiere.

4.2 Misure per la salvaguardia delle acque e del suolo

Per la salvaguardia delle acque e del suolo in fase di cantiere si prevedono:

- specifiche misure organizzative e gestionali per il sistema di gestione delle acque di cantiere:
 - le acque di lavorazione provenienti dai liquidi utilizzati nelle attività di scavo e rivestimento (acque di perforazione, additivi vari, ecc.), dovranno essere raccolte e smaltite presso apposita discarica;
 - per la gestione delle acque di piazzale del cantiere si andrà a proteggere il suolo/falda in corrispondenza dei punti ove sono previste lavorazioni (o stoccaggio materiali) più critiche dal punto di vista ambientale, attraverso l'utilizzo di un sistema di impermeabilizzazione del suolo con membrana impermeabilizzante e di un sistema di regimazione idraulica, che consenta la raccolta delle acque di qualsiasi origine (piovane o provenienti da processi produttivi);
 - le acque di officina, ricche di idrocarburi ed olii e di sedimenti terrigeni, provenienti dal lavaggio dei mezzi meccanici o dei piazzali dell'officina, dovranno essere sottoposte ad un ciclo di disoleazione; i residui del

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

processo di disoleazione dovranno essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata;

- le acque provenienti dagli scarichi di tipo civile, connesse alla presenza del personale di cantiere, saranno trattate a norma di legge in impianti di depurazioni, oppure immessi in fosse settiche a tenuta, che verranno spurgate periodicamente.
- Le acque meteoriche sulla pavimentazione prevista in corrispondenza del cantiere di imbocco della Galleria San Vito ed in particolare al di sotto degli impianti di frantumazione, betonaggio e prefabbricazione conci saranno raccolte e trattate in una vasca di prima pioggia e conferite al fosso prossimo all'area di cantiere.
- specifiche misure organizzative e gestionali per il corretto stoccaggio di rifiuti.

4.3 Misure per la salvaguardia della qualità dell'aria

Al fine di ridurre quanto possibile le polveri in atmosfera durante la fase di realizzazione dei lavori, si prevedono le seguenti misure:

- copertura dei cumuli di materiale che può essere disperso nella fase di trasporto dei materiali e nella fase di accumulo nei siti di stoccaggio, utilizzando a tale proposito dei teli aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e di resistenza agli strappi;
- pulizia ad umido degli pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere, con l'utilizzo di apposite vasche d'acqua;
- bagnatura dei cumuli di materiali;
- rispetto di una bassa velocità di transito per i mezzi d'opera nelle zone di lavorazione;
- predisposizione di impianti a pioggia per le aree destinate al deposito temporaneo di inerti;
- bagnatura delle superfici durante le operazioni di scavo;
- ottimizzazione delle modalità e dei tempi di carico e scarico, di creazione dei cumuli di scarico e delle operazioni di stesa;
- barriere antipolvere sulla recinzione di cantiere al fine di limitare la dispersione di polveri e altri inquinanti durante il carico e scarico del materiale polverulento e del trasporto del materiale.

4.4 Misure per la salvaguardia del clima acustico

Tra le misure per la salvaguardia del clima acustico in fase di cantiere, si prevede:

- scelta idonea delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

- 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'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.
- manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
 - alla sostituzione dei pezzi usurati;
 - al controllo ed al serraggio delle giunzioni, ecc.
- corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
 - l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
- la limitazione delle lavorazioni notturne.
- Barriere fonometriche mobili poste lungo le recinzioni delle aree di cantiere in funzione delle risultanze dello studio acustico (per i dettagli sulla localizzazione delle barriere si rimanda al par. 3.6).

4.5 Misure per la salvaguardia della biodiversità

In generale, hanno effetti mitigativi sulla vegetazione e sulla fauna tutte le misure previste per la salvaguardia del clima acustico, della qualità dell'aria, delle acque e del suolo, in grado cioè di mitigare l'alterazione degli ecosistemi presenti. In aggiunta si raccomanda di preservare il più possibile la vegetazione esistente.

