

**committente:** Amministrazione comunale di Bonate Sotto

piazza Duca D'Aosta, 1

24040 BONATE SOTTO (BG)

ZONIZZAZIONE ACUSTICA  
DEL TERRITORIO COMUNALE  
relazione tecnica

---

**redatto da:** ing. Paolo GIANOLA

iscrizione all'albo degli ingegneri di BERGAMO n. 1909  
tecnico competente in acustica ambientale DPGR n. 1573 del 14/04/98

**collaborazioni:** arch. Raffaella MANENTI

**data:** aprile 2005

**pagine del documento:** 32

## INDICE DEI CONTENUTI

1.	OGGETTO .....	3
2.	OBIETTIVI DELLA ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO .....	3
3.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	3
4.	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....	4
4.1	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991 .....	4
4.1.1	Criterio differenziale .....	4
4.1.2	Criterio assoluto .....	4
4.2	Legge Quadro 26 agosto 1995, n° 447 .....	5
4.2.1	Funzioni di pianificazione .....	5
4.2.2	Funzioni di programmazione .....	5
4.2.3	Funzioni di regolamentazione .....	5
4.2.4	Funzioni autorizzative, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo .....	5
4.3	Decreto Ministeriale 11 dicembre 1996 .....	5
4.4	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 .....	6
4.4.1	Valori limite di emissione .....	6
4.4.2	Valori limite di immissione .....	6
4.4.3	Valori limite differenziali di immissione .....	7
4.4.4	Valori di attenzione .....	7
4.4.5	Valori di qualità .....	7
4.5	Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142 .....	8
4.6	Circolare del Ministero dell'Ambiente 6 settembre 2004 .....	9
5.	COMPETENZE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE .....	10
6.	LE PRINCIPALI SORGENTI SONORE .....	11
6.1	Infrastrutture stradali .....	11
6.2	Aree produttive .....	11
7.	LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO COMUNALE .....	12
7.1	Classe I – aree particolarmente protette .....	13
7.2	Classe II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale .....	13
7.2.1	Edifici scolastici (S) .....	13
7.2.2	Aree prevalentemente residenziali .....	13
7.3	Classe III – aree di tipo misto .....	13
7.3.1	Aree agricole e aree residenziali rurali .....	13
7.3.2	Impianti sportivi e ricreativi .....	14
7.3.3	Altre aree residenziali .....	14
7.4	Classe IV – aree di intensa attività umana .....	14
7.4.1	Viabilità principale .....	14
7.4.2	Zone di transizione delle aree produttive .....	14
7.4.3	Zone a vocazione commerciale e produttiva .....	14
7.5	Classe V – aree prevalentemente industriali .....	14
7.6	Classe VI – aree esclusivamente industriali .....	14
7.7	Aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo .....	15
8.	RICHIAMI DI ACUSTICA TEORICA .....	16
8.1	Principi di fisica acustica .....	16
8.2	Il livello equivalente continuo .....	17
8.3	Analisi statistica dei livelli sonori .....	17
8.4	I rumori ripetitivi dovuti a singoli eventi .....	17
8.5	Generalità sulla fonometria .....	18
9.	RILIEVI FONOMETRICI SUL TERRITORIO COMUNALE .....	19
9.1	Strumentazione adottata .....	19
9.2	Modalità di impostazione della strumentazione di misura .....	19
9.3	Principali risultati dei rilievi .....	19
10.	ITER AMMINISTRATIVO DI APPROVAZIONE DELLA ZONIZZAZIONE ACUSTICA .....	21
11.	ALLEGATI .....	22
11.1	Comparti territoriali identificati come "Aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo" .....	22
11.2	Rapporti completi dei rilievi fonometrici .....	23

## 1. OGGETTO

Nella presente relazione vengono illustrati i criteri con cui è stata effettuata la zonizzazione acustica del territorio comunale di BONATE SOTTO in provincia di Bergamo.

## 2. OBIETTIVI DELLA ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

La predisposizione della zonizzazione acustica consiste nell'effettuare la classificazione del territorio comunale secondo quanto previsto dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge 26 ottobre 1996, n. 447, ovvero la suddivisione del territorio in zone a rumorosità omogenea, a cui si assegnano i **valori limite assoluti di emissione, di immissione, di attenzione e di qualità** indicati nel DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

In tal modo l'Amministrazione compie il primo importante passo verso la pianificazione acustica del territorio; la zonizzazione rappresenta infatti il riferimento principale ai fine di perseguire la **prevenzione** del fonoinquinamento e il **risanamento** di quelle situazioni ritenute inaccettabili allo scopo di **tutelare la salute pubblica**.

L'attuazione della zonizzazione acustica consente inoltre la **pianificazione del futuro sviluppo del territorio** nel rispetto delle esigenze sonore, introducendo il fattore **rumore** tra i parametri di progetto dell'uso del territorio.

La zonizzazione acustica del territorio deve essere interpretata alla stregua di uno **strumento urbanistico di settore** la cui funzione è quella di fornire gli elementi necessari per valutare le scelte di gestione e di sviluppo del territorio sul piano del rumore, e precisamente:

1. consentire la definizione di vincoli ed obblighi per l'adeguamento delle situazioni esistenti;
2. autorizzare l'attività di nuove iniziative ed impianti;
3. valutare e fronteggiare i problemi di inquinamento derivanti dalle sorgenti mobili.

La suddivisione del territorio in zone a rumorosità omogenea permette di procedere ad un controllo efficace della rumorosità ambientale. Infatti, il confronto tra la zonizzazione acustica e le indagini del fonoinquinamento permetterà di individuare quali sono le aree da salvaguardare, quali presentano livelli di rumore accettabili, quali sono inquinate, dove può essere permesso lo sviluppo di attività rumorose e dove è necessario prevenire interventi di risanamento ambientale.

La zonizzazione acustica costruita su di una solida base conoscitiva della realtà locale ed in armonia con le scelte di gestione del territorio, costituisce lo strumento di riferimento e di partenza per elaborare, prevedere, controllare e gestire la tutela ed il risanamento acustico del territorio.

L'approvazione di questo strumento urbanistico rende di fatto applicabili le attività strettamente connesse al controllo del rumore sul territorio comunale, tra cui le previsioni di impatto acustico e quelle di clima acustico, sancite dall'articolo 8 delle Legge 447/95 e regolamentate dalla Legge Regionale 13/2002 con i relativi decreti attuativi, come specificato al paragrafo 5.

## 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le normative che attualmente regolamentano la materia e che hanno orientato la stesura della zonizzazione acustica sono:

- **Legge 26 ottobre 1995, n. 447**  
*Legge quadro sull'inquinamento acustico*
- **DPCM 14 novembre 1997**  
*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*
- **Legge Regionale 10 agosto 2001, n. 13**  
*Norme in materia di inquinamento acustico*
- **DGR n. VII/9776 del 12 luglio 2002**  
*Criteri tecnici per la predisposizione della classificazione acustica del territorio comunale*
- **Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142**  
*Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447*

## 4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nel paragrafi successivi sono richiamati i provvedimenti legislativi di riferimento destinati ad affrontare il problema dell'inquinamento acustico all'interno ed all'esterno degli ambienti abitativi.

### 4.1 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991

Il DPCM 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" si propone di stabilire "...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".

I limiti ammissibili in ambiente esterno vengono stabiliti sulla base del piano di Zonizzazione Acustica redatto dai Comuni che, sulla base di indicatori di natura urbanistica (densità di popolazione, presenza di attività produttive, presenza di infrastrutture di trasporto...) suddividono il proprio territorio in zone diversamente "sensibili".

A queste zone, caratterizzate in termini descrittivi nella Tabella 1 del DPCM, sono associati dei livelli limite di rumore diurno e notturno, espressi in termini di livello equivalente continuo misurato con curva di ponderazione A, corretto per tenere conto della eventuale presenza di componenti impulsive o componenti tonali. Tale valore è definito «livello di rumore ambientale corretto», mentre il livello di fondo, misurato in assenza della specifica sorgente, è detto «livello di rumore residuo». L'accettabilità del rumore si basa sul rispetto di due criteri: il criterio differenziale e quello assoluto.

#### 4.1.1 Criterio differenziale

Il criterio differenziale fa riferimento agli ambienti abitativi interni, per il quale la differenza tra livello di rumore ambientale corretto e livello di rumore residuo non deve superare 5 dB(A) nel periodo diurno (ore 06-22) e 3 dB(A) nel periodo notturno (ore 22-06).

Le misure devono essere effettuate all'interno del locale disturbato a finestre aperte. Il rumore ambientale non deve comunque superare i valori di 60 dB(A) nel periodo diurno e 45 dB(A) nel periodo notturno. Il rumore ambientale è sempre accettabile se, a finestre chiuse, non si superano i valori di 40 dB(A) di giorno e 30 dB(A) di notte.

#### 4.1.2 Criterio assoluto

E' riferito agli ambienti esterni, per il quale è necessario verificare che il livello di rumore ambientale corretto non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria, con modalità diverse a seconda che i comuni siano dotati di solo Piano Regolatore Comunale (Tabella 1) o che abbiano già adottato la Zonizzazione Acustica (Tabella 2).

DESTINAZIONE TERRITORIALE	Periodo Diurno	Periodo Notturno
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona Urbanistica A	65	55
Zona Urbanistica B	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

**Tabella 1 - Comuni dotati di PRG**

CLASSE TERRITORIALE	DESCRIZIONE	Periodo Diurno	Periodo Notturno
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
III	Aree di tipo miste	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

**Tabella 2 – Comuni dotati di zonizzazione acustica**

## 4.2 Legge Quadro 26 agosto 1995, n° 447

La Legge n° 447 del 26.10.1995 "*Legge Quadro sull'inquinamento acustico*", è una legge di principi e demanda perciò a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche.

L'aspetto innovativo della Legge Quadro, rispetto al DPCM 1 marzo 1991, è l'introduzione all'art. 2, accanto ai valori limite, dei valori di attenzione e dei valori di qualità.

Nell'art. 4 si indica che i comuni "procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'art. 2, comma 1, lettera h"; vale a dire: si procede alla Zonizzazione Acustica per individuare i livelli di rumore "da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge", valori determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo del giorno e della destinazione d'uso della zona da proteggere (art. 2, comma 2).

La Legge stabilisce inoltre che le Regioni, entro un anno dalla entrata in vigore, devono definire i criteri di Zonizzazione Acustica del territorio comunale.

### 4.2.1 Funzioni di pianificazione

I Comuni che presentano rilevante interesse paesaggistico o turistico hanno la facoltà di assumere valori limite di emissione ed immissione, nonché valori di attenzione e di qualità, inferiori a quelli stabiliti dalle disposizioni ministeriali, nel rispetto delle modalità e dei criteri stabiliti dalla legge regionale. Come già precedentemente citato deve essere svolta la revisione ai fini del coordinamento con la classificazione acustica operata degli strumenti urbanistici e degli strumenti di pianificazione del traffico.

