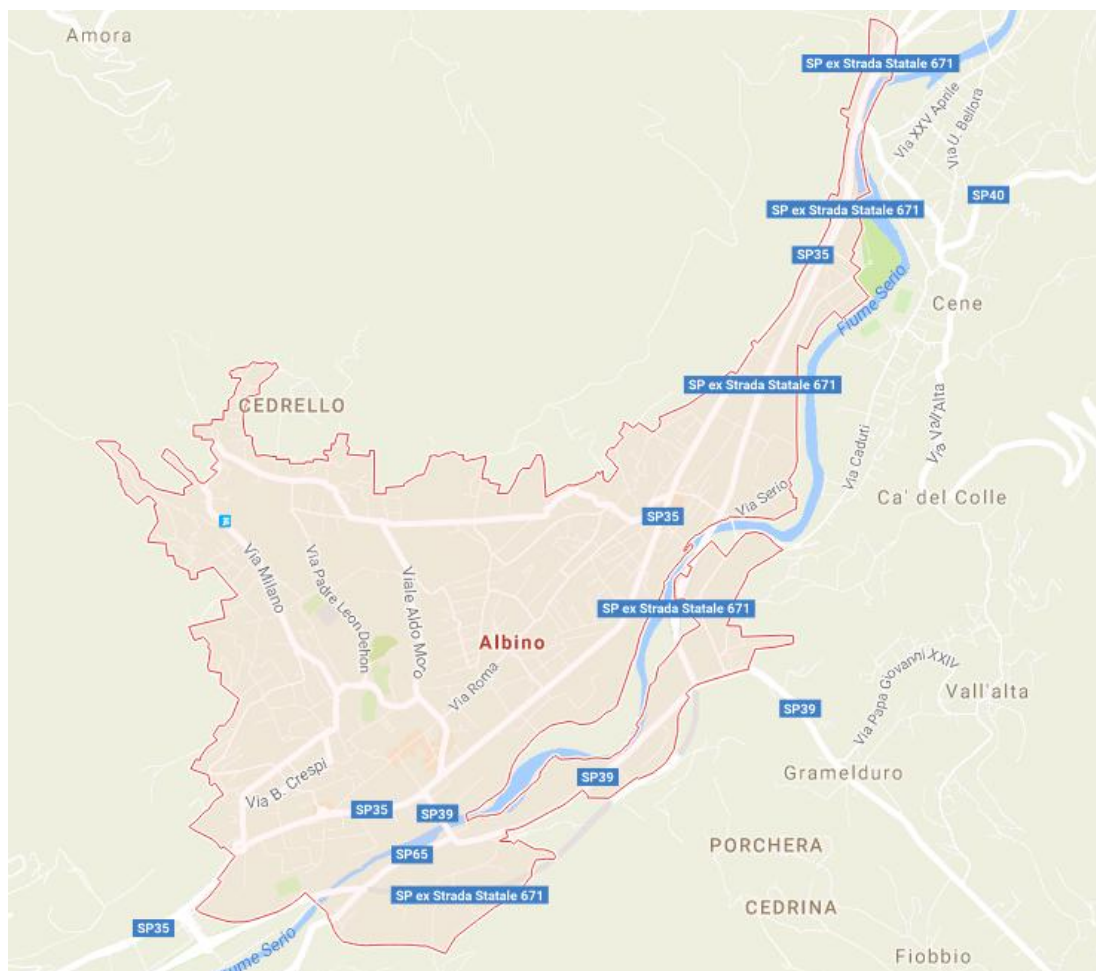
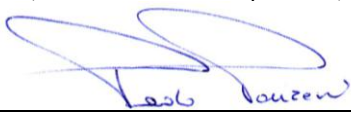


**Mappatura acustica di strade comunali con volumi di traffico superiore ai 3 milioni di veicoli/anno ai sensi del D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 194**



**p.c. Comune di Albino (BG)**

<i>documento</i>	<i>Data</i>	<i>pagine relazione</i>
RT_220_2017	Ottobre 2017	30
<i>revisione</i>	<i>Files</i>	<i>Il Responsabile</i>
0	RT_220_2017	<b>Dr. Ing. Paolo Panzeri</b> Tecnico Competente in acustica ambientale (Decreto N. 1592 del 14 aprile 1998). 
via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (BG) Tel. +39 035 3235700 ☐ Fax +39 035 3235750 info@pepconsultingengineers.it		

## *Indice*

pag.

<b>1.</b>	<b>PREMESSE .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>3</b>
2.1	Normativa europea.....	3
2.2	Normativa nazionale .....	3
2.3	Normativa regionale.....	4
2.4	Normativa tecnica .....	5
2.5	Approfondimenti normativi.....	5
2.6	Descrizione della zona e classificazione acustica del territorio .....	13
<b>3.</b>	<b>ANALISI DELLA NORMATIVA DI LEGGE .....</b>	<b>17</b>
3.1	Termini e definizioni.....	17
3.2	Definizione dei contenuti della mappatura acustica .....	20
3.3	Indicatori utilizzati per le mappature acustiche.....	21
<b>4.</b>	<b>STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER I RILIEVI .....</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLA MAPPATURA ACUSTICA.....</b>	<b>25</b>
5.1	Modello di simulazione acustica .....	25
5.2	Parametri impostati .....	27
<b>6.</b>	<b>RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA .....</b>	<b>29</b>

## 1. PREMESSE

La presente relazione riferisce in merito all'attività di redazione della mappatura acustica degli assi stradali principali delle infrastrutture di competenza del Comune di Albino (BG) con traffico veicolare superiore ai 3 milioni di veicoli / anno, secondo quanto previsto dall'Art. 3 e dall'Allegato 6 del D.Lgs. 194/05.

L'attività rientra nell'ambito di una più ampia iniziativa che ha coinvolto anche le Amministrazioni Comunali di Ranica, Alzano Lombardo, Nembro e Gazzaniga che hanno affrontato in modo unisono il medesimo percorso.

L'attività è stata condotta dalla P&P Consulting Engineers di Seriate (BG) su incarico della Spettabile Amministrazione Comunale di Albino. Per lo svolgimento dell'attività sono state eseguite modellazioni numeriche tarate ed integrate con rilevazioni sperimentali condotte sull'arteria stradale di interesse in un congruo numero di posizioni rappresentative, in differenti orari e giorni al fine di disporre di un conveniente numero di informazioni per la migliore taratura del modello numerico di caratterizzazione dell'infrastruttura.