Appendice I – Immissioni acustiche delle attività di cantiere

5 Scenario corso d'opera ante mitigazione

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R001	PT	Residenziale	55	-	34,8	-	-	-
R001	P1	Residenziale	55	-	35	-	-	-
R001	P2	Residenziale	55	-	35,8	-	-	-
R002	PT	Residenziale	55	-	35,1	-	-	-
R002	P1	Residenziale	55	-	35,4	-	-	-
R002	P2	Residenziale	55	-	36,6	-	-	-
R003	PT	Residenziale	55	-	35,5	-	-	-
R003	P1	Residenziale	55	-	35,9	-	-	-
R003	P2	Residenziale	55	-	37,6	-	-	-
R004	PT	Residenziale	55	-	37,7	-	-	-
R004	P1	Residenziale	55	-	38,2	-	-	-
R004	P2	Residenziale	55	-	39,2	-	-	-
R005	PT	Residenziale	55	-	40,9	-	-	-
R005	P1	Residenziale	55	-	41,4	-	-	-
R005	P2	Residenziale	55	-	41,9	-	-	-
R006	PT	Residenziale	55	-	38,5	-	-	-
R006	P1	Residenziale	55	-	39,8	-	-	-
R007	PT	Residenziale	60	-	35,9	-	-	-
R007	P1	Residenziale	60	-	36,7	-	-	-
R011	PT	Residenziale	60	-	28,2	-	-	-
R011	P1	Residenziale	60	-	33,3	-	-	-
R011	P2	Residenziale	60	-	35,9	-	-	-
R012	PT	Residenziale	60	-	37	-	-	-
R012	P1	Residenziale	60	-	38,9	-	-	-
R012	P2	Residenziale	60	-	40,3	-	-	-
R013	PT	Residenziale	60	-	37,5	-	-	-
R013	P1	Residenziale	60	-	39,4	-	-	-
R014	PT	Residenziale	60	-	32,8	-	-	-
R014	P1	Residenziale	60	-	34,8	-	-	-
R015	PT	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R015	P1	Residenziale	60	-	42,4	-	-	-
R016	PT	Residenziale	60	-	43,2	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R016	P1	Residenziale	60	-	45	-	-	-
R017	PT	Residenziale	60	-	40,2	-	-	-
R017	P1	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-
R020	PT	Residenziale	60	-	55,3	-	-	-
R020	P1	Residenziale	60	-	54,3	-	-	-
R021	PT	Residenziale	60	-	46,4	-	-	-
R021	P1	Residenziale	60	-	44,9	-	-	-
R022	PT	Residenziale	60	-	46	-	-	-
R022	P1	Residenziale	60	-	46,5	-	-	-
R024	PT	Residenziale	60	-	44,9	-	-	-
R024	P1	Residenziale	60	-	45,3	-	-	-
R025	PT	Residenziale	60	-	45,8	-	-	-
R025	P1	Residenziale	60	-	47	-	-	-
R026	PT	Residenziale	60	-	55,5	-	-	-
R026	P1	Residenziale	60	-	53,6	-	-	-
R027	PT	Residenziale	60	-	42,4	-	-	-
R027	P1	Residenziale	60	-	44,9	-	-	-
R028	PT	Residenziale	60	-	48,8	-	-	-
R028	P1	Residenziale	60	-	50,1	-	-	-
R029	P1	Residenziale	60	-	46,1	-	-	-
R029	PT	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R030	PT	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R030	P1	Residenziale	60	-	47,3	-	-	-
R031	PT	Residenziale	60	-	50,9	-	-	-
R031	P1	Residenziale	60	-	51,6	-	-	-
R033	PT	Residenziale	60	-	51	-	-	-
R034	PT	Residenziale	60	-	45,9	-	-	-
R034	P1	Residenziale	60	-	47,6	-	-	-
R035	PT	Commerciale	60	-	53	-	-	-
R035	P1	Commerciale	60	-	49,6	-	-	-
R036	PT	Commerciale	60	-	47,7	-	-	-
R038	PT	Residenziale	60	-	48,1	-	-	-
R038	P1	Residenziale	60	-	49,7	-	-	-
R039	PT	Commerciale	60	-	49,9	-	-	-
R039	P1	Commerciale	60	-	51,5	-	-	-
R040	PT	Residenziale	60	-	56,5	-	-	-
R040	P1	Residenziale	60	-	57,2	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R041	PT	Residenziale	60	-	57,8	-	-	-
R041	P1	Residenziale	60	-	58,9	-	-	-
R042	PT	Residenziale	60	-	53,4	-	-	-
R042	P1	Residenziale	60	-	54,1	-	-	-
R044	PT	Residenziale	60	-	56,7	-	-	-
R044	P1	Residenziale	60	-	57,7	-	-	-
R045	PT	Residenziale	60	-	56,8	-	-	-
R045	P1	Residenziale	60	-	58,5	-	-	-
R048	PT	Residenziale	60	-	57,8	-	-	-
R048	P1	Residenziale	60	-	58,7	-	-	-
R049	PT	Residenziale	50	-	57,3	-	7,3	-
R049	P1	Residenziale	50	-	57,7	-	7,7	-
R049	P2	Residenziale	50	-	58,1	-	8,1	-
R052	PT	Residenziale	60	-	72,1	-	12,1	-
R052	P1	Residenziale	60	-	72,9	-	12,9	-
R053	PT	Residenziale	60	-	64,6	-	4,6	-
R053	P1	Residenziale	60	-	66,3	-	6,3	-
R053	P2	Residenziale	60	-	67,2	-	7,2	-
R054	PT	Residenziale	60	-	54,7	-	-	-
R054	P1	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R054	P2	Residenziale	60	-	53,1	-	-	-
R054	P3	Residenziale	60	-	56,6	-	-	-
R055	PT	Residenziale	60	-	53,6	-	-	-
R055	P2	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R055	P1	Residenziale	60	-	51,9	-	-	-
R057	PT	Residenziale	60	-	51,8	-	-	-
R057	P1	Residenziale	60	-	52,3	-	-	-
R057	P2	Residenziale	60	-	52,6	-	-	-
R057	P3	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R057	P4	Residenziale	60	-	54,1	-	-	-
R058	PT	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R058	P1	Residenziale	60	-	52,3	-	-	-
R060	PT	Commerciale	60	-	58,9	-	-	-
R061	PT	Residenziale	60	-	56,4	-	-	-
R061	P1	Residenziale	60	-	54,2	-	-	-
R061	P2	Residenziale	60	-	52,2	-	-	-
R062	PT	Commerciale	60	-	56,3	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R062	P1	Commerciale	60	-	54,4	-	-	-
R063	PT	Residenziale	60	-	53	-	-	-
R063	P1	Residenziale	60	-	52	-	-	-
R063	P2	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R064	PT	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R064	P1	Residenziale	60	-	52	-	-	-
R064	P2	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R066	PT	Residenziale	60	-	40,5	-	-	-
R066	P1	Residenziale	60	-	41,5	-	-	-
R068	PT	Residenziale	60	-	41,3	-	-	-
R070	PT	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-
R070	P1	Residenziale	60	-	42,6	-	-	-
R070	P2	Residenziale	60	-	42,8	-	-	-
R072	PT	Residenziale	60	-	47,9	-	-	-
R072	P1	Residenziale	60	-	49,4	-	-	-
R072	P2	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R074	PT	Residenziale	60	-	50,4	-	-	-
R074	P1	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R076	PT	Residenziale	60	-	49,9	-	-	-
R076	P1	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R078	PT	Residenziale	60	-	49,6	-	-	-
R078	P1	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R078	P2	Residenziale	60	-	51,5	-	-	-
R084	PT	Residenziale	60	-	52,6	-	-	-
R085	PT	Residenziale	60	-	52,8	-	-	-
R085	P1	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R086	PT	Residenziale	60	-	54	-	-	-
R086	P1	Residenziale	60	-	54	-	-	-
R086	P2	Residenziale	60	-	54,1	-	-	-
R087	PT	Residenziale	60	-	53,7	-	-	-
R089	PT	Residenziale	60	-	54,4	-	-	-
R089	P1	Residenziale	60	-	54,9	-	-	-
R089	P2	Residenziale	60	-	55,5	-	-	-
R090	PT	Residenziale	60	-	54,5	-	-	-
R090	P1	Residenziale	60	-	54,8	-	-	-
R091	PT	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R091	P1	Residenziale	60	-	54,3	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R093	PT	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R095	PT	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R096	PT	Residenziale	60	-	51,6	-	-	-
R097	PT	Residenziale	60	-	57,2	-	-	-
R097	P1	Residenziale	60	-	58,1	-	-	-
R097	P2	Residenziale	60	-	58,6	-	-	-
R098	PT	Residenziale	60	-	54	-	-	-
R099	PT	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R101	PT	Residenziale	60	-	57,8	-	-	-
R101	P1	Residenziale	60	-	57,5	-	-	-
R101	P2	Residenziale	60	-	57,6	-	-	-
R103	PT	Residenziale	60	-	60,6	-	0,6	-
R103	P1	Residenziale	60	-	59,3	-	-	-
R103	P2	Residenziale	60	-	59,2	-	-	-
R104	PT	Residenziale	60	-	60,8	-	0,8	-
R104	P1	Residenziale	60	-	60,3	-	0,3	-
R105	PT	Residenziale	60	-	57,8	-	-	-
R106	PT	Residenziale	60	-	60,2	-	0,2	-
R106	P1	Residenziale	60	-	60,8	-	0,8	-
R107	PT	Residenziale	60	-	67,6	-	7,6	-
R107	P1	Residenziale	60	-	69,2	-	9,2	-
R108	PT	Residenziale	60	-	68,7	-	8,7	-
R108	P1	Residenziale	60	-	70,9	-	10,9	-
R109	PT	Scuola	60	-	65,5	-	5,5	-
R109	P1	Scuola	60	-	66,6	-	6,6	-
R109	P2	Scuola	60	-	66,9	-	6,9	-
R109	P3	Scuola	60	-	66,9	-	6,9	-
R110	PT	Scuola	60	-	62,8	-	2,8	-
R110	P1	Scuola	60	-	63,8	-	3,8	-
R111	PT	Scuola	60	-	53,7	-	-	-
R111	P1	Scuola	60	-	62	-	2	-
R112	PT	Scuola	60	-	45,9	-	-	-
R113	PT	Scuola	60	-	59,6	-	-	-
R113	P1	Scuola	60	-	60,3	-	0,3	-
R113	P2	Scuola	60	-	61,1	-	1,1	-
R114	PT	Scuola	60	-	52	-	-	-
R114	P1	Scuola	60	-	55,3	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R115	PT	Scuola	60	-	49,8	-	-	-
R116	PT	Scuola	60	-	53,7	-	-	-
R116	P1	Scuola	60	-	53,9	-	-	-
R116	P2	Scuola	60	-	55,7	-	-	-
R118	PT	Residenziale	60	-	55,3	-	-	-
R118	P1	Residenziale	60	-	56,1	-	-	-
R118	P2	Residenziale	60	-	56,9	-	-	-
R118	P3	Residenziale	60	-	57,6	-	-	-
R119	P2	Residenziale	60	-	55,7	-	-	-
R119	PT	Residenziale	60	-	56,1	-	-	-
R119	P1	Residenziale	60	-	56,6	-	-	-
R120	PT	Residenziale	60	-	49,5	-	-	-
R120	P1	Residenziale	60	-	54	-	-	-
R120	P2	Residenziale	60	-	55,1	-	-	-
R126	PT	Residenziale	55	-	43,6	-	-	-
R126	P1	Residenziale	55	-	43,7	-	-	-
R126	P2	Residenziale	55	-	43,9	-	-	-
R128	PT	Residenziale	55	-	44,4	-	-	-
R128	P1	Residenziale	55	-	44,6	-	-	-
R129	PT	Residenziale	55	-	45,9	-	-	-
R130	PT	Residenziale	55	-	46,3	-	-	-
R132	PT	Residenziale	55	-	45,6	-	-	-
R132	P1	Residenziale	55	-	45,7	-	-	-
