

# S.G.C. E78 GROSSETO – FANO

Tratto Siena Bettolle (A1)

Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0)

## PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI-81

R.T.I. di PROGETTAZIONE: Mandataria Mandante



**PROGETTISTI:**

Ing. Riccardo Formichi – Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Alberto Rinaldi – Erre.via. srl  
Ordine Ing. di Milano n. 16951

**IL GEOLOGO**

Dott. Geol. Massimo Mezzanica – Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

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

Ing. Enrico Moretti – Erre.via. srl  
Ordine Ing. di Milano n. 16237

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

Ing. Raffaele Franco Carso



PROTOCOLLO

DATA

## 07 - Sezione Ambientale

### 07.04 - Studio di Impatto Ambientale

Scenario di base e analisi della compatibilità

Rumore - Relazione

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00IA46AMBRE01B.pdf			
DPFI0081	D	20	CODICE ELAB. T00IA46AMBRE01		B	-
D						
C						
B	Revisione per istruttoria ANAS		MAGGIO 2021	LUPPI	GAMBARANA	RINALDI
A	Emissione		OTTOBRE 2020	LUPPI	GAMBARANA	RINALDI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	Tipologia della sorgente .....	6
2.2	Valori limite assoluto di immissione e di attenzione .....	6
2.3	Valore limite differenziale di immissione .....	7
2.4	Valore limite di emissione .....	7
2.5	Definizione di ambiente abitativo .....	7
2.6	Definizione di Ricettore .....	7
2.7	Valore limite di immissione per infrastrutture stradali in ambiente esterno presso i Ricettori .....	8
2.7.1	<i>All'interno delle fasce di pertinenza</i> .....	8
2.7.2	<i>All'esterno delle fasce di pertinenza</i> .....	8
2.8	Valore limite di immissione per ferrovie in ambiente esterno presso i Ricettori .....	8
2.8.1	<i>All'interno delle fasce di pertinenza</i> .....	8
2.8.2	<i>All'esterno delle fasce di pertinenza</i> .....	8
2.9	Valori limite di immissione per le infrastrutture all'interno degli ambienti abitativi .....	9
3	I RILIEVI FONOMETRICI E LA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ANTE OPERAM .....	10
3.1	Norme tecniche per l'esecuzione delle misure .....	10
3.1.1	<i>Fattori di correzione del livello equivalente</i> .....	10
3.1.2	<i>Precisazioni circa la collocazione del microfono durante le verifiche</i> .....	11
3.2	I rilievi di rumore ante operam .....	11
3.2.1	<i>Misure di breve durata</i> .....	11
3.2.2	<i>Misure di lunga durata</i> .....	15
4	LA VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO .....	20
4.1	Fasce di studio, definizione dei limiti e censimento dei ricettori .....	20
4.1.1	<i>Identificazione dei Ricettori</i> .....	22
4.2	Traffico .....	24
4.2.1	<i>Stato di Fatto</i> .....	24
4.2.2	<i>Alternativa 0</i> .....	26
4.2.3	<i>Stato di Progetto</i> .....	28
4.3	Metodologia di analisi .....	30
4.3.1	<i>Il modello digitale del terreno</i> .....	30
4.3.2	<i>Taratura del modello e definizione del calcolo</i> .....	32
4.3.3	<i>Il modello di simulazione Soundplan®</i> .....	33
4.4	Analisi delle Risultanze degli Scenari in fase di Post Operam .....	36
4.5	Mitigazioni Acustiche .....	37
4.5.1	<i>Manto drenante fonoassorbente</i> .....	37
4.5.2	<i>Barriere antirumore</i> .....	38
5	FASE DI CANTIERE .....	40
5.1	Cantieri fissi .....	40
5.1.1	<i>Verifica limiti di immissione ed emissione</i> .....	45
5.1.2	<i>Verifica limiti differenziali di immissione</i> .....	48
5.2	Cantieri mobili .....	54
5.2.1	<i>Verifiche locali fasi critiche galleria San Lazzero e svincolo di Ruffolo</i> .....	59
5.3	Flusso mezzi di cantiere .....	62
5.4	Mitigazioni acustiche in fase di cantiere .....	62
	ALLEGATO – CERTIFICAZIONE TECNICO ACUSTICO .....	63

## INDICE FIGURE

Figura 1 – Aerofotogramma dell'area di indagine .....	12
Figura 2 – Aerofotogramma della postazione P1 .....	13
Figura 3 – Aerofotogramma della postazione P2 .....	13
Figura 4 – Aerofotogramma della postazione P3 .....	13
Figura 5 – Aerofotogramma della postazione P4 .....	14
Figura 6 – Foto 1, 2, 3, 4 – Postazioni di misura P1, P2, P3, P4 .....	14
Figura 7 – Aerofotogramma dell'area di indagine .....	17
Figura 8 – Aerofotogramma della postazione S1 .....	17
Figura 9 – Aerofotogramma della postazione S2 .....	17
Figura 10 – Foto 1, 2 – Postazioni di misura S1, S2 .....	18
Figura 11 – Estratto elaborato "Schede di censimento dei ricettori acustici" .....	23
Figura 12 – Assi viari stato di fatto .....	24
Figura 13 – Assi viari Alternativa 0 .....	26
Figura 14 – Assi viari Stato di Progetto .....	28
Figura 15 – Modello digitale del terreno Stato di Fatto e Alternativa 0 .....	30
Figura 16 – Modello digitale del terreno Stato di Progetto .....	31
Figura 17 – Modellazione dei tunnel in Soundplan® .....	33
Figura 18 – Modellazione in Soundplan® .....	34
Figura 19 – Modellazione in Soundplan® .....	35
Figura 20 – Livelli di rumore di un manto tradizionale a confronto con un manto fonoassorbente .....	38
Figura 24 – Area di cantiere svincolo Cerchiaia .....	40
Figura 26 – Stralci zonizzazione acustica .....	43
Figura 27 – Sorgenti di rumore aree di cantiere fisse .....	45
Figura 28 – Verifica limiti di immissione ed emissione area di cantiere fissa svincolo di Cerchiaia .....	46
Figura 29 – Verifica limiti di immissione ed emissione area di cantiere fissa svincolo di Ruffolo .....	47
Figura 34 – Tipologici barriere antirumore mobili di cantiere .....	52
Figura 35 – Sorgente di rumore aree di cantiere mobile .....	58
Figura 36 – Curve isofoniche diurne fase pavimentazione – cantieri mobili (Cerchiaia) .....	58
Figura 37 – Curve isofoniche diurne fase pavimentazione – cantieri mobili (Ruffolo) .....	59
Figura 38 – Curve isofoniche diurne – cantieri mobili fasi opere in c.a., scavi e demolizioni (Galleria San Lazzerò) .....	60
Figura 39 – Curve isofoniche diurne – cantieri mobili fasi rilevati e demolizioni (Ruffolo) .....	61

## INDICE TABELLE

Tabella 1 - Tabella riassuntiva misure fonometriche di breve durata .....	15
Tabella 2 - Tabella riassuntiva misure fonometriche di lunga durata .....	19
Tabella 3 - Tabella fasce di pertinenza acustica e limiti .....	20
Tabella 4 - Tabella flussi di traffico stato di fatto .....	25
Tabella 5 - Tabella flussi di traffico Alternativa 0 .....	27
Tabella 6 - Tabella flussi di traffico stato di progetto .....	29
Tabella 7 – Risultati taratura del modello .....	32
Tabella 8 – Barriere antirumore di progetto .....	38
Tabella 9 – Valori di riferimento limiti di immissione ed emissione .....	42
Tabella 10 – Limiti di emissione in potenza sonoraper macchine e attrezzature destinate a funzionare all'aperto .....	44
Tabella 11 – Elenco dei macchinari utilizzati in funzione delle attività previste .....	54
Tabella 12 – Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità .....	55
Tabella 13 – Livelli di potenza acustica dei macchinari impiegati (1/2) .....	56
Tabella 14 – Livelli di potenza acustica dei macchinari impiegati (2/2) .....	57

## 1 PREMESSA

La presente relazione analizza la componente acustica attuale e futura, connessa al progetto di adeguamento a 4 corsie del tratto Siena-Ruffolo – Lotto 0 della Strada di Grande Comunicazione E78 "Grosseto-Fano".

Si precisa che la relazione è conforme al documento *Specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di VAS e VIA ai sensi del d.lgs. 152/2006 e s.m.i.* ed in coerenza con le *Linee guida per la Valutazione di Impatto Ambientale SNPA 28/2020*.

Il livello di rumore attualmente esistente è stato definito mediante una campagna di rilievi fonometrici di breve durata e una seconda campagna di rilievi fonometrici settimanali, a scuole aperte condotte rispettivamente nei mesi di luglio e settembre/ottobre 2020.

Successivamente, tramite l'ausilio del modello previsionale Soundplan® descritto al paragrafo 4, sono state elaborate le simulazioni utili a definire il clima acustico indotto dalla rete stradale attuale e dai nuovi interventi viabilistici in progetto.

Precisamente gli scenari modellizzati sono stati:

- Ante operam, attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti;
- Alternativa 0, scenario del "non fare", attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti con l'incremento dei flussi veicolari attesi;
- Post operam, attraverso la simulazione della sola infrastruttura di progetto, considerando pertanto la riduzione dei limiti per concorsualità acustica delle infrastrutture esistenti non modellizzate, per la valutazione dei livelli di immissione di rumore da ascrivere all'intervento in esame, come indicato dal D.M. 29/11/2000;
- Post operam mitigato;
- Corso d'opera, attraverso la simulazione degli impatti acustici dalle aree di cantiere fisse e mobili.

Sulla base della cartografia 3D disponibile è stato elaborato il modello digitale del terreno, sul quale sono stati posizionati successivamente gli edifici. Mediante le misure fonometriche il modello è stato opportunamente calibrato. Si è proceduto quindi alla elaborazione e alla determinazione dei livelli di rumore sulla facciata dei singoli ricettori, determinati mediante l'applicazione del modello di simulazione, secondo le metodologie richiamate sempre al paragrafo 4, per rappresentare l'evoluzione dell'ingombro acustico generato dal traffico esistente nella fase ante operam e previsto nella fase post operam.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La caratterizzazione acustica ante operam, come anche la valutazione previsionale del clima acustico di cui al paragrafo 4, è resa ai sensi della seguente normativa:

### FONTI COMUNITARIE

- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale;
- Raccomandazione 2003/613/CE della Commissione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.

### FONTI NAZIONALI

- D.P.C.M. 01.03.1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge 447 del 26.10.95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (S. O. G.U. n. 254 del 30/10/95);
- D.P.C.M. 14.11.97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" (G.U. n. 280 dell'1/12/97);
- D.M. 16 marzo 1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 dell'1/4/98);
- Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto";

- Decreto del Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore";
- Legge 31 luglio 2002 n.179 "Disposizioni in materia ambientale";
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare" (GU n. 127 del 1-6-2004);
- Circolare 6 settembre 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare "Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali";
- Legge 12 luglio 2011 n.106 "Disposizioni urgenti per l'economia";
- Decreto 24 luglio 2006: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. "Modifiche dell'allegato I - Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno". (GU n. 182 del 7-8-2006);
- Legge 30 ottobre 2014, n. 161 "Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione Europea – Legge europea 2013-bis";
- D. Lgs. 17 febbraio 2017, n.42 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c) d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161".

#### FONTI REGIONALI - TOSCANA

- Linee guida per l'effettuazione dei controlli dei requisiti acustici passivi degli edifici (DGR n. 1018 del 25 settembre 2017);
- Regolamento 38/R/2014 di modifica del regolamento 2/R/2104 - Testo coordinato;
- Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'art. 2, comma 1, della LR 89/98 - Norme in materia di inquinamento acustico (D.P.G.R. n. 2/R del 08.01.2014) - Le FAQ relative;
- Legge regionale n. 89 del 1.12.1998 "Norme in materia di inquinamento acustico" e s.m.i.;
- Attività di competenza delle AUSL e dell'ARPAT in materia di inquinamento acustico (DGR n. 856/2013);
- Definizione criteri documentazione impatto acustico e relazione previsionale di clima acustico (DGR n. 857/2013);
- Le linee guida in materia di gestione esposti, pavimentazioni fonoassorbenti, gestione procedimenti VIAC (DGR n. 490 del 16 giugno 2014);
- Risultati progetto "Leopoldo". Conoscenze acquisite sulle pavimentazioni stradali e linee guida regionali (DGR n.157/2013).

Il D.P.C.M. 01.03.1991 è stato il primo atto legislativo nazionale emanato allo scopo di regolamentare e ridurre l'inquinamento acustico. Il decreto si pone nell'ottica di stabilire misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione umana al rumore, in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia. In tale logica definisce limiti di accettabilità provvisori immediatamente esecutivi e limiti definitivi la cui entrata in vigore è subordinata alla classificazione del territorio in zone acustiche.

Il D.P.C.M. prevede 6 classi di aree definite con riferimento al contesto ed alla tipologia di urbanizzazione esistente, svincolando parzialmente la pianificazione dalle tipologie previste dai Piani Regolatori Generali. La competenza per la suddivisione del territorio in zone acustiche è assegnata al Comune che la definisce sulla base di una adeguata istruttoria. La classificazione acustica del territorio comunale si presenta come un vero e proprio strumento di pianificazione sulla cui base definire o revisionare i possibili utilizzi del territorio fino a prevedere interventi di risanamento laddove i limiti non fossero rispettati. Appare perciò scontato che in fase di elaborazione o revisione degli strumenti urbanistici generali si attui una contemporanea classificazione acustica in modo da armonizzare gli obiettivi dei due strumenti.

Per le zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, il Decreto stabilisce anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo (criterio differenziale): 5 dB (A) durante il periodo diurno; 3 dB (A) durante il periodo notturno.

La Legge 447/95 si pone come strumento di inquadramento generale delle problematiche relative all'inquinamento acustico. Obiettivo della legge è stabilire dei principi generali in materia, definire un quadro di competenze e di responsabilità e in quest'ambito individuare i soggetti a cui demandare l'emanazione

degli strumenti attuativi. Nella legge non si trovano pertanto limiti, definizioni o disposizioni di carattere tecnico. Viene invece riproposta la necessità di provvedere (sempre a cura dei Comuni), alla classificazione del territorio in zone acustiche, e viene per la prima volta chiaramente individuato il carattere fondamentale dei piani di risanamento, a cui viene dedicato un intero articolo della legge.

Il D.P.C.M. 14.11.97 è uno dei decreti attuativi della legge quadro, e si sostituisce in buona parte al precedente D.P.C.M. 1.3.91, rafforzandone alcuni contenuti e stabilendo per la prima volta i valori dei limiti definiti dalla legge quadro. Viene confermata la precedente definizione delle sei classi in cui suddividere il territorio, ma se in regime di D.P.C.M. 1.3.91 ad ogni classe era associata una sola coppia di "limiti di esposizione" (rispettivamente relativi al periodo diurno e a quello notturno), con il D.P.C.M. 14.11.97 ad ogni zona corrispondono quattro coppie di valori. Due di queste coppie afferiscono alla disciplina delle sorgenti sonore ("valori limite di emissione" e "valori limite assoluti di immissione") e due sono significative invece ai fini della pianificazione delle azioni di risanamento ("valori di attenzione" e "valori di qualità").

Il D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 – vigente dal 16 giugno 2004 – dispone le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento acustico da traffico veicolare per strade esistenti e di nuova realizzazione, a norma dell'art. 11 della Legge quadro 447/95, stabilendo:

- il concetto di Ricettore (articolo 1);
- il campo di applicazione (articolo 2);
- l'estensione delle fasce di pertinenza acustica (articolo 3);
- i valori limite di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione (articolo 4);
- i valori limite di immissione per infrastrutture stradali esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti (articolo 5);
- i valori limite da rispettare al centro stanza a finestre chiuse qualora i suddetti valori limite in ambiente esterno non siano tecnicamente conseguibili oppure qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui Ricettori (articoli 6 e 7);
- le condizioni per le quali gli interventi di risanamento sono a carico del Titolare della Concessione Edilizia (articolo 8);
- l'inquadramento legislativo finalizzato alla verifica dei limiti di emissione degli autoveicoli (articolo 9);
- le risorse di bilancio con le quali i gestori delle infrastrutture si avvalgono per l'effettuazione del monitoraggio dell'inquinamento da rumore (articolo 10).

In particolare, l'articolo 2 stabilisce che per tali infrastrutture non si applicano le disposizioni del D.P.C.M. 14.11.97 riguardanti i valori limite di emissione, i valori di attenzione e i valori di qualità. L'articolo 3 del decreto definisce per tali infrastrutture fasce territoriali di pertinenza acustica. All'interno delle fasce di pertinenza vengono stabiliti dei valori limite di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura che sostituiscono quelli derivanti dalla classificazione acustica del territorio (stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97). Per la definizione dell'estensione delle fasce di pertinenza e dei valori limite, le infrastrutture stradali vengono distinte in base alla classificazione stabilita dal D. Lgs. 285/92 (Codice della strada), con ulteriori suddivisioni in "sottotipi a fini acustici" ai sensi del D.M. 5.11.01, delle norme CNR 1980 e delle direttive PUT.

## 2.1 Tipologia della sorgente

L'articolo 2, comma 1, lettera c) della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 stabilisce che le infrastrutture stradali e ferroviarie sono da considerarsi come sorgenti sonore fisse.

## 2.2 Valori limite assoluto di immissione e di attenzione

Il comma 2 dell'articolo 3 ed il comma 3 dell'articolo 6 del D.P.C.M. 14 novembre 1997 dispongono, rispettivamente, che i valori limite di immissione e di attenzione, fissati dalla tabella C allegata al suddetto Decreto, non si applicano all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali e ferroviarie. Al loro esterno, anche le infrastrutture stradali e ferroviarie concorrono ai suddetti valori limite.

Il valore limite di immissione è definito come il livello massimo di rumore che può essere immesso, dall'insieme di tutte le sorgenti, nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei

Ricettori (articolo 2, comma 1, lettera f) della Legge 447/95 ed articolo 3, comma 1 del D.P.C.M. 14 novembre 1997).

Il valore di attenzione è definito come il livello di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente (articolo 2, comma 1, lettera g) della Legge 447/95).

### 2.3 Valore limite differenziale di immissione

Il valore differenziale di immissione è definito come la differenza algebrica tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il livello equivalente di rumore residuo, misurati all'interno degli ambienti abitativi (articolo 2, comma 3, lettera b) della Legge 447/95).

L'articolo 4, comma 3 del D.P.C.M. 14 novembre 1997 stabilisce che la verifica del criterio differenziale non si applica alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali e ferroviarie.

### 2.4 Valore limite di emissione

Il valore limite di emissione è definito come il livello massimo di rumore che può essere emesso da una singola sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa (articolo 2, comma 1, lettera d) della legge 447/95); l'articolo 2, comma 2 del D.P.C.M. 14 novembre 1997 precisa, inoltre, che tale valore limite si applica a tutte le aree del territorio ad essa circostante, secondo la relativa classificazione in zone.

Poiché il D.P.R. 30 marzo 2004 stabilisce i valori limite della rumorosità prodotta dalle strade all'interno delle proprie fasce di pertinenza, individuate nelle aree del territorio ad essa circostante, ne consegue che i valori limite di emissione definiti dalla Legge 447/95 non sono applicabili alle infrastrutture stradali.

Risulta invece applicabile la verifica dei limiti di emissione dei singoli autoveicoli, secondo quanto stabilito dall'articolo 9 del suddetto DPR 30 marzo 2004.

L'art. 6 del D.P.R. 459/1998 stabilisce i limiti massimi di emissione L<sub>Amax</sub> per materiale rotabile di nuova costruzione, riportati agli allegati A e B del detto decreto.

### 2.5 Definizione di ambiente abitativo

La lettera i) del comma 1 dell'articolo 1 del D.P.R. 30 marzo 2004 e la lettera d) del comma 1 dell'articolo 1 del D.P.R. 18 novembre 1998 definiscono come ambiente abitativo ogni ambiente interno ad un edificio, destinato alla presenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive.

### 2.6 Definizione di Ricettore

I valori limite di immissione per le infrastrutture stradali e ferroviarie da verificare in ambiente esterno si applicano presso i Ricettori, definiti come (articolo 1, comma 1, lettera l 142/2004 e articolo 1, comma 1, lettera e 459/1998):

- qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo, comprese le relative aree esterne di pertinenza;
- qualsiasi edificio adibito ad ambiente lavorativo (poiché non specificate, sembrano escluse le relative aree esterne di pertinenza);
- qualsiasi edificio adibito ad ambiente ricreativo (poiché specificato nel seguito, sembrano incluse anche le relative aree esterne di pertinenza);
- aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici ed aree esterne destinate a attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività;
- aree territoriali edificabili già individuate dai Piani Regolatori Generali e loro Varianti, vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione di strade extraurbane secondarie;
- per le sole autostrade, sono da considerarsi come Ricettori anche le aree territoriali edificabili già individuate dai Piani Regolatori Generali e loro Varianti, vigenti al momento della data di entrata in vigore del Decreto.

## 2.7 Valore limite di immissione per infrastrutture stradali in ambiente esterno presso i Ricettori

### 2.7.1 All'interno delle fasce di pertinenza

I valori limite di immissione per le infrastrutture stradali e le relative fasce di pertinenza sono fissate dal D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142.

In particolare, il Decreto introduce la distinzione tra "infrastrutture di nuova realizzazione" ed "infrastrutture esistenti o assimilabili" (ampliamenti di sede, affiancamento e varianti):

- Infrastrutture stradali di nuova realizzazione: quelle in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del Decreto e comunque non ricadenti tra quelle esistenti;
- Infrastrutture stradali esistenti o assimilabili: quelle effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione o per le quali è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del Decreto.

Per ciascuna delle suddette tipologie, le tabelle 1 e 2 dell'allegato 1 del Decreto indicano, in funzione della classificazione dell'infrastruttura secondo il Codice della Strada, l'ampiezza della fascia di pertinenza ed i relativi valori limite di immissione.

### 2.7.2 All'esterno delle fasce di pertinenza

All'esterno delle fasce di pertinenza, le infrastrutture stradali concorrono ai livelli di immissione, i cui valori limite sono stabiliti nella tabella C del DPCM 14 novembre 1997, in funzione della Classificazione Acustica del territorio comunale (articolo 3, comma 2 del DPCM 14 novembre 1997).

## 2.8 Valore limite di immissione per ferrovie in ambiente esterno presso i Ricettori

### 2.8.1 All'interno delle fasce di pertinenza

I valori limite di immissione per le infrastrutture ferroviarie e le relative fasce di pertinenza sono fissate dal D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459.

In particolare, il Decreto introduce la distinzione tra "infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h" ed "infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h":

Per la prima tipologia, il Decreto indica una unica fascia di pertinenza di 250 m. per lato estendibile fino a 500 m. in presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e case di riposo). All'interno di essa i valori limite di immissione sono:

- 50 dB(A) Leq diurno, 40 dB(A) Leq notturno per ricettori sensibili, per le scuole vale il solo limite diurno;
- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori.

Per la seconda tipologia, il Decreto indica una fascia di 250 m. per lato, suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di 100 m., denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di 150 m., denominata fascia B. All'interno di esse i valori limite di immissione sono:

- 50 dB(A) Leq diurno, 40 dB(A) Leq nottE per ricettori sensibili, per le scuole vale il solo limite diurno;
- 70 dB(A) Leq diurno, 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A;
- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B.

### 2.8.2 All'esterno delle fasce di pertinenza

All'esterno delle fasce di pertinenza, le infrastrutture ferroviarie concorrono ai livelli di immissione, i cui valori limite sono stabiliti nella tabella C del DPCM 14 novembre 1997, in funzione della Classificazione Acustica del territorio comunale (articolo 3, comma 2 del DPCM 14 novembre 1997).

## 2.9 Valori limite di immissione per le infrastrutture all'interno degli ambienti abitativi

Qualora i suddetti valori limite in ambiente esterno non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere con interventi diretti sui Ricettori, l'articolo 6, comma 2 del D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004 e l'articolo 4, comma 5 e l'articolo 5, comma 3 del D.P.R. n. 459 del 18 novembre 1998 stabiliscono i seguenti valori limite che devono essere assicurati all'interno degli ambienti abitativi, definiti al precedente paragrafo 2.5:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

### 3 I RILIEVI FONOMETRICI E LA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ANTE OPERAM

#### 3.1 Norme tecniche per l'esecuzione delle misure

Il D.M. 16 marzo 1998 definisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.

Prima dell'inizio delle misure è indispensabile acquisire tutte quelle informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura.

I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata «A» nel periodo di riferimento (LAeq,TR): può essere eseguita:

- per integrazione continua.

Il valore LAeq,TR viene ottenuto misurando il rumore ambientale LAeq durante l'intero periodo di riferimento, con l'esclusione eventuale degli interventi in cui si verificano condizioni anomale non rappresentative dell'area in esame;

- con tecnica di campionamento.

Il valore LAeq,TR viene calcolato come media dei valori del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» relativo agli intervalli del tempo di osservazione (To)<sub>i</sub>. Il valore di LAeq,TR è dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \left[ \frac{1}{T_R} \sum_{i=1}^n (T_0)_i \cdot 10^{0,1 L_{Aeq,(T_0)_i}} \right] dB(A)$$

La metodologia di misura rileva valori di (LAeq,TR) rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora. La misura deve essere arrotondata a 0,5 dB.

#### 3.1.1 Fattori di correzione del livello equivalente

Ai fini del riconoscimento dell'impulsività di un evento, devono essere eseguiti i rilevamenti dei livelli LAI<sub>max</sub> e LAS<sub>max</sub> per un tempo di misura adeguato. Detti rilevamenti possono essere contemporanei al verificarsi dell'evento oppure essere svolti successivamente sulla registrazione magnetica dell'evento.