### 4.2.2 Funzioni di programmazione

Obbligo di adozione del piano di risanamento acustico nel rispetto delle procedure e degli eventuali criteri stabiliti dalle leggi regionali nei casi di superamento dei valori di attenzione o di contatto tra aree caratterizzate da livelli di rumorosità eccedenti i 5 dB(A) di livello equivalente continuo.

### 4.2.3 Funzioni di regolamentazione

I Comuni sono tenuti ad adeguare i regolamenti locali di igiene e di polizia municipale con l'introduzione di norme contro l'inquinamento acustico, con specifico riferimento all'abbattimento delle emissioni di rumore derivanti dalla circolazione dei veicoli e dalle sorgenti fisse e all'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'impatto acustico.

### 4.2.4 Funzioni autorizzative, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo

In sede di istruttoria delle istanze di concessione edilizia relative a impianti e infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive o ricreative, per servizi commerciali polifunzionali, nonché all'atto del rilascio dei conseguenti provvedimenti abilitativi all'uso degli immobili e delle licenze o autorizzazioni all'esercizio delle attività, il Comune è tenuto alla verifica del rispetto della normativa per la tutela dell'inquinamento acustico considerando la Zonizzazione Acustica comunale.

I Comuni sono inoltre tenuti a richiedere e valutare la documentazione di impatto acustico relativamente all'elenco di opere indicate dalla Legge Quadro (aeroporti, strade...) e predisporre o valutare la documentazione previsionale del clima acustico delle aree interessate dalla realizzazione di interventi ad elevata sensibilità (scuole, ospedali...).

Compete infine ancora ai Comuni il rilascio delle autorizzazioni per lo svolgimento di attività temporanee, manifestazioni, spettacoli, l'emissione di ordinanze in relazione ad esigenze eccezionali di tutela della salute pubblica e dell'ambiente, l'erogazione di sanzioni amministrative per violazione delle disposizioni dettate localmente in materia di tutela dall'inquinamento acustico.

Ai Comuni compete il controllo del rumore generato dal traffico e dalle sorgenti fisse, dall'uso di macchine rumorose e da attività all'aperto, oltre al controllo di conformità alle vigenti disposizioni delle documentazioni di valutazione dell'impatto acustico e di previsione del clima acustico relativamente agli interventi per i quali ne è prescritta la presentazione.

## 4.3 Decreto Ministeriale 11 dicembre 1996

Il Decreto 11.12.96, "*Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo*", prevede che gli impianti a ciclo produttivo continuo, ubicati in zone diverse da quelle esclusivamente industriali o la cui attività dispiega i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali, siano soggetti alle disposizioni di cui all'art. 2, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 1.03.91 (criterio differenziale) quando non siano rispettati i valori assoluti di immissione.

Per ciclo produttivo continuo si intende (art. 2):

- “quello di cui non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni all'impianto stesso, pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto o per necessità di continuità finalizzata a garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale”;
- “quello il cui esercizio è regolato da contratti collettivi nazionali di lavoro o da norme di legge, sulle ventiquattro ore per cicli settimanali, fatte salve le esigenze di manutenzione”.

Per gli impianti a ciclo produttivo continuo, realizzati dopo l'entrata in vigore del Decreto 11.12.96, il rispetto del criterio differenziale è condizione necessaria per il rilascio della relativa concessione.

Per gli impianti a ciclo produttivo continuo esistenti, i piani di risanamento, redatti unitamente a quelli delle altre sorgenti in modo proporzionale al rispettivo contributo in termini di energia sonora, sono finalizzati anche al rispetto dei valori limite differenziali.

#### 4.4 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997

Il DPCM 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1 marzo 1991 e dalla successiva Legge Quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissioni, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea.

Il decreto determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione e di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella Tabella A dello stesso decreto e che corrispondono sostanzialmente alle classi previste dal DPCM 1 marzo 1991.

##### 4.4.1 Valori limite di emissione

I valori limite di emissione, intesi come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa, come da art. 2, comma 1, lettera e) della legge 26 ottobre 1995 n° 447, sono riferiti alle sorgenti fisse e alle sorgenti mobili.

I valori limite di emissione del rumore delle sorgenti sonore mobili e dei singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono regolamentati dalle norme di omologazione e certificazione delle stesse.

I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse, riportate nel seguito in tabella 3, si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti e sono quelli indicati nella Tabella B dello stesso decreto, fino all'emanazione della specifica norma UNI.

CLASSE TERRITORIALE	DESCRIZIONE	Periodo Diurno	Periodo Notturno
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50	40
III	Aree di tipo miste	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 3 - valori limite di emissione

##### 4.4.2 Valori limite di immissione

I valori limite di immissione, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti, sono quelli indicati nella Tabella C dal decreto e corrispondono a quelli individuati nel DPCM 1 marzo 1991 (Tabella 4):

CLASSE TERRITORIALE	DESCRIZIONE	Periodo Diurno	Periodo Notturno
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
III	Aree di tipo miste	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 4 - valori limite di immissione

Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'art. 11, comma 1, legge 447/95, i suddetti limiti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All'esterno di dette fasce, tali sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

#### 4.4.3 Valori limite differenziali di immissione

Per valore limite differenziali di immissione si intende la differenza algebrica tra il rumore ambientale (misurato con la specifica sorgente sonora in funzione) ed il rumore residuo (misurato con la specifica sorgente sonora spenta); le verifiche sono da eseguire all'interno degli ambienti abitativi, nella condizione più penalizzante tra finestre aperte e finestre chiuse.

I valori limite differenziali di immissione sono 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB(A) per il periodo notturno.

Il criterio non è applicabile nei seguenti casi:

- alle aree classificate nella classe VI (esclusivamente industriale) della tabella A allegata al decreto;
- se il rumore misurato a finestre aperte è minore di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno e se il rumore misurato a finestre chiuse è minore di 35 dB(A) nel periodo diurno e di 25 dB(A) nel periodo notturno.

Le disposizioni relative ai valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali, professionali, da servizi ed impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

#### 4.4.4 Valori di attenzione

I valori sono espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti a lungo termine ( $T_L$ ):

- se riferiti ad un'ora i valori di attenzione sono quelli della Tabella C del Decreto, aumentati di 10 dB(A) per il periodo diurno e di 5 dB(A) per il periodo notturno;
- se relativi ai tempi di riferimento i valori di attenzione sono quelli della Tabella C.

Per l'adozione dei piani di risanamento (art. 7 della legge 26 ottobre 1995, n° 447) è sufficiente il superamento di uno dei due valori ai punti precedenti, ad eccezione delle aree esclusivamente industriali. I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

#### 4.4.5 Valori di qualità

I valori di qualità, intesi come i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge Quadro 447/95, sono indicati nella Tabella D del Decreto 14 novembre 1997 (Tabella 5):

CLASSE TERRITORIALE	DESCRIZIONE	Periodo Diurno	Periodo Notturno
I	Aree particolarmente protette	47	37
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	52	42
III	Aree di tipo miste	57	47
IV	Aree di intensa attività umana	62	52
V	Aree prevalentemente industriali	67	57
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

**Tabella 5 - valori limite di qualità**

#### 4.5 Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142

Il Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142 (in vigore dal 16 giugno 2004), dispone le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali.

In particolare, il Decreto fissa:

- il campo di applicazione (articolo 2);
- l'estensione in metri delle fasce di pertinenza acustica (articolo 3);
- i valori limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione (articolo 4);
- i valori limiti 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 evidenzii 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).

La fascia di pertinenza acustica, espressa in metri, è una striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale; al di fuori delle fasce di pertinenza, i limiti da rispettare sono quelli della tabella C del decreto del DPCM 14 novembre 1997.

La seguente tabella riporta i valori limite di immissione per le infrastrutture di nuova realizzazione:

Tipo di strada secondo il codice della strada	Sottotipi a fini acustici (DM 6-11-2001)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Periodo Diurno (06:00-22:00)	Periodo Notturno (22:00-06:00)	Periodo Diurno (06:00-22:00)	Periodo Notturno (22:00-06:00)
A autostrada	-	250	50.0	40.0	65.0	55.0
B extraurbana principale	-	250	50.0	40.0	65.0	55.0
C extraurbana secondaria	C1	250	50.0	40.0	65.0	55.0
	C2	150	50.0	40.0	65.0	55.0
D urbana di scorrimento	-	100	50.0	40.0	65.0	55.0
E urbana di quartiere	-	30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in Tabella C allegata al DPCM 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla Zonizzazione Acustica delle aree urbane, come previsto dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F locale	-	30				

**Tabella 6 – limiti di immissione di strade di nuova realizzazione**

(\*) per le scuole vale solo il limite diurno



La seguente tabella riporta invece i valori limite di immissione per le infrastrutture esistenti e assimilabili:

Tipo di strada secondo il codice della strada	Sottotipi a fini acustici (norme CNR e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Periodo Diurno (06:00-22:00)	Periodo Notturno (22:00-06:00)	Periodo Diurno (06:00-22:00)	Periodo Notturno (22:00-06:00)
A autostrada	-	100 - fascia A	50.0	40.0	70.0	60.0
		150 - fascia B			65.0	55.0
B extraurbana principale	-	100 - fascia A	50.0	40.0	70.0	60.0
		150 - fascia B			65.0	55.0
C extraurbana secondaria	Ca	100 - fascia A	50.0	40.0	70.0	60.0
		150 - fascia B			65.0	55.0
	Cb	100 - fascia A	50.0	40.0	70.0	60.0
		50 - fascia B			65.0	55.0
D urbana di scorrimento	Da	100	50.0	40.0	70.0	60.0
	Db	100	50.0	40.0	65.0	55.0
E urbana di quartiere	-	30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in Tabella C allegata al DPCM 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla Zonizzazione Acustica delle aree urbane, come previsto dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F locale	-	30				

**Tabella 7– limiti di immissione di strade esistenti e assimilabili**

(\*) per le scuole vale solo il limite diurno

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 evidenzia l'opportunità di procedere con interventi diretti sui Ricettori – devono essere assicurati all'interno degli ambienti abitativi i seguenti limiti:

- **ospedali, case di cura e case di riposo:** 35 dB(A) notturno;
- **tutti gli altri ricettori:** 40 dB(A) diurno;
- **scuole:** 45 dB(A) diurno.

Tali valori devono essere misurati al centro della stanza, a finestre chiuse, con microfono posto all'altezza di 1.50 m dal pavimento.