La presente relazione è stata redatta dall'Ing. Paolo Panzeri, Iscritto nell'Albo Professionale degli Ingegneri della Provincia di Bergamo dal 1984 al n. 1468, riconosciuto della Regione Lombardia quale «Tecnico Competente» nel campo dell'acustica ambientale ai sensi dell'art. 2 commi 6, 7, 8 della Legge n. 447/95 (Decreto N. 1592 del 14 aprile 1998).

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

### 2.1 Normativa europea

- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

### 2.2 Normativa nazionale

- D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale”
- Documento redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare denominato “Specifiche tecniche per la predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle Mappature acustiche e Mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05)” (Versione: 2.0, seconda bozza del 18 Maggio 2012)
- 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”. (17G00055) (GU Serie Generale n.79 del 4-4-2017)
- D.P.C.M. 01.03.1991, “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”

- Legge 26.10.1995 n. 447, “*Legge Quadro sull’inquinamento acustico*”
- D.P.C.M. 14.11.1997, “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*”
- D.M.A. 16.03.1998, “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico*”
- D.P.R. 18.11.1998 n. 459, “*Regolamento recante norme di esecuzione dell’articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario*”
- D.M. 29.11.2000, “*Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi e abbattimento del rumore*”
- D.Lgs. 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*”
- D.P.R. 30.03.2004 n. 142, “*Regolamento di attuazione della Legge n. 447/95 sul rumore di origine veicolare*”
- DECRETO 24 luglio 2006, “*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*”

### **2.3 Normativa regionale**

- Legge Regionale 5 gennaio 2000 n. 1 “*Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112*”, B.U.R.L. 10 gennaio 2000, 1° Supplemento Ordinario al n. 2
- 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*”, B.U.R.L. 1° Supplemento Ordinario al n. 4 del 25 gennaio 2000
- Legge Regionale 10 agosto 2001 n.13, “*Norme in materia di inquinamento acustico*”
- D.G.R. del 08.03.2002 n. VII/8313, “*Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico*”
- D.G.R. del 12.07.2002 n. VII/9776, “*Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale*”
- Legge Regionale 2 febbraio 2010 n. 5, “*Norme in materia di valutazione di impatto ambientale*”
- Regolamento regionale 21 novembre 2011 n. 5 “*Attuazione della Legge Regionale 2 febbraio 2010 n. 5 - Norme in materia di valutazione di impatto ambientale*”
- Direttiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo e del consiglio del 14 dicembre 2005 che modifica la direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri concernenti l’emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all’aperto.

## 2.4 Normativa tecnica

- UNI 9884:1997 “Acustica – Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”
- UNI 10855:1999 “Acustica – Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti”
- ISO 1996-1:1982 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures”
- ISO 1996-2:1987 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use”
- ISO 1996-3:1987 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 3: Application to noise limits”
- ISO 9613-1 “Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere”

## 2.5 Approfondimenti normativi

La **D.G.R. del 08.03.2002 n. VII/8313** definisce “Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico”. Nello specifico per quanto concerne gli aspetti di carattere tecnico, riguardanti in particolare: la programmazione, l’esecuzione, le valutazioni connesse alle rilevazioni fonometriche; la caratterizzazione o la descrizione acustica delle sorgenti sonore, i calcoli relativi alla propagazione del suono, la caratterizzazione acustica di ambienti esterni o abitativi, le caratteristiche acustiche degli edifici e dei materiali impiegati; le valutazioni di conformità alla normativa dei livelli di pressione sonora dedotti da misure o calcoli previsionali; devono essere oggetto di una specifica relazione redatta da un tecnico competente in acustica ambientale, riconosciuto dalla Regione ai sensi della L. 447/’95 articolo 2, commi 6 e 7.

Il **D.P.C.M. 1 marzo 1991** “*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno*” stabilisce i “...limiti di accettabilità di livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione urbana al rumore, in attesa dell’approvazione di una Legge Quadro in materia di tutela dell’ambiente dall’inquinamento acustico, che fissi i limiti adeguati al progresso tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di prima applicazione del presente decreto”.

L’art. 2 stabilisce che ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, i comuni adottano una classificazione in zone del territorio comunale, riportata nella seguente tabella 1; tali limiti massimi dei livelli sonori equivalenti sono fissati in relazione alla diversa destinazione d’uso del territorio, e sono riportati nella seguente tabella 2.

**Tab. 1 – Classificazione del territorio Comunale**

<b>CLASSE I</b> <i>Aree particolarmente protette</i>	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione; aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
<b>CLASSE II</b> <i>Aree destinate ad uso prevalentemente</i>	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
<b>CLASSE III</b> <i>Aree di tipo misto</i>	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
<b>CLASSE IV</b> <i>Aree di intensa attività umana</i>	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
<b>CLASSE V</b> <i>Aree prevalentemente industriali</i>	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
<b>CLASSE VI</b> <i>Aree esclusivamente industriali</i>	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

**Tab. 2 - Limiti massimi diurni e notturni**

CLASSE	DENOMINAZIONE	Limite diurno in dB(A)	Limite notturno in dB(A)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Per le zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, sono stabilite 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 misura deve essere effettuata all'interno degli ambienti abitativi e nel tempo di osservazione del fenomeno acustico.

Qualora il comune non avesse ancora provveduto alla zonizzazione acustica del proprio territorio, si applicherebbero per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità (art. 6).

**Tab. 3 - Limiti art. 6 D.P.C.M. 1 Marzo 1991**

Zonizzazione del territorio	Limite diurno in dB(A)	Limite notturno in dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

La **Legge 26 ottobre 1995 n. 447** “*Legge quadro sull'inquinamento acustico*” stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

L'art 2 distingue i valori limite di immissione in:

- a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale e il rumore residuo.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è l'introduzione all'Art. 2, accanto ai valori limite di emissione e di immissione, dei valori di attenzione e dei valori di qualità. La Legge stabilisce inoltre che le Regioni, entro un anno dalla entrata in vigore, devono definire i criteri di zonizzazione acustica del territorio comunale stabilendo il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando i valori di qualità si discostano in misura superiore a 5 dB(A) di livello sonoro equivalente.

L'Art. 6. indica che tra le Competenze dei comuni rientrano:

- a) la classificazione del territorio comunale;
- b) il coordinamento degli strumenti urbanistici già adottati;
- c) l'adozione dei piani di risanamento;
- d) il controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti e infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili e

- infrastrutture, nonché dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;
- e) l'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dell'inquinamento acustico;
  - f) la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli;
  - g) l'autorizzazione per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso.

**Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997** “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*” in attuazione dell'art. 3 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al decreto stesso.

I *valori limite di emissione*, sono riferiti alle sorgenti fisse ed alle sorgenti mobili. I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse sono quelli indicati nella tabella 4 seguente e si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti, secondo la rispettiva classificazione in zone. I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

**Tab. 4 - Valori limite di emissione – Leq in dB(A)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65



I *valori limite assoluti di immissione* riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti sono quelli indicati nella tabella 5.

**Tab. 5 - Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

I *valori limite differenziali di immissione* sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano:

- nelle aree classificate nella classe VI (aree esclusivamente industriali);
- se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno; se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno. In quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile;
- alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- alla rumorosità prodotta da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- alla rumorosità prodotta da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

I *valori di attenzione* espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (TL) sono:

- a) se riferiti ad un'ora, i valori limite assoluti di immissione (vedere Tab. 5), aumentati di 10 dB per il periodo diurno e di 5 dB per il periodo notturno;
- b) se relativi ai tempi di riferimento, i valori di cui alla tabella 5 (precedentemente riportata).

I valori di qualità di cui all'art. 2, comma 1, lettera h), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono indicati nella tabella seguente Tab 6.

**Tab. 6 - Valori limite di qualità - Leq in dB(A)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Il **Decreto Ministeriale del 16 marzo 1998** “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*” stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3, comma 1 lettera c) della Legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Il **D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142** stabilisce le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare delle infrastrutture stradali, distinguendo queste ultime tra esistenti e di nuova realizzazione.

L'articolo 2 del decreto stabilisce che tali infrastrutture non sono soggette alle disposizioni del D.P.C.M. 14.11.1997 riguardanti i valori limite di emissione, i valori di attenzione e i valori di qualità.

L'articolo 3 definisce per tali infrastrutture delle fasce territoriali di pertinenza acustica, all'interno delle quali vengono stabiliti i valori limite di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura che sostituiscono quelli derivanti dalla classificazione acustica del territorio (stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.1997). 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 ai fini acustici” ai sensi del D.M. 05.11.01, delle norme CNR 1980 e delle direttive PUT.

**Tab. 7 - Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione, Leq in dB(A)**

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo DM 5/11/01 norme funz. e geom. Per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di riposo (per le scuole vale il limite diurno)		Altri ricettori	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A Autostrada		250	50	40	65	55
B Extraurbana principale		250	50	40	65	55
C Extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E urbana di quartiere		30	Definita dai Comuni nel rispetto dei valori riportati in tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997 e comunque in modo uniforme alla Zonizzazione Acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6 comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F locale		30				

**Tab. 8 - Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti, Leq in dB(A)**

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norme Cnr 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di riposo (per le scuole vale il limite diurno)		Altri ricettori	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A Autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)	50	40	65	55
B Extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia BA)	50	40	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)	50	40	65	55
	Cb (tutte le strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)	50	40	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	50	40	65	55
E Urbana di quartiere		30	Definita dai Comuni nel rispetto dei valori riportati in tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997 e comunque in modo uniforme alla Zonizzazione Acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6 comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F Locale		30				

I valori devono essere verificati ad un metro dalla facciata degli edifici in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione dei ricettori. All'esterno delle fasce di pertinenza valgono invece gli usuali limiti derivanti dalla classificazione acustica del territorio.

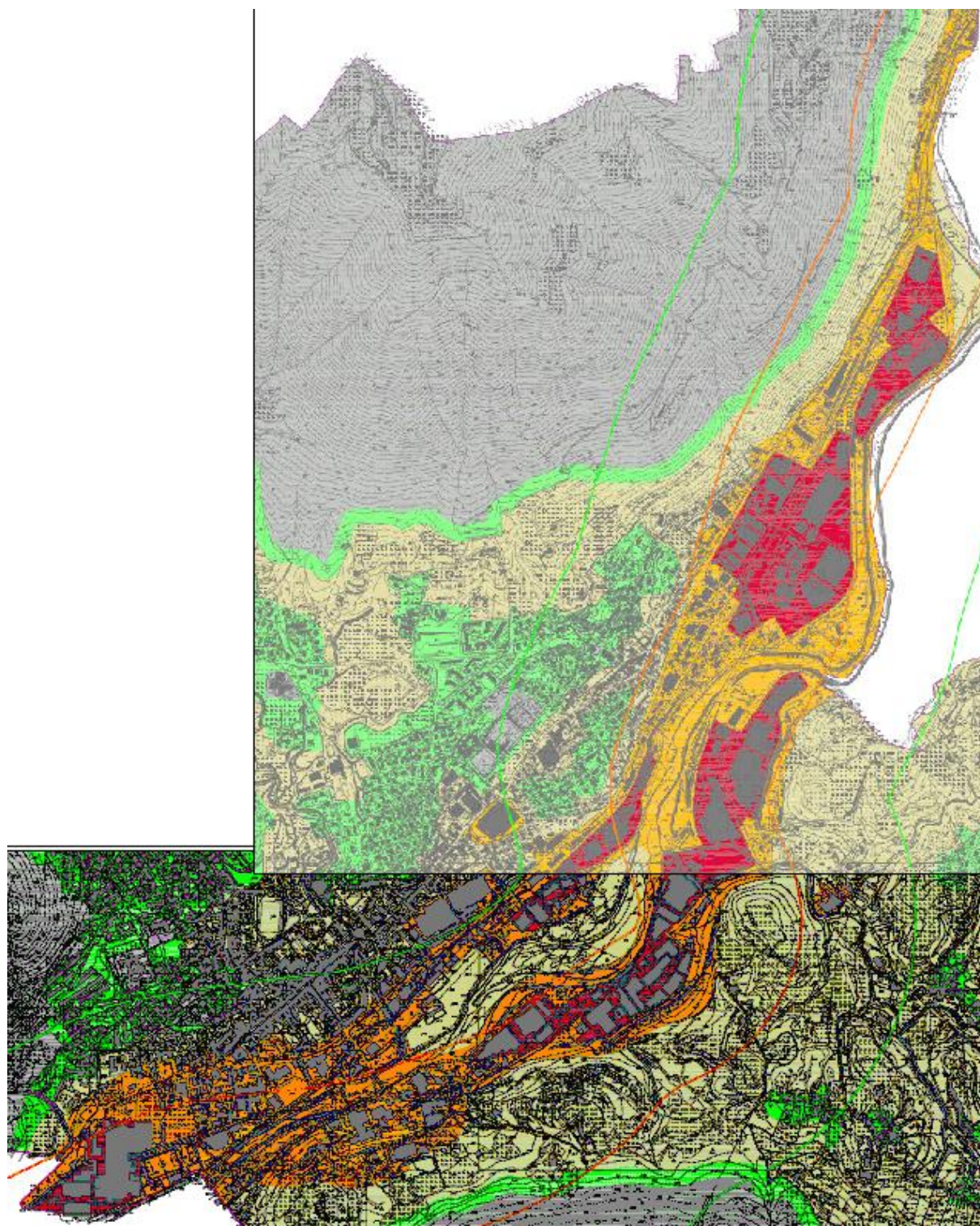
L'art. 6 prevede che qualora i valori riportati nelle precedenti tabelle, o (al di fuori delle fasce di pertinenza) i valori stabiliti dalla tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997, non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti (da verificare al centro delle stanze con finestre chiuse):

