

# **ANPA**

*AGENZIA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE*

## **LINEE GUIDA PER L'ELABORAZIONE DI PIANI COMUNALI DI RISANAMENTO ACUSTICO**

**A CURA DI**

- ANPA
- APPA BOLZANO
- APPA TRENTO
- ARPA EMILIA ROMAGNA
- ARPA LIGURIA
- ARPA VALLE D'AOSTA
- ARPA VENETO
- ARPA TOSCANA
- REGIONE LOMBARDIA

**Febbraio 1998**

Il gruppo di lavoro delle Agenzie Ambientali che ha realizzato il presente Documento è costituito da:

- ARPA Emilia Romagna

Anna Callegari  
Stefano De Donato  
Andrea Franchini  
Mauro Morselli  
Maurizio Poli

- ARPA Liguria

Walter Piromalli

- ARPA Toscana

Oscar Cerofolini  
Cesare Fagotti  
Gaetano Licitra  
Andrea Poggi

- ARPA Valle D'Aosta

Giovanni Agnesod

- ARPA Veneto

Franca Bergoglio  
Luca Menini  
Daniele Sepulcri

- APPA Bolzano

Norbert Lantschner

- APPA Trento

Enrico Menapace  
Paolo Simonetti

- Regione Lombardia

Maurizio Bassanino  
Elena Bravetti  
Giuseppe Bruno  
Giuseppina Gerosa  
Roberto Gualdi  
Pierangelo Mainardi  
Elisabetta Pozzoli

- ANPA

Franco Giuliani  
Salvatore Curcuruto  
Renzo Tommasi

## INDICE

<b>PRESENTAZIONE</b>	1
<b>INTRODUZIONE</b>	3
La legge n. 61/94	3
Le Agenzie ambientali e l'inquinamento acustico	5
<b>1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO</b>	7
1.1. La situazione normativa attuale	7
1.2. La Legge Quadro sull'inquinamento acustico	8
1.3. I decreti ed i Regolamenti di attuazione della Legge Quadro	12
1.4. Il tecnico Competente	14
1.5. Bibliografia di riferimento	15
<b>2. QUADRO ISTITUZIONALE DELLE COMPETENZE</b>	
2.1. I soggetti coinvolti	17
2.1.1. Lo Stato	17
2.1.2. Le Regioni	19
2.1.3. Le Province	21
2.1.4. I Comuni	22
2.1.5. Il ruolo dell'ANPA e delle ARPA	23
2.1.6. Le ARPA e le Regioni	25
2.1.7. Le Aziende Sanitarie e le ARPA	25
2.1.8. Gli esercenti delle infrastrutture pubbliche e private	27
<b>3. ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO</b>	29
3.1. Introduzione	29
3.2. Le Zone ed i Limiti di zona	31
3.3. Le convenzioni	35
3.4. Criteri generali	39
3.5. Prima fase: predisposizione dello schema di zonizzazione acustica	40
3.5.1. Individuazione delle zone in classe I	42
3.5.2. Individuazione delle zone in classe V e VI	44
3.5.3. Individuazione delle zone in classe II, III e IV	45
3.5.4. Classificazione della viabilità stradale e ferroviaria	49
3.5.5. Zonizzazione in prossimità degli aeroporti	51
3.5.6. Riassunto fasi di predisposizione della "bozza" di zonizzazione	52
3.6. Seconda fase: analisi critica della zonizzazione acustica	52
3.7. Procedure per l'adozione della zonizzazione	55
3.7.1. Elaborati relativi alla delibera di zonizzazione	56
3.8. Bibliografia di riferimento	58
<b>4. MISURE DI RUMORE</b>	61
4.1. Introduzione	61
4.2. Misure di rumore in funzione del risanamento acustico	63
4.3. I modelli di calcolo per la previsione del livello di rumore	63