#### 4.6 Circolare del Ministero dell'Ambiente 6 settembre 2004

La Circolare del Ministero dell'Ambiente 6 settembre 2004 precisa l'interpretazione dei criteri di applicabilità del criterio differenziale e dei relativi valori limite.

Tra le altre cose, esso in particolare chiarisce:

- l'applicabilità del criterio in regime transitorio, ovvero in assenza di Zonizzazione Acustica del territorio comunale;
- le condizioni di esclusione dal campo di applicazione del criterio;
- quali siano le modalità di applicazione del criterio per gli impianti a ciclo produttivo continuo.

## 5. COMPETENZE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE

Le competenze dell'Amministrazione Comunale in materia di controllo e dei livelli di inquinamento acustico sono indicate all'articolo 6 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Esse sono attuate con le modalità prescritte dalla Legge Regionale 10 agosto 2001, n. 13 e relativi decreti attuativi, in particolare il **Decreto di Giunta Regionale 8 marzo 2002, n. 7/8313** *“Modalità e criteri di redazione della documentazione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico”*.

Oltre alla classificazione del territorio comunale in zone a rumorosità omogenea prevista dalla presente relazione, risultano di pertinenza dell'Amministrazione comunale:

1. il **coordinamento tra la classificazione acustica e gli strumenti urbanistici già adottati**, anche con l'eventuale adozione, ove necessario, di piani di risanamento acustico idonei a realizzare le condizioni previste per le destinazioni di zone vigenti (articolo 4, comma 1, Legge Regionale 10 agosto 2001, n.13);
2. assicurare la **coerenza di eventuali varianti del Piano Regolatore Generale o di Piani Attuativi con la classificazione acustica** in vigore (articolo 4, comma 2, Legge Regionale 10 agosto 2001, n.13);
3. l'**adozione dei piani di risanamento** (articolo 11 della legge regionale del 10 agosto 2001 n.13) qualora siano superati i **valori limite di attenzione** indicati all'articolo 6 del DPCM 14 novembre 1997;
4. il **controllo del rispetto delle normative che tutelano dall'inquinamento acustico** relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive e ricreative ed a postazioni di servizi commerciali polifunzionali (art. 8, comma 2, legge 26/10/1995, n. 447); il controllo deve avvenire mediante la richiesta della **valutazione di impatto acustico**, da effettuare in accordo a quanto stabilito dal **DGR 8 marzo 2002 N. 7/8313** *“Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico”*; tale valutazione deve essere resa preventivamente all'atto del rilascio delle concessioni edilizie e delle licenze di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;
5. all'atto del rilascio delle concessioni edilizie, il **controllo del rispetto delle normative che tutelano il clima acustico** relative a scuole e asili nido, ospedali, case di cura e di riposo, parchi pubblici urbani ed extraurbani, nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere di cui soggette a valutazione di impatto acustico (art. 8, comma 3, legge 26/10/1995, n. 447); le **valutazioni di clima acustico**, sono da effettuare in accordo a quanto stabilito dal **DGR 8 marzo 2002 N. 7/8313** *“Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico”*;
6. l'**adozione di regolamenti** per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico;
7. il rilascio di autorizzazione per lo svolgimento di **attività temporanee** (articolo 6 comma 1, lettera h della legge 447/1995), attenendosi alle modalità indicate all'articolo 8 della legge regionale n.13 del 10/8/2001;
8. la richiesta, in sede di rilascio di concessione edilizia, della **verifica di progetto dei requisiti acustici degli edifici e delle sorgenti sonore interne** (articolo 7 della legge regionale n. 13 del 10/8/2001);
9. la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli;
10. il controllo del rispetto dei **valori limite di emissione** (art. 2, DPCM 14 novembre 1997);
11. il controllo del rispetto dei **valori limite assoluti e differenziali di immissione** (art. 3 e 4, DPCM 14 novembre 1997);
12. l'adozione dei piani di risanamento che permettano di perseguire gli obiettivi di tutela, quantificati nel raggiungimento dei **valori di qualità** (art. 8, DPCM 14 novembre 1997).

## 6. LE PRINCIPALI SORGENTI SONORE

Nei paragrafi seguenti sono indicate le principali sorgenti sonore presenti sul territorio comunale, individuate a seguito delle indagini territoriali dirette e dell'analisi del Piano Regolatore Generale.

### 6.1 Infrastrutture stradali

Il rumore prodotto dal traffico stradale è regolamentato dal DPR 30 marzo 2004, n. 142.

Esso individua ai lati delle infrastrutture delle fasce di pertinenza di varie ampiezze, all'interno delle quali l'infrastruttura non è soggetta ai limiti derivanti dalla Classificazione Acustica comunale, ma solo a quelli stabiliti dal decreto.

Le fasce di pertinenza sono stabilite sulla base della classificazione dell'infrastruttura, secondo il Codice della Strada (cfr. paragrafo 4.5).

All'interno delle suddette fasce, i limiti di rumore associati al traffico veicolare sono quelli indicati nella tabella 2 dell'allegato 1 del DPR 30 marzo 2004, n. 142.

Al loro esterno, anche il traffico stradale concorre ai limiti di zona della Zonizzazione Acustica.

Ai fini della Zonizzazione Acustica del territorio, le aree a ridosso delle infrastrutture stradali sono state classificate sulla base di quanto indicato nel Decreto di Giunta Regionale n. VII/ 9776 del 2 luglio 2002, ovvero:

#### **Strade ad intenso traffico veicolare o di grande comunicazione in classe IV**

- strada provinciale n. 155 XXV Aprile, sino al confine con il comune di Madone (a Sud) e il comune di Bonate Sopra (a Nord);
- asse interurbano.

#### **Strade con traffico di attraversamento in classe III**

- la via Vittorio Veneto

#### **Strade con traffico locale**

- tutte le strade urbane di quartiere, alle quali è stata assegnata la classificazione di pertinenza dell'area di appartenenza

La larghezza delle suddette zone filari è stata fissata sulla base dell'andamento plani altimetrico del territorio, della presenza di file di fabbricati più o meno continui e dai vincoli di natura urbanistica delle aree adiacenti.

### 6.2 Aree produttive

Il Piano Regolatore Generale prevede dei comparti territoriali destinati ad attività produttive (industriali e/o artigianali), ovvero:

- l'insediamento produttivo situata lungo la via I Maggio, a ridosso della via Garibaldi (classe V);
- l'area industriali posta lungo la S.p. n. 155 – XXV Aprile (classe V);
- le area industriali poste lungo la S.p. n. 155 – XXV Aprile e confinanti con il comune di Bonate Sopra (classe IV);
- l'area industriale situata nell'isolato delimitato dalla via Vittorio Veneto, dalla S. P. n. 155 e dal confine con il comune di Bonate Sopra (classe IV);
- l'area industriale, a sud, a ridosso della via Vittorio Veneto (classe IV);
- l'area industriale posta a ridosso del confine con il comune di Filago (classe IV).

## 7. LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO COMUNALE

La classificazione acustica del territorio comunale di BONATE SOTTO è stata effettuata sulla base del **Piano Regolatore Generale approvato dalla Giunta Regionale con delibera N. 6/41736 del 26 febbraio 1999**.

L'individuazione delle aree nel territorio è stata effettuata applicando le definizioni delle classi previste dalla tabella A del DPCM 14 novembre 1997, e nel seguito riportata:

CLASSE	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO COMUNALE
I	<b>aree particolarmente protette:</b> 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 e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
II	<b>aree destinate ad uso prevalentemente residenziale:</b> 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.
III	<b>aree di tipo misto:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico 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 impegnano macchine operatrici.
IV	<b>aree di intensa attività umana:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con 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.
V	<b>aree prevalentemente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	<b>aree esclusivamente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali prive di insediamenti abitativi.

Per ciascuna delle suddette classi sono previsti vari valori limite di rumore, applicabili nel periodo diurno (06:00-22:00) oppure nel periodo notturno (22:00-06:00).

Nel seguente prospetto si riportano i limiti di rumore prescritti dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, espressi in termini di livello equivalente in dB(A), già introdotti e descritti al paragrafo 4:

CLASSE ACUSTICA	EMISSIONE		IMMISSIONE		QUALITÀ		ATTENZIONE				DIFFERENZIALE(*)	
	diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	diurno orario	notturno orario	diurno	notturno
I	45	35	50	40	47	37	50	40	60	45	5	3
II	50	40	55	45	52	42	55	45	65	50	5	3
III	55	45	60	50	57	47	60	50	70	55	5	3
IV	60	50	65	55	62	52	65	55	75	60	5	3
V	65	55	70	60	67	57	70	60	80	65	5	3
VI	65	65	70	70	70	70	70	70	80	75	-	-

(\*) la verifica del criterio differenziale si applica con rilevamenti eseguiti all'interno degli ambienti abitativi

In accordo al *DGR n. VII/9776 del 2 luglio 2002* punto 7.13 sono state verificate le situazioni in prossimità delle linee di confine tra le zone e la congruenza con quelle dei confini limitrofi, ovvero:

- comune di Filago
- comune di Madone
- comune di Chignolo D'Isola
- comune di Bonate Sopra
- comune di Treviolo
- comune di Dalmine

## 7.1 Classe I – aree particolarmente protette

Rientrano in queste classe le aree nelle quali la quiete rappresenta l'elemento di base per la loro utilizzazione, come ad esempio le aree scolastiche, compatibilmente con il contesto urbanistico di appartenenza e/o delle aree adiacenti.

In questa classe è stato inserita il comparto territoriale di pertinenza delle scuole medie situate in via P. Faidetti.

## 7.2 Classe II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale

### 7.2.1 Edifici scolastici (S)

In accordo a quanto prescritto dai criteri tecnici predisposti dalla Regione Lombardia, alcuni edifici scolastici del comune di Bonate Sotto sono stati classificati in base al contesto in cui sono collocati, subordinando eventualmente il raggiungimento del confort acustico mediante interventi passivi sugli edifici.

In classe II sono state inserite le aree territoriali di pertinenza delle scuole elementari (via Vittorio Veneto) e della scuola materna (via Locatelli – via G. Marconi), essendo circondate da aree collocate in classe III.

### 7.2.2 Aree prevalentemente residenziali

In questa classe sono state inserite le aree con destinazione urbanistica di tipo residenziale sia esistenti che le nuove espansioni, in particolare:

- l'area situata a nord rispetto al centro storico;
- l'area posta a sud rispetto il centro storico, delimitata dalla via Roma e dalla zona a destinazione agricola.

Queste aree territoriali sono infatti caratterizzate da una modesta densità abitativa e limitata presenza di attività commerciali.

Da queste zone sono escluse le file di fabbricati a ridosso delle vie perché zone filari alle stesse, ovvero aree prospicienti le strade di attraversamento e di traffico locale ed inserite nella stessa classe di pertinenza della strada (classe III).