Il rumore è considerato avente componenti impulsive quando sono verificate le condizioni seguenti:

- l'evento è ripetitivo;
- la differenza tra LAI<sub>max</sub> e LAS<sub>max</sub> è superiore a 6 dB;
- la durata dell'evento a -10 dB dal valore LAF<sub>max</sub> è inferiore a 1 s.

L'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello Laf effettuata durante il tempo di misura Lm. LAeq,TR viene incrementato di un fattore KI = 3dB.

Al fine di individuare la presenza di Componenti Tonalì (CT) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. Si considerano esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. Se si utilizzano filtri sequenziali si determina il minimo di ciascuna banda con costante di tempo Fast. Se si utilizzano filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda.

Per evidenziare CT che si trovano alla frequenza di incrocio di due filtri ad 1/3 di ottava, possono essere usati filtri con maggiore potere selettivo o frequenze di incrocio alternative.

L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20Hz e 20 kHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5dB. Si applica il fattore di correzione KT di 3dB, soltanto se la CT tocca una isofonica eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro. La normativa tecnica di riferimento è la ISO 266:1987.

Se l'analisi in frequenza rileva la presenza di CT tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo KT nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche la correzione KB = 3dB, esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

I fattori di correzione per la presenza di componenti impulsive KI, di componenti tonali KT e di componenti tonali in bassa frequenza KB, non si applicano alle infrastrutture dei trasporti, come precisato al punto 15 dell'allegato A del D.M. 16 marzo 1998.

### **3.1.2 Precisazioni circa la collocazione del microfono durante le verifiche**

#### **3.1.2.1 Verifiche in ambiente esterno**

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio. L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore. Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

#### **3.1.2.2 Verifiche in ambiente interno**

Nei casi previsti dal Decreto, i rilevamenti da eseguire all'interno degli ambienti abitativi sono:

- in periodo notturno presso ospedali, case di cura e case di riposo;
- in periodo notturno presso Ricettori di carattere abitativo;
- in periodo diurno presso le scuole.

Sono pertanto esclusi gli ambienti destinati ad attività produttive.

Le verifiche devono essere realizzate collocando il microfono al centro della stanza, alla quota di 1.50 m dal pavimento, con finestre chiuse.

## **3.2 I rilievi di rumore ante operam**

Sono state condotte 2 campagne di misura, la prima costituita da misure di breve durata (30') nella giornata del 20/07/2020, la seconda costituita da due misure settimanali dal 29/09 al 06/10/2020.

Il dettaglio della catena di misura e dei certificati è riportato nell'Elaborato "Rapporto di misura rilievi acustici". Di seguito si propone la sintesi delle due campagne.

### **3.2.1 Misure di breve durata**

#### **3.2.1.1 Metodologia utilizzata**

La misurazione dei livelli di rumore è stata effettuata secondo quanto indicato dal Decreto Ministeriale 16/03/98.

In particolare, si è adottata la seguente metodologia:

- le misure sono state effettuate in periodo diurno compreso tra le 6:00 e le 22:00;
- tutte le misure sono state eseguite in totale assenza di fenomeni atmosferici (pioggia, neve, grandine, nebbia). Il tempo durante la campagna delle misure è risultato coperto, il vento è risultato moderato e comunque inferiore a 5m/s. I dettagli sono riportati nei singoli certificati di misura allegati;
- la lettura dei livelli sonori è stata eseguita tramite fonometro integratore (integrazione lineare), i livelli di pressione sonora RMS sono stati misurati con costante Fast e ponderazione A, tutti i dati misurati, inclusi i livelli lineari degli spettri in frequenza in 1/3oct. dei minimi per banda (necessari alla ricerca

dei toni puri), sono stati registrati automaticamente nel fonometro ed estratti successivamente tramite specifico software NWWin Noise & Vibration Works e riportati nei certificati allegati;

- il microfono del fonometro munito di cuffia antivento è stato posizionato ad un'altezza di 4 mt dal piano campagna rivolto verso la sorgente di rumore oggetto della misura;
- il fonometro è stato collocato su apposito sostegno (cavalletto telescopico) per consentire agli operatori di porsi ad una distanza di almeno tre metri dallo strumento.
- immediatamente prima e dopo ogni serie di misure si è proceduto alla calibrazione della strumentazione di misura: la deviazione non è mai risultata superiore a 0,5 dB(A).

### 3.2.1.2 Descrizione della strumentazione

#### Analizzatore (Larson & Davis 831 matricola 2089)

Analizzatori in tempo reale Larson Davis 831 (Fonometri integratori di precisione in classe 1 IEC60651 / IEC60804 / IEC61672 con dinamica superiore ai 125 dB) dotati di Preamplificatore tipo PRM-831 con attacco Switchcraft TA5M e Microfono a condensatore da 1/2" a campo libero tipo PCB 377B02, le cui caratteristiche principali sono:

- Misura simultanea del livello di pressione sonora con costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Leq, Picco e con ponderazioni in frequenza secondo le curve A, C e LIN (nelle configurazioni ISM, LOG e SSA).
- Elevato range dinamico di misura (> 125 dBA, in linearità >116dBA).
- Correzione elettronica di 'incidenza casuale' per microfoni a campo libero.
- Sensibilità nominale 50mV/Pa. Capacità: 18 pF.
- Analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d'ottava IEC1260 con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz e dinamica superiore ai 110 dB.
- Memorizzazione automatica della Time History per tutti i parametri fonometrici ed analisi in frequenza a partire da 20ms.
- Registratore grafico di livello sonoro con possibilità di selezione di 58 diversi parametri di misura; contemporanea memorizzazione di spettri ad 1/1 e 1/3 d'ottava.
- Analizzatore statistico per LAF, LAeq, spettri ad 1/1 o 1/3 d'ottave, con sei livelli percentili definibili tra LN-0.01 e LN-99.99.
- Rispetto della IEC 60651-1993, la IEC 60804-1993, la Draft IEC 1672 e la ANSI S1.4-1985.

#### Calibratore Larson Davis CAL200

La calibrazione della strumentazione sopra descritta viene effettuata tramite calibratore di livello acustico tipo CAL200 della Larson Davis. Il calibratore acustico produce un livello sonoro di 94 dB rif. 20 µPa a 1 kHz, ha una precisione di calibrazione di +/-0.3 dB a 23°C; +/-0.5 dB da 0 a 50°C ed è alimentato tramite batterie interne (1xIEC 6LF22/9 V).

### 3.2.1.3 Postazioni di misura



Figura 1 – Aerofotogramma dell'area di indagine



Figura 2 – Aerofotogramma della postazione P1

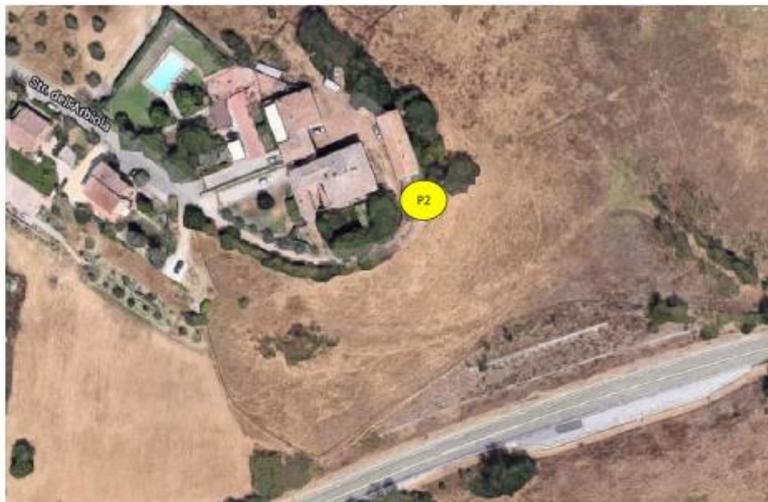


Figura 3 – Aerofotogramma della postazione P2

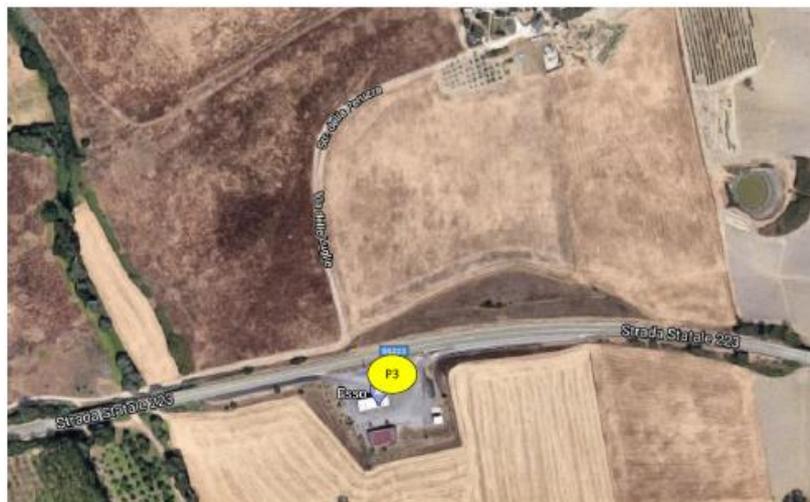


Figura 4 – Aerofotogramma della postazione P3



Figura 5 – Aerofotogramma della postazione P4



Figura 6 – Foto 1, 2, 3, 4 – Postazioni di misura P1, P2, P3, P4

Postazione	Distanza Punto di misura -Sede Stradale (metri)
P1	80
P2	77
P3	10
P4	47

### 3.2.1.4 Risultati monitoraggio acustico

Nella tabella che segue si riporta un riepilogo degli indici statistici e dei livelli rilevati durante la campagna di monitoraggio. Le misure sono state analizzate determinando:

- L'andamento del livello sonoro (ponderato A) nel periodo di misura;
- Il livello equivalente di pressione sonora (ponderato A);
- Lo spettro lineare per bande di terzi d'ottava.

Nelle tabelle seguenti sono evidenziati i risultati delle misurazioni, indicando, in particolare:

- [Pos.]: Identificazione postazione di misura;
- [Periodo/Tipo misura]: il periodo in cui è stata svolta la misura e la tipologia
- [Fonometro/matricola]: Marca, modello e matricola dello strumento utilizzato;
- [Data e ora inizio]: Data e ora di inizio del rilievo;
- [Durata minuti]: Durata in minuti del rilievo;
- Indici statistici espressi in dB(A), tra cui Livello sonoro di fondo L90 espresso in dB(A), ovvero il valore di livello sonoro superato per il 90% del tempo di misura. Tale livello quantifica l'entità di un rumore continuo (quale per esempio quello dovuto ad un impianto in attività) differenziandolo dai contributi sonori caratterizzati da variabilità (quali ad es. quelli dovuti al traffico veicolare ed ai transiti dei treni);
- Livello equivalente di pressione sonora espresso in dB(A).

Pos.	Periodo / Tipo misura	Fonometro/ matricola	Data e Ora Inizio	Durata (minuti)	L1	L10	L33	L50	L90	L99	LAeq
P1.B.diu	DIURNO/AMBIENTALE	L&D831 2089	20/07/20 11:01:57	30min	63,1	57,8	55,0	53,4	49,1	45,7	<b>55,4</b>
P2.B.diu	DIURNO/AMBIENTALE	L&D831 2089	20/07/20 11:47:19	30min	61,2	58,7	56,5	55,4	50,0	46,8	<b>55,9</b>
P3.B.diu	DIURNO/AMBIENTALE	L&D831 2089	20/07/20 12:29:51	30min	80,9	75,3	71,4	68,8	57,0	46,8	<b>71,7</b>
P4.B.diu	DIURNO/AMBIENTALE	L&D831 2089	20/07/20 14:32:55	30min	70,7	60,9	57,3	55,8	51,2	47,6	<b>59,3</b>

Tabella 1 - Tabella riassuntiva misure fonometriche di breve durata

### 3.2.2 Misure di lunga durata

#### 3.2.2.1 Metodologia utilizzata

La misurazione dei livelli di rumore è stata effettuata secondo quanto indicato dal Decreto Ministeriale 16/03/98.

In particolare, si è adottata la seguente metodologia:

- le misure sono state effettuate in periodo diurno compreso tra le 6:00 e le 22:00 e in periodo notturno tra le ore 22:00 e le 06:00;
- tutte le misure sono state eseguite in totale assenza di fenomeni atmosferici (pioggia, neve, grandine, nebbia). Il tempo durante la campagna delle misure è risultato coperto, il vento è risultato moderato e comunque inferiore a 5m/s. I dettagli sono riportati nei singoli certificati di misura allegati;

- la lettura dei livelli sonori è stata eseguita tramite fonometro integratore (integrazione lineare), i livelli di pressione sonora RMS sono stati misurati con costante Fast e ponderazione A, tutti i dati misurati, inclusi i livelli lineari degli spettri in frequenza in 1/3oct. dei minimi per banda (necessari alla ricerca dei toni puri), sono stati registrati automaticamente nel fonometro ed estratti successivamente tramite specifico software NWWin Noise & Vibration Works e riportati nei certificati allegati;
- il microfono del fonometro munito di cuffia antivento è stato posizionato ad un'altezza di 4 mt dal piano campagna rivolto verso la sorgente di rumore oggetto della misura;
- il fonometro è stato collocato su apposito sostegno (cavalletto telescopico) per consentire agli operatori di porsi ad una distanza di almeno tre metri dallo strumento.
- immediatamente prima e dopo ogni serie di misure si è proceduto alla calibrazione della strumentazione di misura: la deviazione non è mai risultata superiore a 0,5 dB(A).

### 3.2.2.2 Descrizione della strumentazione

#### Analizzatore (Larson & Davis 831 matricola 2089)

Analizzatori in tempo reale Larson Davis 831 (Fonometri integratori di precisione in classe 1 IEC60651 / IEC60804 / IEC61672 con dinamica superiore ai 125 dB) dotati di Preamplificatore tipo PRM-831 con attacco Switchcraft TA5M e Microfono a condensatore da 1/2" a campo libero tipo PCB 377B02, le cui caratteristiche principali sono:

- Misura simultanea del livello di pressione sonora con costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Leq, Picco e con ponderazioni in frequenza secondo le curve A, C e LIN (nelle configurazioni ISM, LOG e SSA).
- Elevato range dinamico di misura (> 125 dBA, in linearità >116dBA).
- Correzione elettronica di 'incidenza casuale' per microfoni a campo libero.
- Sensibilità nominale 50mV/Pa. Capacità: 18 pF.
- Analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d'ottava IEC1260 con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz e dinamica superiore ai 110 dB.
- Memorizzazione automatica della Time History per tutti i parametri fonometrici ed analisi in frequenza a partire da 20ms.
- Registratore grafico di livello sonoro con possibilità di selezione di 58 diversi parametri di misura; contemporanea memorizzazione di spettri ad 1/1 e 1/3 d'ottava.
- Analizzatore statistico per LAF, LAeq, spettri ad 1/1 o 1/3 d'ottave, con sei livelli percentili definibili tra LN-0.01 e LN-99.99.
- Rispetto della IEC 60651-1993, la IEC 60804-1993, la Draft IEC 1672 e la ANSI S1.4-1985.

#### Calibratore Larson Davis CAL200

La calibrazione della strumentazione sopra descritta viene effettuata tramite calibratore di livello acustico tipo CAL200 della Larson Davis. Il calibratore acustico produce un livello sonoro di 94 dB rif. 20 µPa a 1 kHz, ha una precisione di calibrazione di +/-0.3 dB a 23°C; +/-0.5 dB da 0 a 50°C ed è alimentato tramite batterie interne (1xIEC 6LF22/9 V).

### 3.2.2.3 Postazioni di misura

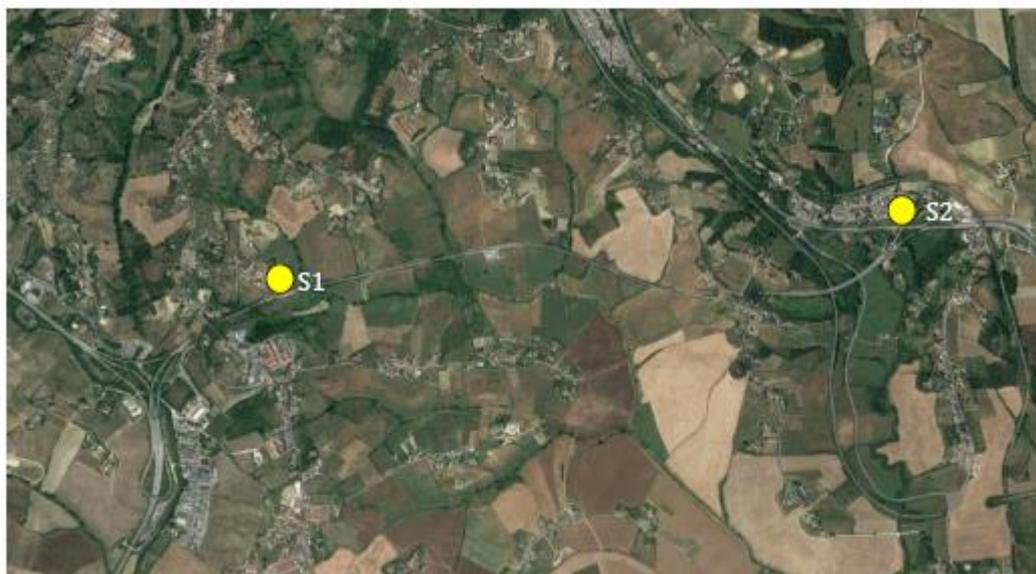


Figura 7 – Aerofotogramma dell'area di indagine



Figura 8 – Aerofotogramma della postazione S1



Figura 9 – Aerofotogramma della postazione S2



Figura 10 – Foto 1, 2 – Postazioni di misura S1, S2

Postazione	Distanza Punto di misura -Sede Stradale (metri)
S1	90
S2	30

### 3.2.2.4 Risultati monitoraggio acustico

Nella tabella che segue si riporta un riepilogo degli indici statistici e dei livelli rilevati durante la campagna di monitoraggio. Le misure sono state analizzate determinando:

- L'andamento del livello sonoro (ponderato A) nel periodo di misura;
- Il livello equivalente di pressione sonora (ponderato A).

Nelle tabelle seguenti sono evidenziati i risultati delle misurazioni, indicando, in particolare:

- Identificazione postazione di misura;
- il periodo in cui è stata svolta la misura e la tipologia;
- Data e ora di inizio del rilievo;
- Indici statistici espressi in dB(A), tra cui Livello sonoro di fondo L90 espresso in dB(A), ovvero il valore di livello sonoro superato per il 90% del tempo di misura. Tale livello quantifica l'entità di un rumore continuo (quale per esempio quello dovuto ad un impianto in attività) differenziandolo dai contributi sonori caratterizzati da variabilità (quali ad es. quelli dovuti al traffico veicolare ed ai transiti dei treni);
- Livello equivalente di pressione sonora espresso in dB(A);
- per ogni giorno della settimana i livelli equivalenti diurni e notturni;
- i valori medi settimanali diurni e notturni.

INDICATORI COMPLESSIVI												
Giorno	Periodo	Leq dB(A)	L1dB(A)	L5dB(A)	L10dB(A)	L50dB(A)	L90dB(A)	L99dB(A)	Lmin dB(A)	Lmax dB(A)		
I	mar	12.00-22.00	56,9	53,8	60,0	59,2	57,1	55,6	47,7	35,5	24,5	86,4
	mar	22.00-6.00	50,0		56,9	55,0	47,3	41,4	27,9	23,6	21,2	68,3
II	merc	6.00-22.00	57,5	54,3	60,4	59,4	57,1	55,7	48,1	37,9	29,7	87,3
	merc	22.00-6.00	49,8		56,8	54,8	46,9	40,6	26,2	20,8	19,5	66,7
III	gio	6.00-22.00	57,0	53,8	60,4	59,5	57,3	55,9	48,5	38,1	27,9	85,0
	gio	22.00-6.00	50,0		57,0	55,0	46,9	41,4	27,0	21,6	19,7	67,4
IV	ven	6.00-22.00	67,4	63,7	62,7	61,6	59,1	57,7	50,8	39,1	32,3	111,3
	ven	22.00-6.00	50,2		56,6	54,8	48,5	44,2	32,9	23,7	21,0	71,4
V	sab	6.00-22.00	58,9	55,7	61,8	60,6	58,1	56,4	47,9	37,6	30,1	95,5
	sab	22.00-6.00	51,5		58,0	56,3	50,2	44,4	29,0	24,0	21,8	67,0
VI	dom	6.00-22.00	55,9	53,4	60,3	59,3	56,5	54,6	44,9	36,7	27,8	76,8
	dom	22.00-6.00	52,4		58,8	56,9	51,2	46,5	35,9	31,2	24,9	67,6
VII	lun	6.00-22.00	56,6	53,6	60,8	59,9	57,3	55,6	47,2	38,7	31,3	71,2
	lun	22.00-6.00	50,4		57,2	55,2	47,4	42,0	25,5	21,8	20,4	74,3
VIII	mar	6.00-12.00	57,7	57,7	61,2	60,4	58,4	57,2	50,4	43,1	37,3	67,4
LIVELLI EQUIVALENTI SETTIMANALI												
Livelli Equivalente Settimanali Periodo DIURNO [dB(A)]											61,2	
Livelli Equivalente Settimanali Periodo NOTTURNO [dB(A)]											50,8	

### Tabella riassuntiva livelli Ambientali S2

INDICATORI COMPLESSIVI												
Giorno	Periodo	Leq dB(A)	L1dB(A)	L5dB(A)	L10dB(A)	L50dB(A)	L90dB(A)	L99dB(A)	Lmin dB(A)	Lmax dB(A)		
I	mar	12.00-22.00	60,0	56,9	63,8	62,3	59,6	58,2	52,7	43,0	32,1	83,1
	mar	22.00-6.00	53,2		59,1	56,8	50,3	45,8	27,9	22,1	19,5	80,4
II	merc	6.00-22.00	61,1	57,8	65,0	63,4	60,6	59,1	53,4	44,2	32,5	89,2
	merc	22.00-6.00	52,8		59,4	57,0	49,7	45,4	30,5	22,3	19,0	75,5
III	gio	6.00-22.00	60,6	57,3	64,6	63,0	60,3	58,9	53,8	47,1	34,9	87,3
	gio	22.00-6.00	52,0		58,1	55,5	49,4	45,3	31,1	22,2	19,2	76,3
IV	ven	6.00-22.00	62,1	58,7	65,6	64,5	62,3	60,9	55,0	46,6	36,6	84,7
	ven	22.00-6.00	53,3		58,8	57,4	53,2	50,5	34,1	25,5	21,2	72,3
V	sab	6.00-22.00	58,8	57,7	62,3	60,0	55,4	52,6	41,4	31,4	24,1	92,9
	sab	22.00-6.00	59,2		62,6	61,2	58,6	57,1	52,3	47,7	39,1	85,1
VI	dom	6.00-22.00	55,2	55,4	60,5	59,2	54,8	51,1	33,9	22,5	19,5	83,7
	dom	22.00-6.00	57,9		61,7	60,5	57,5	55,3	46,6	38,9	30,0	86,2
VII	lun	6.00-22.00	58,0	59,6	63,2	62,1	58,5	55,0	37,6	30,6	26,0	77,4
	lun	22.00-6.00	62,9		66,2	64,9	62,1	60,6	55,7	51,0	45,4	93,5
VIII	mar	6.00-12.00	59,3	59,3	63,1	61,8	59,1	57,6	51,7	43,0	33,9	81,8
LIVELLI EQUIVALENTI SETTIMANALI												
Livelli Equivalente Settimanali Periodo DIURNO [dB(A)]											60,4	
Livelli Equivalente Settimanali Periodo NOTTURNO [dB(A)]											57,8	

Tabella 2 - Tabella riassuntiva misure fonometriche di lunga durata

## 4 LA VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO

Nell'analisi della componente acustica, tramite i rilievi fonometrici effettuati e l'ausilio del modello previsionale SoundPlan® di seguito descritto, sono state elaborate le simulazioni utili a definire il clima acustico dell'ambito territoriale entro il quale si colloca l'intervento, per i seguenti scenari:

- Ante operam, attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti;
- Alternativa 0, scenario del "non fare", attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti con l'incremento dei flussi veicolari attesi.
- Post operam, attraverso la simulazione della sola infrastruttura di progetto, considerando pertanto la riduzione dei limiti per concorsualità acustica delle infrastrutture esistenti non modellizzate (S.R. n. 2 e linee ferroviarie), per la valutazione dei livelli di immissione di rumore da ascrivere all'intervento in esame, come indicato dal D.M. 29/11/2000;
- Post operam mitigato;
- Corso d'opera, attraverso la simulazione degli impatti acustici dalle aree di cantiere fisse e mobili.

La Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico 447/1995, art. 11, e l'art. 3 del D.P.C.M. 14/11/1997 rimandano la disciplina dei rumori, avente origine dal traffico veicolare, all'emanazione di apposito regolamento di esecuzione.

Tale regolamento è il D.P.R. 30 marzo 2004 n.142, inserito nella G.U. n. 127 del 1-6-2004, e riporta le "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447".

La presente documentazione consente la valutazione del clima acustico attuale, la previsione di impatto acustico indotto dagli interventi in progetto, la valutazione dell'esposizione dei recettori nel confronto tra ante e post operam.

### 4.1 Fasce di studio, definizione dei limiti e censimento dei ricettori

All'interno delle fasce di pertinenza acustica valgono i seguenti valori limite di immissione del rumore per l'attuale sede della E78 e per l'adeguamento in progetto a 4 corsie, estratti dal D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004, Tabella 2 per strade esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti):

Tabella 2  
(Strade esistenti e assimilabili)  
(ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme Cnr 1980 e direttive Pnt)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV Cnr 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F - locale		30				

\* per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 3 - Tabella fasce di pertinenza acustica e limiti

L'attuale sedime rientra in cat. Ca, mentre il progetto prevede un incremento di categoria a B, extraurbana principale.