4.3.1. Modelli deterministici	64
4.3.2. Modelli a simulazione	67
4.4. Bibliografia di riferimento	69
<b>5. IL PIANO DI RISANAMENTO</b>	<b>72</b>
5.1. Introduzione	72
5.1.1. Connotazione generale del piano	72
5.1.2. Scegliere le soluzioni	74
5.1.3. Adottare le soluzioni	76
5.1.4. Identificazione delle cause	78
5.1.5. Bibliografia di riferimento	82
5.2 Criteri di priorità nell'effettuazione degli interventi di bonifica acustica	82
5.2.1. Bibliografia di riferimento	88
5.3. Tecniche e strategie per il risanamento acustico ambientale	89
5.3.1. Interventi sui volumi di traffico e/o sulla percentuale dei mezzi pesanti	90
5.3.2. Creazione di zone a 30 km/h	94
5.3.2.1. Bibliografia di riferimento	95
5.3.3. Distribuzione del traffico ed interventi sulla rete viaria	96
5.3.3.1. Concentrare il traffico di attraversamento su arterie principali	96
5.3.3.2. Le rotatorie al posto degli incroci semaforizzati	97
5.3.4. Insonorizzazione della flotta degli autobus pubblici	97
5.3.4.1. Un esempio di sperimentazione Comune di Firenze-ATAF: applicazione di carter agli autobus in servizio	99
5.3.4.2. Bibliografia di riferimento	103
5.3.5. Sostituzione degli autobus a motore diesel con filobus: verifiche del guadagno acustico in area urbana (centro storico) a traffico limitato (Modena 1996)	103
5.3.5.1. Bibliografia di riferimento	105
5.3.6. Le barriere antirumore	106
5.3.6.1. Bibliografia di riferimento	111
5.3.7. Le barriere vegetali	112
5.3.7.1. Bibliografia di riferimento	119
5.3.8. Gli asfalti poco rumorosi	120
5.3.8.1. Gli asfalti drenanti fonoassorbenti	122
5.3.8.2. Le nuove prospettive: il doppio strato drenante	128
5.3.8.3. Bibliografia di riferimento	130

## ***PRESENTAZIONE***

Il presente Documento costituisce il primo prodotto del gruppo di lavoro delle Agenzie ambientali, Nazionale, Regionali, delle Province Autonome, in materia di inquinamento acustico.

L'emanazione della Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995, n.447, ed il conseguente obbligo delle Regioni di emanare leggi regionali di recepimento, ha stimolato l'avvio della collaborazione nel campo specifico tra le Agenzie per l'Ambiente già costituite al fine di sviluppare e proporre una posizione comune su aspetti di rilievo della nuova normativa.

L'attenzione è stata posta, in questo primo documento, sui Piani di risanamento acustico comunali, per i seguenti motivi:

1. Il piano di risanamento acustico comunale è il cardine del processo di conoscenza/trasformazione del territorio, verso un miglioramento concreto della qualità della vita nei centri urbani, connesso alla diminuzione della rumorosità ambientale;
2. Esso è conseguenza di un altro adempimento importante da parte dei Comuni: la classificazione in zone acustiche del proprio territorio, che è la base di partenza per qualsiasi attività finalizzata alla riduzione dei livelli di rumore;
3. I criteri e le procedure per la zonizzazione del territorio, nonché per la predisposizione e l'adozione da parte dei Comuni di piani di risanamento acustico, dovranno essere stabiliti attraverso leggi regionali di recepimento della Legge Quadro;
4. In questa fase di predisposizione delle normative regionali e di attivazione delle competenze comunali crediamo sia di particolare interesse comunicare e

*Premessa*

discutere conoscenze tecniche, esperienze organizzative e amministrative maturate in quelle Regioni e Province autonome che già si sono confrontate, a seguito del DPCM 1/3/91, con questi argomenti, con il contributo di esperti molti dei quali oggi fanno parte delle ARPA.

Il Documento fa una panoramica di quella che è stata l'esperienza delle Regioni in materia di zonizzazioni e di interventi di risanamento, proponendo delle scelte laddove risulta possibile, illustrando le alternative quando l'esperienza non ha portato a delle soluzioni univoche.

Illustra, inoltre, un ventaglio di possibili interventi di risanamento sulla base di esperienze già vissute in Italia, oppure di conoscenze tecniche maturate all'estero, sforzandosi, in tal caso, di fornire tutti gli elementi per i necessari approfondimenti.

Appare ovvio, sulla base di quanto sin qui premesso, che tale trattazione non può esaurirsi in questo centinaio di pagine, bensì è volere di chi ha partecipato alla elaborazione renderla un "documento aperto" che farà continuo tesoro di tutta un'attività di pianificazione e bonifica del territorio che il prossimo decennio vedrà svilupparsi in Italia e che porterà, nella convinzione di tutti, ad un miglioramento della qualità della vita nei centri urbani.