In questa classe sono state inserite anche le zone identificate dal PRG come:

- “aree destinate a parco pubblico del Brembo”;
- “aree private vincolate” che sono le aree situate lungo il torrente Lesina e il Dordo.

L'area nella quale è localizzata l'USSL ed il Centro Polifunzionale, delimitata dalla via Mazzini, dalla via A. Volta e dal Torrente Dordo, è stata inserita in classe II.

## 7.3 Classe III – aree di tipo misto

### 7.3.1 Aree agricole e aree residenziali rurali

Tutte le aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici agricole e che si identificano con le aree coltivate sono state inserite in classe III.

### **7.3.2 Impianti sportivi e ricreativi**

Gli impianti sportivi ubicati sul territorio comunale sono stati inseriti in classe III.

### **7.3.3 Altre aree residenziali**

In classe III sono state collocate:

- le aree residenziali a ridosso delle principali arterie viabilistiche;
- l'area delimitata dalla via V. Veneto e dalla SP n. 155, ovvero via XXV Aprile;
- il comparto territoriale definito come centro storico, come suggerito dal punto 6 del DGR n. VII/9776 del 2 luglio 2002.

## **7.4 Classe IV – aree di intensa attività umana**

### **7.4.1 Viabilità principale**

In questa classe è stata inserita:

- la strada provinciale n. 155 (via XXV Aprile) e le zone residenziali adiacenti;
- la via G. Garibaldi;
- l'asse interurbano.

### **7.4.2 Zone di transizione delle aree produttive**

In questa classe sono state inserite le porzioni territoriali a ridosso dei comparti industriali (in classe V),

In questa classe è stata inserita anche la porzione territoriale delimita dalla via Garibaldi e la via V. Veneto, destinata dal PRG ad zona residenziale di riconversione e nuovi impianti, soggetta a PL (C3).

In classe IV sono state inserite delle strisce di territorio poste a ridosso dei Comuni confinanti al fine di evitare il contatto tra aree i cui valori limiti si discostino più di 5 dB(A ).

### **7.4.3 Zone a vocazione commerciale e produttiva**

Le seguenti aree territoriali a vocazione commerciale e produttiva sono state inserite In classe IV:

- l'area situata all'inizio della via V. Veneto (posta a Sud);
- le aree situate nell'isolato delimitato dalla via V. Veneto, dalla SP n. 155 (XXV Aprile) e il comune di Bonate Sopra;
- l'area produttiva situata a sud, confinante con il comune di Filago.

## **7.5 Classe V – aree prevalentemente industriali**

Fanno parte di questa classe le aree a vocazione prevalentemente produttiva ed artigianale, ovvero:

- l'area a ridosso della SP n. 155 (XXV Aprile);
- l'insediamento produttivo posto lungo la via G. Garibaldi e confinante con il comune di Chignolo d'Isola.

## **7.6 Classe VI – aree esclusivamente industriali**

Le aree esclusivamente industriali sono caratterizzate da una spiccata specializzazione funzionale a carattere esclusivamente produttiva.

I valori limite assoluti differiscono da quelli della classe V solo relativamente al periodo di riferimento notturno; pertanto nessuna area è stata inserita in classe VI.

### 7.7 Aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo

Il Decreto di Giunta Regionale n. VII/ 9776 del 2 luglio 2002 consente di individuare le aree ove è solito organizzare, in più occasioni durante l'anno, manifestazioni, spettacoli o fiere, che per loro natura hanno significative emissioni sonore.

Per le singole attività da svolgersi in tali aree può essere concessa l'autorizzazione comunale di deroga ai valori limite per le emissioni ed immissioni sonore previste dalla Legge.

Tali aree sono tipicamente collocate nelle classi comprese tra la III e la V.

Il comune di Bonate Sotto utilizza per tali scopi i seguenti comparti territoriali, come identificato nella tavola allegata:

- l'area di pertinenza dell'oratorio;
- l'area sportiva situata lungo la via G. Garibaldi;
- l'area della scuola elementare situata in via Vittorio Veneto (utilizzata dalla stessa per attività extra-scolastiche);
- la piazza del mercato (via Trieste);
- l'area compresa tra la piazza Duca d'Aosta e Largo ai Caduti di tutte le guerre;
- l'area del Centro Socio Culturale.

## 8. RICHIAMI DI ACUSTICA TEORICA

### 8.1 Principi di fisica acustica

I fenomeni acustici sono fenomeni oscillatori che si propagano mediante onde di pressione in un mezzo elastico (gassoso, liquido o solido).

Il suono è la sensazione uditiva prodotta da una variazione della pressione dell'aria rispetto al valore di equilibrio che avrebbe in assenza della perturbazione.

Se il fenomeno sonoro è sinusoidale esso viene detto tono puro (o suono puro); come tutti i fenomeni oscillatori, la descrizione fisica della propagazione di un tono puro è caratterizzata da una certa frequenza  $f$  di propagazione, dalla velocità di propagazione  $v$  e dall'entità della suddetta variazione di pressione.

Da un punto di vista fisico, non esiste discontinuità di caratteristiche tra i suoni veri e propri, che sono le oscillazioni elastiche di frequenza compresa tra i 20 e i 20000 Hz capaci di generare nell'uomo una sensazione uditiva, e le oscillazioni la cui frequenza è più elevata o più bassa dei limiti suddetti, denominate rispettivamente *ultrasuoni* e *infrasuoni*.

Nell'aria, in condizioni ordinarie di temperatura e pressione (20 °C e 1 atm), la velocità di propagazione dell'onda di pressione è pari a circa 340 m/s.

Il valore della pressione dell'aria che provoca un effetto udibile varia da 1 fino a  $10^{12}$  volte il valore in stato di quiete.

Generalmente però i suoni emessi in natura e quelli generati artificialmente, ad esempio dagli strumenti musicali, sono costituiti da oscillazioni complesse; tuttavia in molti casi, il fenomeno sonoro conserva una periodicità temporale: i valori delle grandezze fisiche interessate, pur non variando nel tempo con una semplice legge sinusoidale, seguono ancora una legge di variazione periodica.

In tutti quei casi in cui il fenomeno è periodico, il suo studio viene facilitato dalla trasformata di Fourier, per la quale un'oscillazione periodica complessa può essere considerata come somma di una serie di oscillazioni sinusoidali semplici, le cui frequenze sono in progressione aritmetica, e cioè sono multiple intere della più bassa, detta frequenza fondamentale, che caratterizza il fenomeno periodico nel suo complesso.

Nel caso più generale, la rappresentazione completa del fenomeno complesso richiede pertanto infiniti termini sinusoidali semplici, aventi frequenze  $f_1, 2f_1, 3f_1, \dots, nf_1, \dots$ .

Si osserva tuttavia che di regola è sufficiente considerare un numero finito di tali oscillazioni componenti (armoniche), se non altro perché, da un certo ordine  $n$  in poi, la frequenza  $f_n = nf_1$  è così elevata che la corrispondente oscillazione non genera più alcuna sensazione uditiva.

La descrizione completa di un fenomeno sonoro è pertanto comunemente assicurata dai valori delle frequenze delle varie componenti sinusoidali e dalle relative ampiezze.

Solitamente, all'ampiezza di oscillazione, si sostituisce il cosiddetto *valore efficace* della pressione acustica:

$$P_n = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \Delta p_n(t) dt}$$

essendo  $T$  il periodo di osservazione del fenomeno sonoro.

Inoltre, il valore efficace della pressione acustica del fenomeno complesso è uguale alla radice quadrata della somma dei quadrati di quelli,  $P_n$ , relativi alle singole armoniche:

$$P = \sqrt{\sum_n P_n^2}$$

Poiché il valore efficace della pressione acustica può assumere valori anche molto elevati, è consuetudine valutarne l'ampiezza mediante la scala logaritmica dei decibel, facendo uso della relazione:

$$L = 20 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right)$$

essendo  $P_0$  la pressione di riferimento, pari a  $20 \mu\text{N/m}^2$ .

Quest'ultima relazione fornisce il livello di pressione acustica sopra un livello zero di riferimento corrispondente alla suddetta  $P_0$ ; tale valore di riferimento è stato scelto in modo da corrispondere al valore della soglia di normale udibilità alla frequenza di 1000 Hz.



## 8.2 Il livello equivalente continuo

La formulazione presentata al paragrafo precedente è valida integralmente soltanto per i fenomeni oscillatori periodici in regime stazionario; questa condizione è, tra l'altro, raramente realizzata nei fenomeni sonori che si incontrano nella pratica, i quali sono caratterizzati da continue e rapide variazioni nel corso del tempo.

E' stato pertanto introdotto il concetto di *livello equivalente continuo*, inteso come quel livello continuo stazionario che, in dato punto di osservazione, erogherebbe una quantità di energia sonora pari a quella effettivamente erogata dal rumore fluttuante nello stesso intervallo di tempo T:

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left( \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)/10} dt \right)$$

Adottando tale definizione per il livello equivalente continuo si ammette che gli effetti indesiderati dei rumori siano essenzialmente da correlare all'ammontare complessivo dell'energia sonora cui un soggetto risulta esposto, per cui  $L_{eq}$  viene ad assumere il significato di livello energetico medio.

## 8.3 Analisi statistica dei livelli sonori

Oltre al valore del livello equivalente continuo  $L_{eq}$  che fornisce il valore dell'energia sonora effettivamente erogata da un rumore fluttuante in un intervallo di tempo T, risulta molte volte indispensabile procedere all'analisi statistica dei livelli  $L(t)$  che si susseguono nel periodo di osservazione T e che caratterizzano il valore finale  $L_{eq}$ .

A questo scopo viene adoperato il cosiddetto *analizzatore di distribuzione statistica*, il quale consente due diversi tipi di analisi.

Con il primo di essi, l'intero campo  $\Delta L$  dei valori assunti dal livello sonoro nel tempo di osservazione T viene diviso in un numero n discreto, ma sufficientemente elevato, di fasce di uguale ampiezza  $\Delta L/n$  e si determina la frequenza statistica con la quale il livello risulta compreso in ogni singola fascia o, equivalentemente, le percentuali del tempo di osservazione nelle quali il livello risulta compreso in ciascuna fascia. Con i dati così ottenuti si può tracciare il cosiddetto istogramma della distribuzione di probabilità, nel quale il valore della frequenza statistica misurata per ciascuna fascia viene riportato in funzione del corrispondente livello medio della stessa; nei casi di rumore di tipo aleatorio, il diagramma assume una forma prossima ad una gaussiana.