R133	PT	Residenziale	55	-	47,1	-	-	-
R133	P1	Residenziale	55	-	47,2	-	-	-
R137	PT	Residenziale	55	-	44,3	-	-	-
R137	P1	Residenziale	55	-	44,7	-	-	-
R138	PT	Residenziale	55	-	38,8	-	-	-
R139	PT	Residenziale	55	-	46,8	-	-	-
R140	PT	Residenziale	55	-	46,7	-	-	-
R143	PT	Residenziale	55	-	49,8	-	-	-
R143	P1	Residenziale	55	-	49	-	-	-
R143	P2	Residenziale	55	-	49,3	-	-	-
R149	PT	Residenziale	55	-	44,7	-	-	-
R149	P1	Residenziale	55	-	45,7	-	-	-
R153	PT	Residenziale	55	-	51	-	-	-
R153	P1	Residenziale	55	-	51,7	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R157	PT	Commerciale	60	-	51,3	-	-	-
R159	PT	Residenziale	60	-	47,2	-	-	-
R159	P1	Residenziale	60	-	48,4	-	-	-
R161	PT	Residenziale	60	-	49	-	-	-
R161	P1	Residenziale	60	-	50,9	-	-	-
R178	PT	Residenziale	60	-	50,3	-	-	-
R179	PT	Commerciale	60	-	50,6	-	-	-
R180	PT	Residenziale	60	-	50,1	-	-	-
R183	PT	Residenziale	60	-	45,7	-	-	-
R184	PT	Residenziale	60	-	48,8	-	-	-
R185	PT	Residenziale	60	-	48,6	-	-	-
R185	P1	Residenziale	60	-	49	-	-	-
R186	PT	Residenziale	60	-	47,5	-	-	-
R190	PT	Residenziale	60	-	47,1	-	-	-
R192	PT	Residenziale	60	-	44,6	-	-	-
R196	PT	Residenziale	60	-	49,1	-	-	-
R197	PT	Residenziale	60	-	51,4	-	-	-
R198	PT	Residenziale	60	-	50,6	-	-	-
R199	PT	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R201	PT	Scuola	60	-	51,1	-	-	-
R201	P1	Scuola	60	-	50,5	-	-	-
R201	P2	Scuola	60	-	50,8	-	-	-
R202	PT	Scuola	60	-	52,5	-	-	-
R202	P1	Scuola	60	-	51,8	-	-	-
R202	P2	Scuola	60	-	51,6	-	-	-
R202	P3	Scuola	60	-	51,5	-	-	-
R203	PT	Residenziale	65	-	48,4	-	-	-
R203	P1	Residenziale	65	-	49,7	-	-	-
R203	P2	Residenziale	65	-	50,3	-	-	-
R203	P3	Residenziale	65	-	50,5	-	-	-
R203	P4	Residenziale	65	-	50,7	-	-	-
R204	PT	Residenziale	65	-	45,6	-	-	-
R204	P1	Residenziale	65	-	46,8	-	-	-
R205	PT	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R205	P1	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R205	P2	Residenziale	65	-	45,5	-	-	-
R205	P3	Residenziale	65	-	48,4	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R206	P4	Residenziale	65	-	49,1	-	-	-
R206	PT	Residenziale	65	-	41,2	-	-	-
R206	P1	Residenziale	65	-	47,5	-	-	-
R206	P2	Residenziale	65	-	43,4	-	-	-
R206	P3	Residenziale	65	-	45,6	-	-	-
R207	PT	Residenziale	65	-	42,1	-	-	-
R207	P1	Residenziale	65	-	44,2	-	-	-
R207	P2	Residenziale	65	-	45,1	-	-	-
R207	P3	Residenziale	65	-	48,3	-	-	-
R208	PT	Residenziale	65	-	40,2	-	-	-
R208	P1	Residenziale	65	-	43,1	-	-	-
R208	P2	Residenziale	65	-	46,7	-	-	-
R208	P3	Residenziale	65	-	49,7	-	-	-
R209	P3	Residenziale	65	-	49,8	-	-	-
R209	PT	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R209	P1	Residenziale	65	-	45,2	-	-	-
R209	P2	Residenziale	65	-	47,4	-	-	-
R210	PT	Residenziale	65	-	44	-	-	-
R210	P1	Residenziale	65	-	46	-	-	-
R210	P2	Residenziale	65	-	48,9	-	-	-
R210	P3	Residenziale	65	-	49,8	-	-	-
R211	PT	Commerciale	60	-	52,5	-	-	-
R212	PT	Residenziale	60	-	52,4	-	-	-
R212	P1	Residenziale	60	-	52,7	-	-	-
R212	P2	Residenziale	60	-	53,1	-	-	-
R212	P3	Residenziale	60	-	53,7	-	-	-
R213	PT	Residenziale	60	-	54,5	-	-	-
R213	P1	Residenziale	60	-	54,9	-	-	-
R213	P2	Residenziale	60	-	55,2	-	-	-
R213	P3	Residenziale	60	-	55,6	-	-	-
R214	PT	Residenziale	60	-	41,7	-	-	-
R214	P1	Residenziale	60	-	47,5	-	-	-
R214	P2	Residenziale	60	-	43,1	-	-	-
R214	P3	Residenziale	60	-	44,8	-	-	-
R215	PT	Residenziale	60	-	52,4	-	-	-
R215	P1	Residenziale	60	-	53,1	-	-	-
R215	P2	Residenziale	60	-	53,8	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R215	P3	Residenziale	60	-	54,6	-	-	-
R216	PT	Residenziale	60	-	41,7	-	-	-
R216	P3	Residenziale	60	-	49,2	-	-	-
R216	P1	Residenziale	60	-	45,2	-	-	-
R216	P2	Residenziale	60	-	46,8	-	-	-
R217	PT	Residenziale	60	-	45,3	-	-	-
R217	P1	Residenziale	60	-	51	-	-	-
R217	P2	Residenziale	60	-	51,7	-	-	-
R218	PT	Residenziale	60	-	45,6	-	-	-
R218	P1	Residenziale	60	-	50,3	-	-	-
R218	P2	Residenziale	60	-	50,6	-	-	-
R219	PT	Commerciale	60	-	50,4	-	-	-
R220	PT	Residenziale	60	-	43,5	-	-	-
R220	P1	Residenziale	60	-	46,9	-	-	-
R221	PT	Residenziale	60	-	43,8	-	-	-
R221	P1	Residenziale	60	-	47,9	-	-	-
R221	P2	Residenziale	60	-	49	-	-	-
R222	PT	Residenziale	60	-	41,8	-	-	-
R222	P1	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R223	PT	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R223	P1	Residenziale	65	-	46,6	-	-	-
R223	P2	Residenziale	65	-	47,9	-	-	-
R223	P3	Residenziale	65	-	50,1	-	-	-
R224	PT	Residenziale	65	-	43,4	-	-	-
R224	P1	Residenziale	65	-	44,9	-	-	-
R224	P2	Residenziale	65	-	47,7	-	-	-
R225	PT	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R225	P1	Residenziale	65	-	44,2	-	-	-
R225	P2	Residenziale	65	-	45,9	-	-	-
R225	P3	Residenziale	65	-	50,1	-	-	-
R226	PT	Residenziale	65	-	40,2	-	-	-
R226	P1	Residenziale	65	-	42,4	-	-	-
R226	P2	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R226	P3	Residenziale	65	-	45,3	-	-	-
R227	PT	Residenziale	65	-	42,6	-	-	-
R227	P1	Residenziale	65	-	43,9	-	-	-
R227	P2	Residenziale	65	-	46,1	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R228	PT	Residenziale	65	-	41,3	-	-	-
R228	P1	Residenziale	65	-	42,7	-	-	-
R228	P2	Residenziale	65	-	43,7	-	-	-
R229	PT	Residenziale	65	-	42,3	-	-	-
R229	P1	Residenziale	65	-	43,3	-	-	-
R229	P2	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R230	P2	Residenziale	65	-	45,3	-	-	-
R230	P3	Residenziale	65	-	46,8	-	-	-
R230	PT	Residenziale	65	-	41,5	-	-	-
R230	P1	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R231	P3	Residenziale	65	-	46,7	-	-	-
R231	PT	Residenziale	65	-	40,9	-	-	-
R231	P1	Residenziale	65	-	42	-	-	-
R231	P2	Residenziale	65	-	43,1	-	-	-
R232	PT	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R232	P1	Residenziale	65	-	42,6	-	-	-
R232	P2	Residenziale	65	-	45,3	-	-	-
R232	P3	Residenziale	65	-	47,5	-	-	-
R233	PT	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R233	P1	Residenziale	65	-	42,9	-	-	-
R233	P2	Residenziale	65	-	45,7	-	-	-
R234	PT	Residenziale	65	-	40,8	-	-	-
R234	P1	Residenziale	65	-	42,7	-	-	-
R234	P2	Residenziale	65	-	44,9	-	-	-
R234	P3	Residenziale	65	-	47,7	-	-	-
R235	PT	Residenziale	65	-	41,6	-	-	-
R235	P1	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R235	P2	Residenziale	65	-	44,7	-	-	-
R235	P3	Residenziale	65	-	47,8	-	-	-
R236	PT	Residenziale	65	-	44,1	-	-	-
R236	P1	Residenziale	65	-	45,6	-	-	-
R236	P3	Residenziale	65	-	49,3	-	-	-
R236	P4	Residenziale	65	-	51,4	-	-	-
R236	P5	Residenziale	65	-	51,4	-	-	-
R236	P2	Residenziale	65	-	48,1	-	-	-
R237	PT	Residenziale	65	-	46,3	-	-	-
R237	P1	Residenziale	65	-	47,1	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R237	P2	Residenziale	65	-	49,6	-	-	-
R237	P3	Residenziale	65	-	51	-	-	-
R237	P4	Residenziale	65	-	51,7	-	-	-
R237	P5	Residenziale	65	-	52,3	-	-	-
R238	PT	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R238	P1	Residenziale	65	-	42	-	-	-
R238	P2	Residenziale	65	-	43,7	-	-	-
R238	P3	Residenziale	65	-	45,6	-	-	-
R239	PT	Residenziale	65	-	41,7	-	-	-
R239	P1	Residenziale	65	-	43,1	-	-	-
R239	P2	Residenziale	65	-	44,4	-	-	-
R240	PT	Residenziale	65	-	39,5	-	-	-
R240	P1	Residenziale	65	-	41,9	-	-	-
R240	P2	Residenziale	65	-	44,2	-	-	-
R241	PT	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R241	P1	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R241	P2	Residenziale	65	-	45,9	-	-	-
R241	P3	Residenziale	65	-	46,9	-	-	-
R242	P3	Residenziale	65	-	46,3	-	-	-
R242	PT	Residenziale	65	-	37,7	-	-	-
R242	P1	Residenziale	65	-	41,2	-	-	-
R242	P2	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R243	PT	Residenziale	65	-	38,8	-	-	-
R243	P1	Residenziale	65	-	40,6	-	-	-
R243	P2	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R243	P3	Residenziale	65	-	46,3	-	-	-
R244	PT	Residenziale	65	-	39,7	-	-	-
R244	P1	Residenziale	65	-	42,1	-	-	-
R244	P2	Residenziale	65	-	44,5	-	-	-
R244	P3	Residenziale	65	-	47,2	-	-	-
R245	PT	Residenziale	65	-	42,7	-	-	-
R245	P1	Residenziale	65	-	46,2	-	-	-
R245	P2	Residenziale	65	-	39,3	-	-	-
R245	P3	Residenziale	65	-	40,8	-	-	-
R246	P2	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R246	PT	Residenziale	65	-	45,8	-	-	-
R246	P1	Residenziale	65	-	39,6	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R246	P3	Residenziale	65	-	41,9	-	-	-
R247	P2	Residenziale	65	-	37,3	-	-	-
R247	P3	Residenziale	65	-	39,6	-	-	-
R247	P4	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R247	PT	Residenziale	65	-	45,1	-	-	-
R247	P1	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R248	PT	Residenziale	65	-	40,1	-	-	-