## ***Introduzione***

# ***IL NUOVO SISTEMA DEI CONTROLLI AMBIENTALI IN ITALIA***

### **La legge n.61/94**

Dal referendum abrogativo su alcuni articoli della legge n.833 del 1978, relativi all'attribuzione delle competenze in materia ambientale al Servizio Sanitario Nazionale e alle Aziende Sanitarie, è nata come conseguenza l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. Lo scopo dei promotori del referendum era quello di rendere autonoma la cura del settore ambientale rispetto a quella del settore sanitario, secondo le linee di evoluzione avviate con la legge n. 349 dell'8 luglio 1986 istitutiva del Ministero dell'Ambiente.

Tale legge attribuiva al Ministero ampie competenze, tra cui anche la proposizione dei limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e dei limiti massimi di esposizione agli inquinanti, ma contemporaneamente lasciava in capo al servizio sanitario, tramite le Aziende Sanitarie, tutta l'attività di controllo.

La conseguenza di ciò è stata che il Ministero dell'Ambiente è rimasto una struttura centralizzata senza ramificazioni periferiche operative, che detta prescrizioni il cui rispetto non riesce a garantire e a controllare; le Aziende Sanitarie d'altra parte, si sono trovate in gravi difficoltà nel garantire le funzioni di analisi e controllo ambientale, in aggiunta ai già gravosi compiti di loro competenza istituzionale.

Questa situazione, protrattasi per lungo tempo fino al citato referendum abrogativo, poteva essere sanata solo tramite un'adeguata ristrutturazione del settore

ambientale; la nascita di un'Agenzia per l'Ambiente aveva quindi lo scopo di mettere un po' d'ordine, grazie alla costituzione di un organo tecnico-scientifico del Ministero dell'Ambiente e, parimenti, di una struttura di assistenza tecnica e di coordinamento per gli organismi regionali e provinciali.

Infatti, la legge n.61 del 21 gennaio 1994, che ha istituito l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, viene promulgata con finalità di "...riorganizzazione dei controlli ambientali...."; a tal fine, viene previsto il riordino di varie commissioni e comitati tecnico-scientifici operanti presso i diversi ministeri, oppure presso enti pubblici o istituti, le cui competenze si sovrappongono a quelle della nuova Agenzia.

L'ANPA è posta sotto la vigilanza del Ministero dell'Ambiente.

La legge prevede inoltre, per le attività in campo ambientale di interesse regionale da essa stessa delineate, che le Regioni e le Province autonome istituiscano anche le Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA e APPA).

Tali agenzie sono poste sotto la vigilanza della giunta regionale o provinciale.

Sempre la legge n. 61/94 attribuisce all'ANPA i seguenti compiti (art.1):

- curare le attività tecnico-scientifiche connesse con la protezione dell'ambiente (art. 01), di interesse nazionale;
- svolgere funzioni di indirizzo e coordinamento tecnico delle Agenzie regionali e provinciali al fine di rendere omogenee sul piano nazionale le metodologie operative per l'esercizio delle competenze ad esse spettanti;
- svolgere attività di consulenza e supporto tecnico-scientifico per il Ministero dell'Ambiente e, tramite convenzione, per altre amministrazioni ed enti pubblici.

Dovrebbe adesso apparire chiaro il quadro organizzativo complessivo dei controlli ambientali, che è stato delineato tanto nella struttura quanto nei compiti:

- al Ministero dell'Ambiente spettano i compiti di governo dell'ambiente e di indirizzo e sviluppo della politica ambientale;
- all'Agenzia Nazionale per l'Ambiente, oltre allo svolgimento diretto delle varie attività tecnico-scientifiche in campo ambientale a livello nazionale, spetta il compito di fare da anello di congiunzione tra le diverse istituzioni che operano nel settore a livello internazionale, nazionale e locale fornendo, in alcuni casi, anche un supporto tecnico, al fine di rendere omogenee sul territorio nazionale le metodologie operative per i controlli ambientali;
- alle Agenzie regionali e provinciali, struttura ramificata sul territorio nazionale, spettano localmente le funzioni di prevenzione, vigilanza e controllo ambientale.

### **Le Agenzie ambientali e l'inquinamento acustico**

Prima dell'emanazione della legge n.61/94, come detto in precedenza, l'attività tecnica di controllo ambientale veniva svolta dalle Aziende Sanitarie e dai PMP, istituiti appunto con la legge di riforma sanitaria n.833/78, che raccoglievano competenze, strutture e personale dei Laboratori Provinciali di Igiene e Profilassi, dell'ENPI (Ente Nazionale Prevenzione Infortuni) e dell'ANCC (Associazione Nazionale Controllo della Combustione). Pertanto, tali Presidi hanno accumulato e conservato nel tempo competenze e risorse anche nel settore dell'inquinamento acustico. Tuttavia, a tali strutture non venne mai data quell'autonomia amministrativa e funzionale prevista dalla stessa legge n.833, con conseguenti difficoltà nel loro funzionamento.