Con il secondo procedimento si esegue invece un'analisi statistica cumulativa, al fine di determinare la frequenza statistica con la quale viene superato un valore assegnato del livello sonoro, e quindi la percentuale del tempo totale di osservazione nella quale detto valore viene superato. Tale tipo di analisi è quello più comunemente impiegato nella fonometria dei rumori, perché fornisce direttamente i valori dei livelli statistici percentili LN, ossia dei livelli che vengono superati per l'N% del tempo di osservazione, alcuni dei quali sono stati proposti e vengono utilizzati per la valutazione dei rumori.

In particolare, il livello L1 (superato solamente per l'1% del tempo di osservazione) può essere impiegato come un indice sufficientemente approssimato dei massimi livelli raggiunti dal rumore; il livello L95 (superato nel 95% del tempo di osservazione) viene proposto nelle attuali raccomandazioni ISO per caratterizzare la rumorosità di fondo ambientale, alla quale si sovrappone uno specifico rumore immesso da valutare; il valore L10 individua gli eventi che si manifestano durante i picchi di rumore; la differenza (L10-L90), denominata *clima di rumore*, è stata proposta quale indice della entità delle fluttuazioni che caratterizza un dato rumore; infine si è dimostrato che nel caso di rumore da traffico liberamente scorrevole il percentile L28 assume un valore pari al livello equivalente continuo con un errore inferiore ad una frazione di decibel.

Un importante utilizzo dei livelli percentili è il *Traffic Noise Index* (TNI) proposto da Griffith e Langdon per la valutazione dell'inquinamento acustico della città di Londra nel 1968; l'indice è basato sull'analisi statistica dei livelli sonori, ponderati secondo la curva A, su un periodo temporale di 24 ore ed assume la seguente formulazione:

$$TNI = 4(L10 - L90) + L90 - 30$$

Il primo termine rappresenta il *clima di rumore* e quantifica la variabilità del rumore, mentre il secondo termine rappresenta il livello del rumore di fondo; il terzo termine è una costante empirica per ottenere valori numerici più convenienti.

## 8.4 I rumori ripetitivi dovuti a singoli eventi

In alcuni casi è necessario valutare il disturbo arrecato da eventi rumorosi di durata limitata nel tempo, ma che si verificano ripetutamente nel corso di una giornata; un esempio tipico è rappresentato dal rumore prodotto da veicoli circolanti su rotaie e da velivoli in fase di decollo o atterraggio.

Il livello sonoro riferito al singolo evento è definito come il livello sonoro ponderato A che, mantenuto costante per un periodo di tempo pari a 1 secondo, è associato ad una energia totale pari a quella relativa all'evento sonoro reale; questa grandezza viene denominata *Sound Exposure Level*:

$$SEL = 10 \log_{10} \left( \int_T 10^{L(t)/10} dt \right) = L_{eq} + 10 \log(T)$$

dove  $L(t)$  è il livello sonoro istantaneo ponderato; solitamente,  $T$  individua l'intervallo di tempo durante il quale  $L(t)$  non scende più di 10 dB al di sotto del livello massimo raggiunto dall'evento.

Il SEL non costituisce di per sé un indice di valutazione, ma rappresenta una tappa per il calcolo di indici basati sull'energia media a cui risultano sottoposti i soggetti disturbati.

## 8.5 Generalità sulla fonometria

La fonometria dei rumori comprende sia i procedimenti che consentono di misurare le grandezze acustiche oggettive atte a caratterizzare il rumore, quali la pressione acustica, il relativo spettro in frequenza, l'andamento temporale, la potenza sonora erogata dalla sorgente, sia i criteri atti a fornire una valutazione degli effetti di disturbo e del rischio di danno dovuti al rumore, elaborando opportunamente i dati delle determinazioni strumentali.

Lo strumento adoperato per le misure fonometriche è il *misuratore integratore di livello sonoro*, denominato comunemente *fonometro*; esso consente di rilevare i valori del livello equivalente continuo  $L_{eq}$ , che attualmente costituisce la base per le valutazioni della fonometria tecnica.

Non di rado, infatti, le caratteristiche del rumore o le esigenze del problema tecnico da risolvere rendono necessario un approfondimento dell'indagine sperimentale, onde ottenere informazioni più dettagliate e complete sulle caratteristiche del rumore da valutare. Ad esempio nel caso di rumore rapidamente variabile è sovente necessaria una conoscenza dell'andamento temporale più approfondita di quella che può essere ottenuta dalla semplice lettura delle indicazioni fornite dal misuratore di livello sonoro.

Qualora poi lo scopo dei rilevamenti sia quello di procurarsi i dati occorrenti per la progettazione di provvedimenti di insonorizzazione, la conoscenza della struttura spettrale del rumore diviene, di regola, indispensabile. A tal fine gli attuali misuratori di livello sonoro sono sempre più spesso corredati di un banco filtri a bande di ottava o terzi di ottava per l'analisi spettrale in situ.

Il misuratore di livello sonoro è un apparecchio normalizzato costituito da:

- un microfono;
- un amplificatore;
- una o più reti di ponderazione le quali hanno il compito di conferire all'apparecchio una curva di risposta (caratteristica sensibilità-frequenza) che riproduca il corrispondente comportamento dell'udito;
- un circuito rettificatore che fornisce una tensione continua proporzionale al valore efficace;
- un circuito integratore;
- uno strumento indicatore.

Le curve di ponderazione utilizzate sono contraddistinte con le lettere A, B, C e D e riproducono la caratteristica sensibilità-frequenza dell'udito secondo altrettante isofoniche; inoltre quasi tutti gli apparecchi normalmente utilizzati consentono di misurare il livello di pressione acustica non ponderato, escludendo a tal fine tutte le reti di ponderazione, così da ottenere una risposta lineare, indipendentemente dalla frequenza in tutta la banda acustica.

Attualmente nella fonometria dei rumori si è generalizzato l'impiego esclusivo della curva di ponderazione A, che sulla base di indagini sperimentali all'uopo condotte, è risultata quella meglio correlata con gli effetti indesiderati dei rumori che si vogliono valutare.

La curva di ponderazione D è stata introdotta per fornire una valutazione approssimata della rumorosità del traffico aereo, ed il suo impiego è pressoché limitato a questo scopo.

I misuratori di livello sonoro sono inoltre, di regola, dotati di almeno due diverse costanti di tempo: la costante *fast* (veloce, pari a 125 ms) e la costante *slow* (lenta, pari a 1000 ms), indicate rispettivamente coi simboli F ed S.

L'impiego della prima costante consente di evidenziare le rapide fluttuazioni di livello, mentre la costante *slow*, riducendo l'entità e la rapidità delle fluttuazioni, consente di meglio seguire l'andamento del livello sonoro nel corso del tempo e di rilevarne il valore medio. Numerosi apparecchi sono inoltre dotati di altre costanti destinate al rilevamento dei rumori di tipo impulsivo, quali la costante *impulse* e la costante *peak*.

## 9. RILIEVI FONOMETRICI SUL TERRITORIO COMUNALE

Le misure fonometriche hanno lo scopo di fornire una base conoscitiva finalizzata alla predisposizione della stesura della Zonizzazione Acustica.

Essi permettono di effettuare riscontro circa il livello di fonoinquinamento presente sul territorio comunale, individuando le aree che dovranno essere eventualmente oggetto di maggiori ed approfondite indagini strumentali.

Le postazioni di misura sono indicate nell'allegato grafico allegato, unitamente alla classificazione del territorio comunale.

### 9.1 Strumentazione adottata

Le misure fonometriche sul territorio sono state effettuate con la seguente strumentazione:

- **fonometro integratore** di precisione ed analizzatore in bande di 1/1 ottava e in bande di 1/3 di ottava **Larson & Davis 824** conforme alle norme IEC 651 classe 1 e IEC 804 classe 1;
- **calibratore** di livello sonoro di precisione **Larson & Davis cal200**, conforme alle norme IEC 942-1988 classe 1L.

La calibrazione della strumentazione è stata effettuata prima e dopo ciascuna serie di misure, con esito positivo.

### 9.2 Modalità di impostazione della strumentazione di misura

Le misure fonometriche a breve termine sono state effettuate secondo le seguenti modalità:

<b>Rete di ponderazione:</b>	A
<b>Costante di tempo:</b>	FAST
<b>Tempo di misura:</b>	10 minuti
<b>Punti di misura:</b>	vedi allegati
<b>Altezza del microfono dal piano campagna:</b>	1.50 [m]

Il fonometro integratore ha fornito direttamente le seguenti grandezze:

- il livello equivalente  $Leq$  e i livelli massimi *slow*, *fast* ed *impulse* con pesatura A;
- lo spettro dei livelli equivalenti in banda di 1/3 d'ottava;
- la distribuzione statistica e la curva cumulativa dei livelli;
- il decorso storico degli short  $Leq$  ogni secondo.

### 9.3 Principali risultati dei rilievi

Sono state individuate le seguenti 7 postazioni di misura; in ciascuna di esse sono stati effettuati 2 rilievi in periodo diurno; in periodo notturno i rilievi sono stati effettuati nelle postazioni più significative:

<u>postazione di misura</u>	<u>via</u>
1	I° Maggio
2	Mazzini
3	Piave
4	Bernini - Canova
5	Sebastiano
6	Faidetti
7	Resistenza

In allegato sono riportati i report completi delle misure effettuate con gli eventuali mascheramenti degli eventi sonori ritenuti atipici.

Nella seguente tabella si riportano, oltre ai valori del Leq corretto dagli eventuali eventi sonori atipici ed il percentile L95 misurato, anche i valori limite di immissione associati alla classe prevista dalla presente proposta di zonizzazione acustica:

**LIMITI PREVISTI DALLA ZONIZZAZIONE ACUSTICA**

posizione	DIURNO mattino			DIURNO pomeriggio			NOTTURNO		
	Leq	L95	Leq limite	Leq	L95	Leq limite	Leq	L95	Leq limite
via l°Maggio	53.7	46.4	70.0	53.2	52.2	70.0	38.8	28.6	60.0
via Bernini-Canova	48.9	42.5	55.0	50.6	39.8	55.0	43.7	30.7	45.0
via Sebastiano	56.7	46.4	60.0	52.0	43.8	60.0	48.0	32.6	50.0
via Faidetti	44.7	38.4	55.0	49.4	40.4	55.0	-	-	45.0

In tutti i punti di misura sono stati riscontrati livelli equivalenti conformi alla proposta di zonizzazione acustica.