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

## **2.6 Descrizione della zona e classificazione acustica del territorio**




















Il comune di Albino ha provveduto ad effettuare la classificazione acustica del proprio territorio. Le arterie stradali esaminate, denominate rispettivamente via Marconi e via Provinciale, sono caratterizzate da importanti volumi di traffico e rappresentano una delle principali vie di comunicazione nel territorio del comune di Albino.

Di seguito si riporta un estratto cartografico della Zonizzazione acustica da cui si evince la conformazione del tessuto urbano nelle aree immediatamente prospicienti l'arteria stradale.



Valori limite ( $L_{eq}$ in dB(A)) - D.P.C.M. 14.11.97											
Classi di destinazione d'uso del territorio	Valori di emissione		Valori assoluti di immissione		Valori di qualità		Valori di attenzione				
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Se riferiti ad un'ora		Se riferiti all'intero periodo di riferimento		
							Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	
I - Aree particolarmente protette	45	35	50	40	47	37	60	45	50	40	
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45	52	42	65	50	55	45	
III - Aree di tipo misto	55	45	60	50	57	47	70	55	60	50	
IV - Aree di intensa attività umana	60	50	65	55	62	52	75	60	65	55	
V - Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60	67	57	80	65	70	60	
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70	70	70	80	75	70	70	



Valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dalle Infrastrutture stradali - Articolli 4 e 5 del D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142						
Strade esistenti e assimilate (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)						
Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme Cnr 1980 e direttive Put)	Amplezza 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 secondarie)	 100	50	40	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. 447/95			
F - locale		 30				
STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE						
Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Dm 5,11,01 Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Amplezza 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		 250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		 250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	 250	50	40	65	55
	C2	 150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		 100	50	40	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. 447/95			
F - locale		 30				

\* per le scuole vale solo il limite diurno

Si riporta inoltre un estratto di immagine aerea che mostra il livello di urbanizzazione dell'area prossima all'arteria stradale di interesse evidenziata, nell'immagine, in colore giallo.



Il primo intorno delle vie Marconi e Provinciale presenta sul fronte nord prevalentemente insediamenti residenziali con presenza anche di alcune attività commerciali fronte strada e di ricettori sensibili a distanza ridotta dall'arteria stradale. Sul fronte sud sono presenti insediamenti residenziali con presenza anche di alcune attività commerciali fronte strada, ma anche insediamenti produttivi artigianali e industriali.



### 3. ANALISI DELLA NORMATIVA DI LEGGE

A seguito del recepimento della Direttiva Europea 2002/49/CE lo Stato Italiano, con l'emanazione del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, si è impegnato a fornire alla Commissione Europea, nei tempi in essa stabiliti, una caratterizzazione acustica del territorio nazionale, attraverso l'elaborazione di mappe acustiche e mappe acustiche strategiche ed a sviluppare dei piani d'azione coordinati per il contenimento del rumore ambientale sulla base di criteri comuni ai diversi stati membri.

Le mappe acustiche e mappe acustiche strategiche costituiscono la base su cui redigere i piani di azione, ossia i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione, nei modi e nei tempi stabiliti dalle autorità competenti. Il recepimento della Direttiva da parte dello stato Italiano ha come conseguenza l'adeguamento della normativa nazionale vigente ai principi comunitari da essa individuati e rappresenta il primo passo verso un più complesso processo di armonizzazione, che prevede l'emanazione di una serie di decreti attuativi attraverso cui provvedere nel tempo all'adeguamento dei regolamenti vigenti, anche in relazione alle future indicazioni e raccomandazioni della Commissione.

#### 3.1 Termini e definizioni

Nell'ambito della normativa in oggetto si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- **agglomerato:** area urbana, individuata dalla regione o dalla provincia autonoma competente, costituita da uno o più centri abitati ai sensi dell'art. 3 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, contigui fra loro e la cui popolazione complessiva è superiore a 100.000 abitanti
- **anno solare:** intervallo di giorni consecutivi compreso tra il 1 gennaio e il 31 dicembre dello stesso anno;
- **asse stradale principale:** un'infrastruttura stradale su cui transitano ogni anno più di 3.000.000 veicoli;
- **centro abitato:** insieme di edifici, delimitato lungo le vie di accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazze, giardini o simili, costituito da non meno di 25 fabbricati o da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada.
- **descrittore acustico:** la grandezza fisica che descrive il rumore ambientale in relazione ad uno specifico effetto nocivo;
- **determinazione:** qualsiasi metodo per calcolare, stimare o misurare il valore di un descrittore acustico od i relativi effetti nocivi;
- **effetti nocivi:** gli effetti negativi per la salute umana;

- **facciata silenziosa:** è la facciata dell'abitazione o dell'edificio caratterizzata da valori di  $L_{den}$ , a 4 metri di altezza dal suolo e a 2 m di distanza dalla facciata, inferiori al livello determinato sulla facciata più esposta di 20 dB.
- **fastidio:** la misura in cui, sulla base di indagini sul campo e di simulazioni, il rumore risulta sgradevole a una comunità di persone;
- **incertezza di misura:** parametro associato al risultato di una misurazione che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando.
- **livello  $L_{day}$ :** Livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno solare.
- **livello  $L_{evening}$ :** Livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno solare.
- **livello  $L_{night}$ :** Livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno solare.
- **livello giorno-sera-notte,  $L_{den}$ :** Livello, espresso in decibel ponderato A, determinato mediante la seguente relazione:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left[ \frac{14}{24} \cdot \left( 10^{L_{day}/10} \right) + \frac{2}{24} \cdot \left( 10^{(L_{evening}+5)/10} \right) + \frac{8}{24} \cdot \left( 10^{(L_{night}+10)/10} \right) \right]$$