I limiti pertanto sono sempre di 70 dB(A) giorno e 60 dB(A) notte all'interno della fascia A di ampiezza 100 m., 65 dB(A) giorno e 55 dB(A) notte all'interno della fascia B di ampiezza 150 m.

La Strada Regionale n. 2 rientra invece in categoria Cb, con limiti di 70 dB(A) giorno e 60 dB(A) notte all'interno della fascia A di ampiezza 100 m., 65 dB(A) giorno e 55 dB(A) notte all'interno della fascia B di ampiezza 50 m.

I valori limite di immissione per le infrastrutture ferroviarie e le relative fasce di pertinenza sono fissati dal D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459.

Per le infrastrutture esistenti il Decreto indica una fascia di 250 m. per lato, suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di 100 m., denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di 150 m., denominata fascia B. All'interno di esse i valori limite di immissione sono:

- 50 dB(A) Leq diurno, 40 dB(A) Leq notturno per ricettori sensibili, per le scuole vale il solo limite diurno;
- 70 dB(A) Leq diurno, 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A;
- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B.

I limiti per ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura, case di riposo) sono in tutti i casi di 50 dB(A) giorno e 40 dB(A) notte. Non si riscontra la presenza di ricettori sensibili all'interno delle fasce.

All'esterno delle fasce valgono i limiti definiti dai Piani di Zonizzazione Acustica del Comune di Siena, approvato con Del. C.C. n.121 del 30/05/2000, arrivando così a definire completamente i limiti di immissione acustica.

Per lo scenario post operam con presenza quale sorgente di rumore del solo progetto, si è considerata la riduzione dei limiti per concorsualità acustica delle infrastrutture esistenti non modellizzate (S.R. n. 2 e linee ferroviarie), secondo le modalità esplicitate di seguito, per la valutazione dei livelli di immissione di rumore da ascrivere all'intervento in esame, come indicato dal D.M. 29/11/2000.

Il metodo nel seguito proposto per considerare la concorsualità di altre infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie sui limiti di fascia di progetto e, al di fuori delle fasce di pertinenza, sui limiti massimi di immissione indicati dalla classificazione acustica comunale, è basato sulle indicazioni normative, considerando però che le disposizioni di legge vigenti non sono, per alcuni aspetti, pienamente esaustive: per ciò nella scelta del metodo si è cercato di operare scelte equilibrate e cautelative nei confronti dei ricettori.

La verifica di concorsualità come indicata dall'Allegato 4 DM 29.11.2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto" richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrica e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

#### Identificazione di significatività della sorgente concorsuale (Fase 1)

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale. La sorgente concorsuale non è significativa, e può essere pertanto trascurata, se sussistono le seguenti due condizioni:

- i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia, LS, dato dalla relazione  $LS = L_{zona} - 10 \log_{10}(n-1)$ , dove n è il numero totale di sorgenti presenti ed  $L_{zona}$  è il massimo dei limiti previsti per ognuna delle singole sorgenti concorsuali;
- la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A).

Nel caso in cui la concorsualità non sia significativa, si applica il limite di fascia della infrastruttura principale o il limite massimo di immissione di classificazione acustica comunale.

Se la sorgente concorsuale è significativa, si vincolano le sorgenti sonore a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo previsto per ogni singolo ricettore.

In particolare, se il ricettore è contenuto in due fasce di pertinenza uguali (A+A oppure B+B), considerando le sorgenti di rumore egualmente ponderate, il livello di soglia è calcolabile come da Allegato 4 DMA 29.11.2000:

$$LS = L_{zona} - 10 \log_{10} (n)$$

La riduzione dei limiti di fascia (o di classificazione acustica) assume pertanto valore minimo di 3 dBA nel caso di una sorgente principale + una sorgente concorsuale. Nei casi di 2 e 3 sorgenti concorsuali oltre alla sorgente principale le riduzioni diventano:

- 5 db(A) nel caso le sorgenti concorsuali siano 3 (1 principale + 2 concorsuali);
- 6 db(A) nel caso le sorgenti in totale siano 4 (1 principali + 3 concorsuali).

Nel caso in cui la concorsualità è significativa e il ricettore è contenuto in due fasce di pertinenza diverse (A+B oppure B+A), si attua una riduzione paritetica dei limiti di zona tale che dalla somma dei due livelli di soglia si pervenga al valore massimo delle fasce sovrapposte.

In presenza di due sorgenti, i limiti applicabili saranno ridotti di una quantità  $\Delta L_{eq}$  ottenuta in modo da soddisfare la seguente equazione:

$$10 \log_{10} [10^{(L_1 - \Delta L_{eq})/10} + 10^{(L_2 - \Delta L_{eq})/10}] = \max(L_1, L_2)$$

con  $L_1$  ed  $L_2$  pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente. Risolvendo l'equazione rispetto a  $\Delta L_{eq}$ , si ottiene per il periodo diurno in Fascia A, 68.8 dBA e, in Fascia B, 63.8 dBA.

Nel caso in cui la concorsualità interviene al di fuori delle fasce di pertinenza delle singole infrastrutture, si presuppone un contributo paritetico delle sorgenti concorsuali (nel caso, ad esempio, di due sorgenti si tolgono 3 dBA).

I limiti così resi più restrittivi sono riportati nelle tabelle dei risultati nell'elaborato "Tabelle dei valori acustici". Le planimetrie con la definizione delle fasce di pertinenza, delle classificazioni acustiche comunali, dei ricettori indagati con la rispettiva codifica numerica progressiva sono riportate negli elaborati "Schede di censimento dei ricettori", "Planimetria dei ricettori acustici e dei siti di indagine fonometrica", "Planimetria zonizzazione acustica comunale".

#### 4.1.1 Identificazione dei Ricettori

All'interno dell'ambito di analisi, fascia di pertinenza acustica B, sono stati individuati 147 ricettori, tutti residenziali eccezion fatta per quello identificato con il n. 94 che, localizzato in Ruffolo, è sede del dipartimento di Siena dell'ARPA Toscana e del dipartimento di prevenzione dell'ASL.

Non si rileva la presenza di ricettori sensibili.

A titolo esemplificativo, di seguito si riporta un estratto dell'elaborato allegato al progetto "Schede di censimento dei ricettori", in cui per ciascun ricettore individuato sono riportate le seguenti informazioni:

- codifica numerica;
- foto rappresentativa dell'edificio;
- tipologia di ricettore (residenza, scuola, ospedale, casa di cura, casa di riposo);
- stato abitativo (abitato, non abitato, in costruzione, rudere o assimilabile);
- numero di facciate esposte;
- numero di piani.

Sono stati inoltre verificati gli strumenti di pianificazione urbanistica del Comune di Siena (cfr. all. T00IA20AMBCT06), dai quali emerge che non sono presenti aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici, aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività nonché aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali e loro varianti generali, ai sensi dell'art. 1 comma 1 lettera l) del DPR 142/2004

Per i dati di dettaglio si rimanda ai seguenti elaborati:

- T00IA46AMBRE02 - Rapporto di misura rilievi acustici;
- T00IA46AMBRE03 - Tabelle dei valori acustici;
- T00IA46AMBSC01 - Schede di censimento dei ricettori acustici;
- T00IA46AMBPL01 - Planimetria dei ricettori acustici e dei siti di indagine fonometrica - tav.1;
- T00IA46AMBPL02 - Planimetria dei ricettori acustici e dei siti di indagine fonometrica - tav.2;
- T00IA46AMBPL03 - Planimetria dei ricettori acustici e dei siti di indagine fonometrica - tav.3.



Figura 11 – Estratto elaborato "Schede di censimento dei ricettori acustici"

## 4.2 Traffico

### 4.2.1 Stato di Fatto

Si riportano di seguito i flussi veicolari utilizzati in ingresso al modello di simulazione acustica Soundplan® per la definizione dello scenario ante operam, estratti dall'elaborato "Relazione trasportistica".



Figura 12 – Assi viari stato di fatto

VEICOLI PER PERIODO STATO DI FATTO				
ID	LEGGERI GIORNO	LEGGERI NOTTE	PESANTI GIORNO	PESANTI NOTTE
3	26.313	2.000	8.813	1.188
4	44.063	3.375	17.500	2.313
12	221.938	17.125	51.688	6.875
14	233.313	18.000	57.063	7.563
16	243.563	18.813	52.625	7.000
18	255.000	19.688	66.125	8.813
20	282.813	21.813	41.625	5.563
22	296.125	22.813	49.500	6.563
28	386.313	29.813	15.688	2.063
29	401.375	30.938	40.063	5.375
32	433.563	33.438	43.313	5.750
33	436.625	33.688	17.750	2.375
34	447.875	34.563	87.250	11.625
35	451.625	34.813	98.688	13.125
36	468.063	36.125	101.813	13.563
39	473.438	36.500	111.813	14.875
42	494.875	38.188	116.938	15.563
45	521.125	40.188	99.188	13.188
47	544.938	42.000	22.125	2.938
49	555.875	42.875	22.625	3.000
51	586.250	45.188	23.813	3.188
53	597.813	46.125	111.375	14.813
54	600.563	46.313	106.688	14.188
59	678.375	104.625	153.250	40.750
63	741.125	114.375	85.250	22.750
64	759.875	117.250	100.063	26.625
65	768.063	118.500	106.688	28.375
68	889.750	137.125	88.875	23.750
70	955.563	147.375	225.813	60.125
74	1527.938	235.750	206.750	55.000

Tabella 4 - Tabella flussi di traffico stato di fatto

## 4.2.2 Alternativa 0

Si riportano di seguito i flussi veicolari utilizzati in ingresso al modello di simulazione acustica Soundplan® per la definizione dello scenario alternativa 0, scenario del "non fare", attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti con l'incremento dei flussi veicolari attesi, estratti dall'elaborato "Relazione trasportistica".

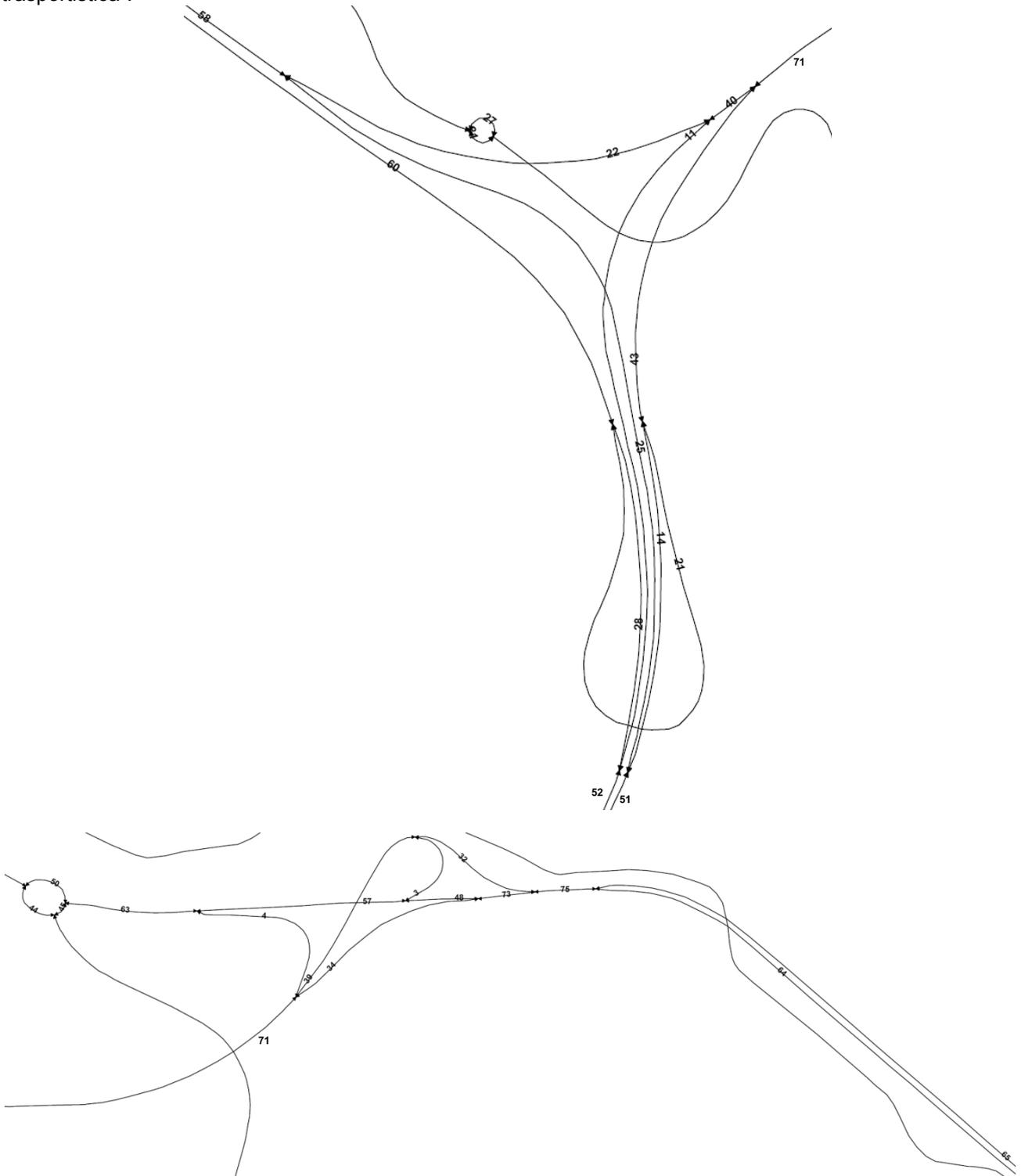


Figura 13 – Assi viari Alternativa 0

VEICOLI ORARI PER PERIODO ALTERNATIVA 0				
ID	LEGGERI GIORNO	LEGGERI NOTTE	PESANTI GIORNO	PESANTI NOTTE
3	74.688	11.500	24.938	6.625
4	77.063	11.875	30.625	8.125
11	197.875	30.500	48.375	12.875
14	242.625	37.375	56.500	15.000
21	323.438	49.875	69.875	18.625
22	335.875	51.750	87.125	23.125
25	382.625	59.000	63.938	17.000
28	432.688	66.750	63.688	16.875
32	461.063	71.125	100.750	26.750
34	496.313	76.500	96.750	25.750
39	535.125	82.625	126.313	33.625
40	541.688	83.500	128.000	34.000
43	568.813	87.750	123.750	32.875
44	571.938	88.250	23.250	6.125
45	583.500	90.000	23.688	6.250
48	601.500	92.750	60.125	16.000
50	621.750	95.875	25.250	6.750
51	628.688	97.000	117.125	31.125
52	630.625	97.250	112.000	29.750
57	692.813	106.875	69.250	18.375
58	708.938	109.375	160.125	42.625
60	747.000	115.250	142.188	37.875
63	780.500	120.375	89.750	23.875
64	796.063	122.750	104.813	27.875
65	805.813	124.250	111.938	29.750
71	1101.563	169.875	260.313	69.250
73	1142.688	176.250	114.188	30.375
75	1601.875	247.000	216.750	57.625

Tabella 5 - Tabella flussi di traffico Alternativa 0

### 4.2.3 Stato di Progetto

Si riportano di seguito i flussi veicolari utilizzati in ingresso al modello di simulazione acustica Soundplan® per la definizione dello scenario post operam, estratti dall'elaborato "Relazione trasportistica".

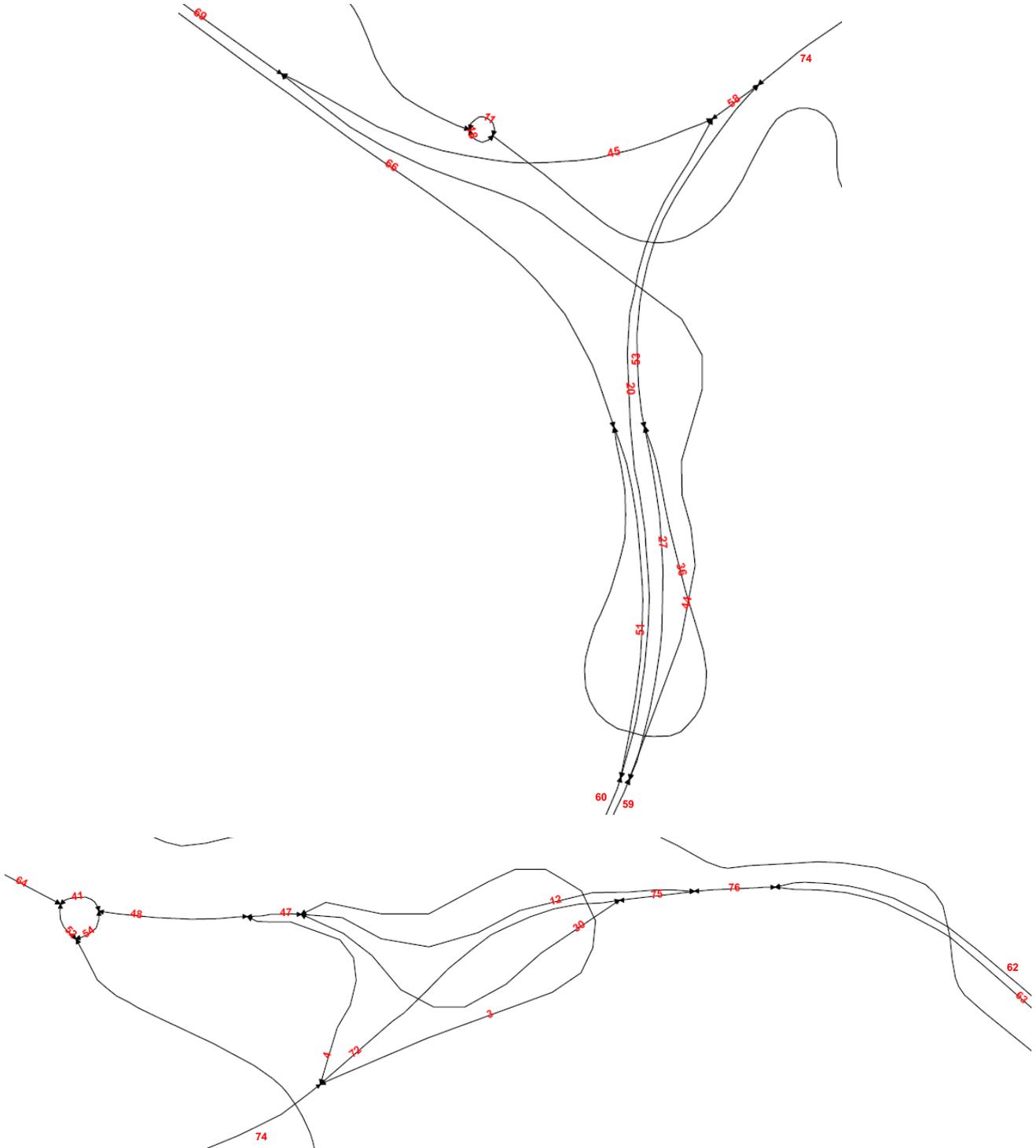


Figura 14 – Assi viari Stato di Progetto

VEICOLI ORARI PER PERIODO STATO DI PROGETTO				
ID	LEGGERI GIORNO	LEGGERI NOTTE	PESANTI GIORNO	PESANTI NOTTE
3	73.500	11.375	24.563	6.500
4	78.438	12.125	31.188	8.250
12	138.375	21.375	13.813	3.625
20	192.063	29.625	46.938	12.500
27	237.000	36.500	55.188	14.625
30	266.250	41.125	26.625	7.125
36	326.500	50.375	70.500	18.750
41	426.438	65.750	17.313	4.625
44	469.438	72.375	78.438	20.875
45	476.750	73.500	123.625	32.875
47	490.438	75.750	53.313	14.250
48	510.188	78.750	140.250	37.375
51	543.125	83.750	79.938	21.250
52	558.750	86.125	22.688	6.000
53	566.125	87.375	123.188	32.750
54	573.375	88.375	23.313	6.250
58	679.375	104.750	160.500	42.750
59	708.188	109.250	131.938	35.125
60	731.875	112.875	130.000	34.625
62	756.625	116.750	126.688	33.750
63	761.375	117.375	122.813	32.625
66	856.375	132.125	163.063	43.375
69	936.250	144.375	211.500	56.250
72	1080.188	166.625	240.625	64.000
74	1236.563	190.750	292.125	77.750
75	1356.563	209.250	257.625	68.500
76	1518.000	234.125	249.500	66.375

Tabella 6 - Tabella flussi di traffico stato di progetto

## 4.3 Metodologia di analisi

### 4.3.1 Il modello digitale del terreno

Tramite opportuno software, il modello SoundPlan®, sono state svolte le simulazioni per stimare le interferenze acustiche nell'area in esame. Si è provveduto alla realizzazione della modellazione 3D mediante l'inserimento degli elementi tridimensionali: isoipse, punti di elevazione ed edifici. A partire da questi elementi, SoundPlan® ha permesso di costruire il modello digitale del terreno (DGM Digital Ground Model); su di esso sono stati apposti gli edifici con le rispettive altezze. Sul DGM così realizzato si è a questo punto localizzata la strada, al fine di generare la sorgente di rumore. Nella realizzazione dello scenario stato di fatto sono state apposte le barriere antirumore esistenti.

Di seguito si riportano stralci della modellazione 3D (isoipse ogni mezzo metro).