R248	P3	Residenziale	65	-	41,7	-	-	-
R248	P1	Residenziale	65	-	43,1	-	-	-
R248	P2	Residenziale	65	-	44,8	-	-	-
R249	P1	Residenziale	65	-	43,9	-	-	-
R249	P2	Residenziale	65	-	46,6	-	-	-
R249	PT	Residenziale	65	-	42	-	-	-
R250	PT	Residenziale	65	-	41,2	-	-	-
R250	P1	Residenziale	65	-	44,7	-	-	-
R250	P2	Residenziale	65	-	46,1	-	-	-
R251	P3	Residenziale	65	-	46,5	-	-	-
R251	PT	Residenziale	65	-	41,4	-	-	-
R251	P1	Residenziale	65	-	43,7	-	-	-
R251	P2	Residenziale	65	-	45,2	-	-	-
R252	PT	Residenziale	65	-	43,9	-	-	-
R252	P2	Residenziale	65	-	36,6	-	-	-
R252	P3	Residenziale	65	-	39,3	-	-	-
R252	P1	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R253	PT	Residenziale	65	-	40,8	-	-	-
R253	P1	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R253	P2	Residenziale	65	-	44,7	-	-	-
R253	P3	Residenziale	65	-	46,1	-	-	-
R254	P2	Residenziale	65	-	45,2	-	-	-
R254	P3	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R254	PT	Residenziale	65	-	42,3	-	-	-
R254	P1	Residenziale	65	-	42,4	-	-	-
R256	PT	Residenziale	65	-	38,3	-	-	-
R256	P1	Residenziale	65	-	40,7	-	-	-
R256	P2	Residenziale	65	-	43,3	-	-	-
R256	P3	Residenziale	65	-	45,7	-	-	-
R257	PT	Residenziale	65	-	38,4	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R257	P1	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R257	P2	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R257	P3	Residenziale	65	-	44,2	-	-	-
R260	PT	Residenziale	60	-	59,2	-	-	-
R260	P1	Residenziale	60	-	59,7	-	-	-
R260	P2	Residenziale	60	-	60,1	-	0,1	-
R260	P3	Residenziale	60	-	60,5	-	0,5	-
R261	PT	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R261	P1	Residenziale	60	-	56,6	-	-	-
R261	P2	Residenziale	60	-	57,1	-	-	-
R261	P3	Residenziale	60	-	58,2	-	-	-
R262	P3	Residenziale	60	-	54,8	-	-	-
R262	PT	Residenziale	60	-	52,4	-	-	-
R262	P1	Residenziale	60	-	52,8	-	-	-
R262	P2	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R263	PT	Residenziale	65	-	48,3	-	-	-
R263	P1	Residenziale	65	-	49,1	-	-	-
R263	P2	Residenziale	65	-	50,2	-	-	-
R264	PT	Residenziale	65	-	39,7	-	-	-
R264	P1	Residenziale	65	-	41,3	-	-	-
R264	P2	Residenziale	65	-	44,7	-	-	-
R265	PT	Residenziale	65	-	49,4	-	-	-
R265	P1	Residenziale	65	-	50,1	-	-	-
R265	P2	Residenziale	65	-	51,4	-	-	-
R266	PT	Residenziale	65	-	55,9	-	-	-
R266	P1	Residenziale	65	-	56,4	-	-	-
R266	P2	Residenziale	65	-	56,9	-	-	-
R266	P3	Residenziale	65	-	57,8	-	-	-
R267	PT	Residenziale	65	-	58,7	-	-	-
R267	P1	Residenziale	65	-	59,1	-	-	-
R267	P2	Residenziale	65	-	59,5	-	-	-
R267	P3	Residenziale	65	-	59,9	-	-	-
R267	P4	Residenziale	65	-	60,3	-	-	-
R268	PT	Residenziale	65	-	54,3	-	-	-
R268	P1	Residenziale	65	-	54,7	-	-	-
R268	P2	Residenziale	65	-	55,1	-	-	-
R268	P3	Residenziale	65	-	55,6	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R269	PT	Residenziale	65	-	41,5	-	-	-
R269	P1	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R270	P3	Residenziale	65	-	51,9	-	-	-
R270	PT	Residenziale	65	-	42,2	-	-	-
R270	P1	Residenziale	65	-	45,8	-	-	-
R270	P2	Residenziale	65	-	46,9	-	-	-
R271	PT	Residenziale	65	-	54,2	-	-	-
R271	P1	Residenziale	65	-	54,8	-	-	-
R271	P2	Residenziale	65	-	55,3	-	-	-
R272	PT	Residenziale	65	-	54,7	-	-	-
R272	P1	Residenziale	65	-	55,4	-	-	-
R272	P2	Residenziale	65	-	55,7	-	-	-
R273	PT	Residenziale	65	-	56,8	-	-	-
R273	P1	Residenziale	65	-	58,3	-	-	-
R273	P2	Residenziale	65	-	58,9	-	-	-
R273	P3	Residenziale	65	-	59,3	-	-	-
R273	P4	Residenziale	65	-	59,6	-	-	-
R273	P5	Residenziale	65	-	59,9	-	-	-
R273	P6	Residenziale	65	-	60,3	-	-	-
R274	PT	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R274	P1	Residenziale	65	-	46,1	-	-	-
R274	P2	Residenziale	65	-	46,5	-	-	-
R274	P3	Residenziale	65	-	47,4	-	-	-
R275	P2	Residenziale	65	-	43,2	-	-	-
R275	P3	Residenziale	65	-	48	-	-	-
R275	PT	Residenziale	65	-	40,1	-	-	-
R275	P1	Residenziale	65	-	41	-	-	-
R276	PT	Residenziale	65	-	45,1	-	-	-
R276	P1	Residenziale	65	-	47,8	-	-	-
R276	P2	Residenziale	65	-	40,6	-	-	-
R276	P3	Residenziale	65	-	42,3	-	-	-
R277	PT	Residenziale	60	-	39,2	-	-	-
R277	P1	Residenziale	60	-	41,2	-	-	-
R277	P2	Residenziale	60	-	43,2	-	-	-
R277	P3	Residenziale	60	-	46,8	-	-	-
R277	P4	Residenziale	60	-	48,7	-	-	-
R278	PT	Residenziale	60	-	41,6	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R278	P1	Residenziale	60	-	44,6	-	-	-
R278	P2	Residenziale	60	-	41,3	-	-	-
R278	P3	Residenziale	60	-	43,3	-	-	-
R279	PT	Residenziale	60	-	41,4	-	-	-
R279	P3	Residenziale	60	-	44,9	-	-	-
R279	P1	Residenziale	60	-	46,9	-	-	-
R279	P2	Residenziale	60	-	45,9	-	-	-
R280	PT	Residenziale	60	-	47,3	-	-	-
R280	P1	Residenziale	60	-	48,7	-	-	-
R280	P2	Residenziale	60	-	49,2	-	-	-
R280	P3	Residenziale	60	-	49,7	-	-	-
R281	PT	Residenziale	60	-	55,5	-	-	-
R281	P1	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R281	P2	Residenziale	60	-	56,9	-	-	-
R281	P3	Residenziale	60	-	57,5	-	-	-
R281	P4	Residenziale	60	-	57,4	-	-	-
R281	P5	Residenziale	60	-	57,6	-	-	-
R281	P6	Residenziale	60	-	57,7	-	-	-
R282	PT	Residenziale	65	-	42,6	-	-	-
R282	P1	Residenziale	65	-	44,3	-	-	-
R282	P2	Residenziale	65	-	45,8	-	-	-
R283	PT	Residenziale	60	-	41,6	-	-	-
R283	P1	Residenziale	60	-	44,1	-	-	-
R283	P2	Residenziale	60	-	39,3	-	-	-
R284	PT	Residenziale	60	-	43,1	-	-	-
R284	P1	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R284	P2	Residenziale	60	-	45,8	-	-	-
R284	P3	Residenziale	60	-	48,2	-	-	-
R284	P4	Residenziale	60	-	49,7	-	-	-
R284	P5	Residenziale	60	-	50,6	-	-	-
R285	PT	Residenziale	60	-	42,3	-	-	-
R285	P1	Residenziale	60	-	43,7	-	-	-
R286	PT	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R286	P1	Residenziale	65	-	43,9	-	-	-
R286	P2	Residenziale	65	-	46,1	-	-	-
R286	P3	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R287	PT	Residenziale	65	-	39,9	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R287	P1	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R287	P2	Residenziale	65	-	45,4	-	-	-
R287	P3	Residenziale	65	-	47,2	-	-	-
R288	P2	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R288	P3	Residenziale	65	-	42	-	-	-
R288	P4	Residenziale	65	-	44,3	-	-	-
R288	PT	Residenziale	65	-	46,3	-	-	-
R288	P1	Residenziale	65	-	45,6	-	-	-
R289	PT	Residenziale	65	-	38	-	-	-
R289	P1	Residenziale	65	-	39,5	-	-	-
R289	P2	Residenziale	65	-	41,8	-	-	-
R289	P3	Residenziale	65	-	45	-	-	-
R290	PT	Residenziale	65	-	41	-	-	-
R290	P1	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R290	P2	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R290	P3	Residenziale	65	-	46,2	-	-	-
R291	PT	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R291	P1	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R291	P2	Residenziale	65	-	44,3	-	-	-
R291	P3	Residenziale	65	-	45,7	-	-	-
R292	PT	Residenziale	65	-	39,8	-	-	-
R292	P1	Residenziale	65	-	41,9	-	-	-
R292	P2	Residenziale	65	-	43,7	-	-	-
R292	P3	Residenziale	65	-	44,8	-	-	-
R293	PT	Residenziale	65	-	44	-	-	-
R293	P1	Residenziale	65	-	44,7	-	-	-
R293	P2	Residenziale	65	-	45,5	-	-	-
R293	P3	Residenziale	65	-	46,2	-	-	-
R294	P2	Scuola	60	-	51,7	-	-	-
R294	PT	Scuola	60	-	47,3	-	-	-
R294	P1	Scuola	60	-	50,3	-	-	-
R294	P3	Scuola	60	-	51,5	-	-	-
R294	P4	Scuola	60	-	51,8	-	-	-
R295	PT	Scuola	60	-	49,2	-	-	-
R295	P1	Scuola	60	-	50,7	-	-	-
R296	PT	Scuola	60	-	48,5	-	-	-
R296	P1	Scuola	60	-	49,7	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R297	PT	Residenziale	60	-	45,9	-	-	-
R297	P1	Residenziale	60	-	47	-	-	-
R298	PT	Residenziale	65	-	54,5	-	-	-
R298	P1	Residenziale	65	-	56,7	-	-	-
R298	P2	Residenziale	65	-	57	-	-	-
R298	P3	Residenziale	65	-	57,8	-	-	-
R299	PT	Residenziale	65	-	53,7	-	-	-
R299	P1	Residenziale	65	-	54,4	-	-	-
R299	P2	Residenziale	65	-	55,2	-	-	-
R299	P3	Residenziale	65	-	55,5	-	-	-
R300	PT	Residenziale	65	-	52	-	-	-
R300	P1	Residenziale	65	-	52,3	-	-	-
R300	P2	Residenziale	65	-	53,8	-	-	-
R300	P3	Residenziale	65	-	54,4	-	-	-
R301	P2	Residenziale	65	-	47,9	-	-	-
R301	P3	Residenziale	65	-	49,7	-	-	-
R301	PT	Residenziale	65	-	46	-	-	-
R301	P1	Residenziale	65	-	46,8	-	-	-
R302	PT	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R302	P1	Residenziale	65	-	47,9	-	-	-
R302	P2	Residenziale	65	-	48,1	-	-	-
R302	P3	Residenziale	65	-	48,3	-	-	-
R303	PT	Residenziale	65	-	47,8	-	-	-
R303	P1	Residenziale	65	-	48	-	-	-
R303	P2	Residenziale	65	-	48,2	-	-	-
R304	PT	Residenziale	65	-	47	-	-	-
R304	P1	Residenziale	65	-	47,2	-	-	-
R304	P2	Residenziale	65	-	47,4	-	-	-
R304	P3	Residenziale	65	-	47,9	-	-	-