Malgrado i rilievi effettuati in via Mazzini, in via Piave ed in via Resistenza siano stati effettuati su un periodo breve di misura, i relativi risultati sono comunque considerati rappresentativi ai fini del confronto con i limiti di fascia A imposti dal DPR marzo 2004, n. 142 (cfr. Tabella 7):

**LIMITI PREVISTI DAL DPR 30 marzo 2004**

posizione	DIURNO mattino			DIURNO pomeriggio			NOTTURNO		
	Leq	L95	Leq limite	Leq	L95	Leq limite	Leq	L95	Leq limite
via Mazzini	52.0	42.0	70.0	54.9	43.3	70.0	45.7	35.4	60.0
via Piave	54.0	41.7	70.0	54.4	44.4	70.0	50.8	37.6	60.0
via Resistenza	57.9	48.5	70.0	58.8	49.4	70.0	54.5	36.4	60.0

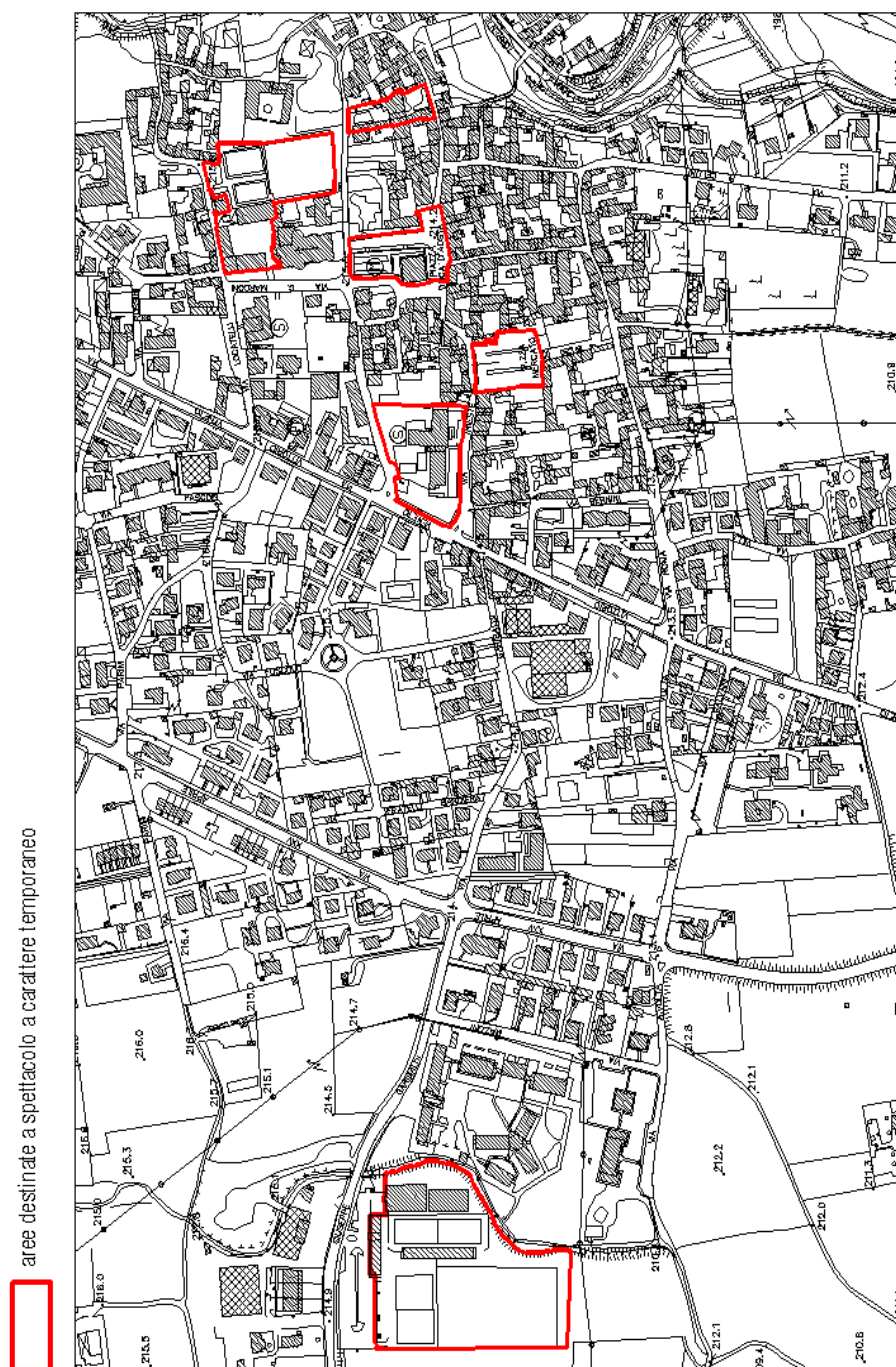
## 10. ITER AMMINISTRATIVO DI APPROVAZIONE DELLA ZONIZZAZIONE ACUSTICA

La procedura di approvazione della classificazione acustica è stabilito dall'articolo 3 della Legge Regionale del 10 agosto 2001 - n.13 "Norme in materia di inquinamento acustico", ovvero:

1. il Comune adotta con deliberazione la classificazione acustica del territorio e ne dà notizia con annuncio sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia; il Comune dispone la pubblicazione della classificazione acustica adottata all'albo pretorio per trenta giorni consecutivi a partire dalla data dell'annuncio;
2. contestualmente al deposito all'albo pretorio la deliberazione è trasmessa all'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e ai Comuni confinanti per l'espressione dei rispettivi pareri, che sono resi entro sessanta giorni dalla relativa richiesta; nel caso di infruttuosa scadenza di tale termine i pareri s'intendono resi in senso favorevole; in caso di conflitto tra comuni derivante dal contatto diretto di aree i cui valori limite si discostano in misura superiore ai 5 dB(A) si procede secondo l'articolo 15, comma 4 della Legge Regionale 10 Agosto 2001, N. 13;
3. entro il termine di trenta giorni dalla scadenza della pubblicazione all'albo pretorio chiunque può presentare osservazioni;
4. il Comune approva la classificazione acustica; la deliberazione di approvazione richiama, se pervenuti, il parere dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente e quello dei Comuni confinanti e motiva le determinazioni assunte anche in relazione alle osservazioni presentate;
5. qualora, prima dell'approvazione di cui al punto 4, vengano apportate modifiche alla classificazione acustica adottata si applicano i punti 1, 2 e 3;
6. entro trenta giorni dall'approvazione della classificazione acustica il Comune provvede a darne avviso sul bollettino Ufficiale della Regione Lombardia;
7. nel caso in cui la classificazione acustica del territorio venga eseguita contestualmente ad una variante generale del Piano Regolatore o al suo adeguamento a quanto prescritto dalla Legge Regionale n. 1/2000, le procedure di approvazione sono le medesime previste per la variante urbanistica e sono alla stessa contestuali.

## 11. ALLEGATI

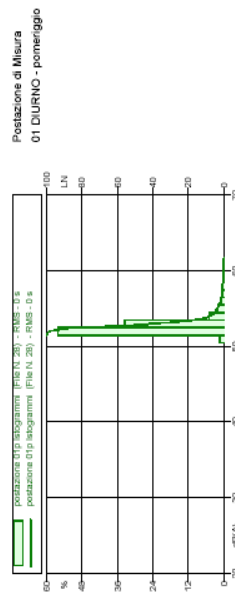
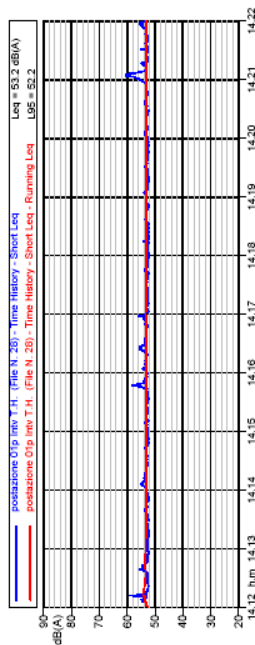
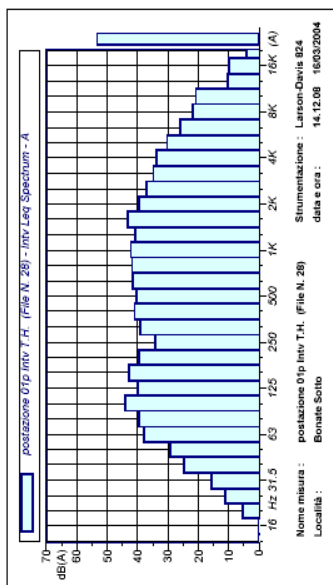
### 11.1 Comparti territoriali identificati come “Aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo”



## 11.2 Rapporti completi dei rilievi fonometrici

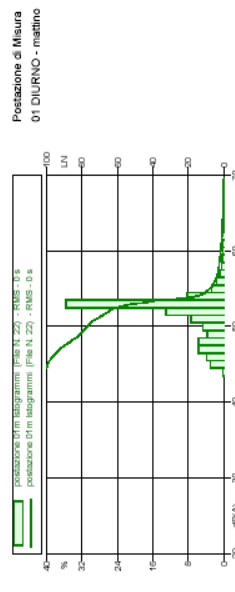
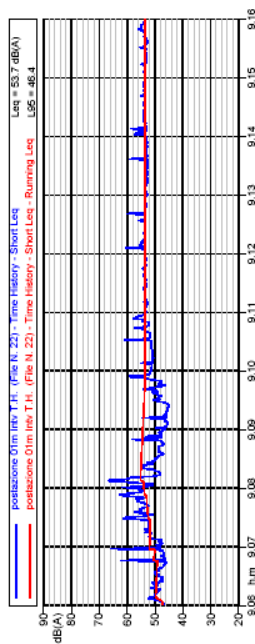
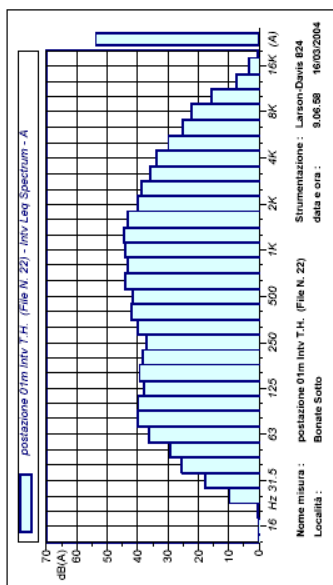
dB project s.n.c.