- **livello  $L_{Aeq}$ :** Livello continuo equivalente ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987
- **livello  $L_{Aeqd}$ :** Livello continuo equivalente ponderato A per il tempo di riferimento diurno di 16 h consecutive dalle ore 06 alle ore 22.
- **livello  $L_{Aeqn}$ :** Livello continuo equivalente ponderato A per il tempo di riferimento notturno di 8 h consecutive dalle ore 22 alle ore 06 del giorno successivo.
- **livello  $L_{Aeq,TL}$ :** livello equivalente continuo di pressione sonora ponderata A relativo al tempo a lungo termine. Può riferirsi a:
  - al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,TR})_i} \right]$$

essendo N i tempi di riferimento considerati;

- al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un tempo di misura (TM) di 1 ora all'interno del tempo di osservazione nel quale si svolge il fenomeno in esame.  $L_{Aeq,TL}$  rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TR})_i} \right]$$

dove  $i$  è il singolo intervallo di un'ora nell'iesimo TR.

E' il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

- **livello  $L_e$ :** Livello del suono determinato ad una distanza dalla facciata dell'edificio compresa tra 0,5 e 2 m, comprensivo delle riflessioni prodotte dalla facciata.
- **livello  $L_i$ :** Livello del suono incidente sulla facciata dell'edificio con esclusione delle riflessioni provenienti da quest'ultima.
- **livello rappresentativo sull'anno solare;  $L_a$ :** Livello, espresso in decibel ponderato A, determinato per un prescelto periodo (diurno, serale, notturno) che tiene conto della variabilità nell'anno solare dell'emissione della sorgente e delle condizioni meteorologiche.
- **mappatura acustica:** la rappresentazione di dati relativi ad una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona;
- **mappatura acustica strategica:** una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona;
- **periodo diurno:** Intervallo di 14 h consecutive dalle ore 06 alle ore 20 dello stesso giorno.
- **periodo serale:** Intervallo di 2 h consecutive dalle ore 20 alle ore 22 dello stesso giorno.
- **periodo notturno:** Intervallo di 8 h consecutive dalle ore 22 alle ore 06 del giorno successivo.
- **periodo giorno-sera-notte:** Intervallo di 24 h consecutive dalle ore 06 alle ore 06 del giorno successivo.
- **piani di azione:** i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione;
- **pianificazione acustica:** il controllo dell'inquinamento acustico futuro mediante attività di programmazione, quali la classificazione acustica e la pianificazione territoriale, l'ingegneria dei sistemi per il traffico, la pianificazione dei trasporti, l'attenuazione del rumore mediante tecniche di insonorizzazione ed il controllo dell'emissione acustica delle sorgenti;
- **pubblico:** una o più persone fisiche o giuridiche e le associazioni, le organizzazioni o i gruppi di dette persone;

- **rumore ambientale:** i suoni indesiderati o nocivi in ambiente esterno prodotti dalle attività umane, compreso il rumore emesso da mezzi di trasporto, dovuto al traffico veicolare, al traffico ferroviario, al traffico aereo e proveniente da siti di attività industriale;
- **siti di attività industriale:** aree classificate V o VI ai sensi delle norme vigenti in cui sono presenti attività industriali quali quelle definite nell'allegato 1 al decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59;
- **sorgente sonora specifica:** Sorgente sonora presa in esame; relativamente al campo di applicazione del presente documento essa può essere il traffico stradale, quello ferroviario, quello aeroportuale e l'attività svolta in siti di attività industriale (porti inclusi) come definiti nel D.Leg. 194/05 [2].
- **suono incidente:** Suono immesso dalla specifica sorgente sonora nella posizione di determinazione del descrittore acustico con esclusione della riflessione della facciata dell'edificio retrostante la posizione di determinazione.
- **unità abitativa:** Alloggio costituito da un solo locale o da un insieme di locali (stanze e vani accessori), costruito con quei requisiti che lo rendono adatto ad essere dimora stabile di una o più persone, anche nel caso in cui una parte sia adibita ad ufficio (studio professionale, ecc.). Dotato di almeno un accesso indipendente dall'esterno (strada, cortile, ecc.) o da spazi di disimpegno comune (pianerottoli, ballatoi, terrazze, ecc.) un accesso cioè tale che non comporti il passaggio attraverso altre abitazioni. Separato da altre unità abitative da pareti. Inserito in un edificio.
- **valori limite:** un valore di  $L_{den}$  o  $L_{night}$  e, se del caso, di  $L_{day}$  e  $L_{evening}$  il cui superamento induce le autorità competenti ad esaminare o applicare provvedimenti di attenuazione del rumore; i valori limite possono variare a seconda della tipologia di rumore, dell'ambiente circostante e del diverso uso del territorio; essi possono anche variare riguardo a situazioni esistenti o nuove come nel caso in cui cambi la sorgente di rumore o la destinazione d'uso dell'ambiente circostante;
- **zona silenziosa di un agglomerato:** una zona delimitata dall'autorità comunale nella quale  $L_{den}$ , o altro descrittore acustico appropriato relativo a qualsiasi sorgente non superi un determinato valore limite;
- **zona silenziosa esterna agli agglomerati:** una zona delimitata dalla competente autorità che non risente del rumore prodotto da infrastrutture di trasporto, da attività industriali o da attività ricreative.

### 3.2 Definizione dei contenuti della mappatura acustica

La Direttiva Europea 2002/49/CE individua due contesti territoriali in cui è prevista l'elaborazione delle mappe acustiche:

- agglomerati urbani

- aree sensibili esterne agli agglomerati

Alla valutazione e rappresentazione del rumore ambientale negli agglomerati urbani viene dato il nome di mappa acustica strategica. Con questo termine si intende una mappa finalizzata alla determinazione globale o previsione generale dell'esposizione al rumore dovuta alla presenza di sorgenti sonore di varia natura.

Le mappe acustiche strategiche relative agli agglomerati devono tenere conto del rumore emesso da tutte le sorgenti principali di seguito elencate:

- strade
- ferrovie
- aeroporti
- siti di attività industriale, inclusi i porti

Per ciascuna delle sorgenti sopra citate devono essere tracciate mappe acustiche distinte.