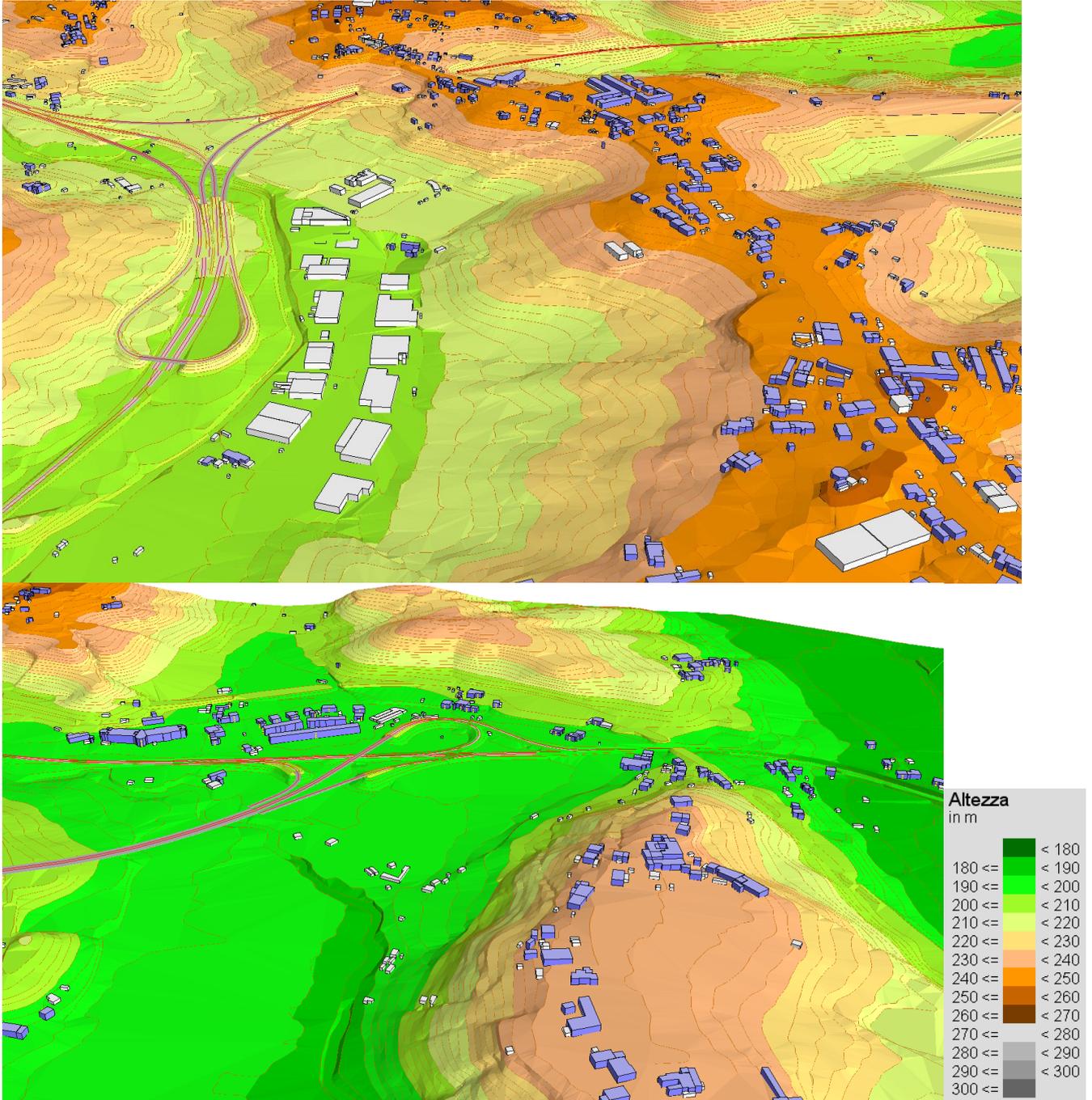


Figura 15 – Modello digitale del terreno Stato di Fatto e Alternativa 0

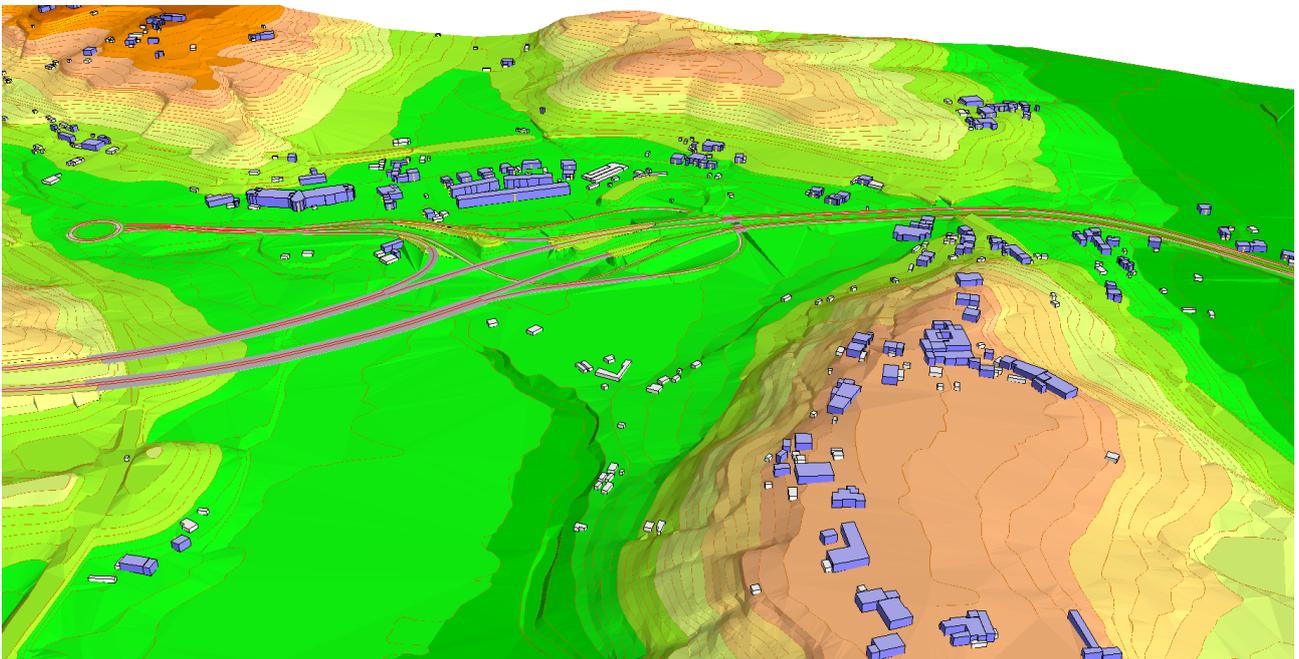
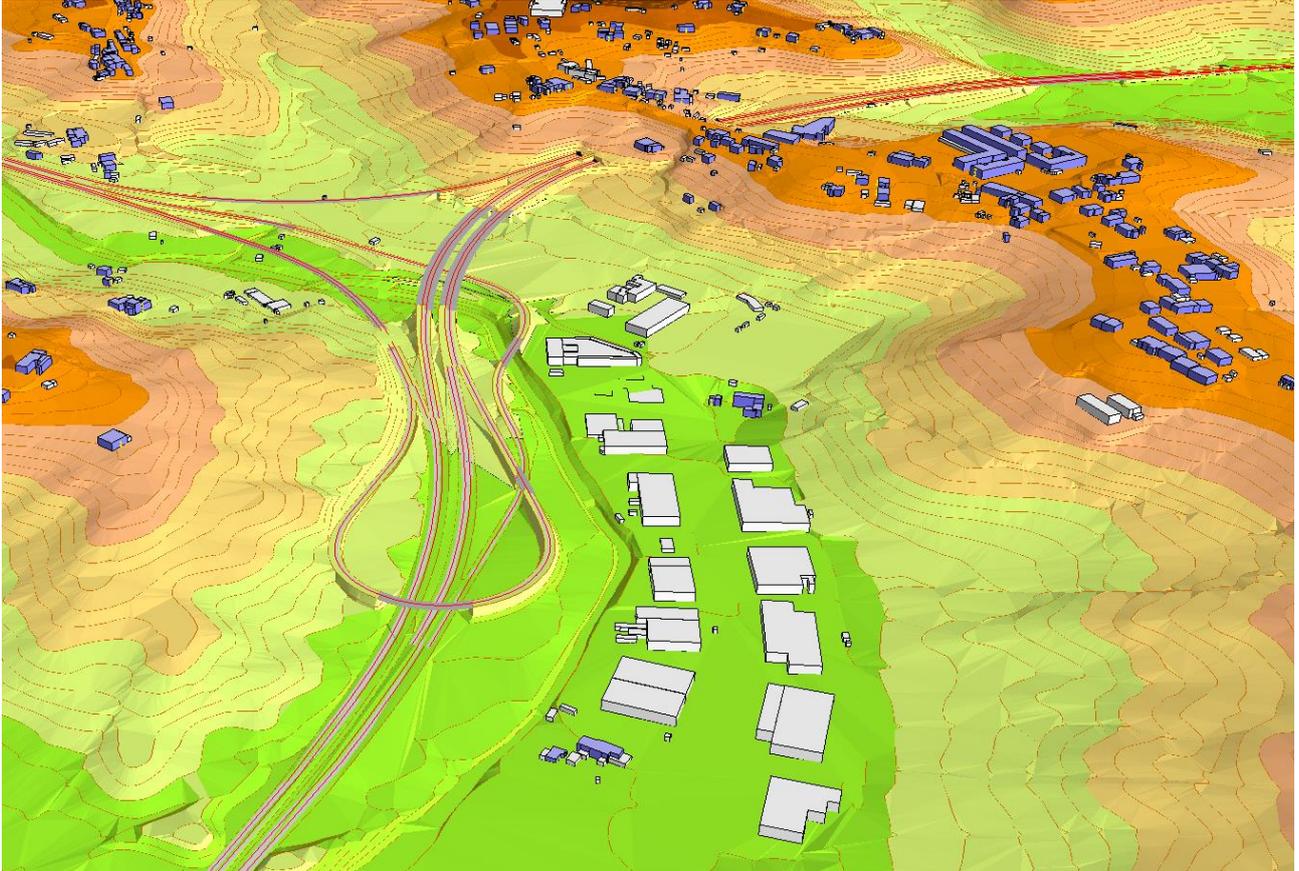


Figura 16 – Modello digitale del terreno Stato di Progetto

### 4.3.2 Taratura del modello e definizione del calcolo

L'ultimo passo si è espletato nell'attribuzione dei volumi di traffico e delle velocità di percorrenza alla strada e nella definizione dei singoli punti di calcolo sulla facciata dei ricettori, nella scelta dello standard di calcolo, mediante opportuna taratura. Ai fini della caratterizzazione del clima acustico attuale e per le necessità di taratura del modello, si rimanda alle misure fonometriche dettagliate al paragrafo 3.

Le misure risentono pressoché esclusivamente del traffico veicolare quale fonte di rumore, situazione ottimale ai fini della taratura del modello, porgendo quest'ultimo i livelli di rumore generati dalle strade modellizzate. Si è adottato lo standard RLS90, che ha consentito una migliore calibrazione del modello rispetto allo standard NMPB-Routes-96, modulando opportunamente le velocità, con uno scarto tra valore misurato e valore modellizzato contenuto.

Di seguito si riportano i dati di input al modello per lo standard RLS90 prescelto:

- riflessioni: vengono considerate riflessioni del 1° ordine sulle superfici riflettenti;
- raggio di ricerca delle sorgenti: 5000 m;
- massima distanza riflessioni da ricettore: 200 m;
- massima distanza riflessioni da sorgente: 50 m;
- angolo di ricerca delle sorgenti: 360°;
- incremento angolare: 1°;
- fattore di assorbimento del suolo: 0.85;
- diffrazione: è abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale;
- Calcolo di mappe isofoniche in pianta: maglia quadrata a passo 3x3 m ad altezza  $h = 4$  m dal p.c.

Essendo i punti P2 e P4 di breve durata ubicati nelle medesime postazioni dei punti settimanali S1 e S2, per la taratura sono stati scelti questi ultimi.

Nel dettaglio il modello presenta una sovrastima del valore rilevato nel periodo diurno e una sottostima nel periodo notturno, come mostrato nella tabella seguente.

	misura		modello		differenza	
	giorno	notte	giorno	notte	giorno	notte
P1	55.4	-	55.4	-	±0.0	-
S1	61.2	50.8	60.9	50.9	+0.1	+0.1
P3	71.7	-	71.7	-	±0.0	-
S2	60.4	57.8	60.6	57.8	+0.2	±0.0

Tabella 7 – Risultati taratura del modello

L'errore (valore stimato da simulazione e valore misurato con fonometro) in ogni modo presente, anche successivamente alla taratura delle potenze sonore associate ai flussi di traffico, risulta essere contenuto in  $\Delta Leq = \pm 0.2$ , scarti ritenuti accettabili.

I punti di calcolo in facciata sono stati definiti per ogni piano degli edifici, il primo a una quota di 1,5 metri dal suolo, gli altri punti ogni successivi 3 metri di altezza. Le simulazioni sono svolte per i 4 scenari precedentemente descritti:

- Ante operam, attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti;
- Alternativa 0, scenario del "non fare", attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti con l'incremento dei flussi veicolari attesi.
- Post operam, attraverso la simulazione della sola infrastruttura di progetto, considerando pertanto la riduzione dei limiti per concorsualità acustica delle infrastrutture esistenti non modellizzate (S.R. n. 2 e linee ferroviarie), per la valutazione dei livelli di immissione di rumore da ascrivere all'intervento in esame, come indicato dal D.M. .29/11/2000;
- Post operam mitigato;
- Corso d'opera, attraverso la simulazione degli impatti acustici dalle aree di cantiere fisse e mobili.

Il modello crea due fasce orarie di indagine distinte, quella del 'giorno' (fascia oraria 06:00–22:00) e quella della 'notte' (fascia oraria 22:00–06:00). Il risultato delle simulazioni viene rappresentato con i valori di

immissione calcolati sulle facciate dei ricettori per ogni piano degli edifici e con le mappe delle isofone a 4 metri di altezza dal piano campagna, ovvero le curve che uniscono i punti a ugual livello di pressione sonora.

### 4.3.3 Il modello di simulazione Soundplan®

La determinazione dei livelli di rumore ante operam e post operam, indotti dal traffico afferente la rete stradale nell'area in esame, è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPlan®. La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in campo stradale, ferroviario, aeroportuale già effettuate in altri studi analoghi. SoundPLAN® è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

#### 4.3.3.1 Definizione dell'irradiazione sonora agli imbocchi/sbocchi delle gallerie

La sorgente di rumore rappresentata dall'imbocco/sbocco della galleria è implementata nel modello come sorgente lineare per ogni metro del portale della galleria.

Il livello di emissione è calcolato come segue:

$$Lm25 = LmFBR + DTunnel - 19.2 + K \text{ dB(A)}$$

- Lm25 Emissione delle sorgenti lineari per ogni metro del portaled ella galleria;
- LmFBR Livello di rumore calcolato dal limite per una sorgente infinitamente lunga;
- DTunnel Fattore di correzione per le pareti del tunnel in calcestruzzo riflettenti = + 13 dB;
- K = 3dB per la trasmissione del rumore nel quarto di sfera;

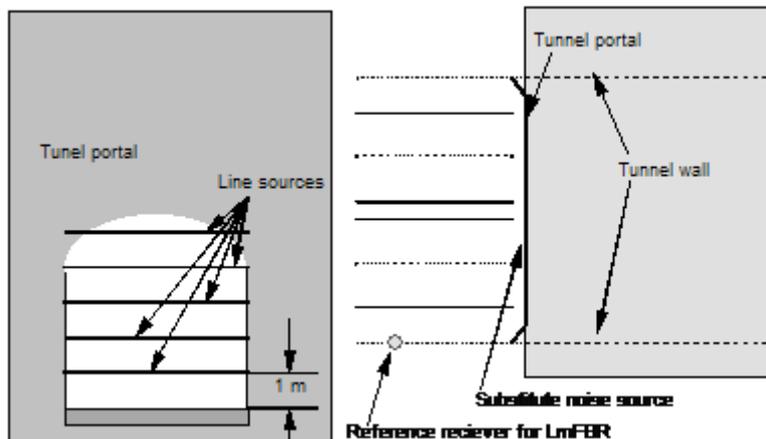


Figura 17 – Modellazione dei tunnel in Soundplan®

#### 4.3.3.2 Standard RLS 90 / DIN 18005

Le linee guida definiscono gli standard tecnici e le procedure di misura per predire e abbattere il rumore di strade e parcheggi; in particolare viene valutato presso il ricettore il livello sonoro diurno (6.00+22.00) e notturno (22.00+6.00). RLS 90 considera la sorgente con propagazione, attenuazione del suolo e schermatura. Lo standard utilizza due diversi modelli: il modello per la sorgente e quello per la propagazione; il primo utilizza i dati di traffico e fornisce i risultati di livello di rumore prendendo come riferimento un punto a 25 m di distanza dalla strada ed a 4 m dal suolo. I livelli di rumore sono definiti LME, Level Mean Emission. Il modello di propagazione utilizza come input LME per il giorno e la notte e fornisce il livello di rumore presso il ricettore diurno e notturno.

#### Il calcolo del LME

I dati necessari a calcolare il livello della sorgente sono:

- veicoli (numero dei veicoli orari e % di veicoli pesanti);
- velocità oraria delle automobili e dei camion;

- superficie della strada;
- pendenza della strada;
- riflessioni.

Il livello della sorgente Lm.E si calcola:

$$Lm.E = Lm (25, basic) + C Speed + C Road Surface + C Gradient + C Ref$$

Dove:

Lm (25, basic) è il livello standard nelle seguenti condizioni:

- velocità 100 Km/h per le auto e 80 Km/h per i camion;
- superficie della strada di asfalto convenzionale;
- pendenza della strada < 5%;
- propagazione a campo libero;

$$Lm(25, basic) = 37.3 + 10 * \log [M * (1 + 0.082 * P) ]$$

Con:

- M = Media oraria del volume di traffico
- P = Percentuale di camion che superano le 2.8 tonnellate.
- C Speed è la correzione della velocità
- $C Speed = Lcar - 37.3 + 10 * \log [(100 + (100.1 * C) * P) / (100 + 8.23 * P)]$
- $Lcar = 27.8 + 10 * \log [1 + (0.02 * Vcar)^3]$
- $Ltruck = 23.1 + 12.5 * \log (Vtruck)$
- C = Ltruck - Lcar
- V car = velocità delle auto (min 30 Km/h max 130 Km/h)
- V truck = velocità dei camion (min 30 Km/h max 80 Km/h)
- C Road Surface correzione della superficie stradale
- C Gradient correzione dovuta alla pendenza della strada
- C Gradient = 0 dB(A) per pendenze minori a 5%  
0.6 \* (g) - 3 per pendenze superiori a 5%
- con g = pendenza della strada
- C Ref correzione delle riflessioni multiple sui muri
- C ref = 4 \* (altezza muro) / (distanza tra i muri)

Il livello sonoro presso il ricettore deriva dai livelli sonori di tutte le sorgenti stradali, tutti i contributi superiori a 0 dB si sommano e determinano il livello di rumore.

Al valore calcolato si sommano 1, 2, o 3 dB se il ricettore si trova rispettivamente a 100, 70 o 40 metri da un semaforo: tanto più vicina è la distanza tanto maggiore è il contributo dovuto alle frenate e alle accelerazioni.

$$Lm = L Mean Emission + C Section Length + C Spreading + C Ground absorption + C Screening$$

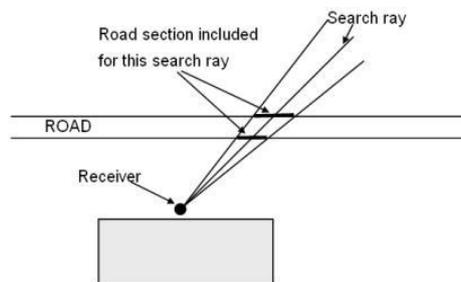


Figura 18 – Modellazione in Soundplan®

Dove:

- C Section length = coefficiente di correzione della lunghezza della sezione
- C Section length =  $10 * \log$  (lunghezza della sezione entro il triangolo)
- C Spreading = coefficiente di propagazione e assorbimento dell'aria (sono compresi in una unica formula che dipende dalla distanza)
- C Spreading =  $11.2 - 20 * \log d - d / 200$

- con  $d$  = distanza dalla metà della sezione al ricettore
- $C$  Ground absorption = attenuazione del terreno e assorbimento dovuto alle condizioni meteo.
- $C$  Ground absorption =  $(a.m.)/d * (34+600 / \text{distanza}) - 4.8 < 0$
- Dove  $a.m.$  è l'altezza media della linea che congiunge la sorgente al ricettore; quando c'è schermatura il coefficiente non viene calcolato.
- $C$  Screening =  $10 * \log ( 3 + 80 * \text{Extra path length} * C \text{ met} )$
- Extra path length =  $A + B + D - (\text{distanza diretta})$

$$C \text{ met} = \exp[-1/2000 * \sqrt{(A * B * \text{distanza diretta}) / (2 * \text{extra path length})}]$$

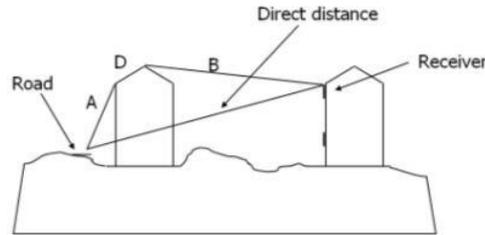


Figura 19 – Modellazione in Soundplan®

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello e del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere.

Il modello consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori, legati:

- alla localizzazione, alla forma ed all'altezza degli edifici;
- alla topografia dell'area di indagine;
- alle caratteristiche fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno;
- alle tipologie costruttive del tracciato stradale;
- alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- alla distanza di propagazione;
- alla dimensione ed alla tipologia delle barriere antirumore.

Per l'inserimento dei dati la cartografia di base in 3D deve essere convertita in file di formato DXF; allo stesso modo deve essere elaborato il progetto con lo scopo di poterlo restituire come dato di input del Soundplan®. Lo svolgimento di queste attività si è reso necessario per poter effettuare un corretto inserimento nel Soundplan® di tutti i dati relativi alla cartografia, agli edifici ed al progetto.

Per assegnare l'elevazione ad ognuno degli oggetti presenti sulla mappa Soundplan® crea un modello digitale del terreno DGM (Digital Ground Model) che definisce una superficie sull'intera area di calcolo attraverso una triangolazione che unisce tutti i punti dei quali è nota la quota.

## 4.4 Analisi delle Risultanze degli Scenari in fase di Post Operam

Nel presente paragrafo si commentano i risultati emersi dalle modellazioni, riportati di seguito, con la lettura dei valori di immissione calcolati sulle facciate degli edifici e determinati mediante l'applicazione del modello. La verifica si è effettuata con l'analisi degli stessi ed il confronto dei limiti emersi dalla normativa di riferimento. Negli elaborati dedicati si riportano le tabelle con i singoli punti di calcolo in facciata e le mappe delle curve isofoniche per i diversi scenari considerati.

Nelle tabelle dei risultati in particolare è riportato:

- codice identificativo dell'edificio;
- numero di piani di cui si compone l'edificio;
- fascia di pertinenza acustica di appartenenza dell'edificio;
- limiti di normativa eventualmente ridotti per concorsualità;
- livelli di rumore stato di fatto;
- differenze valori stato di fatto rispetto ai limiti;
- livelli di rumore Alternativa 0;
- differenze valori Alternativa 0 rispetto ai limiti;
- livelli di rumore stato di progetto;
- differenze valori stato di progetto rispetto ai limiti;
- livelli di rumore stato di progetto mitigato;
- differenze valori stato di progetto mitigato rispetto ai limiti;
- differenze valori stato di progetto mitigato rispetto all'Alternativa 0;
- differenze valori stato di progetto mitigato rispetto allo stato di progetto non mitigato.

I singoli punti di calcolo sono posizionati a 1 metro dalla facciata del ricettore e a 1.5 metri di altezza dal piano campagna, successivamente ogni successivi 3 metri, rappresentativi di ciascun piano dell'edificio.

Con riferimento, dunque, ai limiti di normativa, si riportano i seguenti criteri di verifica per i ricettori considerati.

### Scenario Stato di Fatto (Ante Operam):

- Si riscontrano superamenti<sup>1</sup> dei limiti per i ricettori 35 (d/n) – 94 (d/n) – 95 (d/n) – 101 (d/n) – 102 (d/n) – 118 (n).

### Scenario Alternativa 0:

- Si riscontrano superamenti dei limiti per i ricettori 35 (d/n) – 42 (n) – 43 (n) – 94 (d/n) – 95 (d/n) – 96 (n) – 101 (d/n) – 102 (d/n) – 103 (n) – 109 (n) – 110 (n) – 111 (n) – 112 (n) – 113 (n) – 116 (n) – 117 (n) – 118 (d/n).

Rispetto allo stato di fatto, la scelta di non realizzare l'opera comporta un incremento dei ricettori impattati, con un aumento medio dei livelli di rumore di 2.9 dB(A) nel periodo diurno e 4.1 dB(A) nel periodo notturno.

### Scenario Stato di Progetto:

- Si riscontrano superamenti dei limiti per i ricettori 9 (n) – 10 (n) – 35 (d/n) – 40 (n) – 42 (n) – 43 (n) – 71 (n) – 72 (n) – 93 (d/n) – 94 (d/n) – 95 (d/n) – 96 (n) – 100 (n) – 101 (n) – 102 (d/n) – 112 (n) – 113 (n) – 116 (n) – 117 (d/n) – 118 (d/n) – 119 (n) – 120 (d/n) – 121 (d/n) – 122 (n) – 127 (n) – 136 (d/n) – 137 (d/n) – 138 (d/n) – 139 (d/n) – 140 (n) – 141 (n) – 142 (n) – 145 (d/n) – 146 (d/n) – 147 (d/n).

In assenza di mitigazioni, l'incremento di capacità veicolare dovuto al raddoppio comporta un incremento dei livelli di rumore.

### Scenario Stato di Progetto Mitigato:

- non si riscontrano casi di superamento.

L'introduzione delle mitigazioni di cui al successivo paragrafo 4.5 consente il pieno rispetto dei limiti: rispetto all'alternativa 0 di non realizzazione dell'opera, si registra una generale riduzione della pressione sonora, con decrementi medi di -2.2 dB(A) nel periodo diurno e -2.0 dB(A) nel periodo notturno; rispetto allo scenario di progetto non mitigato, si registra una generale riduzione della pressione sonora, con decrementi medi di -5.1 dB(A) sia nel periodo diurno che notturno.

<sup>1</sup> (d): superamento periodo diurno – (n): superamento notturno – (d/n): superamento sia diurno che notturno.

## 4.5 Mitigazioni Acustiche

Ai fini della riduzione dell'impatto acustico evidenziato dagli esiti del modello diffusionale sopra riassunto, sono state individuate le seguenti misure di mitigazione acustica da applicarsi al fine di eliminare gli impatti generati dalla realizzazione del progetto. In particolare, sono stati identificate quali mitigazioni la stesa di manto drenante fonoassorbente lungo l'intero asse stradale e l'installazione di barriere antirumore.

### 4.5.1 Manto drenante fonoassorbente

Utilizzando conglomerati aperti, eventualmente additivati con opportuni componenti, si ottengono manti che, oltre ad avere caratteristiche drenanti, hanno un effetto fonoassorbente.

L'utilizzo e la sperimentazione di questo tipo di asfalti sono stati dettati principalmente da esigenze legate alla sicurezza sulle strade, prima ancora che al tema dell'inquinamento acustico. Tra i problemi che si manifestano sugli asfalti lisci tradizionali durante la guida, vanno ricordati il ristagno dell'acqua sulle carreggiate, in grado di provocare il fenomeno di "aquaplaning", ed i getti d'acqua sollevati dai veicoli che possono ridurre la visibilità.

Tutto ciò può essere causa di numerosi incidenti. L'applicazione dei manti porosi, riducendo sensibilmente gli effetti del ristagno d'acqua, consente al veicolo di mantenere una buona aderenza sulla strada.

Le problematiche legate alla sicurezza hanno portato ad adottare i manti drenanti soprattutto in strade a scorrimento veloce (autostrade, circonvallazioni, superstrade, ecc.).

L'interesse iniziale rivolto a tali contesti ha indirizzato verso di essi le prime indagini sul contributo degli asfalti all'abbattimento del rumore.

La riduzione della rumorosità, in particolare dovuta al rotolamento degli pneumatici, è maggiormente sensibile in caso di traffico medio-alto. Lo sviluppo delle ricerche sul comportamento dei materiali da utilizzare nella realizzazione delle strade, che avessero proprietà drenanti e fonoassorbenti, ha portato allo studio e all'impiego di conglomerati bituminosi con caratteristiche di strati porosi a partire dagli anni Ottanta.

Questi asfalti sono di norma composti da aggregati di taglia 0/10 mm o 0/12 mm, con un vuoto nella curva granulometrica in corrispondenza delle dimensioni medie (2/6 mm). In tal modo, i restanti elementi sono i più piccoli (0/2 mm, in proporzione di circa il 15%) e i più grandi (6/10, per circa l'85%). Il legante è o bitume puro o, in molti casi, di tipo modificato (mediante l'aggiunta di polimeri o polverino di gomma e l'eventuale arricchimento di fibre) e viene usato in una proporzione leggermente superiore rispetto agli asfalti densi tradizionali. Questo amalgama determina, all'interno della struttura, una presenza di vuoti, che deve essere di norma non inferiore al 20%.

Gli studi fino ad oggi condotti, prevalentemente in regimi di transito dei veicoli con velocità superiori a 50 km/h (contesti extraurbani), hanno individuato come sorgente principale di rumore il meccanismo d'interazione fra ruota ed asfalto dovuto al rotolamento. Tale generazione di rumore viene a determinarsi per il concorso di vari effetti:

- rumori di shock, si verificano sulle superfici stradali particolarmente irregolari e sono dovuti alla vibrazione di parti della gomma pneumatica quando urtano la strada sconnessa, soprattutto se a grandi velocità;
- air-pumping: si verifica quando l'aria prossima alla superficie del pneumatico viene messa in vibrazione. La vibrazione è dovuta alla deformazione del pneumatico, quando sta per avvenire o è appena avvenuto il contatto con il manto stradale. Ciò si traduce in una serie di compressioni e depressioni dell'aria, che origina onde sonore ad alta frequenza;
- slip and stick: si verifica quando, analogamente al comportamento di una ventosa, il pneumatico aderisce deformandosi al manto stradale. Il fenomeno continuo di aderenza e rottura delle aderenze della gomma origina delle onde sonore.