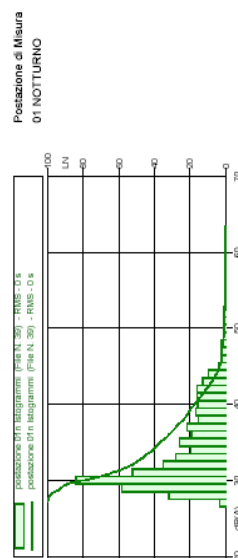
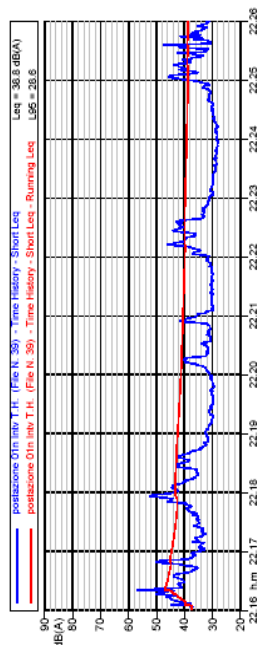
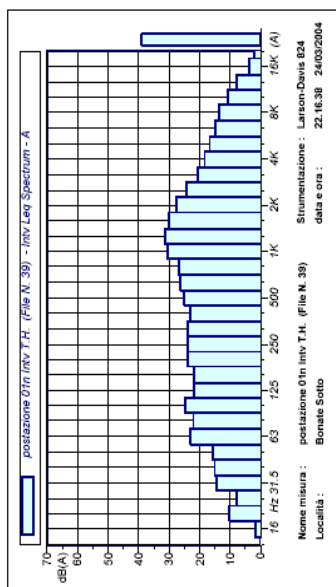
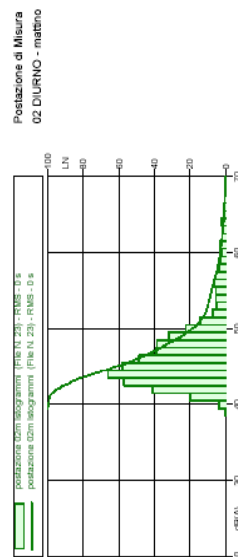
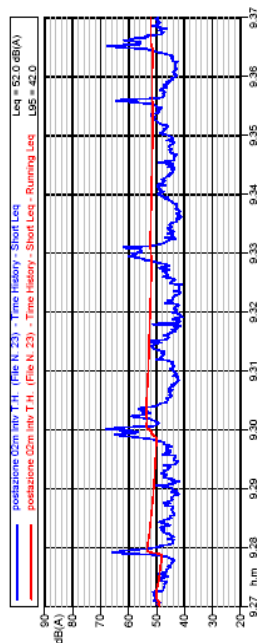
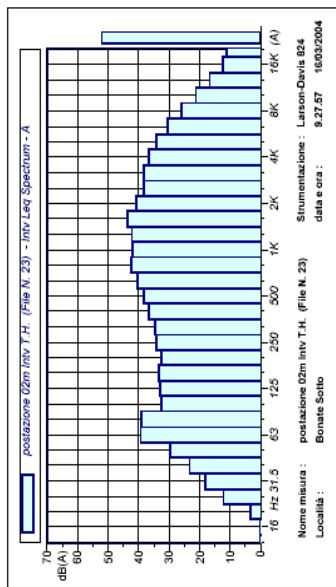
Comune di Bonate Sotto (BG) - Revisione del Piano di Zonizzazione Acustica - marzo 2004



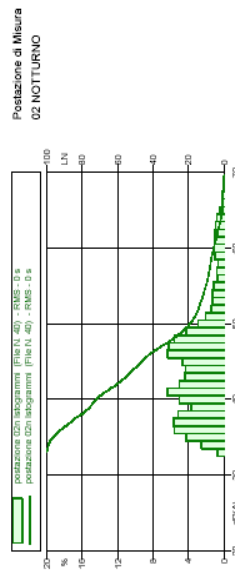
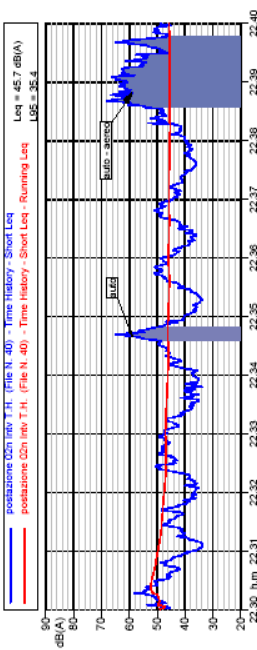
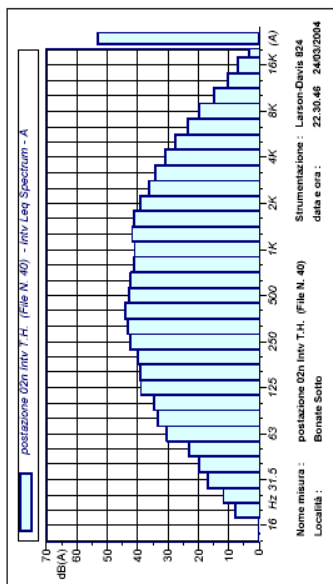
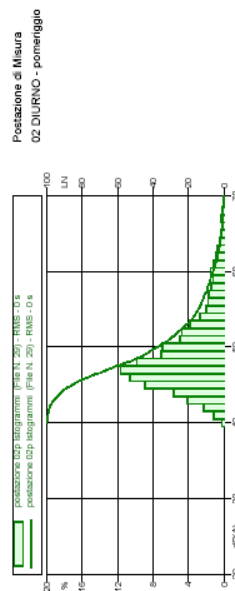
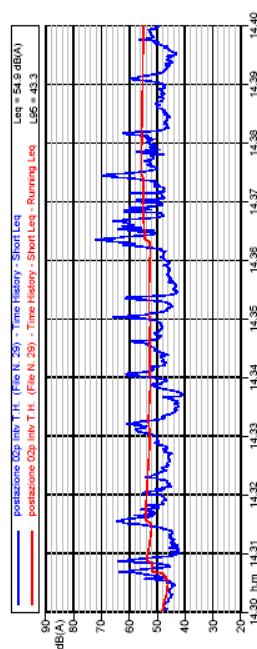
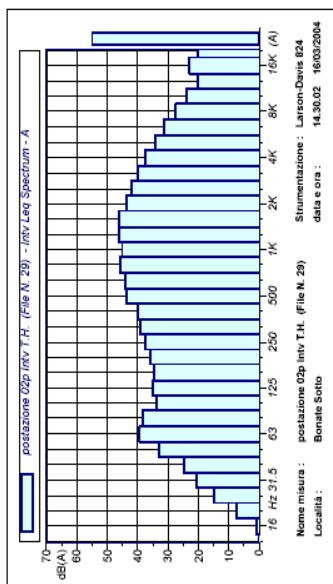
dB project s.n.c.

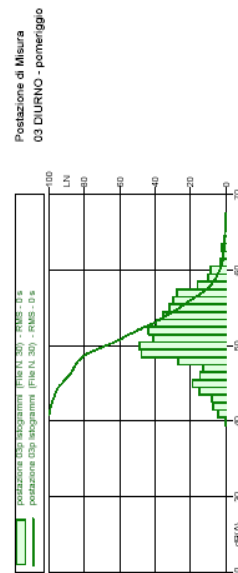
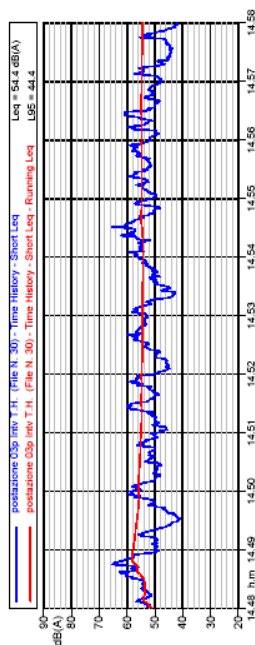
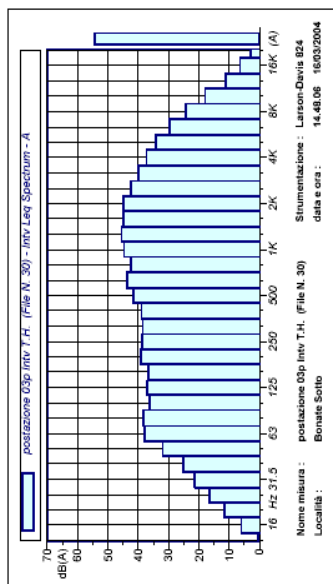
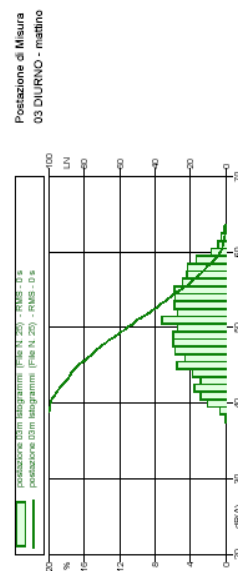
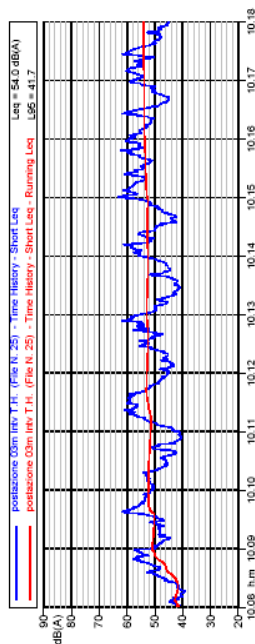
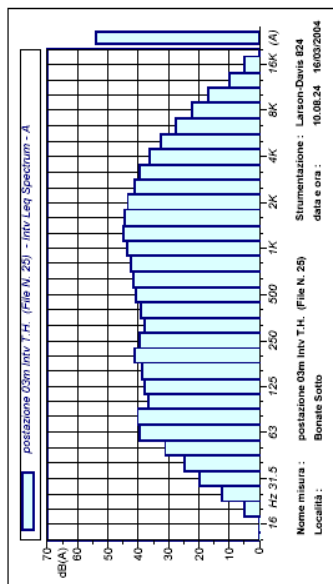
Comune di Bonate Sotto (BG) - Revisione del Piano di Zonizzazione Acustica - marzo 2004

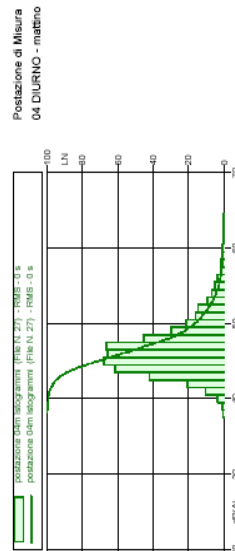
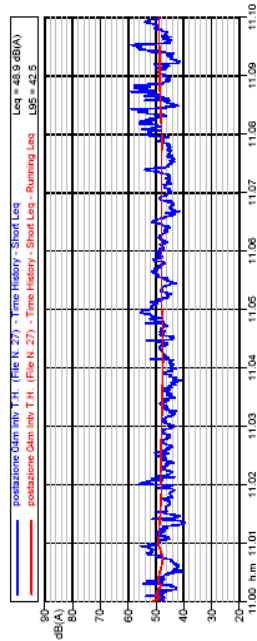
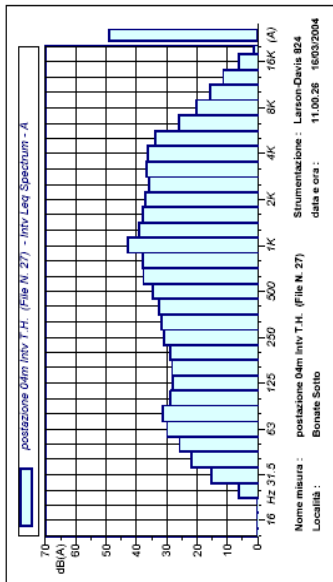