Al di fuori degli agglomerati, in corrispondenza delle aree sensibili, devono essere tracciate esclusivamente le mappe acustiche relative alle sorgenti sonore principali (strade, ferrovie, aeroporti).

### 3.3 Indicatori utilizzati per le mappature acustiche

Ai fini dell'elaborazione e della revisione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche sono utilizzati i descrittori acustici  $L_{den}$  ed  $L_{night}$ .

Il livello giorno-sera-notte (day-evening-night level)  $L_{den}$

Il livello giorno-sera-notte  $L_{den}$ , espresso in decibel A, è definito dalla seguente espressione:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left[ \frac{14}{24} \cdot \left( 10^{L_{day}/10} \right) + \frac{2}{24} \cdot \left( 10^{(L_{evening}+5)/10} \right) + \frac{8}{24} \cdot \left( 10^{(L_{night}+10)/10} \right) \right] \text{ dB (A)}$$

Dove

$L_{den}$  è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno

$L_{day}$  è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno

$L_{evening}$  è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno

$L_{night}$  è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno

Il periodo giorno-sera-notte si estende dalle 6.00 alle 6.00 del giorno successivo ed è suddiviso nelle seguenti fasce orarie:

1. periodo diurno: dalle 6.00 alle 20.00
2. periodo serale: dalle 20.00 alle 22.00
3. periodo notturno: dalle 22.00 alle 6.00

L'anno a cui si riferiscono i descrittori è l'anno di osservazione per l'emissione acustica ed un anno medio sotto il profilo meteorologico.

La determinazione di  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  ed  $L_{night}$  in facciata agli edifici esclude la componente riflessa dalla facciata retrostante e può essere eseguita applicando tecniche previsionali e/o di campionamento statistico. In entrambi i casi, le valutazioni devono essere effettuate ad un'altezza dal suolo di  $4.0 \pm 0.2$  m (3.8 – 4.2 m). In campo libero il punto di misura può essere collocato ad una quota non inferiore ad 1.5 m. Nell'ipotesi in cui si eseguano misurazioni ad altezze diverse da quella di riferimento, i risultati devono essere riportati all'altezza equivalente di 4 m.

#### L'indicatore del rumore notturno $L_{night}$

Il descrittore del rumore notturno  $L_{night}$  è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, relativo ai periodi notturni di un anno, dove la notte è di 8 ore.

I livelli sonori equivalenti medi a lungo termine si riferiscono ad un periodo di osservazione di un anno per l'emissione acustica e ad un anno medio sotto il profilo meteorologico. Nel caso di misure eseguite in facciata alle abitazioni, i valori misurati devono essere corretti per eliminare la componente riflessa del segnale.

#### **4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER I RILIEVI**

Per l'esecuzione dei rilievi acustici finalizzati alla valutazione del rumore aereo presente in corrispondenza di punti ricettore sensibili è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Fonometri integratori

Le misurazioni sono state effettuate con fonometri integratori di due differenti modelli, entrambi di classe 1, del medesimo produttore Larson & Davis ed in particolare:

Fonometro LD 831, conforme alle richieste del D.M. 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" oltre che alle norme IEC-601272 2002-1 Classe 1, IEC-60651 2001 Tipo 1, IEC-60804 2000-10 Tipo 1, IEC 61252 2002, IEC 61260 1995 Classe 0, ANSI S1.4 1983 e S1.43 1997 Tipo 1, ANSI S1.11 2004, Direttiva 2002/96/CE, WEEE e Direttiva 2002/95/CE, RoHS.

Le principali specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono qui di seguito elencate:

- Possibilità di rilievo contemporaneo di 58 diversi parametri fonometrici con costanti di tempo (slow, fast, impulse e picco) parallele e con ponderazioni A, C e Lin. contemporanee. Gamma dinamica maggiore di 110 dB.

- Analizzatore in tempo reale in ottave e terzi di ottava.
- Microfono da ½ pollice da esterni a campo libero tipo PCB 377A02 della Larson & Davis (S/N 120293).
- Correzione elettronica “incidenza casuale” per microfoni a campo libero.
- Calibratore Larson & Davis CAL200, conforme alla IEC 942 Classe 1 che fornisce due possibili segnali a tono puro con livello rispettivamente di 94 dB e 114 dB a 1000 Hz (S/N 1074).
- Cavalletto treppiede per microfono con cavo di prolunga lunghezza 5-10-15 m.
- Di seguito si riportano le caratteristiche della catena di misura utilizzata:
- Risposta in frequenza: 4 Hz ÷ 20 KHz
- Gamma dinamica: 15 ÷ 143 dB
- Range di temperatura: -10°C ÷ +50°C
- Umidità relativa massima: 90% a 40°C



**Fonometro Larson Davis 831**

Fonometro LxT, conforme alle richieste del D.M. 16 Marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico” oltre che alle norme IEC-601272 2002-1 Classe 1, IEC-60651 2001 Tipo 1, IEC-60804 2000-10 Tipo 1, IEC 61252 2002, IEC 61260 1995 Classe 0, ANSI S1.4 1983 e S1.43 1997 Tipo 1, ANSI S1.11 2004, Direttiva 2002/96/CE, WEEE e Direttiva 2002/95/CE, RoHS.

Le principali specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono qui di seguito elencate:

- Possibilità di rilievo contemporaneo di diversi parametri fonometrici con costanti di tempo (slow, fast, impulse e picco) parallele e con ponderazioni A, C e Lin. contemporanee. Gamma dinamica maggiore di 102 dB.

- Analizzatore in tempo reale in ottave e terzi di ottava.
- Microfono da ½ pollice da esterni a campo libero tipo PCB 377A02 della Larson & Davis (S/N 120293).
- Correzione elettronica “incidenza casuale” per microfoni a campo libero.
- Calibratore CAL200 della Larson & Davis, conforme alla IEC 942 Classe 1 che fornisce due possibili segnali a tono puro con livello rispettivamente di 94 dB e 114 dB a 1000 Hz (S/N 1074).
- Cavalletto treppiede per microfono con cavo di prolunga lunghezza 5-10-15 m.