Le esperienze hanno evidenziato il ruolo favorevole della porosità di un manto drenante sulla generazione e l'assorbimento del rumore risultante dai fenomeni prima citati. Uno dei meccanismi di funzionamento acustico è, infatti, legato all'elevata percentuale di vuoti caratteristica di questi asfalti, grazie alla quale avviene la dissipazione del suono. Le molecole d'aria contenute nella cavità vengono messe in vibrazione e urtando contro le pareti degli inerti danno origine ad una trasformazione di energia acustica in energia termica. È il ben noto fenomeno di assorbimento acustico dei materiali porosi. In linea di massima, viene riconosciuto che conglomerati bituminosi dello spessore di circa 4 cm, percentuale di vuoti superiore al 18% e fino al 25%, con dimensione degli aggregati 0/10 o 0/12, consentono una riduzione di circa 3 dB(A) a confronto con un asfalto denso tradizionale.

La figura mostra i livelli di rumore di un manto tradizionale a confronto con un manto fonoassorbente.  
**Confronto tra gli spettri prima e dopo l'intervento**

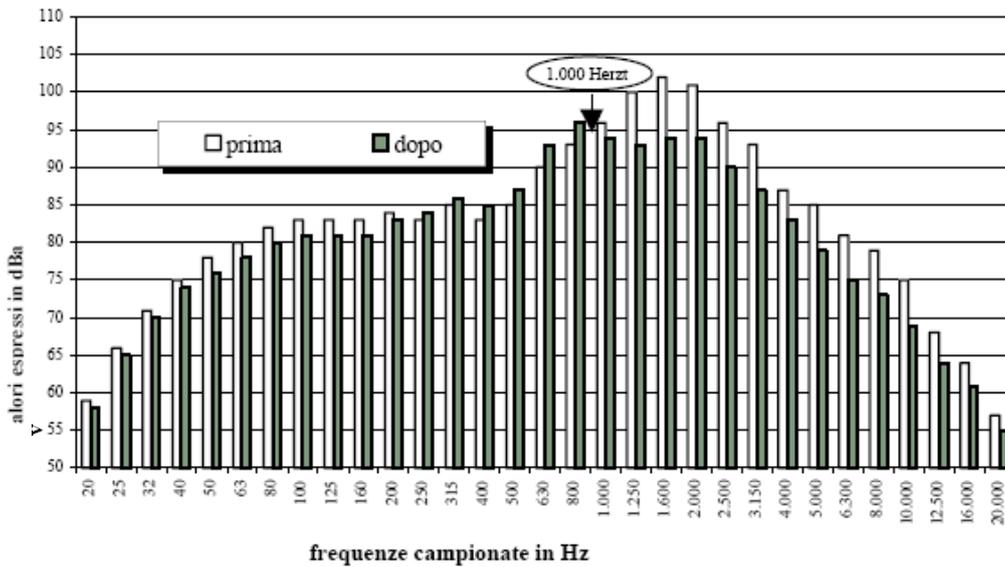


Figura 20 – Livelli di rumore di un manto tradizionale a confronto con un manto fonoassorbente

Per le analisi acustiche dello scenario post operam, si è pertanto considerato l'effetto di assorbimento del rumore caratterizzante il manto stradale, in misura pari a -3dB(A).

#### 4.5.2 Barriere antirumore

Oltre all'asfalto fonoassorbente, al fine di riportare al di sotto delle soglie di normativa il ricettore impattato, nella fase post operam si è proceduto al dimensionamento delle barriere antirumore.

ID	LUNGHEZZA [m]	ALTEZZA [m]
FOA 1	100	4 dal piano campagna (in testa alla trincea) (2 m ciechi in acciaio corten + 2 m trasparenti in PMMA)
FOA 2	85	3 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 1 m trasparenti in PMMA)
FOA 3	500	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)
FOA 4	230	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)
FOA 5	440	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)
FOA 6	155	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)

Tabella 8 – Barriere antirumore di progetto

Oltre il limite di intervento in direzione Fano (km 5+231.58), vengono mantenute le barriere esistenti allo stato di fatto, FOA-sdf1 e FOA-sdf2, per le porzioni restanti di 67 m. e 115 m. con altezza pari a 3 m. L'ubicazione delle mitigazioni è riportata negli elaborati "Planimetria interventi di mitigazione" e "Mappe impatto acustico post operam mitigato".

Le barriere antirumore devono collocarsi nella classe massima di assorbimento acustico A5 secondo la norma UNI EN 1793-1 e nella classe di isolamento acustico B3 A5 secondo la norma UNI EN 1793-2.

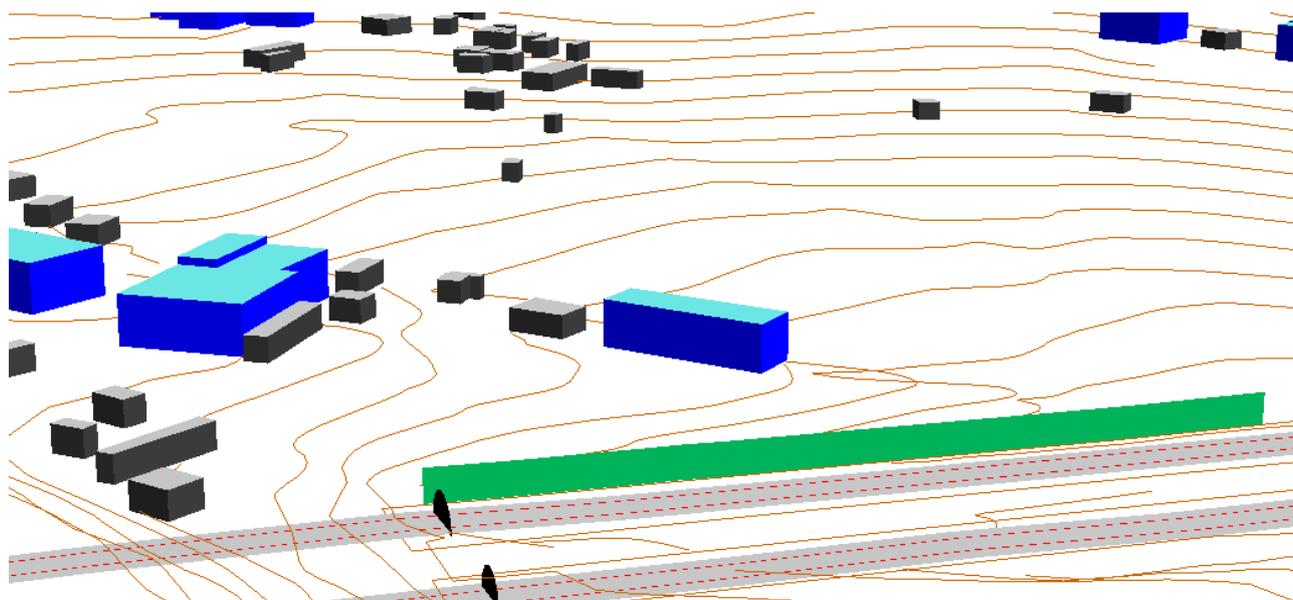


Figura 21 – Ubicazione FOA 1

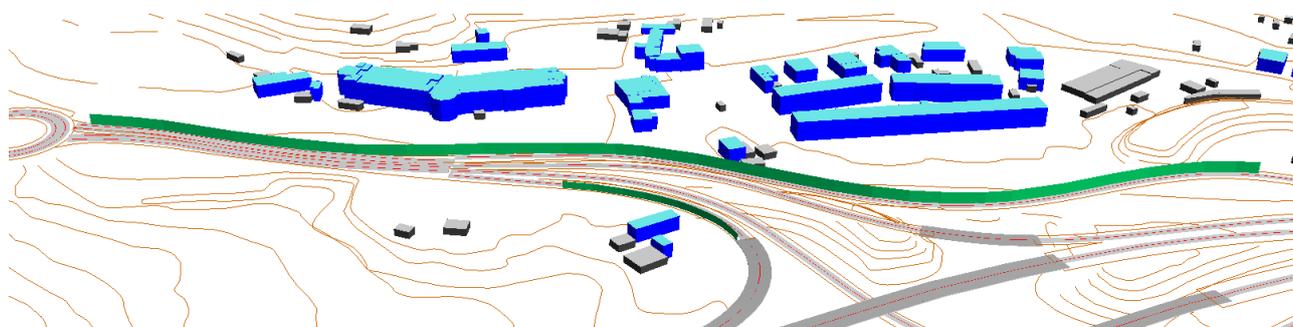


Figura 22 – Ubicazione FOA 2-3

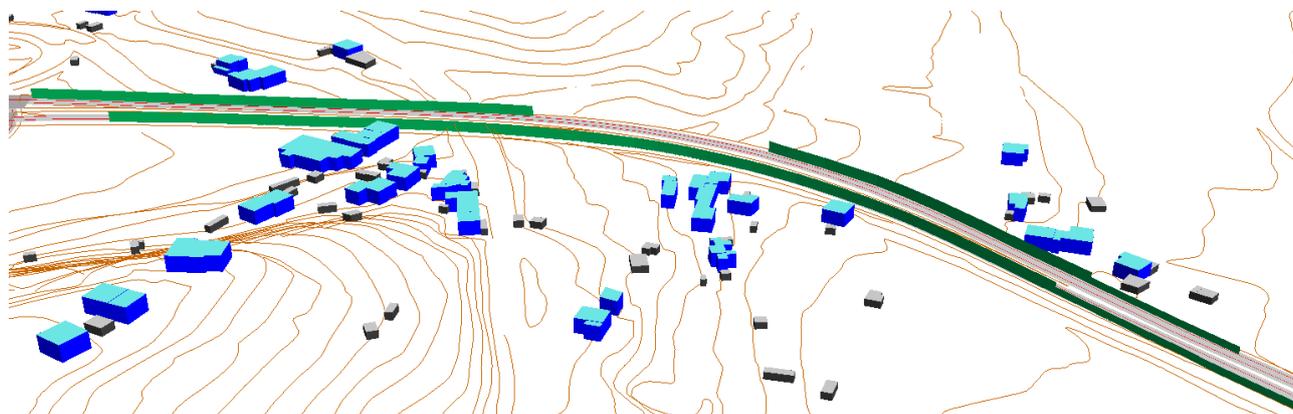


Figura 23 – Ubicazione FOA 4-5-6

## 5 FASE DI CANTIERE

La fase di cantiere interessa due tipi diversi di azioni; l'area di cantiere intesa quale localizzazione dei servizi logistici, ricovero macchinari e attrezzature, deposito materiali, lavorazioni con impianti fissi (cantieri fissi) e l'area soggetta alle lavorazioni di progetto, secondo l'articolato programma lavori (cantieri mobili).

Per quanto attiene il rumore proveniente da cantieri fissi, esso non deve essere mai tale da ingenerare superamenti delle soglie normative, mentre per quanto attiene il rumore proveniente da cantieri mobili, per esso è prevista la possibilità di autorizzazione in deroga, che l'Impresa esecutrice dei lavori dovrà richiedere da richiedere al Comune di Siena, ai sensi della D.P.G.R.T. n. 38/R del 2014.

### 5.1 Cantieri fissi

Riguardo la possibile contribuzione all'identificazione di impatti sulla componente acustica, per i cantieri fissi non sono previste attività nel periodo notturno, bensì nel solo periodo diurno. Per essi valgono i limiti di zonizzazione acustica, dei quali deve essere assicurato il rispetto.

Nello specifico gli impianti fissi generatori di rumore localizzati in prossimità di ricettori residenziali risultano:

- Area di cantiere svincolo di Cerchiaia (ricettori 9 e 10):
  - stoccaggio terre;
  - impianto lavaggio;
  - frantoio mobile;
  - vaglio mobile.

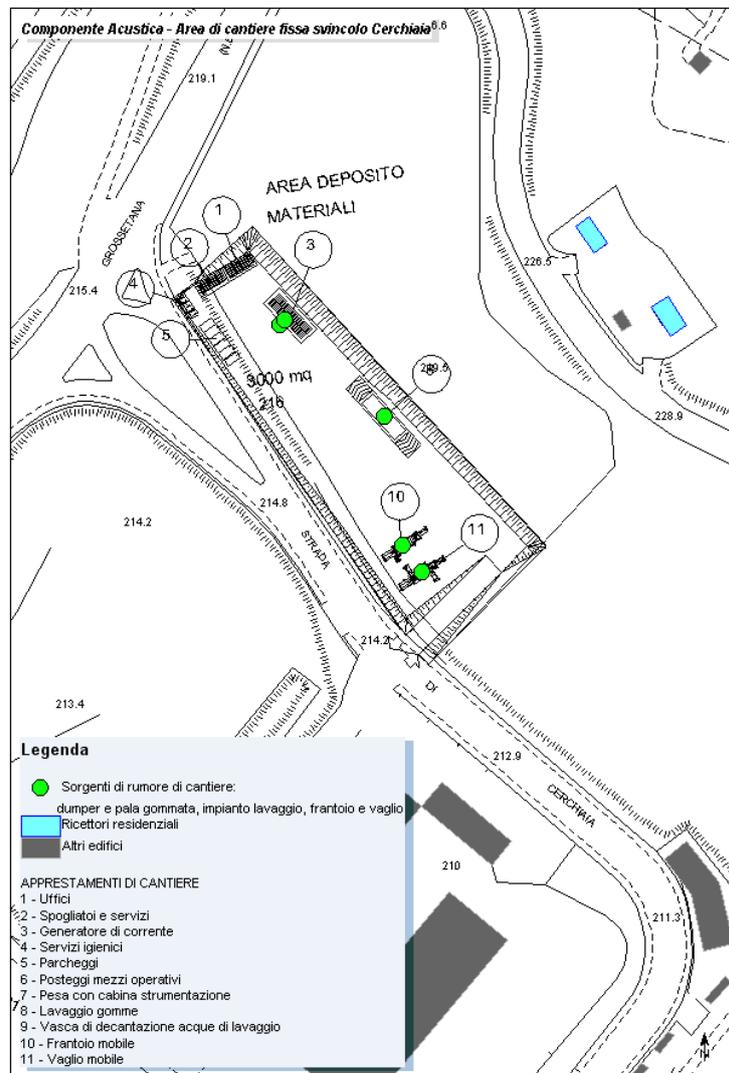


Figura 214 – Area di cantiere svincolo Cerchiaia

- Area di cantiere svincolo di Ruffolo (ricettori 90 e 91):
  - impianto lavaggio;
  - frantoio mobile;
  - vaglio mobile.

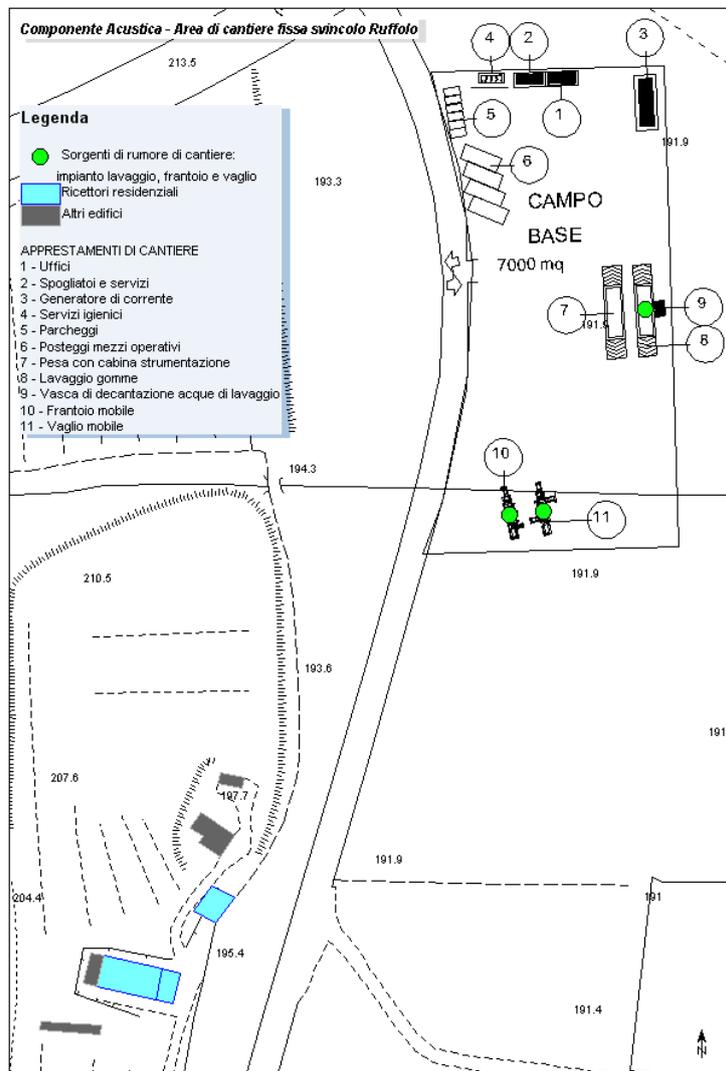


Figura 25 – Area di cantiere svincolo Ruffolo

I valori di riferimento per i limiti di immissione ed emissione di rumore sono riportati nella tabella seguente e sono quelli stabiliti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997:

**Tabella 1** – valori limite di immissione

<b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Valore limite diurno in dB(A)</b>	<b>Valore limite notturno in dB(A)</b>
<i>I - Aree particolarmente protette</i>	50	40
<i>II – aree prevalentemente residenziali</i>	55	45
<i>III – aree di tipo misto</i>	60	50
<i>IV – aree di intensa attività umana</i>	65	55
<i>V – aree prevalentemente industriali</i>	70	60
<i>VI – aree esclusivamente industriali</i>	70	70

**Tabella 2** – valori limite di emissione

<b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Valore limite diurno in dB(A)</b>	<b>Valore limite notturno in dB(A)</b>
<i>I - Aree particolarmente protette</i>	45	35
<i>II – aree prevalentemente residenziali</i>	50	40
<i>III – aree di tipo misto</i>	55	45
<i>IV – aree di intensa attività umana</i>	60	50
<i>V – aree prevalentemente industriali</i>	65	55
<i>VI – aree esclusivamente industriali</i>	65	65

*Tabella 9 – Valori di riferimento limiti di immissione ed emissione*

Ai sensi dell'art. 2 del D.P.C.M. 1/3/1991 è prevista anche l'applicazione del valore limite del "criterio differenziale" (pari a 5 dB(A) in periodo diurno e 3 dB(A) nel periodo notturno), vale a dire la differenza tra il livello equivalente del rumore ambientale (tutte le sorgenti in funzione) ed il livello equivalente del rumore residuo (esclusa la specifica sorgente disturbante).

I ricettori esistenti interessati più vicini alle aree di cantiere sono il 9 e il 10 per lo svincolo di Cerchiaia e il 90 e il 91 per lo svincolo di Ruffolo. Gli edifici residenziali oggetto di indagine ricadono tutti in Classe Acustica IV con riferimento al Piano di Zonizzazione Acustica comunale approvato con d.c.c. n. 121 del 30.05.2000 (pubblicazione B.U.R.T. n. 29 del 19.07.2000), con valori limite di immissione in facciata al ricettore pari a 65 dB(A) nel periodo diurno (non è previsto funzionamento notturno dell'impianto).

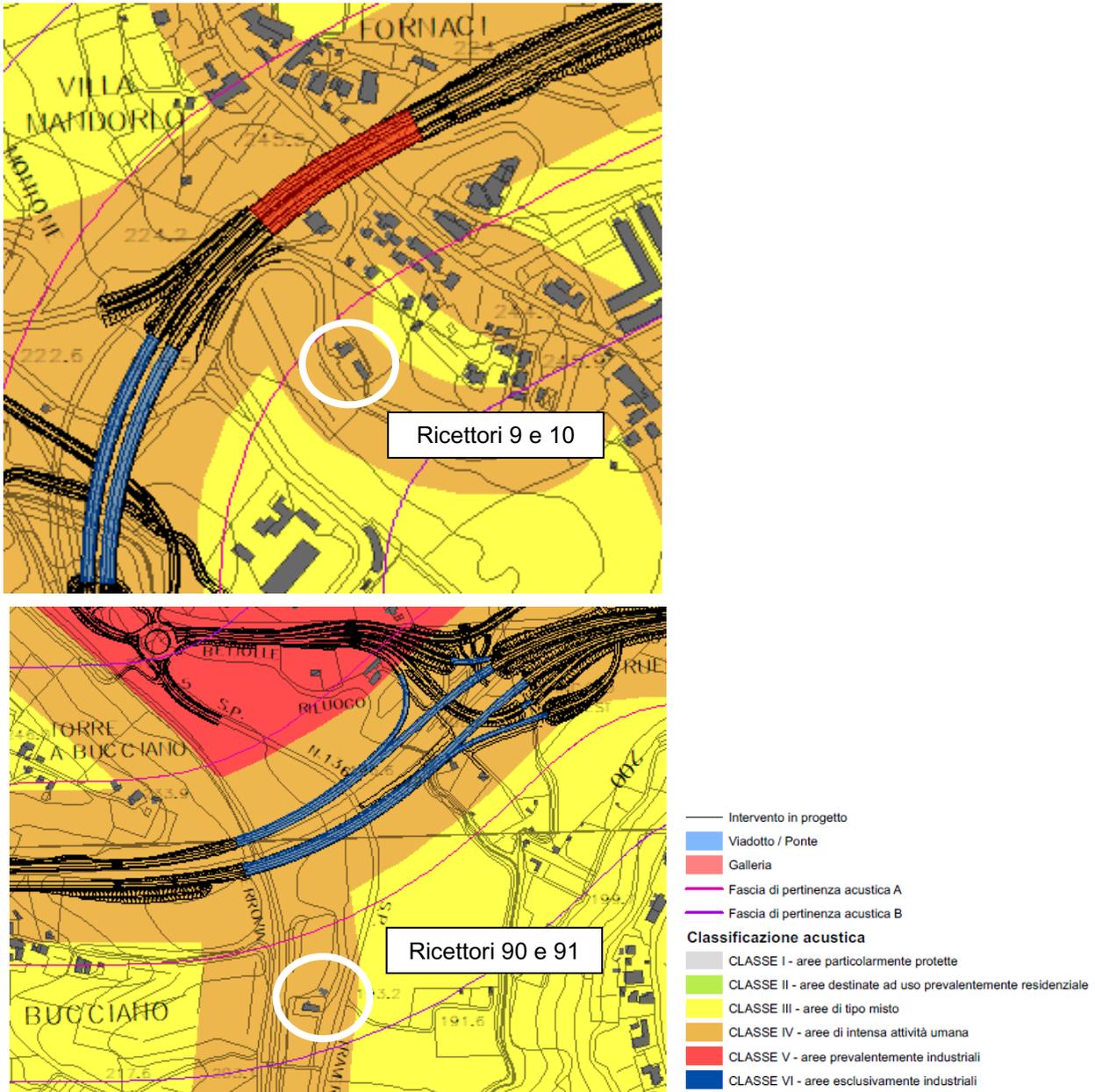


Figura 226 – Stralci zonizzazione acustica

Il D.L. n° 262 del 04/09/2002 modificato dal Decreto 24 luglio 2006 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, impone per le macchine in oggetto nuovi limiti di emissione, espressi in termini di potenza sonora, validi a partire dal gennaio 2003 e 2006. Le macchine interessate sono quasi tutte quelle da cantiere e si riportano nella tabella:

Tipo di macchina e attrezzatura	Potenza netta installata P in kW Potenza elettrica PeI in kW (1) Massa dell'apparecchio m in kg Ampiezza di taglio L in cm	Lw Livello ammesso di potenza sonora in dB/1 pW	
		Fase I A partire dal 3 gennaio 2002	Fase II A partire dal 3 gennaio 2006
Mezzi di compattazione (rulli vibranti, piastre vibranti e vibrocospatori)	P < 8	108	105 (2)

	8 < P < 70	109	106 (2)
	P > 70	89 + 11 lg P	86 + 11 lg P (2)
Apripista, pale caricatrici e terne cingolate	P < 55	106	103 (2)
	P > 55	87 + 11 lg P	84 + 11 lg P (2)
Apripista, pale caricatrici e terne gommati; dumper; compattatori di rifiuti con pala caricatrice; carrelli elevatori con motore a combustione interna con carico a sbalzo; gru mobili; mezzi di compattazione (rulli statici); vibrofinitrici; centraline idrauliche	P < 55	104	101(2) (3)
	P > 55	85 + 11 lg P	82 + 11 lg P (2)(3)
Escavatori, montacarichi per materiali da cantiere, argani, motozappe	P < 15	96	93
	P > 15	83 + 11 lg P	80 + 11 lg P
Martelli demolitori tenuti a mano	m < 15	107	105
	15 < m < 30	94 + 11 lg m	92 + 11 lg m
	m > 30	96 + 11 lg m	94 + 11 lg m
Gru a torre		98 + lg P	96 + lg P
Gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di saldatura	Pel < 2	97 + lg Pel	95 + lg Pel
	2 < Pel < 10	98 + lg Pel	96 + lg Pel
	Pel > 10 (*)	97 + lg Pel	95 + lg Pel
Motocompressori	P < 15	99	97
	P > 15	97 + 2 lg P	95 + 2 lg P
Tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliabordi elettrici	L < 15	96	94 (2)
	50 < L < 70	100	98
	70 < L < 120	100	98 (2)
	L > 120	105	103 (2)

Tabella 10 – Limiti di emissione in potenza sonora per macchine e attrezzature destinate a funzionare all'aperto

(\*) Valore così rettificato a seguito del Comunicato del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare pubblicato su G.U. n. 235 del 9-10-2006

(1) Pel per gruppi elettrogeni di saldatura: corrente convenzionale di saldatura moltiplicata per la tensione convenzionale a carico relativa al valore più basso del fattore di utilizzazione del tempo indicato dal fabbricante.