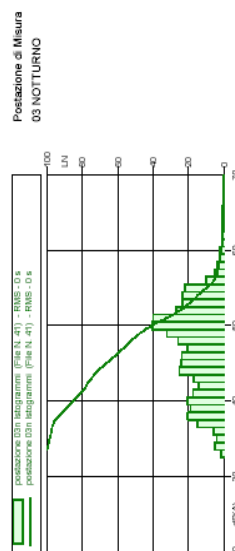
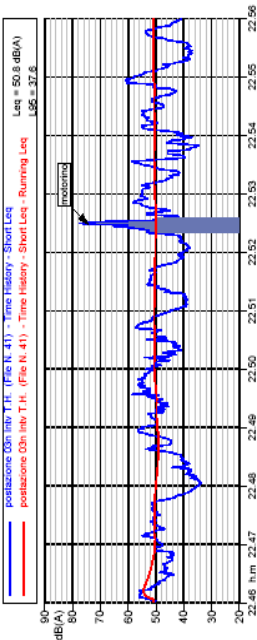
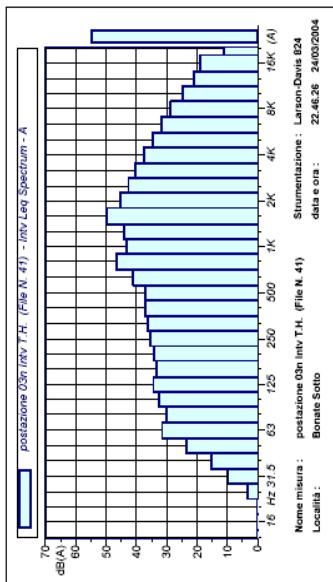




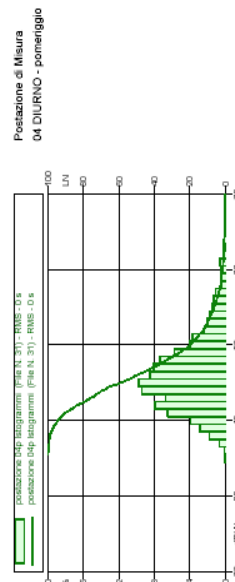
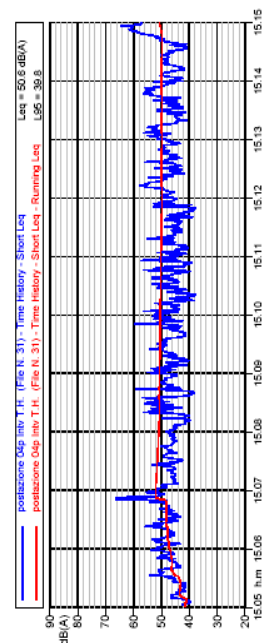
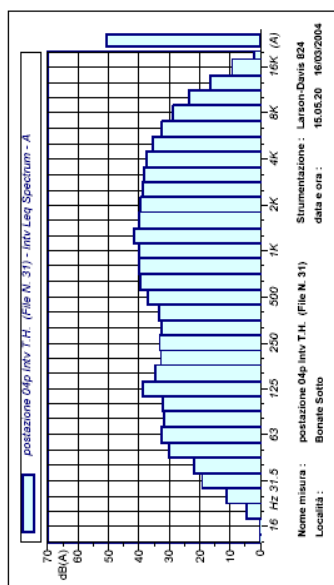
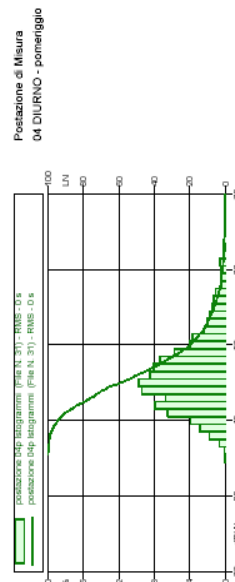
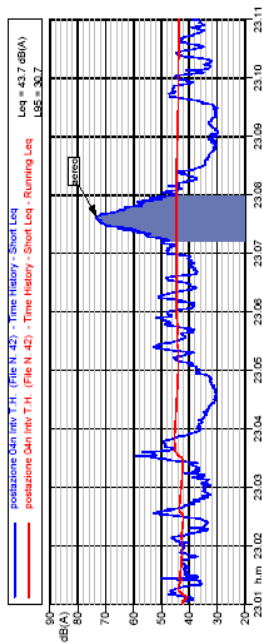
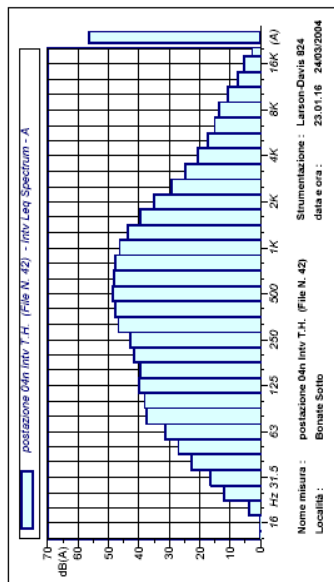


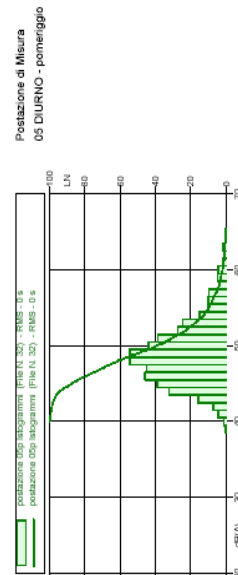
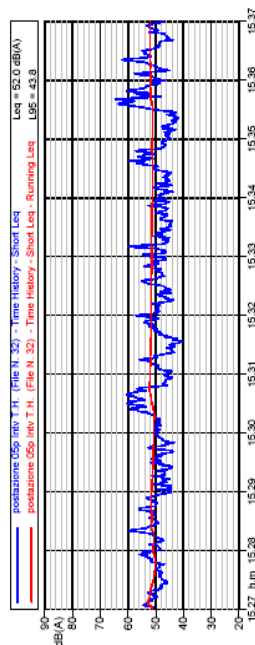
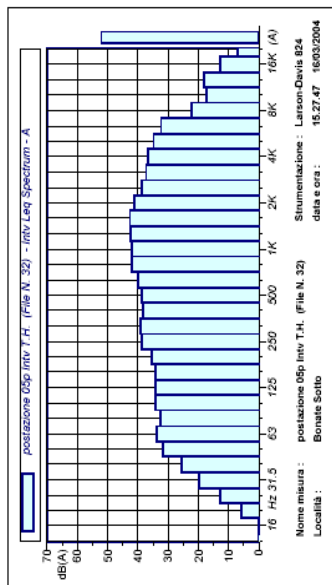
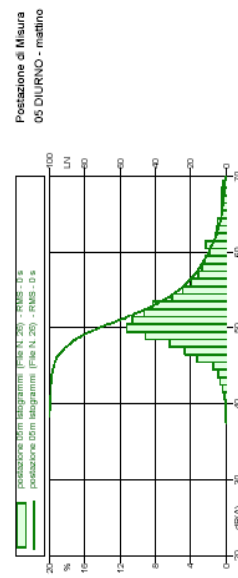
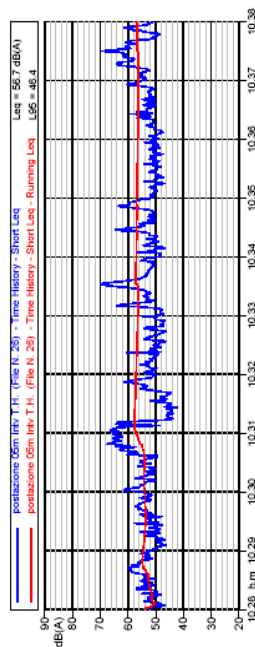
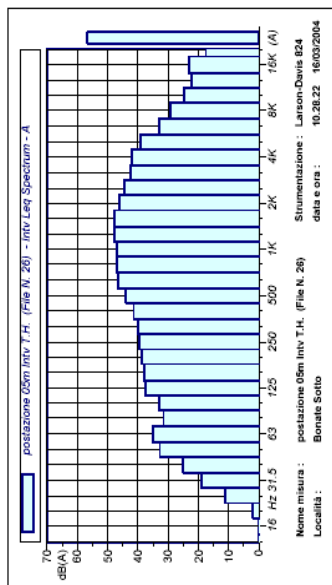


Postazione di Misura  
04 DIURNO - mattino

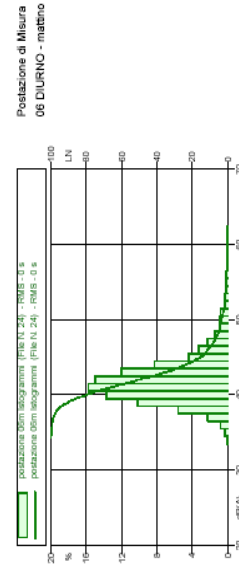
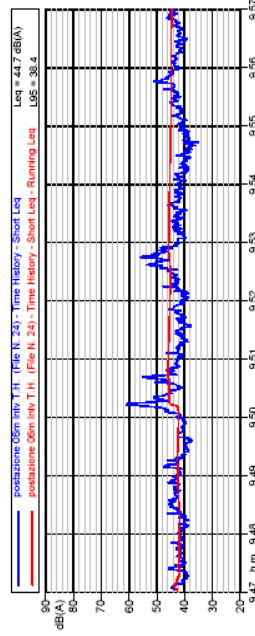
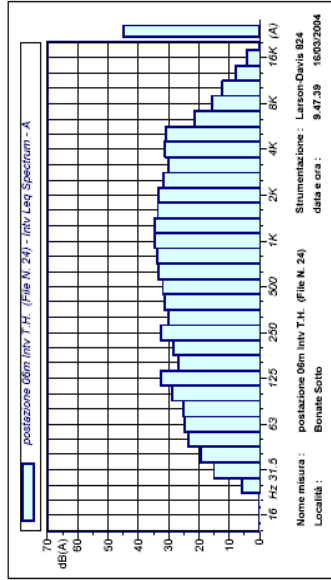


Postazione di Misura  
03 NOTTURNO





Comune di Bonate Sotto (BG) - Revisione del Piano di Zonizzazione Acustica - marzo 2004



Comune di Bonate Sotto (BG) - Revisione del Piano di Zonizzazione Acustica - marzo 2004