Di seguito si riportano le caratteristiche della catena di misura utilizzata:

- Risposta in frequenza: 6,3 Hz ÷ 20 KHz
- Gamma dinamica: 17 ÷ 118 dB
- Range di temperatura: -10°C ÷ +50°C
- Umidità relativa massima: 95% a 40°C



**Fonometro Larson Davis LxT**

La strumentazione utilizzata soddisfa inoltre i disposti della legge 26.10.1995 n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico e dei successivi decreti attuativi. La strumentazione viene sottoposta a taratura periodica almeno ogni due anni presso laboratorio Accredia. La strumentazione viene ricontrollata e calibrata prima e dopo ogni ciclo di misura (scarto tra le due calibrazioni al massimo di  $\pm 0,5$  dB(A)).



## 5. METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLA MAPPATURA ACUSTICA

L'obiettivo dello studio è quello di calcolare, all'interno del territorio di pertinenza degli assi stradali principali con traffico veicolare superiore ai 3 milioni/anno delle infrastrutture di competenza provinciale esistenti, le seguenti grandezze:

- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{den}$  in dB(A) a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75
- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{night}$  in dB(A) a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70
- la superficie totale, in km<sup>2</sup>, il numero totale stimato di abitazioni, arrotondato al centinaio, e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, esposte a livelli di  $L_{den}$  rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB(A)

Il modello di simulazione utilizzato è stato elaborato appositamente in modo da poter essere implementato e quindi utilizzato anche nella futura fase di redazione dei piani d'azione. Inoltre, essendo uno strumento sostanzialmente "aperto", fornisce la possibilità di aggiornare il processo di elaborazione in qualunque momento ciò si renda necessario.

### 5.1 Modello di simulazione acustica

Il modello di simulazione utilizzato (SoundPLAN, sviluppato dalla tedesca Braunstein & Berndt GmbH sulla base sia di standard ISO e di altri standards di riferimento utilizzati localmente in paesi diversi. Nello specifico viene utilizzato uno standard di calcolo conforme al metodo di calcolo ufficiale della Unione Europea indicato dalla Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE) e dall'art. 2 del D.Lgs. 194/2005 (metodo NMPB – Routes 96 (SETRA – CERTU – LCPC – CSTB) peraltro citato anche nel documento "Arrêtè du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6" e nella norma francese "XPS 31-133").

Il modello contempla la suddivisione temporale secondo i periodi diurno, serale e notturno permettendo il calcolo delle mappe acustiche e dei livelli in facciata agli edifici  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  ed  $L_{night}$  e la derivazione automatica da questi del valore del descrittore acustico  $L_{den}$  secondo la formula di seguito riportata, in forma di mappa acustica o puntuale.

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left[ \frac{14}{24} \cdot (10^{L_{day}/10}) + \frac{2}{24} \cdot (10^{(L_{evening}+5)/10}) + \frac{8}{24} \cdot (10^{(L_{night}+10)/10}) \right] \text{ dB (A)}$$

Il modello previsionale è stato predisposto sulla base dei seguenti principali dati ed elementi:

- ove disponibile, aerofotogrammetria fornita dai singoli comuni relativa al territorio comunale, riportante la geometria, l'altezza degli edifici e l'identificazione della loro destinazione d'uso,

i tracciati stradali, la morfologia del terreno definita mediante punti altimetrici (in assenza gli elementi inseriti nel modello sono stati digitalizzati a partire dalla Carta Tecnica Regionale, le altezze degli edifici sono state ricavate dalla consultazione di fotografie satellitari e le informazioni relative alle destinazioni d'uso degli edifici ed alla classificazione territoriale sono state ricavate dei P.G.T. comunali);

- ove disponibile, strisciata aerofotogrammetrica del tracciato stradale per un corridoio di 100 m a destra e sinistra dell'asse stradale, con dettaglio altimetrico mediante linee quotate della sede stradale, delle intersezioni a livelli sfalsati, della presenza di tratti in trincea o rilevato (circa il 30 % delle strade);
- identificazione e collocazione spaziale dei ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo);
- flussi del traffico veicolare medio divisi nel periodo diurno, serale e notturno, diversificati in mezzi pesanti e leggeri e relativa velocità media di percorrenza, ricavati dai dati rilevati, relativi al periodo 2016, forniti direttamente dalle Amministrazioni Comunali coinvolte o desunti dai Piani Provinciali del traffico, oltre che dai rilievi eseguiti, e da dati derivanti da simulazioni previsionali condotte.

Per la tratta di infrastruttura stradale di competenza della singola amministrazione è stato impostato il valore medio del traffico - espresso come n. di veicoli/ora -, valutato sul periodo temporale di un anno, diviso in periodo diurno, serale e notturno diversificato in mezzi pesanti e leggeri e relativa velocità di percorrenza in base ai dati di input sopra indicati.

Per quanto concerne la stima della velocità di percorrenza le velocità medie per categoria di veicoli per ciascun periodo di riferimento sono state definite con valori medi caratteristici alla luce anche dei risultati puntuali forniti dai rilievi di traffico.

Caratterizzata l'entità e la composizione del traffico il modello, opportunamente tarato e calibrato sulle base delle rilevazioni sperimentali di traffico e rumore condotte in corrispondenza di un numero di sezioni di misura congruo e rappresentativo della tratta di interesse, ha permesso le seguenti elaborazioni:

- calcolo dei livelli di rumore secondo i descrittori acustici  $L_{den}$  ed  $L_{night}$  ad una altezza di riferimento costante rispetto alla quota del terreno;
- calcolo in forma puntuale del livello massimo in facciata sui singoli ricettori residenziali e sui ricettori sensibili.

## 5.2 Parametri impostati

L'area di indagine è stata estesa ai lati della infrastruttura stradale oggetto di studio fino al raggiungimento del valore  $L_{den}$  55 dB(A). Per la determinazione dei livelli  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$  ed  $L_{den}$  in facciata degli edifici il modello è stato impostato con l'esclusione della componente riflessa della facciata retrostante.

Il livello di pressione sonora calcolato è funzione dell'entità e composizione del traffico dell'infrastruttura stradale oggetto di studio nei periodi di riferimento diurno, serale e notturno e tiene conto dell'attenuazione della potenza acustica causata da fenomeni quali:

- Divergenza geometrica
- Assorbimento atmosferico
- Effetto del terreno
- Diffrazione da ostacoli
- Riflessioni da ostacoli artificiali

La morfologia del terreno è stata ricreata costruendo un modello digitale tridimensionale del terreno a partire dalle informazioni dei punti quota presenti nei rilievi aerofotogrammetrici comunali (o sulla CTR in assenza di aerofotogrammetria).