(2) I valori delle fase II sono meramente indicativi per i seguenti tipi di macchine e attrezzature:

- rulli vibranti con operatore a piedi;
- piastre vibranti (P > 3kW);
- vibrocospatori;
- apripista (muniti di cingoli d'acciaio);
- pale caricatrici (muniti di cingoli d'acciaio P > 55 kW);
- carrelli elevatori con motore a combustione interna con carico a sbalzo;
- vibrofinitrici dotate di rasiera con sistema di compattazione;
- martelli demolitori con motore a combustione interna tenuti a mano (15 > m < 30);
- tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliabordi elettrici (L < o = 50, L > 70).

I valori definitivi dipenderanno dall'eventuale modifica della direttiva a seguito della relazione di cui all'art. 20, paragrafo 1.

Qualora la direttiva non subisse alcuna modifica, i valori della fase I si applicheranno anche nella fase II.

(3) Per le gru mobili dotate di un solo motore, i valori della fase I si applicano fino al 3 gennaio 2008. Dopo tale data si applicano i valori della fase II.

Nei casi in cui il livello ammesso di potenza sonora è calcolato mediante formula, il valore calcolato è arrotondato al numero intero più vicino.

Per la fase di stoccaggio e movimentazione delle terre possono essere ipotizzate presenti le seguenti tipologie di macchine:

- dumper;
- pala gommata.

Le restanti sorgenti rumorose sono come detto l'impianto di lavaggio, il frantoio e il vaglio.

Nelle figure seguenti sono riportate le sorgenti di rumore come inserite nel modello, con la loro potenza sonora e il periodo di funzionamento di 8 ore nella fascia oraria diurna 6-22.

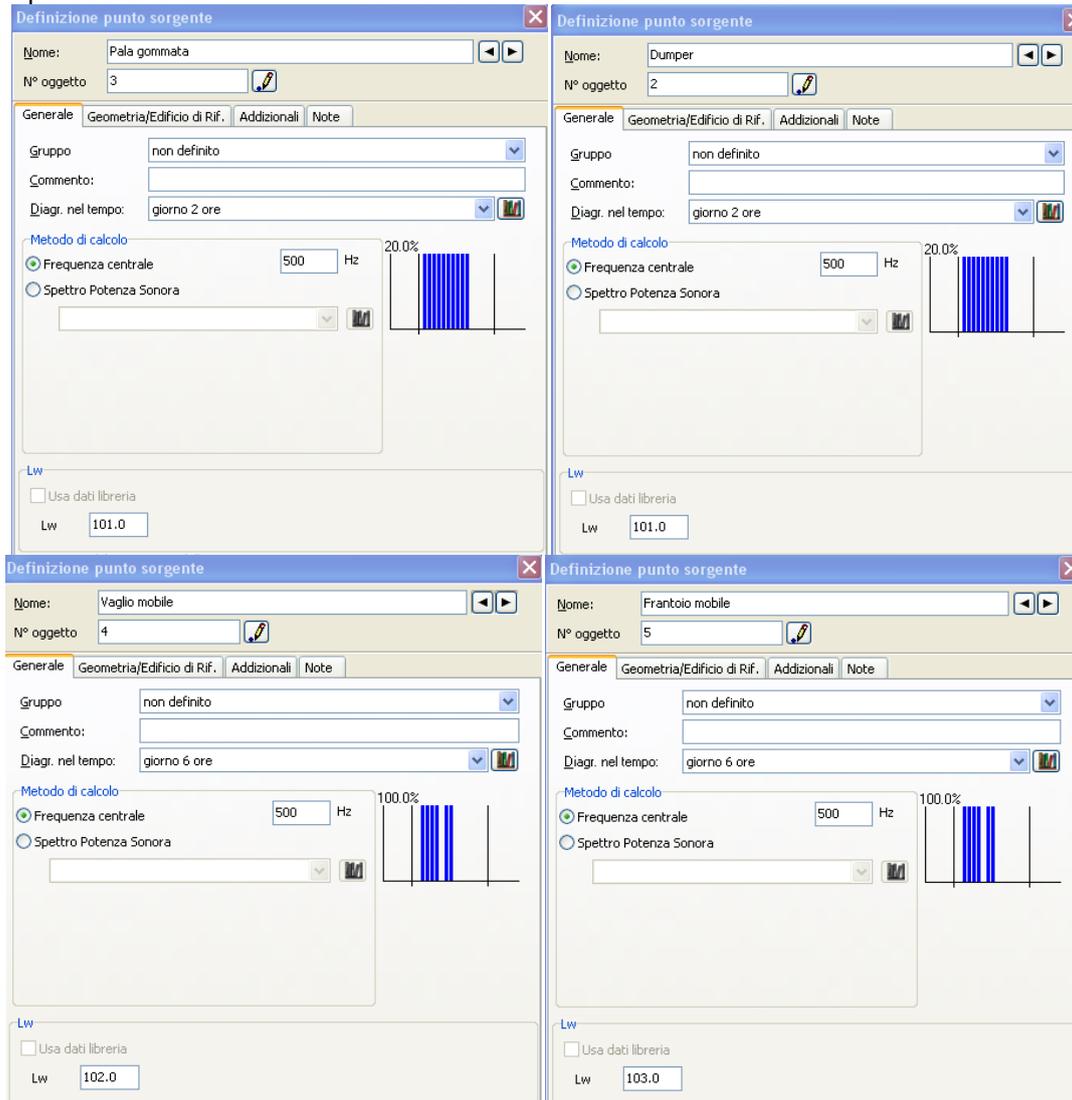


Figura 237 – Sorgenti di rumore aree di cantiere fisse

### 5.1.1 Verifica limiti di immissione ed emissione

Negli elaborati "mappe impatto acustico in corso d'opera mitigato" sono riportate le mappe delle isofone per la verifica dei limiti di immissione ed emissione per cantieri fissi. Gli stralci sono riportati anche di seguito, per una più facile lettura.

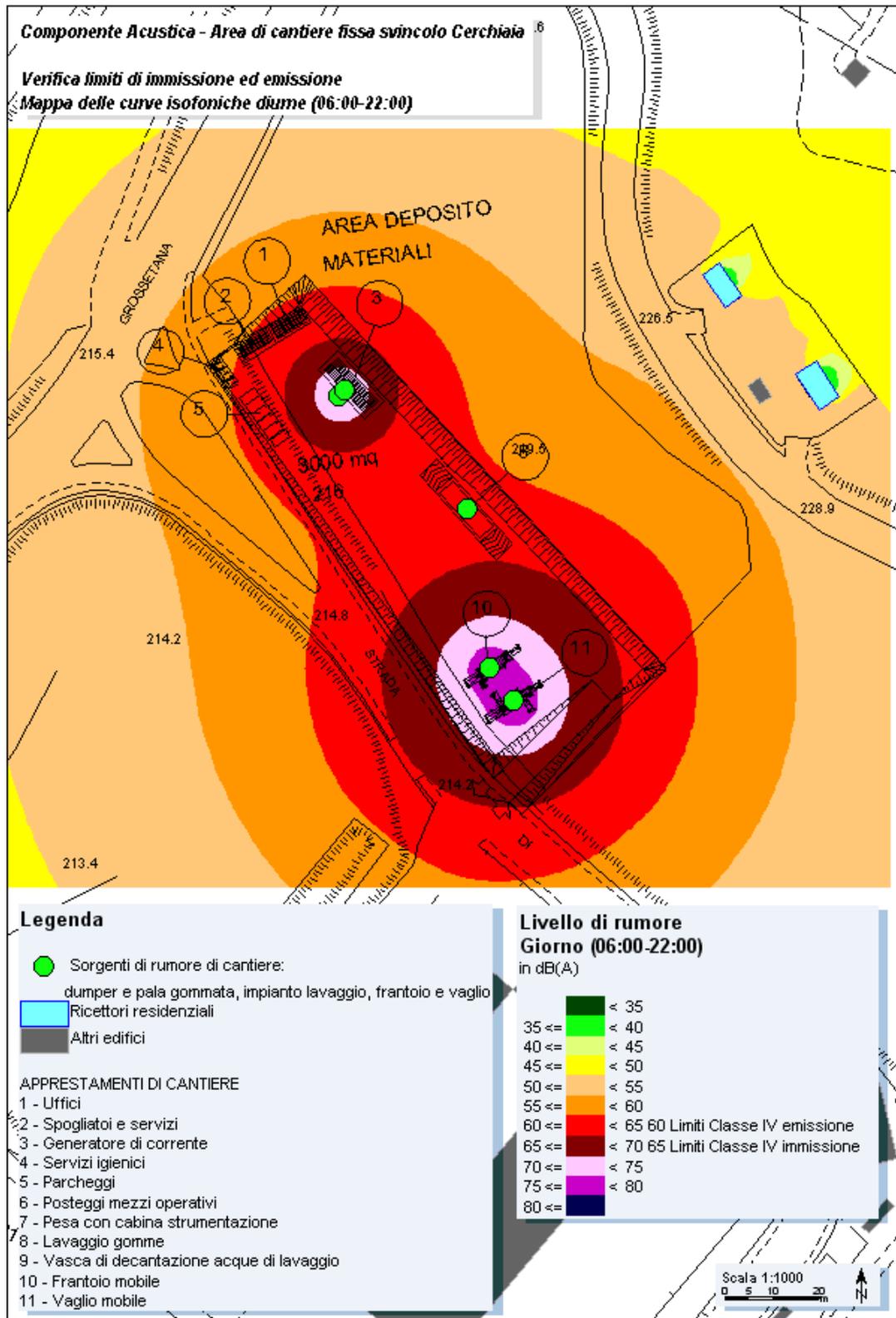


Figura 248 – Verifica limiti di immissione ed emissione area di cantiere fissa svincolo di Gerchiaia

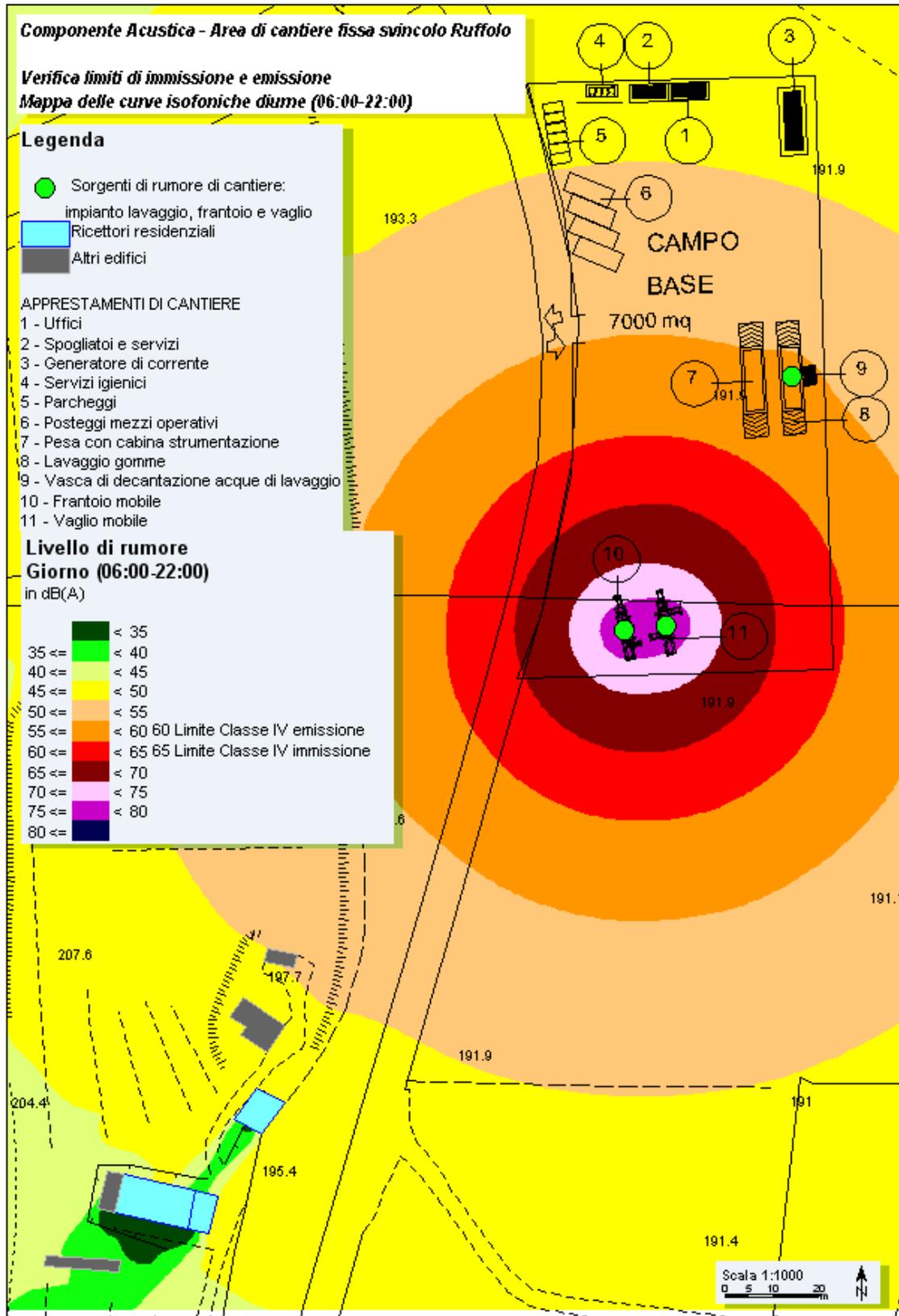


Figura 259 – Verifica limiti di immissione ed emissione area di cantiere fissa svincolo di Ruffolo

In tutti i casi ai ricettori i livelli attesi generati dalle attività di cantiere rispettano i valori limite di immissione ed emissione di Classe IV.

### 5.1.2 Verifica limiti differenziali di immissione

Per quanto attiene la verifica del criterio differenziale, le differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo è pari a 5 dB (A) durante il periodo diurno; 3 dB (A) durante il periodo notturno. La verifica è condotta nel solo periodo diurno in quanto non sono previste lavorazioni in periodo notturno. Le curve isofoniche sono riportate negli elaborati "mappe impatto acustico in corso d'opera mitigato" e per facilità di lettura di seguito.

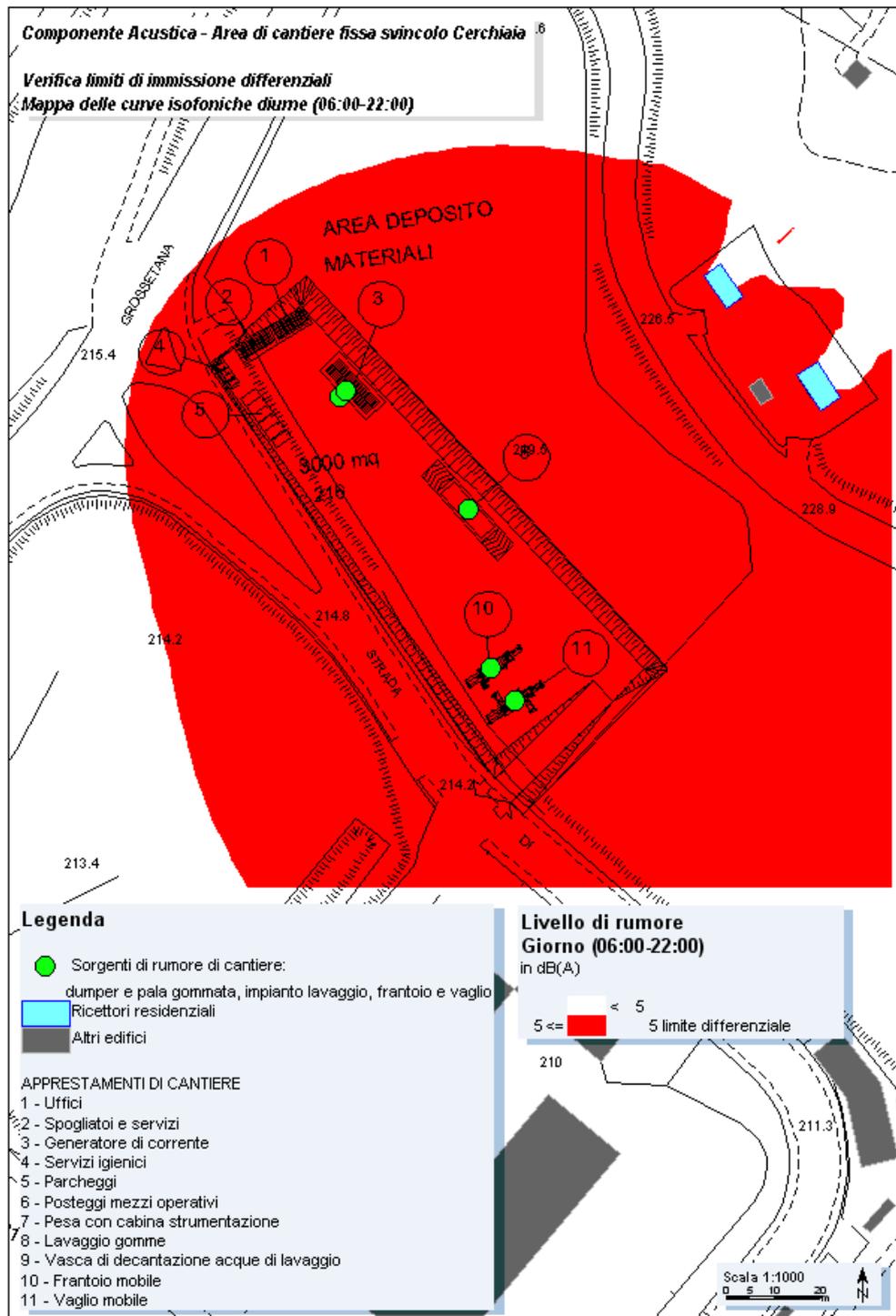


Figura 30 – Verifica limiti differenziali di immissione senza mitigazioni svincolo di Cerchiaia

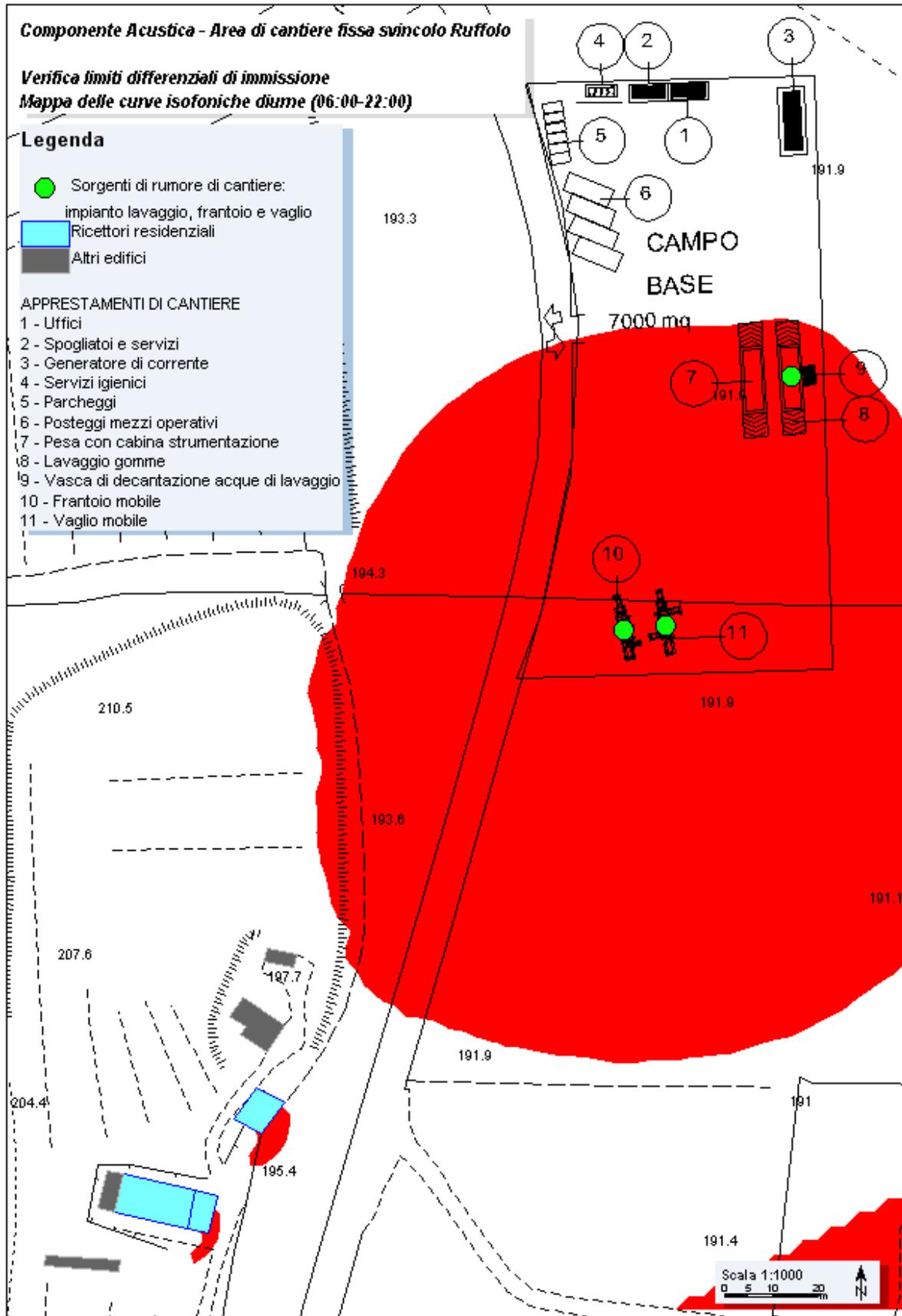


Figura 31 – Verifica limiti differenziali di immissione senza mitigazioni svincolo di Ruffolo

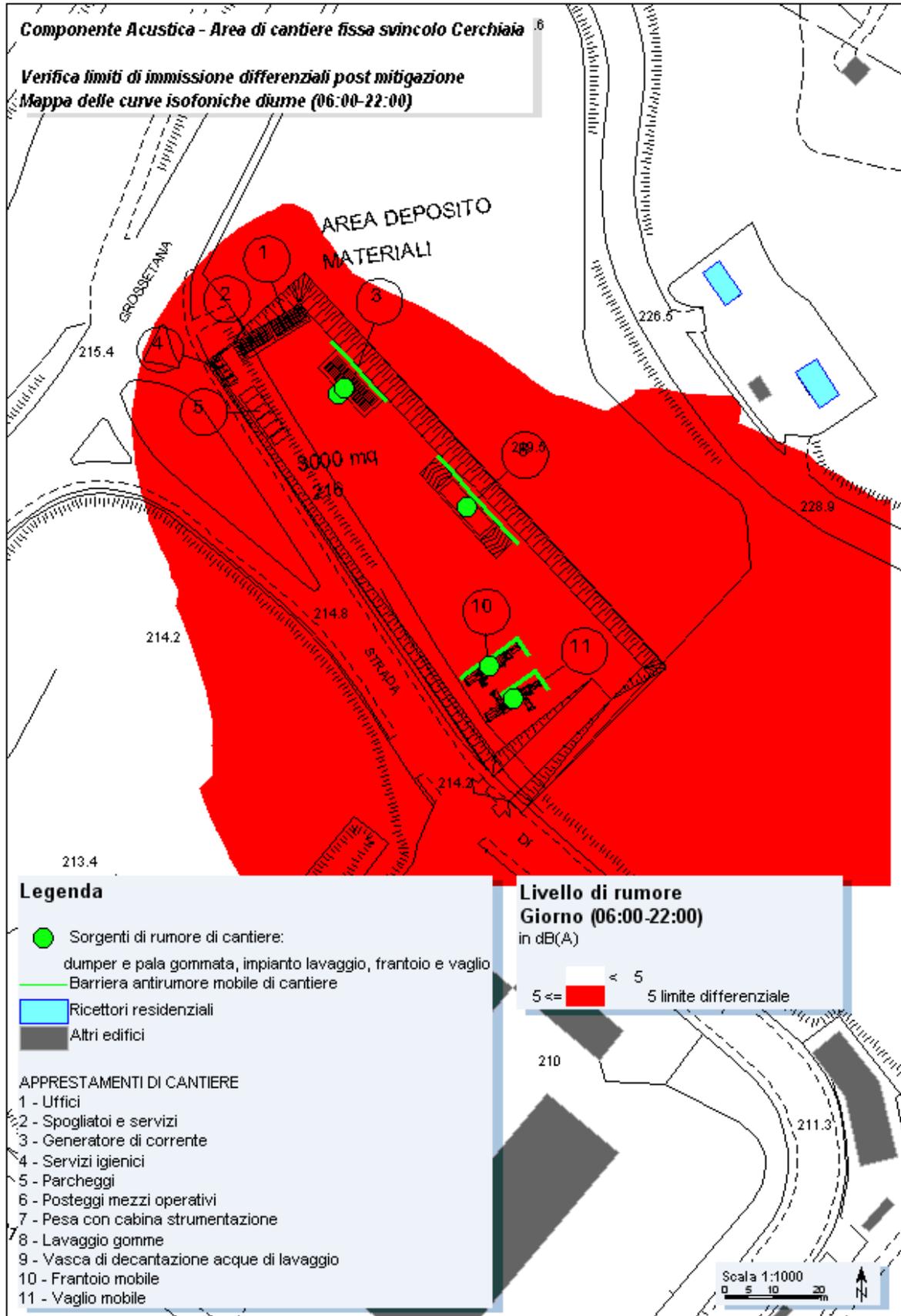


Figura 32 – Verifica limiti differenziali di immissione con mitigazioni svincolo di Cerchiaia

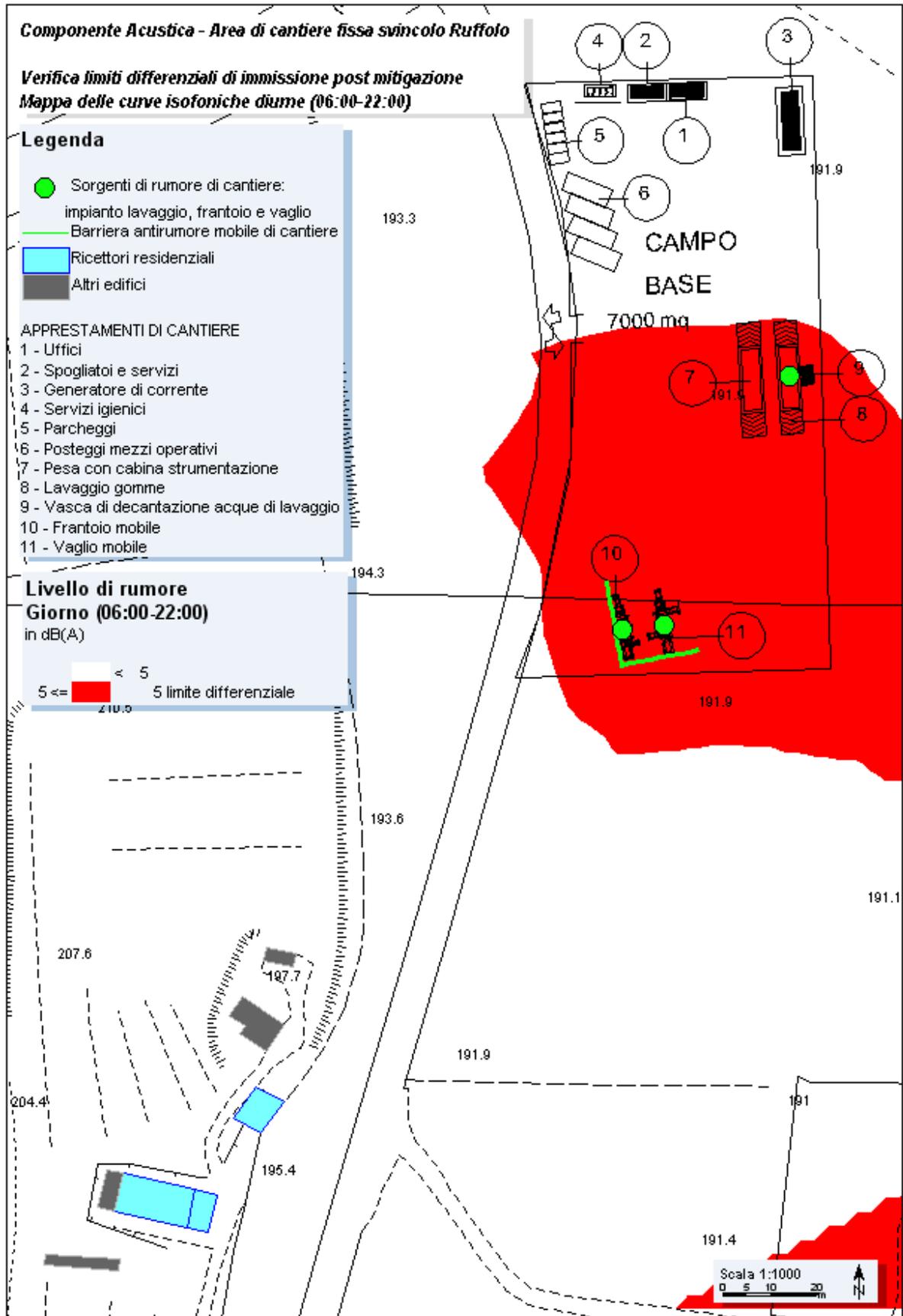


Figura 33 – Verifica limiti differenziali di immissione con mitigazioni svincolo di Ruffolo

Dagli esiti delle simulazioni è emerso che, come si può osservare, per il rispetto dei valori limite differenziali è necessario prevedere mitigazioni acustiche costituite da barriere fonoassorbenti mobili di cantiere, per una lunghezza complessiva di 110 metri, con pannelli H = 3 m.