Tabella 5-1 immissioni acustiche delle attività di cantiere ante mitigazione

6 Scenario corso d'opera post mitigazione

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R001	PT	Residenziale	55	-	34,8	-	-	-
R001	P1	Residenziale	55	-	35	-	-	-
R001	P2	Residenziale	55	-	35,8	-	-	-
R002	PT	Residenziale	55	-	35,1	-	-	-
R002	P1	Residenziale	55	-	35,4	-	-	-
R002	P2	Residenziale	55	-	36,5	-	-	-
R003	PT	Residenziale	55	-	35,5	-	-	-
R003	P1	Residenziale	55	-	35,9	-	-	-
R003	P2	Residenziale	55	-	37,4	-	-	-
R004	P2	Residenziale	55	-	38,8	-	-	-
R004	PT	Residenziale	55	-	36,8	-	-	-
R004	P1	Residenziale	55	-	37,2	-	-	-
R005	PT	Residenziale	55	-	40,2	-	-	-
R005	P1	Residenziale	55	-	40,4	-	-	-
R005	P2	Residenziale	55	-	40,7	-	-	-
R006	PT	Residenziale	55	-	38,1	-	-	-
R006	P1	Residenziale	55	-	39,1	-	-	-
R007	PT	Residenziale	60	-	35,3	-	-	-
R007	P1	Residenziale	60	-	35,9	-	-	-
R011	PT	Residenziale	60	-	28,3	-	-	-
R011	P1	Residenziale	60	-	33,3	-	-	-
R011	P2	Residenziale	60	-	35,6	-	-	-
R012	PT	Residenziale	60	-	36,5	-	-	-
R012	P1	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R012	P2	Residenziale	60	-	40	-	-	-
R013	PT	Residenziale	60	-	37,6	-	-	-
R013	P1	Residenziale	60	-	39,5	-	-	-
R014	PT	Residenziale	60	-	32,9	-	-	-
R014	P1	Residenziale	60	-	34,9	-	-	-
R015	PT	Residenziale	60	-	38,4	-	-	-
R015	P1	Residenziale	60	-	42,5	-	-	-
R016	PT	Residenziale	60	-	43,2	-	-	-
R016	P1	Residenziale	60	-	45	-	-	-
R017	PT	Residenziale	60	-	40,3	-	-	-
R017	P1	Residenziale	60	-	42,1	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R020	PT	Residenziale	60	-	55,4	-	-	-
R020	P1	Residenziale	60	-	54,3	-	-	-
R021	PT	Residenziale	60	-	46,6	-	-	-
R021	P1	Residenziale	60	-	45,1	-	-	-
R022	PT	Residenziale	60	-	46,1	-	-	-
R022	P1	Residenziale	60	-	46,6	-	-	-
R024	PT	Residenziale	60	-	45	-	-	-
R024	P1	Residenziale	60	-	45,4	-	-	-
R025	PT	Residenziale	60	-	46	-	-	-
R025	P1	Residenziale	60	-	47,2	-	-	-
R026	PT	Residenziale	60	-	55,5	-	-	-
R026	P1	Residenziale	60	-	53,6	-	-	-
R027	PT	Residenziale	60	-	42,5	-	-	-
R027	P1	Residenziale	60	-	45,2	-	-	-
R028	PT	Residenziale	60	-	48,9	-	-	-
R028	P1	Residenziale	60	-	50,3	-	-	-
R029	P1	Residenziale	60	-	46,2	-	-	-
R029	PT	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R030	PT	Residenziale	60	-	44,5	-	-	-
R030	P1	Residenziale	60	-	47,4	-	-	-
R031	PT	Residenziale	60	-	51	-	-	-
R031	P1	Residenziale	60	-	51,7	-	-	-
R033	PT	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R034	PT	Residenziale	60	-	46	-	-	-
R034	P1	Residenziale	60	-	47,7	-	-	-
R035	PT	Commerciale	60	-	53,1	-	-	-
R035	P1	Commerciale	60	-	49,8	-	-	-
R036	PT	Commerciale	60	-	47,7	-	-	-
R038	PT	Residenziale	60	-	48	-	-	-
R038	P1	Residenziale	60	-	49,7	-	-	-
R039	PT	Commerciale	60	-	50	-	-	-
R039	P1	Commerciale	60	-	51,6	-	-	-
R040	PT	Residenziale	60	-	56,4	-	-	-
R040	P1	Residenziale	60	-	57,2	-	-	-
R041	PT	Residenziale	60	-	53,7	-	-	-
R041	P1	Residenziale	60	-	55,6	-	-	-
R042	PT	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R042	P1	Residenziale	60	-	52,3	-	-	-
R044	PT	Residenziale	60	-	52,4	-	-	-
R044	P1	Residenziale	60	-	54,3	-	-	-
R045	PT	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R045	P1	Residenziale	60	-	55,6	-	-	-
R048	PT	Residenziale	60	-	59,2	-	-	-
R048	P1	Residenziale	60	-	60	-	-	-
R049	PT	Residenziale	50	-	57,5	-	7,5	-
R049	P1	Residenziale	50	-	57,9	-	7,9	-
R049	P2	Residenziale	50	-	58,7	-	8,7	-
R052	PT	Residenziale	60	-	74,5	-	14,5	-
R052	P1	Residenziale	60	-	71,9	-	11,9	-
R053	PT	Residenziale	60	-	59,7	-	-	-
R053	P1	Residenziale	60	-	62,9	-	2,9	-
R053	P2	Residenziale	60	-	65,4	-	5,4	-
R054	PT	Residenziale	60	-	54,6	-	-	-
R054	P1	Residenziale	60	-	52,9	-	-	-
R054	P2	Residenziale	60	-	53,3	-	-	-
R054	P3	Residenziale	60	-	57,5	-	-	-
R055	P2	Residenziale	60	-	51,8	-	-	-
R055	PT	Residenziale	60	-	53,4	-	-	-
R055	P1	Residenziale	60	-	52,9	-	-	-
R057	PT	Residenziale	60	-	51,3	-	-	-
R057	P1	Residenziale	60	-	51,8	-	-	-
R057	P2	Residenziale	60	-	52,1	-	-	-
R057	P4	Residenziale	60	-	52,6	-	-	-
R057	P3	Residenziale	60	-	53,8	-	-	-
R058	PT	Residenziale	60	-	50,9	-	-	-
R058	P1	Residenziale	60	-	52	-	-	-
R060	PT	Commerciale	60	-	58,9	-	-	-
R061	PT	Residenziale	60	-	56,4	-	-	-
R061	P1	Residenziale	60	-	54,2	-	-	-
R061	P2	Residenziale	60	-	52,2	-	-	-
R062	PT	Commerciale	60	-	56,3	-	-	-
R062	P1	Commerciale	60	-	54,4	-	-	-
R063	PT	Residenziale	60	-	53	-	-	-
R063	P1	Residenziale	60	-	52	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R063	P2	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R064	PT	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R064	P1	Residenziale	60	-	52	-	-	-
R064	P2	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R066	PT	Residenziale	60	-	40,6	-	-	-
R066	P1	Residenziale	60	-	41,6	-	-	-
R068	PT	Residenziale	60	-	41,4	-	-	-
R070	PT	Residenziale	60	-	42,2	-	-	-
R070	P1	Residenziale	60	-	42,7	-	-	-
R070	P2	Residenziale	60	-	42,9	-	-	-
R072	PT	Residenziale	60	-	47,9	-	-	-
R072	P1	Residenziale	60	-	49,4	-	-	-
R072	P2	Residenziale	60	-	51,1	-	-	-
R074	PT	Residenziale	60	-	50,4	-	-	-
R074	P1	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R076	PT	Residenziale	60	-	49,9	-	-	-
R076	P1	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R078	PT	Residenziale	60	-	49,6	-	-	-
R078	P1	Residenziale	60	-	51,2	-	-	-
R078	P2	Residenziale	60	-	51,5	-	-	-
R084	PT	Residenziale	60	-	52,3	-	-	-
R085	PT	Residenziale	60	-	52,8	-	-	-
R085	P1	Residenziale	60	-	53	-	-	-
R086	PT	Residenziale	60	-	53,9	-	-	-
R086	P1	Residenziale	60	-	54	-	-	-
R086	P2	Residenziale	60	-	54	-	-	-
R087	PT	Residenziale	60	-	53,7	-	-	-
R089	PT	Residenziale	60	-	54,4	-	-	-
R089	P1	Residenziale	60	-	54,8	-	-	-
R089	P2	Residenziale	60	-	54,9	-	-	-
R090	PT	Residenziale	60	-	54,4	-	-	-
R090	P1	Residenziale	60	-	54,8	-	-	-
R091	PT	Residenziale	60	-	53	-	-	-
R091	P1	Residenziale	60	-	54,1	-	-	-
R093	PT	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R095	PT	Residenziale	60	-	51,6	-	-	-
R096	PT	Residenziale	60	-	51,6	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R097	PT	Residenziale	60	-	57,2	-	-	-
R097	P1	Residenziale	60	-	57,6	-	-	-
R097	P2	Residenziale	60	-	58,1	-	-	-
R098	PT	Residenziale	60	-	54	-	-	-
R099	PT	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R101	PT	Residenziale	60	-	56	-	-	-
R101	P1	Residenziale	60	-	56,3	-	-	-
R101	P2	Residenziale	60	-	55,8	-	-	-
R103	PT	Residenziale	60	-	59	-	-	-
R103	P1	Residenziale	60	-	56,8	-	-	-
R103	P2	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R104	PT	Residenziale	60	-	56,7	-	-	-
R104	P1	Residenziale	60	-	56,3	-	-	-
R105	PT	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R106	PT	Residenziale	60	-	60,2	-	0,2	-
R106	P1	Residenziale	60	-	60,8	-	0,8	-
R107	PT	Residenziale	60	-	59,5	-	-	-
R107	P1	Residenziale	60	-	61	-	1	-
R108	PT	Residenziale	60	-	58,8	-	-	-
R108	P1	Residenziale	60	-	60	-	-	-
R109	PT	Scuola	60	-	65,5	-	5,5	-
R109	P1	Scuola	60	-	66,6	-	6,6	-
R109	P2	Scuola	60	-	66,9	-	6,9	-
R109	P3	Scuola	60	-	66,8	-	6,8	-
R110	PT	Scuola	60	-	62,3	-	2,3	-
R110	P1	Scuola	60	-	63,1	-	3,1	-
R111	PT	Scuola	60	-	48,3	-	-	-
R111	P1	Scuola	60	-	56,5	-	-	-
R112	PT	Scuola	60	-	44,9	-	-	-
R113	PT	Scuola	60	-	59,6	-	-	-
R113	P1	Scuola	60	-	60,3	-	0,3	-
R113	P2	Scuola	60	-	60,9	-	0,9	-
R114	PT	Scuola	60	-	48,3	-	-	-
R114	P1	Scuola	60	-	50,8	-	-	-
R115	PT	Scuola	60	-	45,8	-	-	-
R116	PT	Scuola	60	-	53,4	-	-	-
R116	P2	Scuola	60	-	50,5	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R116	P1	Scuola	60	-	53,5	-	-	-
R118	PT	Residenziale	60	-	53,3	-	-	-
R118	P1	Residenziale	60	-	54,4	-	-	-
R118	P2	Residenziale	60	-	54,5	-	-	-
R118	P3	Residenziale	60	-	55,3	-	-	-
R119	PT	Residenziale	60	-	51,9	-	-	-
R119	P1	Residenziale	60	-	52,8	-	-	-
R119	P2	Residenziale	60	-	53,6	-	-	-
R120	PT	Residenziale	60	-	49	-	-	-
R120	P1	Residenziale	60	-	53,7	-	-	-
R120	P2	Residenziale	60	-	54,9	-	-	-