Il coefficiente di assorbimento del terreno è stato impostato con un valore medio di 0,5 per le zone residenziali, introducendo aree con valore pari a 1 nelle zone extraurbane (campi, boschi, parchi) senza presenza di edifici. Gli edifici sono stati modellati come elementi completamente riflettenti, con coefficiente di riflessione pari a 1.

Come dati di temperatura ed umidità sono stati utilizzati valori medi considerati per l'area oggetto di studio.

Il calcolo è stato impostato con i seguenti principali parametri:

- Quota sul livello del terreno del grigliato di calcolo 4m
- Semiampiezza del corridoio di analisi tale da raggiungere  $L_{den}$  55 dB(A)
- Numero di riflessioni 1
- Temperatura dell'aria 15°C
- Umidità relativa dell'aria 60%
- Pressione atmosferica 101,325 kpa

Parametri specifici calcolo mappe acustiche:

- Passo del reticolo di calcolo lungo la coordinata x 30 m
- Passo del reticolo di calcolo lungo la coordinata y 30 m

Parametri specifici calcolo in facciata edifici:

- Distanza punto ricevitore dalla facciata 2 m
- Campo libero a ridosso della facciata (esclusione riflessione diretta) 2.5 m

- Lunghezza minima facciata per il posizionamento di un punto ricevitore al centro della stessa 4 m
- Lunghezza minima facciata per il posizionamento di un secondo punto ricevitore sulla stessa 20 m

Mediante il calcolo in facciata ad ogni edificio e quindi alla popolazione in esso contenuta sono stati assegnati i livelli  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$  ed  $L_{den}$ . L'assegnazione del valore è stata effettuata valutando il punto di massima esposizione stimato dal modello secondo il descrittore  $L_{den}$ .

Sulla base del dato medio comunale ISTAT "mq per residente", della volumetria degli edifici residenziali desunta dalle informazioni cartografiche disponibili e dei risultati delle simulazioni acustiche, sono stati calcolati per ogni sezione dell'infrastruttura oggetto di studio:

- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{den}$  in dB(A) a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75
- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{night}$  in dB(A) a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70
- la superficie totale, in km<sup>2</sup>, il numero totale stimato di abitazioni, arrotondato al centinaio, e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, esposte a livelli di  $L_{den}$  rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB(A)

La popolazione assegnata a ciascun edificio residenziale è stata calcolata a partire dai seguenti dati:

- dato medio comunale ISTAT "mq per residente"
- area di base dell'edificio (da aerofotogrammetrico comunale o C.T.R.)
- altezza di gronda dell'edificio (da aerofotogrammetrico comunale, da informazioni medie fornite dai singoli comuni, da foto satellitari, foto stroboscopiche)
- altezza media piano (considerato un valore medio di 3 m) mediante la formula:

$$\text{Popolazione edificio} = \text{Area base edificio} \times \text{Altezza edificio} / 3 / \text{mq residente}$$

Il numero di persone ed il numero di abitazioni esposte è stato calcolato come somma della popolazione e del numero di abitazioni il cui livello massimo di esposizione, in base ai risultati del calcolo in facciata, sia compreso negli intervalli di livello  $L_{den}$  ed  $L_{night}$  richiesti dalla normativa.

La superficie totale esposta in km<sup>2</sup> è stata calcolata come somma delle aree delle celle elementari della griglia di simulazione il cui livello, in base ai risultati del calcolo della mappa acustica, superi i livelli  $L_{den}$  richiesti dalla normativa.

Per la stima delle aree, degli edifici e della popolazione esposta, secondo le classi richieste dalla normativa, i valori dei livelli sonori calcolati dal modello sono stati arrotondati all'intero. I valori dei livelli sonori sono stati raggruppati nelle classi richieste dalla normativa secondo la seguente approssimazione:

Descrittore acustico $L_{den}$	
Classe 55-59 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $54,5 \leq L_{den} < 59,5$
Classe 60-64 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $59,5 \leq L_{den} < 64,5$
Classe 65-69 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $64,5 \leq L_{den} < 69,5$
Classe 70-74 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $69,5 \leq L_{den} < 74,5$
Classe > 75 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $L_{den} \geq 74,5$

Descrittore acustico $L_{night}$	
Classe 50-54 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $49,5 \leq L_{night} < 54,5$
Classe 55-59 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $54,5 \leq L_{night} < 59,5$
Classe 60-64 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $59,5 \leq L_{night} < 64,5$
Classe 65-69 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $64,5 \leq L_{night} < 69,5$
Classe > 70 dB(A)	Valori compresi nell'intervallo $L_{night} \geq 69,5$

## 6. RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

Vengono di seguito presentati i risultati ottenuti attraverso la mappatura acustica condotta integrando le risultanze di un complesso modello di calcolo con dati sperimentali rilevati in sito sia relativamente ai livelli acustici presenti in posizioni note, sia relativamente ai volumi di traffico in transito per le diverse tipologie.

I risultati vengono espressi in forma tabellare e sintetizzano i valori relativi diversi parametri di interesse richiesti nell'ambito del processo di mappatura acustica.

$L_{den}$ - Indicatore popolazione esposta a rumore – periodo DEN				
Classe acustica dB(A)	Numero persone	Numero persone (arrotondato al centinaio)	Numero edifici	Numero edifici (arrotondato al centinaio)
Classe 55-59 dB(A)	664	700	96	100
Classe 60-64 dB(A)	690	700	122	100
Classe 65-69 dB(A)	785	800	186	200
Classe 70-74 dB(A)	284	300	48	0
Classe > 75 dB(A)	0	0	0	0

**L<sub>night</sub> - Indicatore popolazione esposta a rumore – periodo NIGHT**

Classe acustica dB(A)	Numero persone	Numero persone (arrotondato al centinaio)	Numero edifici	Numero edifici (arrotondato al centinaio)
Classe 50-54 dB(A)	652	700	94	100
Classe 55-59 dB(A)	674	700	119	100
Classe 60-64 dB(A)	792	800	188	200
Classe 65-69 dB(A)	258	300	42	0
Classe > 70 dB(A)	0	0	0	0

L <sub>den</sub> [dB(A)]	Area [km <sup>2</sup> ]	Numero persone (arrotondato al centinaio)	Numero edifici (arrotondato al centinaio)
> 55dB(A)	1,02	2500	400
> 65dB(A)	0,36	1100	200
> 75dB(A)	0	0	0

*Dott. Ing. Paolo Panzeri*

*Tecnico Competente  
in Acustica Ambientale*