Le barriere acustiche mobili sono realizzate da singoli moduli verticali, autoportanti, che vengono installati in serie per formare delle pareti continue e creare delle aree silenziose.

Possono essere dotate di piastre di fissaggio a terra o essere dotate di ruote per facilitare il rapido spostamento.

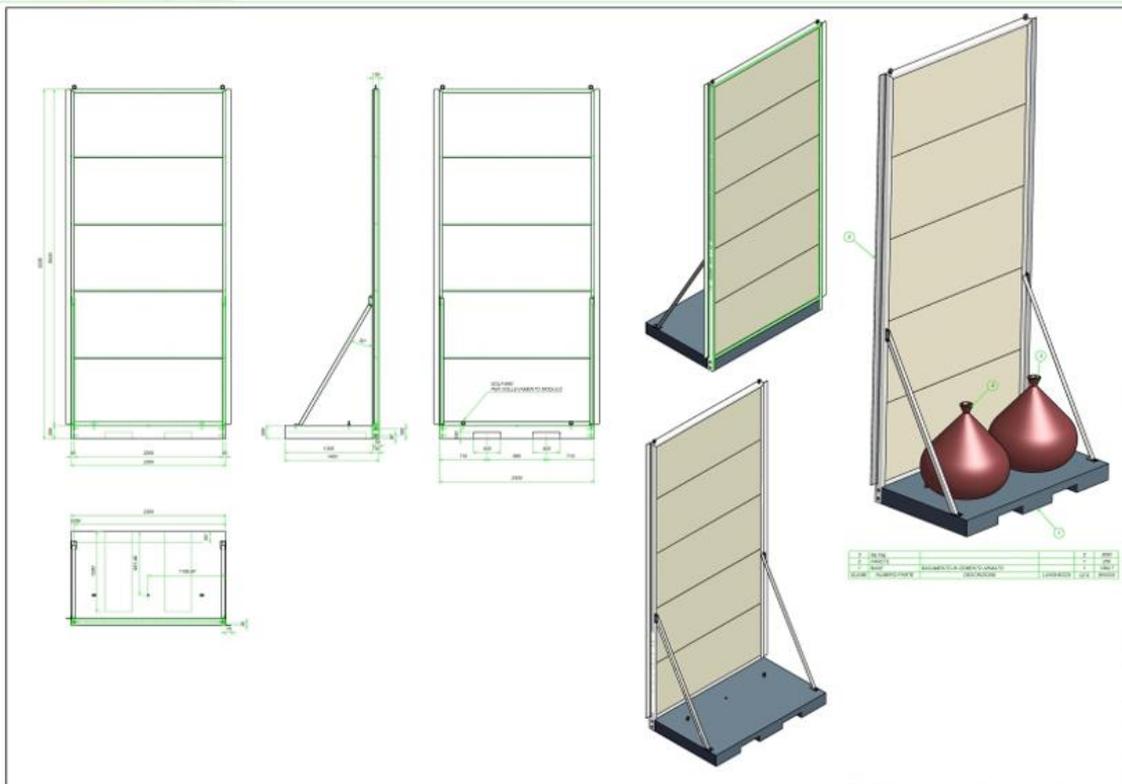


Figura 264 – Tipologici barriere antirumore mobili di cantiere

I pannelli sono modulari, di altezza pari o 2 e 3 metri, permettendo così di raggiungere anche una altezza di 6 metri, qualora fosse necessaria per minimizzare l'impatto acustico di cantiere.

Come riportato nella tabella seguente, sono rispettati i limiti di emissione ed immissione ai ricettori interessati dal rumore prodotto dai cantieri fissi. Per il rispetto del criterio differenziale si rende necessaria l'installazione delle barriere antirumore sopra indicate.

VERIFICA LIMITI DI EMISSIONE E IMMISSIONE								
ID Ricettore	Piano	Classe Acustica	Limiti di emissione [dBA]	Limiti di immissione [dBA]	Livelli di emissione in facciata [dBA]	Livelli di immissione in facciata [dBA]	Differenze rispetto al limite di emissione [dBA]	Differenze rispetto al limite di immissione [dBA]
			giorno	giorno	giorno	giorno	giorno	giorno
9	1	IV	60	65	47,3	53,2	-12,7	-11,8
			60	65	48,8	54	-11,2	-11
10	1	IV	60	65	48,1	52,1	-11,9	-12,9
			60	65	50,5	53,7	-9,5	-11,3
90	1	IV	60	65	44,8	49,3	-15,2	-15,7
			60	65	45,6	51,5	-14,4	-13,5
91	1	IV	60	65	47,1	51	-12,9	-14
			60	65	47,6	53,1	-12,4	-11,9

Tabella 11 – Verifica limiti emissione e immissione cantieri fissi

VERIFICA LIMITI DIFFERENZIALI DI IMMISSIONE (cantiere considerato funzionante tutto il periodo diurno)							
ID Ricettore	Piano	Limite differenziale di immissione [dBA]	Livelli di immissione stato di fatto [dBA]	Livelli di immissione [dBA]	Livelli di immissione mitigati [dBA]	Differenze rispetto al limite differenziale senza mitigazioni [dBA]	Differenze rispetto ai limiti differenziali con mitigazioni [dBA]
		giorno	giorno	giorno	giorno	giorno	giorno
9	1	5	52,0	56,7	53,6	4,7	1,6
		5	52,4	57,5	54,3	5,1	1,9
10	1	5	49,9	55,7	52,8	5,8	2,9
		5	50,9	57,4	55	6,5	4,1
90	1	5	47,3	51,3	47,7	4,0	0,4
		5	50,2	53	50,8	2,8	0,6
91	1	5	48,7	53,3	49,8	4,6	1,1
		5	51,7	54,8	52,3	3,1	0,6

Tabella 12 – Verifica limiti differenziali cantieri fissi (in rosso evidenziati i superamenti)

## 5.2 Cantieri mobili

Nel presente paragrafo viene sviluppato lo studio degli impatti acustici derivanti dai cantieri mobili. Si sono dapprima valutati e sommati tra loro i livelli di potenza equivalente L<sub>Weq</sub> dei diversi macchinari, quindi si è calcolato il livello di potenza complessivo di ogni attività.

Le seguenti tabelle riportano l'elenco macchinari in funzione delle attività previste, le diverse fasi e percentuali di utilizzo e i relativi livelli di potenza acustica.

Mezzi/Attrezzature	Potenza	Motore
<b>RILEVATI</b>		
AUTOCARRO		CICLO DIESEL
BULLDOZER	140 Kw	CICLO DIESEL
RULLO	106 CV	CICLO DIESEL
<b>SCAVI</b>		
ESCAVATORE/MARTELLLO	107 Kw	CICLO DIESEL
ESCAVATORE/BENNA	107 Kw	CICLO DIESEL
PALA GOMMATA	91 Kw	CICLO DIESEL
AUTOCARRO		CICLO DIESEL
<b>MICROPALI</b>		
SONDA	70 CV	CICLO DIESEL
MOTOCOMPRESSORE	60 CV	CICLO DIESEL
GRUPPO MISCELATORE/POMPA		ELETTRICO
ELETTROGENERATORE	50 KVA	CICLO DIESEL
AUTOBETONIERA		CICLO DIESEL
<b>OPERE IN C.A.</b>		
AUTOGRU	25 TONN	CICLO DIESEL
MOTOCOMPRESSORE	20 CV	CICLO DIESEL
VIBRATORE AD AGO		
AUTOBETONIERA		CICLO DIESEL
POMPA AUTOCARRATA		
SEGA CIRCOLARE		
<b>PAVIMENTAZIONI</b>		
SPRUZZATRICE EMULSIONE		CICLO DIESEL
VIBROFINITRICE	150/200 CV	CICLO DIESEL
AUTOCARRI		CICLO DIESEL
RULLO COMPATTATORE	192 CV	CICLO DIESEL
<b>DEMOLIZIONI</b>		
ESCAVATORE/MARTELLLO	107 Kw	CICLO DIESEL
ESCAVATORE/BENNA	107 Kw	CICLO DIESEL
AUTOCARRO		CICLO DIESEL

Tabella 13 – Elenco dei macchinari utilizzati in funzione delle attività previste

<b>RILEVATI</b>				
<b>Mezzi/Attrezzature</b>	<b>Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità</b>			
	Stesa (80%)	Compattazione (20%)		
AUTOCARRO	20.00%			
BULLDOZER	100.00%			
RULLO		100.00%		
<b>SCAVI</b>				
<b>Mezzi/Attrezzature</b>	<b>Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità</b>			
	Demolizione (10%)	Scavo (60%)	Sistemazione (10%)	Carico (20%)
ESCAVATORE/MARTELLO	100.00%			
ESCAVATORE/BENNA		100.00%	50.00%	
PALA GOMMATA			50.00%	100.00%
AUTOCARRO		100.00%		100.00%
<b>MICROPALI</b>				
<b>Mezzi/Attrezzature</b>	<b>Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità</b>			
	Perforazione (80%)	Iniezione (20%)		
SONDA	100.00%			
MOTOCOMPRESSORE	100.00%			
GRUPPO MISCELATORE/POMPA		100.00%		
ELETTROGENERATORE		100.00%		
AUTOBETONIERA		100.00%		
<b>OPERE IN C.A.</b>				
<b>Mezzi/Attrezzature</b>	<b>Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità</b>			
	Casseratura (75%)	Posa ferro (20%)	Getto cls (5%)	
AUTOGRU	80.00%	80.00%		
MOTOCOMPRESSORE			100.00%	
VIBRATORE AD AGO			100.00%	
AUTOBETONIERA			100.00%	
POMPA AUTOCARRATA			100.00%	
SEGA CIRCOLARE	15.00%			
<b>PAVIMENTAZIONI</b>				
<b>Mezzi/Attrezzature</b>	<b>Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità</b>			
	Stesa emulsione (10%)	Stesa conglom. (90%)	Compattazione (90%)	
SPRUZZATRICE EMULSIONE	100.00%			
VIBROFINITRICE		100.00%		
AUTOCARRI		100.00%		
RULLO COMPATTATORE			100.00%	
<b>DEMOLIZIONI</b>				
<b>Mezzi/Attrezzature</b>	<b>Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità</b>			
	Demolizione (60%)	Sistemazione (30%)	Carico (10%)	
ESCAVATORE/MARTELLO	100.00%			
ESCAVATORE/BENNA		100.00%	100.00%	
AUTOCARRO			100.00%	

Tabella 114 – Fasi, percentuali di utilizzo e di contemporaneità

RILEVATI												
	Livelli di potenza										% Eff. Imp	Lw <sub>EQ</sub> (dBA)
	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOT		
autocarro	[dB]	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3			
	[dBA]	65.4	66.5	76.6	86.3	87.5	85.8	82.6	76.2	92.2	16%	84.2
bulldozer	[dB]	111.1	119	114.1	113.5	110.6	108.5	102.7	96.3			
	[dBA]	84.9	102.9	105.5	110.3	110.6	109.7	103.7	95.2	116.0	80%	115.0
rullo	[dB]	96.1	99.2	97.2	95.4	95.2	95	94.3	90.5			
	[dBA]	69.9	83.1	88.6	92.2	95.2	96.2	95.3	89.4	101.6	20%	94.6
<b>Livello di potenza complessivo</b>											<b>115.1 dBA</b>	

SCAVI												
	Livelli di potenza										% Eff. Imp	Lw <sub>EQ</sub> (Dba)
	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOT		
escavatore/martello	[dB]	99.4	106.2	106.7	103.8	101.7	102.8	99.2	93.8			
	[dBA]	73.2	90.1	98.1	100.6	101.7	104.0	100.2	92.7	108.5	10%	98.5
escavatore/benna	[dB]	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7			
	[dBA]	86.5	89.3	94.5	95.7	94.7	93.0	89.3	80.6	101.4	65%	99.5
pala gommata	[dB]	119.3	108.8	104.4	101.8	103	99.3	95	92.9			
	[dBA]	93.1	92.7	95.8	98.6	103.0	100.5	96.0	91.8	107.1	25%	101.4
autocarro	[dB]	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3			
	[dBA]	65.4	66.5	76.6	86.3	87.5	85.8	82.6	76.2	92.2	80%	91.2
<b>Livello di potenza complessivo</b>											<b>104.8 dBA</b>	

MICROPALI												
	Livelli di potenza										% Eff. Imp	Lw <sub>EQ</sub> (dBA)
	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOT		
sonda	[dB]	104.7	109.5	109.1	103.5	102.3	102.6	95.6	92.3			
	[dBA]	78.5	93.4	100.5	100.3	102.3	103.8	96.6	91.2	108.5	80%	107.5
motocompressore	[dB]	103.6	111.4	101	96.2	93.5	90.3	84.9	86.7			
	[dBA]	77.4	95.3	92.4	93.0	93.5	91.5	85.9	85.6	100.6	80%	99.7
miscelatore/pompa	[dB]	107.7	103.1	110.4	105	105.4	108.2	104.2	97.9			
	[dBA]	81.5	87.0	101.8	101.8	105.4	109.4	105.2	96.8	112.8	20%	105.8
elettrogeneratore	[dB]	117.3	102.8	97.4	88.2	85	78.9	74.3	68.2			
	[dBA]	91.1	86.7	88.8	85.0	85.0	80.1	75.3	67.1	95.2	20%	88.2
autobetoniera	[dB]	100.8	91.1	92.1	94.1	92.3	91.3	88	83.2			
	[dBA]	74.6	75.0	83.5	90.9	92.3	92.5	89.0	82.1	97.7	20%	90.8
<b>Livello di potenza complessivo</b>											<b>110.3 dBA</b>	

Tabella 125 – Livelli di potenza acustica dei macchinari impiegati (1/2)

OPERE IN C.A.												
	Livelli di potenza										% Eff. Imp	L <sub>WEQ</sub> (dBA)
	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOT		
autogrù	[dB]	107.9	104.5	102.4	102.3	103.7	101.3	95.8	87.2			
	[dBA]	81.7	88.4	93.8	99.1	103.7	102.5	96.8	86.1	107.6	76%	106.4
motocompressore	[dB]	103.6	111.4	101	96.2	93.5	90.3	84.9	86.7			
	[dBA]	77.4	95.3	92.4	93.0	93.5	91.5	85.9	85.6	100.6	5%	87.6
vibratore ad ago	TRASCURABILE											
autobetoniera	[dB]	100.8	91.1	92.1	94.1	92.3	91.3	88	83.2			
	[dBA]	74.6	75.0	83.5	90.9	92.3	92.5	89.0	82.1	97.7	5%	84.7
pompa autocarrata	[dB]	118.3	105	100.4	101.6	99.2	98.9	94.4	90.7			
	[dBA]	92.1	88.9	91.8	98.4	99.2	100.1	95.4	89.6	105.3	5%	92.3
sega circolare	[dB]	80.9	82.4	88.2	99	97.5	106.5	111.1	106.4			
	[dBA]	54.7	66.3	79.6	95.8	97.5	107.7	112.1	105.3	114.2	11%	104.7
<b>Livello di potenza complessivo</b>										<b>108.8 dBA</b>		

PAVIMENTAZIONE												
	Livelli di potenza										% Eff. Imp	L <sub>WEQ</sub> (Dba)
	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOT		
spruzzatrice emulsione	[dB]	106.5	107.8	107.1	106.8	104.1	102.1	97.6	95.6			
	[dBA]	80.3	91.7	98.5	103.6	104.1	103.3	98.6	94.5	109.5	10%	99.5
vibrofinitrice	[dB]	105.4	113.3	111	106.9	108.3	102.9	99.7	94.3			
	[dBA]	79.2	97.2	102.4	103.7	108.3	104.1	100.7	93.2	111.9	65%	110.0
autocarro	[dB]	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3			
	[dBA]	65.4	66.5	76.6	86.3	87.5	85.8	82.6	76.2	92.2	25%	86.1
rullo	[dB]	108.2	100.5	102.3	106.1	102.4	102.1	96.1	88.9			
	[dBA]	82.0	84.4	93.7	102.9	102.4	103.3	97.1	87.8	108.2	90%	107.8
<b>Livello di potenza complessivo</b>										<b>112.3 dBA</b>		

DEMOLIZIONE												
	Livelli di potenza										% Eff. Imp	L <sub>WEQ</sub> (dBA)
	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOT		
escavatore/martello	[dB]	99.4	106.2	106.7	103.8	101.7	102.8	99.2	93.8			
	[dBA]	73.2	90.1	98.1	100.6	101.7	104.0	100.2	92.7	108.5	60%	106.3
escavatore/benna	[dB]	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7			
	[dBA]	86.5	89.3	94.5	95.7	94.7	93.0	89.3	80.6	101.4	40%	97.4
autocarro	[dB]	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3			
	[dBA]	65.4	66.5	76.6	86.3	87.5	85.8	82.6	76.2	92.2	10%	82.2
<b>Livello di potenza complessivo</b>										<b>106.8 dBA</b>		

Tabella 136 – Livelli di potenza acustica dei macchinari impiegati (2/2)

Per affinare il risultato atteso, si è ricorsi al modello Soundplan® per la stima dei livelli immessi ai ricettori per la fase più rumorosa e presente lungo tutta la lunghezza del cantiere, ovvero la realizzazione della pavimentazione.

Non essendo nota la posizione in ogni istante dei macchinari di cantiere, la sorgente rappresentativa della fase di pavimentazione è assimilata ad areale, con potenza sonora pari a 112.3 dB(A) per unità e funzionamento per 8 ore nella fascia oraria diurna (h. 6-22).

Figura 275 – Sorgente di rumore aree di cantiere mobile

I risultati delle simulazioni sono riportati in forma tabellare nell'elaborato T00IA46AMBRE03B e in forma grafica negli elaborati T00IA46AMBCT025B - T00IA46AMBCT026B - T00IA46AMBCT027B. Come si vede dagli elaborati a cui si rimanda per maggiori dettagli, le aree di cantiere mobile per la fase di pavimentazione non inducono superamenti dei limiti; a seguire, alcuni stralci esemplificativi.

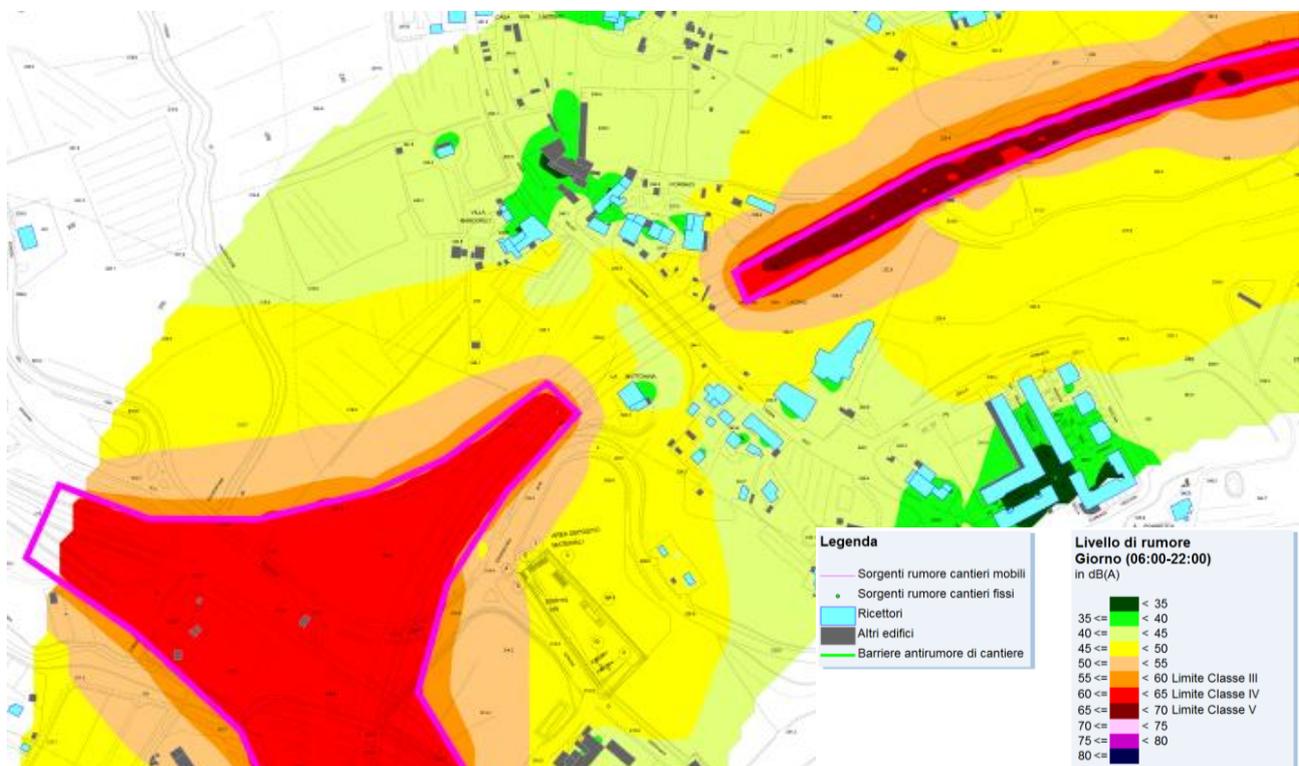


Figura 286 – Curve isofoniche diurne fase pavimentazione – cantieri mobili (Cerchiaia)

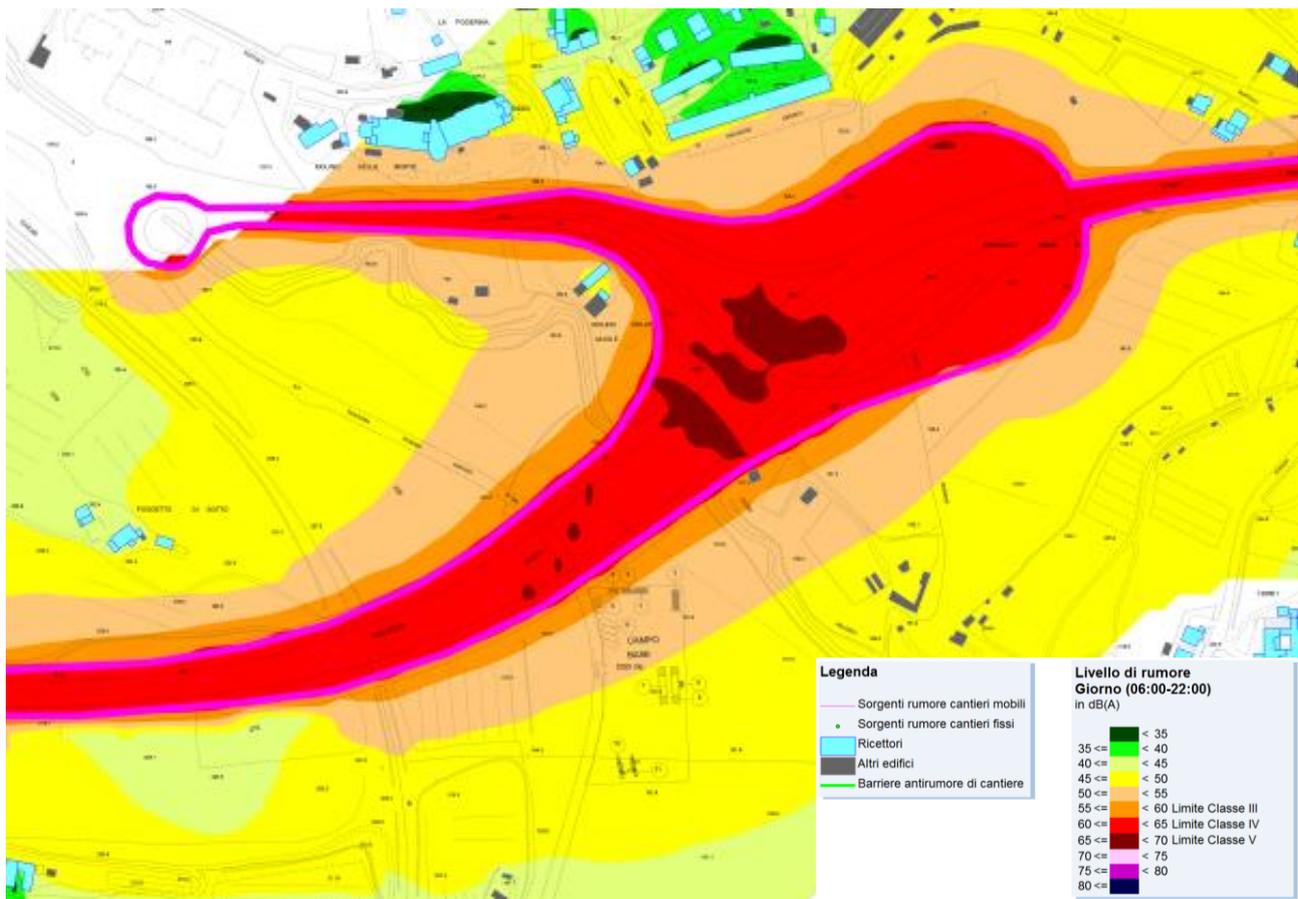


Figura 297 – Curve isofoniche diurne fase pavimentazione – cantieri mobili (Ruffolo)

### 5.2.1 Verifiche locali fasi critiche galleria San Lazzero e svincolo di Ruffolo

In corrispondenza dell'imbocco della galleria di San Lazzero e dello svincolo di Ruffolo, sono state condotte le simulazioni volte a verificare criticità imputabili alla sovrapposizione di diverse lavorazioni, precisamente per il tratto della galleria di San Lazzero sono state valutate le emissioni di rumore per le fasi opere in c.a. – scavi – demolizioni, mentre per il tratto svincolo di Ruffolo sono state state valutate le emissioni di rumore per le fasi demolizioni – rilevati. Le fasi sono state valutate come sorgenti di rumore presenti in contemporanea per le 8 ore di lavoro nel periodo diurno 6 – 22, non essendo previste lavorazioni nel periodo notturno.