R126	PT	Residenziale	55	-	43,6	-	-	-
R126	P1	Residenziale	55	-	43,7	-	-	-
R126	P2	Residenziale	55	-	43,9	-	-	-
R128	PT	Residenziale	55	-	44,4	-	-	-
R128	P1	Residenziale	55	-	44,6	-	-	-
R129	PT	Residenziale	55	-	45,9	-	-	-
R130	PT	Residenziale	55	-	46,3	-	-	-
R132	PT	Residenziale	55	-	45,3	-	-	-
R132	P1	Residenziale	55	-	45,5	-	-	-
R133	PT	Residenziale	55	-	47	-	-	-
R133	P1	Residenziale	55	-	47,1	-	-	-
R137	PT	Residenziale	55	-	43,9	-	-	-
R137	P1	Residenziale	55	-	44,4	-	-	-
R138	PT	Residenziale	55	-	38,2	-	-	-
R139	PT	Residenziale	55	-	46,5	-	-	-
R140	PT	Residenziale	55	-	46,5	-	-	-
R143	PT	Residenziale	55	-	49,7	-	-	-
R143	P1	Residenziale	55	-	48,8	-	-	-
R143	P2	Residenziale	55	-	49,1	-	-	-
R149	PT	Residenziale	55	-	44,6	-	-	-
R149	P1	Residenziale	55	-	45,7	-	-	-
R153	PT	Residenziale	55	-	50,7	-	-	-
R153	P1	Residenziale	55	-	51,4	-	-	-
R157	PT	Commerciale	60	-	50,7	-	-	-
R159	P1	Residenziale	60	-	48,2	-	-	-
R159	PT	Residenziale	60	-	46,9	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R161	PT	Residenziale	60	-	48,9	-	-	-
R161	P1	Residenziale	60	-	50,6	-	-	-
R178	PT	Residenziale	60	-	49,9	-	-	-
R179	PT	Commerciale	60	-	50,3	-	-	-
R180	PT	Residenziale	60	-	49,7	-	-	-
R183	PT	Residenziale	60	-	45,2	-	-	-
R184	PT	Residenziale	60	-	48,3	-	-	-
R185	PT	Residenziale	60	-	48,1	-	-	-
R185	P1	Residenziale	60	-	48,5	-	-	-
R186	PT	Residenziale	60	-	46,8	-	-	-
R190	PT	Residenziale	60	-	46,2	-	-	-
R192	PT	Residenziale	60	-	43,7	-	-	-
R196	PT	Residenziale	60	-	48,8	-	-	-
R197	PT	Residenziale	60	-	51	-	-	-
R198	PT	Residenziale	60	-	50,2	-	-	-
R199	PT	Residenziale	60	-	50,9	-	-	-
R201	PT	Scuola	60	-	50,9	-	-	-
R201	P1	Scuola	60	-	50,2	-	-	-
R201	P2	Scuola	60	-	50,6	-	-	-
R202	PT	Scuola	60	-	52,3	-	-	-
R202	P1	Scuola	60	-	51,7	-	-	-
R202	P2	Scuola	60	-	51,4	-	-	-
R202	P3	Scuola	60	-	51,3	-	-	-
R203	PT	Residenziale	65	-	47,9	-	-	-
R203	P1	Residenziale	65	-	49,4	-	-	-
R203	P2	Residenziale	65	-	50	-	-	-
R203	P3	Residenziale	65	-	50,2	-	-	-
R203	P4	Residenziale	65	-	50,4	-	-	-
R204	PT	Residenziale	65	-	44,1	-	-	-
R204	P1	Residenziale	65	-	45,7	-	-	-
R205	PT	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R205	P1	Residenziale	65	-	42,4	-	-	-
R205	P2	Residenziale	65	-	45,3	-	-	-
R205	P3	Residenziale	65	-	47,8	-	-	-
R206	P3	Residenziale	65	-	46,3	-	-	-
R206	P4	Residenziale	65	-	48,6	-	-	-
R206	PT	Residenziale	65	-	40,3	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R206	P1	Residenziale	65	-	42,3	-	-	-
R206	P2	Residenziale	65	-	44,5	-	-	-
R207	PT	Residenziale	65	-	40,9	-	-	-
R207	P1	Residenziale	65	-	42,1	-	-	-
R207	P2	Residenziale	65	-	44,4	-	-	-
R207	P3	Residenziale	65	-	47,5	-	-	-
R208	PT	Residenziale	65	-	39,9	-	-	-
R208	P1	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R208	P2	Residenziale	65	-	46,3	-	-	-
R208	P3	Residenziale	65	-	48,8	-	-	-
R209	PT	Residenziale	65	-	41,4	-	-	-
R209	P3	Residenziale	65	-	43,2	-	-	-
R209	P1	Residenziale	65	-	49,2	-	-	-
R209	P2	Residenziale	65	-	46,2	-	-	-
R210	PT	Residenziale	65	-	43,6	-	-	-
R210	P1	Residenziale	65	-	45,4	-	-	-
R210	P2	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R210	P3	Residenziale	65	-	49,2	-	-	-
R211	PT	Commerciale	60	-	52,2	-	-	-
R212	PT	Residenziale	60	-	52,4	-	-	-
R212	P1	Residenziale	60	-	52,7	-	-	-
R212	P2	Residenziale	60	-	53,1	-	-	-
R212	P3	Residenziale	60	-	53,5	-	-	-
R213	PT	Residenziale	60	-	54,2	-	-	-
R213	P1	Residenziale	60	-	54,6	-	-	-
R213	P2	Residenziale	60	-	55	-	-	-
R213	P3	Residenziale	60	-	55,4	-	-	-
R214	PT	Residenziale	60	-	41,5	-	-	-
R214	P1	Residenziale	60	-	42,8	-	-	-
R214	P2	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R214	P3	Residenziale	60	-	46,8	-	-	-
R215	PT	Residenziale	60	-	51,8	-	-	-
R215	P1	Residenziale	60	-	52,9	-	-	-
R215	P2	Residenziale	60	-	53,2	-	-	-
R215	P3	Residenziale	60	-	54,1	-	-	-
R216	PT	Residenziale	60	-	40,6	-	-	-
R216	P3	Residenziale	60	-	48,2	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R216	P1	Residenziale	60	-	44,2	-	-	-
R216	P2	Residenziale	60	-	45,9	-	-	-
R217	PT	Residenziale	60	-	44,2	-	-	-
R217	P1	Residenziale	60	-	50,2	-	-	-
R217	P2	Residenziale	60	-	51	-	-	-
R218	PT	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R218	P1	Residenziale	60	-	49,2	-	-	-
R218	P2	Residenziale	60	-	49,6	-	-	-
R219	PT	Commerciale	60	-	49,8	-	-	-
R220	PT	Residenziale	60	-	42,2	-	-	-
R220	P1	Residenziale	60	-	45,6	-	-	-
R221	PT	Residenziale	60	-	43,5	-	-	-
R221	P1	Residenziale	60	-	47,6	-	-	-
R221	P2	Residenziale	60	-	48,4	-	-	-
R222	PT	Residenziale	60	-	40,9	-	-	-
R222	P1	Residenziale	60	-	43,1	-	-	-
R223	PT	Residenziale	65	-	44,3	-	-	-
R223	P1	Residenziale	65	-	42,9	-	-	-
R223	P2	Residenziale	65	-	46	-	-	-
R223	P3	Residenziale	65	-	49,1	-	-	-
R224	PT	Residenziale	65	-	43,2	-	-	-
R224	P1	Residenziale	65	-	44,5	-	-	-
R224	P2	Residenziale	65	-	46,9	-	-	-
R225	PT	Residenziale	65	-	40,9	-	-	-
R225	P1	Residenziale	65	-	42,7	-	-	-
R225	P2	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R225	P3	Residenziale	65	-	49,3	-	-	-
R226	P3	Residenziale	65	-	45,9	-	-	-
R226	PT	Residenziale	65	-	39,4	-	-	-
R226	P1	Residenziale	65	-	41,3	-	-	-
R226	P2	Residenziale	65	-	45	-	-	-
R227	PT	Residenziale	65	-	40,1	-	-	-
R227	P1	Residenziale	65	-	41,8	-	-	-
R227	P2	Residenziale	65	-	44,4	-	-	-
R228	PT	Residenziale	65	-	38,4	-	-	-
R228	P1	Residenziale	65	-	40,1	-	-	-
R228	P2	Residenziale	65	-	42,4	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R229	PT	Residenziale	65	-	39,9	-	-	-
R229	P1	Residenziale	65	-	41,8	-	-	-
R229	P2	Residenziale	65	-	43,3	-	-	-
R230	P2	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R230	P3	Residenziale	65	-	46,1	-	-	-
R230	PT	Residenziale	65	-	38,9	-	-	-
R230	P1	Residenziale	65	-	41,3	-	-	-
R231	P3	Residenziale	65	-	44,8	-	-	-
R231	PT	Residenziale	65	-	38,2	-	-	-
R231	P1	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R231	P2	Residenziale	65	-	41,7	-	-	-
R232	PT	Residenziale	65	-	38,7	-	-	-
R232	P1	Residenziale	65	-	41,1	-	-	-
R232	P2	Residenziale	65	-	43,8	-	-	-
R232	P3	Residenziale	65	-	46,5	-	-	-
R233	PT	Residenziale	65	-	38,7	-	-	-
R233	P1	Residenziale	65	-	41,1	-	-	-
R233	P2	Residenziale	65	-	44	-	-	-
R234	PT	Residenziale	65	-	39,2	-	-	-
R234	P1	Residenziale	65	-	41	-	-	-
R234	P2	Residenziale	65	-	43,4	-	-	-
R234	P3	Residenziale	65	-	47,2	-	-	-
R235	PT	Residenziale	65	-	40,6	-	-	-
R235	P1	Residenziale	65	-	42	-	-	-
R235	P2	Residenziale	65	-	43,7	-	-	-
R235	P3	Residenziale	65	-	46,9	-	-	-
R236	P3	Residenziale	65	-	50,6	-	-	-
R236	P4	Residenziale	65	-	50,7	-	-	-
R236	P5	Residenziale	65	-	42,2	-	-	-
R236	PT	Residenziale	65	-	44	-	-	-
R236	P1	Residenziale	65	-	46,9	-	-	-
R236	P2	Residenziale	65	-	47,9	-	-	-
R237	PT	Residenziale	65	-	43,5	-	-	-
R237	P1	Residenziale	65	-	44,9	-	-	-
R237	P2	Residenziale	65	-	47,9	-	-	-
R237	P3	Residenziale	65	-	49,7	-	-	-
R237	P4	Residenziale	65	-	50,8	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R237	P5	Residenziale	65	-	51,7	-	-	-
R238	PT	Residenziale	65	-	38,4	-	-	-
R238	P1	Residenziale	65	-	40,3	-	-	-
R238	P2	Residenziale	65	-	42,4	-	-	-
R238	P3	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R239	PT	Residenziale	65	-	42,4	-	-	-
R239	P1	Residenziale	65	-	38,6	-	-	-
R239	P2	Residenziale	65	-	40,3	-	-	-
R240	PT	Residenziale	65	-	38,7	-	-	-
R240	P1	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R240	P2	Residenziale	65	-	42,6	-	-	-
R241	PT	Residenziale	65	-	39	-	-	-
R241	P1	Residenziale	65	-	41,4	-	-	-
R241	P2	Residenziale	65	-	44,2	-	-	-
R241	P3	Residenziale	65	-	45,6	-	-	-
R242	P2	Residenziale	65	-	44,3	-	-	-
R242	P3	Residenziale	65	-	35,6	-	-	-
R242	PT	Residenziale	65	-	38,3	-	-	-
R242	P1	Residenziale	65	-	40,6	-	-	-
R243	PT	Residenziale	65	-	37,4	-	-	-
R243	P1	Residenziale	65	-	38,9	-	-	-
R243	P2	Residenziale	65	-	41,2	-	-	-
R243	P3	Residenziale	65	-	44,5	-	-	-
R244	P2	Residenziale	65	-	40,3	-	-	-
R244	P3	Residenziale	65	-	43,3	-	-	-
R244	PT	Residenziale	65	-	45,9	-	-	-
R244	P1	Residenziale	65	-	38,1	-	-	-
R245	PT	Residenziale	65	-	41,3	-	-	-
R245	P1	Residenziale	65	-	45,1	-	-	-
R245	P2	Residenziale	65	-	37,8	-	-	-
R245	P3	Residenziale	65	-	39,5	-	-	-
R246	PT	Residenziale	65	-	39,1	-	-	-
R246	P1	Residenziale	65	-	41,4	-	-	-
R246	P2	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R246	P3	Residenziale	65	-	45,1	-	-	-
R247	PT	Residenziale	65	-	37	-	-	-
R247	P1	Residenziale	65	-	39,2	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R247	P2	Residenziale	65	-	42	-	-	-
R247	P3	Residenziale	65	-	43,9	-	-	-
R247	P4	Residenziale	65	-	46	-	-	-
R248	PT	Residenziale	65	-	39,3	-	-	-
R248	P1	Residenziale	65	-	40,7	-	-	-
R248	P2	Residenziale	65	-	42,2	-	-	-
R248	P3	Residenziale	65	-	42	-	-	-
R249	P1	Residenziale	65	-	42,3	-	-	-
R249	P2	Residenziale	65	-	45,1	-	-	-
R249	PT	Residenziale	65	-	41,2	-	-	-
R250	PT	Residenziale	65	-	38,9	-	-	-
R250	P1	Residenziale	65	-	41,6	-	-	-
R250	P2	Residenziale	65	-	43,9	-	-	-
R251	P2	Residenziale	65	-	44,8	-	-	-
R251	P3	Residenziale	65	-	39,5	-	-	-
R251	PT	Residenziale	65	-	41,2	-	-	-
R251	P1	Residenziale	65	-	42,2	-	-	-
R252	PT	Residenziale	65	-	35,4	-	-	-
R252	P1	Residenziale	65	-	37	-	-	-
R252	P2	Residenziale	65	-	38,8	-	-	-
R252	P3	Residenziale	65	-	41,3	-	-	-
R253	PT	Residenziale	65	-	37,8	-	-	-
R253	P1	Residenziale	65	-	39,9	-	-	-
R253	P2	Residenziale	65	-	41,2	-	-	-
R253	P3	Residenziale	65	-	43,3	-	-	-
R254	P2	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R254	P3	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R254	PT	Residenziale	65	-	38,1	-	-	-
R254	P1	Residenziale	65	-	39	-	-	-
R256	PT	Residenziale	65	-	36,7	-	-	-
R256	P1	Residenziale	65	-	38,4	-	-	-
R256	P2	Residenziale	65	-	40,4	-	-	-
R256	P3	Residenziale	65	-	41,9	-	-	-
R257	PT	Residenziale	65	-	37,3	-	-	-
R257	P1	Residenziale	65	-	38,8	-	-	-
R257	P2	Residenziale	65	-	40,7	-	-	-
R257	P3	Residenziale	65	-	40,8	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R260	PT	Residenziale	60	-	58,4	-	-	-
R260	P1	Residenziale	60	-	59	-	-	-
R260	P2	Residenziale	60	-	59,5	-	-	-
R260	P3	Residenziale	60	-	59,9	-	-	-
R261	PT	Residenziale	60	-	55,8	-	-	-
R261	P1	Residenziale	60	-	56,2	-	-	-
R261	P2	Residenziale	60	-	56,8	-	-	-
R261	P3	Residenziale	60	-	57,9	-	-	-
R262	P3	Residenziale	60	-	54,1	-	-	-
R262	PT	Residenziale	60	-	52	-	-	-
R262	P1	Residenziale	60	-	52,5	-	-	-
R262	P2	Residenziale	60	-	53,1	-	-	-
R263	PT	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R263	P1	Residenziale	65	-	48,6	-	-	-
R263	P2	Residenziale	65	-	49,7	-	-	-
R264	PT	Residenziale	65	-	39,3	-	-	-
R264	P1	Residenziale	65	-	40,5	-	-	-
R264	P2	Residenziale	65	-	43,3	-	-	-
R265	PT	Residenziale	65	-	48,6	-	-	-
R265	P1	Residenziale	65	-	49,5	-	-	-
R265	P2	Residenziale	65	-	51	-	-	-
R266	PT	Residenziale	65	-	55,5	-	-	-
R266	P1	Residenziale	65	-	56	-	-	-
R266	P2	Residenziale	65	-	56,6	-	-	-
R266	P3	Residenziale	65	-	57,5	-	-	-
R267	PT	Residenziale	65	-	58,3	-	-	-
R267	P1	Residenziale	65	-	58,7	-	-	-
R267	P2	Residenziale	65	-	59	-	-	-
R267	P3	Residenziale	65	-	59,4	-	-	-
R267	P4	Residenziale	65	-	59,8	-	-	-
R268	PT	Residenziale	65	-	53,8	-	-	-
R268	P1	Residenziale	65	-	54,1	-	-	-
R268	P2	Residenziale	65	-	54,6	-	-	-
R268	P3	Residenziale	65	-	55,2	-	-	-
R269	PT	Residenziale	65	-	40,6	-	-	-
R269	P1	Residenziale	65	-	41,9	-	-	-
R270	P3	Residenziale	65	-	51,7	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R270	PT	Residenziale	65	-	40,6	-	-	-
R270	P1	Residenziale	65	-	45	-	-	-
R270	P2	Residenziale	65	-	46	-	-	-
R271	PT	Residenziale	65	-	54,1	-	-	-
R271	P1	Residenziale	65	-	54,7	-	-	-
R271	P2	Residenziale	65	-	55	-	-	-
R272	PT	Residenziale	65	-	54,5	-	-	-
R272	P1	Residenziale	65	-	55,1	-	-	-
R272	P2	Residenziale	65	-	55,5	-	-	-
R273	PT	Residenziale	65	-	56,6	-	-	-
R273	P1	Residenziale	65	-	58,1	-	-	-
R273	P2	Residenziale	65	-	58,7	-	-	-
R273	P3	Residenziale	65	-	59	-	-	-
R273	P4	Residenziale	65	-	59,4	-	-	-
R273	P5	Residenziale	65	-	59,7	-	-	-
R273	P6	Residenziale	65	-	60,1	-	-	-
R274	PT	Residenziale	65	-	40,3	-	-	-
R274	P1	Residenziale	65	-	45,9	-	-	-
R274	P2	Residenziale	65	-	46,3	-	-	-
R274	P3	Residenziale	65	-	46,8	-	-	-
R275	P1	Residenziale	65	-	39,1	-	-	-
R275	P2	Residenziale	65	-	40,3	-	-	-
R275	P3	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R275	PT	Residenziale	65	-	47,7	-	-	-
R276	PT	Residenziale	65	-	39,7	-	-	-
R276	P1	Residenziale	65	-	41,8	-	-	-
R276	P2	Residenziale	65	-	44,9	-	-	-
R276	P3	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R277	P1	Residenziale	60	-	39,3	-	-	-
R277	P2	Residenziale	60	-	41,6	-	-	-
R277	P3	Residenziale	60	-	44,8	-	-	-
R277	P4	Residenziale	60	-	48	-	-	-
R277	PT	Residenziale	60	-	38,3	-	-	-
R278	P3	Residenziale	60	-	42,2	-	-	-
R278	PT	Residenziale	60	-	38,8	-	-	-
R278	P1	Residenziale	60	-	40,9	-	-	-
R278	P2	Residenziale	60	-	40,3	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R279	P3	Residenziale	60	-	39,2	-	-	-
R279	PT	Residenziale	60	-	43	-	-	-
R279	P1	Residenziale	60	-	41,9	-	-	-
R279	P2	Residenziale	60	-	40,4	-	-	-
R280	PT	Residenziale	60	-	44,3	-	-	-
R280	P1	Residenziale	60	-	46,3	-	-	-
R280	P2	Residenziale	60	-	46,7	-	-	-
R280	P3	Residenziale	60	-	47,9	-	-	-
R281	PT	Residenziale	60	-	54,6	-	-	-
R281	P1	Residenziale	60	-	55,6	-	-	-
R281	P2	Residenziale	60	-	56,4	-	-	-
R281	P3	Residenziale	60	-	56,8	-	-	-
R281	P4	Residenziale	60	-	56,9	-	-	-
R281	P5	Residenziale	60	-	57,2	-	-	-
R281	P6	Residenziale	60	-	57,2	-	-	-
R282	PT	Residenziale	65	-	41,6	-	-	-
R282	P1	Residenziale	65	-	43,2	-	-	-
R282	P2	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R283	P2	Residenziale	60	-	37,6	-	-	-
R283	PT	Residenziale	60	-	39,2	-	-	-
R283	P1	Residenziale	60	-	41,1	-	-	-
R284	PT	Residenziale	60	-	41,7	-	-	-
R284	P1	Residenziale	60	-	42,9	-	-	-
R284	P2	Residenziale	60	-	44,2	-	-	-
R284	P3	Residenziale	60	-	46,6	-	-	-
R284	P4	Residenziale	60	-	48,4	-	-	-
R284	P5	Residenziale	60	-	49,6	-	-	-
R285	PT	Residenziale	60	-	40,7	-	-	-
R285	P1	Residenziale	60	-	41,6	-	-	-
R286	PT	Residenziale	65	-	41,4	-	-	-
R286	P1	Residenziale	65	-	43,5	-	-	-
R286	P2	Residenziale	65	-	45,6	-	-	-
R286	P3	Residenziale	65	-	39,6	-	-	-
R287	PT	Residenziale	65	-	38,5	-	-	-
R287	P1	Residenziale	65	-	40,6	-	-	-
R287	P2	Residenziale	65	-	42,9	-	-	-
R287	P3	Residenziale	65	-	45	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R288	P2	Residenziale	65	-	41,4	-	-	-
R288	P3	Residenziale	65	-	38,6	-	-	-
R288	PT	Residenziale	65	-	39,8	-	-	-
R288	P1	Residenziale	65	-	43,4	-	-	-
R288	P4	Residenziale	65	-	45	-	-	-
R289	PT	Residenziale	65	-	35,8	-	-	-
R289	P1	Residenziale	65	-	37,5	-	-	-
R289	P2	Residenziale	65	-	39,7	-	-	-
R289	P3	Residenziale	65	-	42,5	-	-	-
R290	PT	Residenziale	65	-	38,8	-	-	-
R290	P1	Residenziale	65	-	39,6	-	-	-
R290	P2	Residenziale	65	-	41,6	-	-	-
R290	P3	Residenziale	65	-	43,4	-	-	-
R291	PT	Residenziale	65	-	37,4	-	-	-
R291	P1	Residenziale	65	-	39,2	-	-	-
R291	P2	Residenziale	65	-	41,1	-	-	-
R291	P3	Residenziale	65	-	43,1	-	-	-
R292	PT	Residenziale	65	-	36,4	-	-	-
R292	P1	Residenziale	65	-	38,7	-	-	-
R292	P2	Residenziale	65	-	41,6	-	-	-
R292	P3	Residenziale	65	-	42,8	-	-	-
R293	PT	Residenziale	65	-	40	-	-	-
R293	P1	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R293	P2	Residenziale	65	-	43,6	-	-	-
R293	P3	Residenziale	65	-	44,4	-	-	-
R294	P2	Scuola	60	-	50,6	-	-	-
R294	PT	Scuola	60	-	45,2	-	-	-
R294	P1	Scuola	60	-	49,2	-	-	-
R294	P3	Scuola	60	-	50,7	-	-	-
R294	P4	Scuola	60	-	51,1	-	-	-
R295	PT	Scuola	60	-	47,6	-	-	-
R295	P1	Scuola	60	-	49,4	-	-	-
R296	PT	Scuola	60	-	47,7	-	-	-
R296	P1	Scuola	60	-	48,5	-	-	-
R297	P1	Residenziale	60	-	41,7	-	-	-
R297	PT	Residenziale	60	-	44,4	-	-	-
R298	PT	Residenziale	65	-	54,1	-	-	-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – PARTE 4