Nome: OPERE IN CA - SCAVI - DEMOLIZIONI	Nome: Rilevati + Demolizioni
N° oggetto: 40	N° oggetto: 41
Gruppo: non definito	Gruppo: non definito
Commento:	Commento:
Diagr. nel tempo: giorno 8 ore	Diagr. nel tempo: giorno 8 ore
Metodo di calcolo: Frequenza centrale 500 Hz	Metodo di calcolo: Frequenza centrale 500 Hz
Lw: 112,9	Lw: 115,7

I risultati delle simulazioni sono riportati in forma tabellare nell'elaborato T00IA46AMBRE03B e in forma grafica negli elaborati T00IA46AMBCT025B - T00IA46AMBCT026B - T00IA46AMBCT027B.

In particolare per i ricettori 35 e 93 si sono riscontrati superamenti e più in generale per prevenire criticità vista la presenza di numerosi ricettori in prossimità delle aree di cantiere, in adiacenza alle aree di cantiere in corrispondenza della galleria San Lazzerò e dello svincolo di Ruffolo sono state collocate barriere antirumore mobili di cantiere in analogia a quanto dimensionato per i cantieri fissi, con pannelli H = 3 m. per 300 m di lunghezza per le aree di lavoro presso la Galleria San Lazzerò, con pannelli H = 3 m. per 450 m di lunghezza per le aree di lavoro presso lo svincolo di Ruffolo.

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni e l'ubicazione delle barriere, come negli elaborati T00IA46AMBCT025B - T00IA46AMBCT026B - T00IA46AMBCT027B.

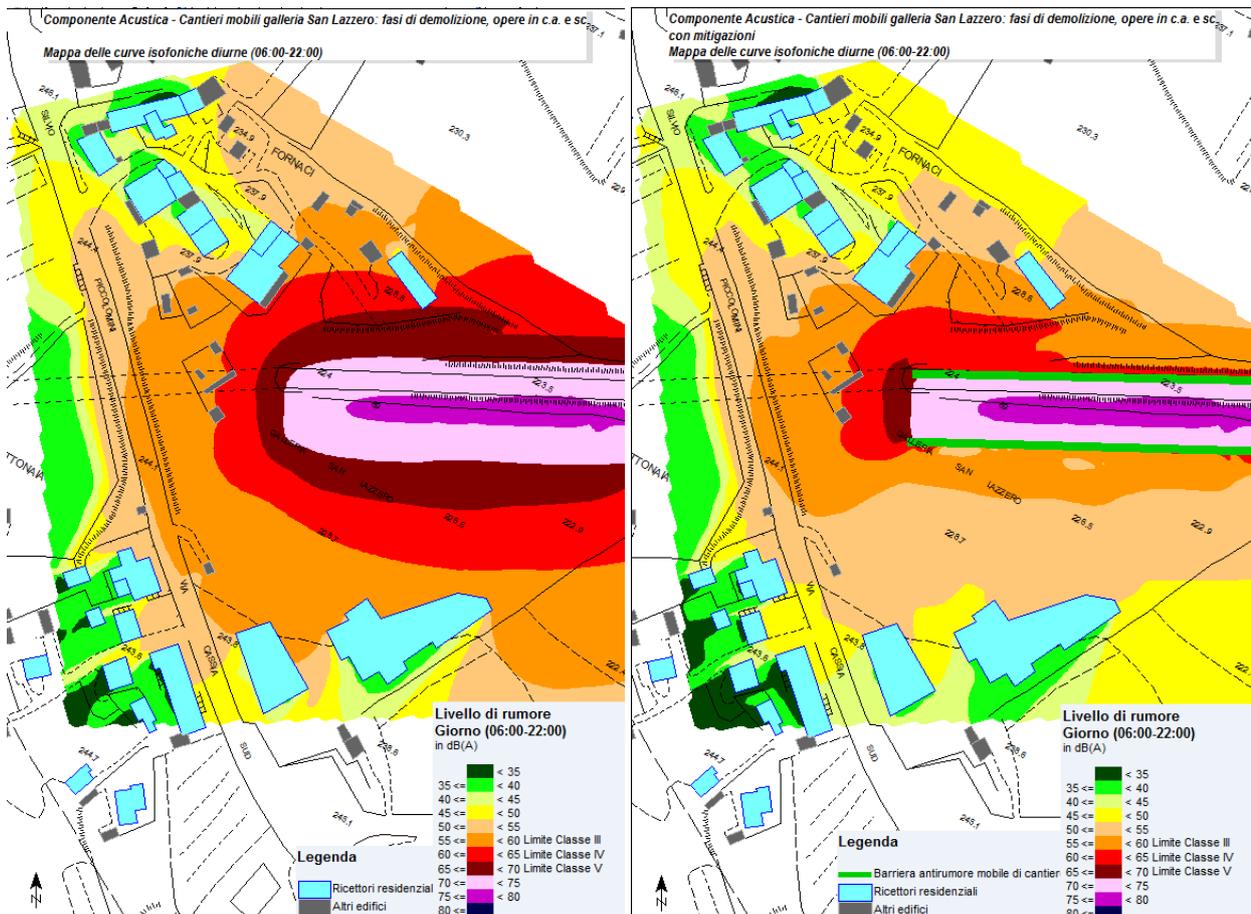


Figura 308 – Curve isofoniche diurne – cantieri mobili fasi opere in c.a., scavi e demolizioni (Galleria San Lazzerò)

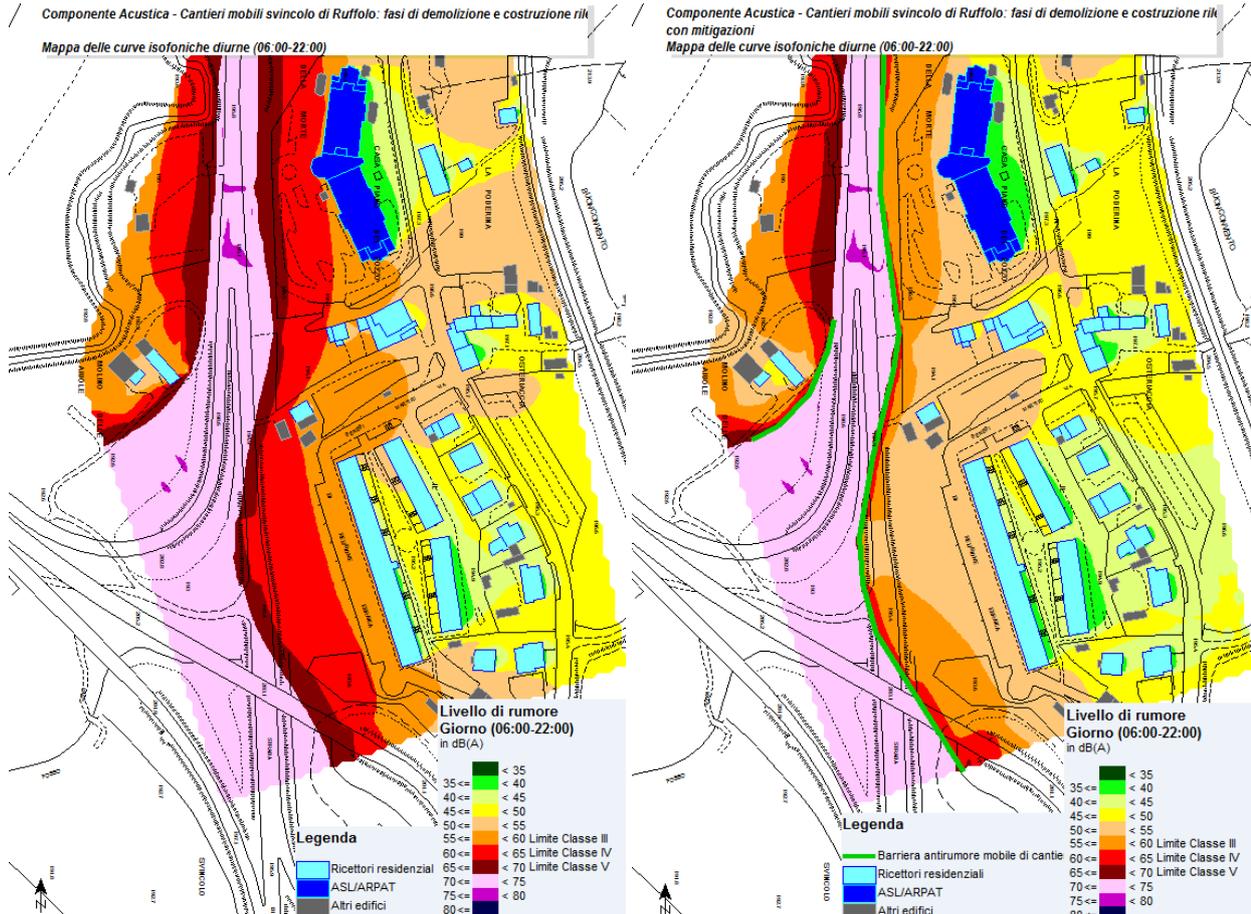


Figura 319 – Curve isofoniche diurne – cantieri mobili fasi rilevati e demolizioni (Ruffolo)

In via cautelativa, si ritiene comunque opportuno richiedere al Comune di Siena la deroga ai sensi del Testo coordinato del decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R, in particolare, in relazione agli articoli 15 e 16 che disciplinano le attività temporanee e le autorizzazioni in deroga.

In termini generali, in relazione alla necessità di rispettare anche la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori, si adotteranno idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree di cantiere. È necessario dunque garantire, in fase di programmazione, delle attività di cantiere che utilizzino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, in fase di esercizio, verrà effettuata una verifica puntuale sui ricettori mediante monitoraggio (cfr. elaborati Piano di Monitoraggio), al fine di verificare le eventuali criticità residue e di conseguenza selezionare le tecniche di mitigazione più idonee.

### 5.3 Flusso mezzi di cantiere

Per il dettaglio della stima dei viaggi A/R dei mezzi di cantiere si rimanda alla relazione di cantierizzazione. Nella tabella seguente si riportano i mezzi di cantiere aggiuntivi e la loro incidenza rispetto al Traffico Giornaliero Medio dello stato di fatto:

	Cerchiaia	Asse_E	Asse_O	Ruffolo_E	Ruffolo_O
<i>Media mezzi/giorno</i>	133	75	59	79	96
<i>Incidenza % sul TGM</i>	0,54%	0,73%	0,57%	0,53%	0,63%

L'incremento trascurabile di mezzi pesanti sul traffico circolante si traduce in un incremento emissivo di 0.2 dB(A), tale da renderlo ininfluenza dal punto di vista acustico.

### 5.4 Mitigazioni acustiche in fase di cantiere

Oltre alle barriere antirumore mobili di cantiere di cui ai paragrafi precedenti, si indicano di seguito le ulteriori modalità di contenimento delle emissioni che si rendono necessarie.

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

Viene di seguito fornita una lista di alcune azioni principali volte a limitare a monte la rumorosità di cantiere.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali:

- selezione delle macchine ed attrezzature omologate in conformità delle direttive della C.E. e ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra gommate piuttosto che cingolate;
- installazione, se non già previsti, di silenziatori allo scarico su macchine di una potenza rilevante;
- utilizzo di impianti fissi schermati;
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.

Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

- eliminazione degli attriti tramite operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento della manutenzione delle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate;
- uso di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati ecc.);
- divieto di uso scorretto di avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

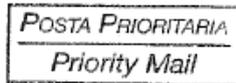
Oltre alle misure di mitigazione temporanee di cantiere proposte, è previsto il monitoraggio (cfr. elaborati Piano di Monitoraggio).

## ALLEGATO – CERTIFICAZIONE TECNICO ACUSTICO

### TECNICO ACUSTICO

La presente relazione è stata realizzata e verificata dal seguente tecnico acustico competente riconosciuto dalla Regione Lombardia come imposto dall'art.2 della legge 447/95 e dal D. Lgs. N. 42/2017:

- Ing. Luciano Samuele Luppi (Decreto Regione Lombardia n. 11049 del 03/10/2007);
- ENTECA n. iscrizione 1883 pubblicato in elenco in data 10/12/2018.



Giunta Regionale  
Direzione Generale  
Qualità dell'ambiente

Egr. Sig.  
LUPPI LUCIANO SAMUELE  
Via Preneste, 4  
20148 MILANO (MI)

Milano: 03 OTT 2007

Prot: T1 2007.00 129 104

TC 1068

Oggetto: Decreto del 03 ottobre 2007, n. 11049, avente per oggetto: Valutazione delle domande presentate alla Regione Lombardia per il riconoscimento della figura professionale di "tecnico competente" nel campo dell'acustica ambientale, ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7, della Legge 447/95.

Si trasmette, in allegato, copia conforme all'originale del decreto indicato in oggetto, col quale Lei è stato riconosciuto "tecnico competente" in acustica ambientale.

Distinti saluti.

Il Dirigente della Struttura  
(Dott. Giuseppe Bruno)

All:1

Il Funzionario Referente: Enrico Pozzi (tel.02 67656067)

Unità Organizzativa Programmazione e Progetti Speciali di Protezione Ambientale  
Struttura Prevenzione Inquinamenti e Progetti Speciali  
Via Taramelli, 12 - 20124 Milano - <http://www.regione.lombardia.it>  
Tel. 02/6765.4356 - Fax 02/6765.4406



Regione Lombardia

SI RILASCIATA SENZA BOLLO PER  
GLI USI CONSENTITI DALLA LEGGE

**DECRETO N° 11049**

**Del 03/10/2007**

Identificativo Atto n. 1146

DIREZIONE GENERALE QUALITA' DELL'AMBIENTE

Oggetto

VALUTAZIONE DELLE DOMANDE PRESENTATE ALLA REGIONE LOMBARDBIA PER IL RICONOSCIMENTO DELLA FIGURA PROFESSIONALE DI "TECNICO COMPETENTE" NEL CAMPO DELL'ACUSTICA AMBIENTALE, AI SENSI DELL'ARTICOLO 2, COMMI 6 E 7, DELLA LEGGE 447/95



L'atto si compone di 4 pagine  
di cui 1 pagine di allegati,  
parte integrante.

Regione Lombardia  
La presente copia, composto di n. 4  
fogli, è conforme all'originale depositata  
agli atti di questa Direzione Generale.  
Milano, 3-10-07



Regione Lombardia

**IL DIRIGENTE DELL'UNITA' ORGANIZZATIVA  
PROGRAMMAZIONE E PROGETTI SPECIALI DI PROTEZIONE AMBIENTALE**

**RICHIAMATI:**

- la legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e, in particolare, l'articolo 2 che, ai commi 6 e 7:
  - individua e definisce la figura professionale di tecnico competente in acustica ambientale;
  - determina i requisiti e i titoli di studio richiesti per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente;
  - stabilisce che l'attività di tecnico competente possa essere svolta previa presentazione di apposita domanda, corredata da documentazione comprovante l'aver svolto attività in modo non occasionale nel campo dell'acustica ambientale;
- il d.P.C.M. 31 marzo 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b) e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- la d.G.R. 17 maggio 2006, n. 2561, avente ad oggetto l'approvazione dei criteri e delle modalità per la redazione, la presentazione e la valutazione delle domande per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale, che ha contestualmente abrogato le precedenti deliberazioni 9 febbraio 1996, n. 8945, 17 maggio 1996, n. 13195, 21 marzo 1997, n. 26420 e 12 novembre 1998, n. 39551, di pari oggetto;
- il decreto dirigenziale 30 maggio 2006, n. 5985 "Procedure gestionali riguardanti i criteri e le modalità per la presentazione delle domande per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale e relativa modulistica";
- il d.P.G.R. 19 giugno 1996, n. 3004, da ultimo modificato con decreto del Direttore Generale Qualità dell'Ambiente 15 maggio 2006, n. 5353, concernente la nomina dei componenti della Commissione istituita con la citata d.G.R. 17 maggio 1996, n. 13195, preposta all'esame delle domande per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica;
- i verbali del 22 aprile 1997, del 30 marzo 1999 e del 16 dicembre 1999 relativi alle sedute della citata Commissione che, tra l'altro, riportano i criteri e le modalità per l'esame e la valutazione delle domande;

Regione Lombardia  
La presente copia, è conforme all'originale  
depositata agli atti di questa Direzione  
Generale.  
Milano, 3-10-07

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



Regione Lombardia

- il regolamento regionale 21 gennaio 2000, n. 1 "Regolamento per l'applicazione dell'articolo 2, commi 6 e 7, della legge 26. ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";

**RICHIAMATA** altresì la legge regionale 5 gennaio 2000, n. 1 e successive modifiche e integrazioni, recante il riordino del sistema delle Autonomie in Lombardia e l'attuazione del decreto legislativo 112/98 per il conferimento di funzioni e compiti dallo Stato alle Regioni e agli Enti locali;

**DATO ATTO** che:

- nella seduta del 24 settembre 2007 la preposta Commissione ha esaminato e valutato n. 30 domande inviate dai Soggetti interessati ad ottenere il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale;
- la Commissione esaminatrice, in esito alla propria attività, ha valutato:
  - n. 27 Soggetti richiedenti in possesso dei requisiti previsti all'art. 2, commi 6 e 7, della legge 447/95;
  - n. 3 Soggetti richiedenti non in possesso dei requisiti previsti all'art. 2, commi 6 e 7, della legge 447/95;

**DATO ATTO** inoltre che il mancato ricevimento della richiesta di documentazione integrativa non ha consentito alla competente Struttura regionale di istruire n. 2 domande;

**VISTA** la legge regionale 23 luglio 1996, n. 16 "Ordinamento della struttura organizzativa e dalla dirigenza della giunta regionale", come successivamente modificata e integrata, e in particolare il combinato disposto degli articoli 3 e 18, che individua le competenze e i poteri della dirigenza;

**RICHIAMATE** la d.G.R. 18/5/2005, n. 2 "I Provvedimento organizzativo – VIII Legislatura" e le successive deliberazioni riguardanti l'assetto organizzativo della Giunta regionale;

**DATO ATTO**, ai sensi dell'art. 3 della Legge 241/90, che contro il presente provvedimento può essere presentato ricorso avanti il Tribunale Amministrativo Regionale entro 60 giorni dalla data di comunicazione dello stesso ovvero ricorso straordinario al Presidente della Repubblica entro 120 giorni dalla medesima data di comunicazione

## DECRETA

Regione Lombardia

La presente copia, è conforme all'originale  
depositata agli atti di questa Direzione  
Generale.  
Milano, 3-10-07

2



Regione Lombardia

1. di approvare l'Allegato A, parte integrante e sostanziale del presente decreto, nel quale sono riportati i dati anagrafici dei Soggetti riconosciuti in possesso dei requisiti richiesti per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale;
2. di approvare l'Allegato B, costituito da n. 3 schede, parte integrante e sostanziale del presente decreto, nel quale sono riportati i dati anagrafici dei Soggetti non riconosciuti in possesso dei requisiti richiesti per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale;
3. di approvare l'Allegato C, costituito da n. 2 schede, parte integrante e sostanziale del presente decreto, nel quale sono riportati i dati anagrafici dei Soggetti le cui domande sono state archiviate;
4. di comunicare il presente decreto ai Soggetti interessati.

**Il Dirigente dell'Unità Organizzativa  
Programmazione e Progetti Speciali  
di Protezione Ambientale  
(dott. Giuseppe Rotondaro)**

Regione Lombardia  
La presente copia, è conforme all'originale  
depositata agli atti di questa Direzione  
Generale.  
Milano, 3-10-07.

ALLEGATO A

**ELENCO DEI SOGGETTI IN POSSESSO DEI REQUISITI PREVISTI ALL'ARTICOLO 2,  
COMMI 6 E 7, DELLA LEGGE 447/95**

N°	COGNOME	NOME	DATA DI NASCITA	COMUNE DI RESIDENZA
1	ARESI	ERNESTO	28/12/1966	SCANZOROSCIATE (BG)
2	BANDERA	CARLO	06/09/1973	VILLA CORTESE (MI)
3	BELLOLI	MARCO	30/10/1963	PESCHIERA BORROMEO (MI)
4	CAGNETTI	FABIO	27/09/1975	CORSICO (MI)
5	CANUTI	DAVIDE	17/03/1972	CINISELLO BALSAMO (MI)
6	CITTE	EDOARDO	25/07/1960	BRESCIA
7	D'ASCANIO	VINCENZO MARIA	10/05/1954	MILANO
8	DAOLIO	SARA	27/10/1976	BAGNOLO SAN VITO (MN)
9	de RINALDO	ELIO	08/10/1947	CESANO BOSCONI (MI)
10	FERRARI	PAOLA	24/12/1981	MANTOVA
11	GROSSO	ANTONIO	23/02/1973	TORREVECCHIA PIA (PV)
12	GUSSAGO	MARTA	18/02/1979	BOLGARE (BG)
13	LAVETTI	SILVIA	15/01/1977	VOBARNO (BS)
14	LEARDI	VITTORIO	20/03/1976	VOGHERA (PV)
15	LUPOLI	LUCREZIA	25/07/1974	CASARILE (MI)
16	LUPPI	LUCIANO SAMUELE	12/10/1978	MILANO
17	MANGANO	GUIDO	21/02/1946	OPERA (MI)
18	MANZONI	ALBERTO GIOVANNI	07/04/1981	COLOGNO MONZESE (MI)
19	MEDVES	LINO	17/04/1951	PADERNO DUGNANO (MI)
20	PAOLICCHIO	MARCO	24/12/1967	MILANO
21	RADAELLI	SIMONE ANDREA	12/06/1980	PADERNO DUGNANO (MI)
22	REDAELLI	ROBERTO ANGELO	19/09/1968	SOVICO (MI)
23	ROSSI	SERGIO	05/10/1974	BOTTICINO (BS)
24	TORINO	MIRKO	20/02/1978	CINISELLO BALSAMO (MI)
25	VERONESI	FABIO	13/10/1979	VALGREGHENTINO (LC)
26	VIGANO'	MATTIA	27/09/1979	CARATE BRIANZA (MI)
27	ZUCCON	ALESSANDRO	15/07/1979	BRUGHERIO (MI)

Regione Lombardia  
La presente copia, è conforme all'originale  
depositata agli atti di questa Direzione  
Generale.  
Milano, 3-10-07

*[Handwritten signature]*

Il Dirigente  
dott. Giuseppe Rotondaro

*[Handwritten signature]*