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R298	P1	Residenziale	65	-	56,3	-	-	-
R298	P2	Residenziale	65	-	56,6	-	-	-
R298	P3	Residenziale	65	-	57,5	-	-	-
R299	PT	Residenziale	65	-	53	-	-	-
R299	P1	Residenziale	65	-	53,8	-	-	-
R299	P2	Residenziale	65	-	54,7	-	-	-
R299	P3	Residenziale	65	-	55,1	-	-	-
R300	PT	Residenziale	65	-	50,5	-	-	-
R300	P1	Residenziale	65	-	50,8	-	-	-
R300	P2	Residenziale	65	-	52,9	-	-	-
R300	P3	Residenziale	65	-	53,6	-	-	-
R301	P3	Residenziale	65	-	44,6	-	-	-
R301	PT	Residenziale	65	-	47,6	-	-	-
R301	P1	Residenziale	65	-	43	-	-	-
R301	P2	Residenziale	65	-	43,7	-	-	-
R302	PT	Residenziale	65	-	45,8	-	-	-
R302	P1	Residenziale	65	-	46,1	-	-	-
R302	P2	Residenziale	65	-	46,8	-	-	-
R302	P3	Residenziale	65	-	47,3	-	-	-
R303	PT	Residenziale	65	-	45,5	-	-	-
R303	P1	Residenziale	65	-	45,9	-	-	-
R303	P2	Residenziale	65	-	46,4	-	-	-
R304	PT	Residenziale	65	-	44,7	-	-	-
R304	P1	Residenziale	65	-	45,1	-	-	-
R304	P2	Residenziale	65	-	45,5	-	-	-
R304	P3	Residenziale	65	-	46,6	-	-	-

Tabella 6-1 immissioni acustiche delle attività di cantiere post mitigazione