La legge n.61/94, che istituisce l'ANPA e prevede l'istituzione delle ARPA che assorbono il personale e le competenze dei predetti PMP, attribuisce all'ANPA il

compito di rendere omogenee sul piano nazionale le metodologie operative per i controlli ambientali in collaborazione con le Agenzie regionali, cui ne compete la successiva applicazione.

Nell'ambito della riorganizzazione dei controlli ambientali e del nuovo sistema di rapporti previsto dalla L.61/94, tra Agenzia nazionale e Agenzie regionali, è stato istituito un gruppo di lavoro sull'inquinamento acustico con funzioni di "osservatorio" permanente sullo stato di attuazione della nuova normativa in materia di rumore, e con la finalità di sviluppare alcune tematiche della L.Q. n.447/95, così da presentare delle proposte operative alle Regioni al fine di rendere possibilmente uniforme l'applicazione della predetta legge, sempre comunque nel rispetto della piena autonomia di Regioni e Comuni.

Il gruppo di lavoro è ad oggi costituito da tecnici dell'ARPA Emilia Romagna, dell'ARPA Liguria, dell'ARPA Toscana, dell'ARPA Valle d'Aosta, dell'ARPA Veneto, dell'ARPA Bolzano, dell'ARPA Trento, della Regione Lombardia e dell'ANPA.

Gli attuali obiettivi del gruppo di lavoro sono:

- elaborazione di Linee guida per la redazione di piani comunali di risanamento acustico;
- elaborazione di un documento tecnico di supporto alla emanazione delle linee guida regionali per la redazione della documentazione di impatto acustico e clima acustico (L.Q. n.447/95, art.8);
- realizzazione di un "osservatorio acustico nazionale informatizzato";
- verifica dei modelli previsionali maggiormente in uso.

## ***Capitolo I***

# ***QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO***

### **1.1 La situazione normativa attuale**

La Legislazione italiana in materia di inquinamento acustico fino al 1995 mancava di un inquadramento generale del problema con la definizione di criteri, competenze, scadenze, controlli e sanzioni.

A distanza di oltre quattro anni dalla prima proposta di legge e dopo un iter sofferto e travagliato, è stata emanata la Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 254 del 30/10/1995). Si tratta di un avvenimento estremamente importante per gli innumerevoli risvolti che la Legge comporta nel campo delle costruzioni, dei trasporti, dell'industria e delle attività umane in generale.

Con l'emanazione della legge n.447/95 viene quindi finalmente definito il "quadro di riferimento" entro cui Stato e Regioni, nell'arco di un anno e mezzo, devono emanare 14 decreti attuativi e le leggi regionali di recepimento che ne completano l'assetto normativo.

Ad oggi mancano ancora all'appello molti decreti e tutte le leggi regionali.

La legge n. 447/95, dopo aver fissato le finalità e definito l'inquinamento acustico in maniera più ampia e articolata rispetto al DPCM 1/3/91, ampliandone il settore di tutela, definisce le sorgenti di rumore ed i valori limite, stabilisce le competenze

dello Stato, delle Regioni, delle Province, dei Comuni e degli Enti gestori o proprietari delle infrastrutture di trasporto in materia di inquinamento acustico, fornendo indicazioni per la predisposizione di piani di risanamento acustico e per le valutazioni di impatto acustico. Essa fissa infine le sanzioni amministrative per il superamento dei limiti ed indica gli organismi preposti ai controlli.

Trattandosi di una legge-quadro, essa fissa solo i principi generali demandando ad altri organi dello Stato e agli Enti Locali l'emanazione di leggi, decreti e regolamenti di attuazione: al Ministero dell'Ambiente è affidata la funzione centrale di indirizzo, competenze specifiche sono attribuite anche ai Ministeri dei Lavori Pubblici, della Sanità, dei Trasporti, dell'Industria; un ruolo determinante è ricoperto dalle Regioni, dalle Province e dai Comuni.

## **1.2 La Legge Quadro sull'inquinamento acustico**

La legge si compone di 17 articoli ed ha come finalità quella di stabilire i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico; ad essi viene assegnato il valore di principi fondamentali non modificabili dal potere legislativo attribuito alle Regioni ai sensi dell'art.117 della Costituzione.

L'articolo 2, comma 1, riporta alcune definizioni di base (inquinamento acustico, ambiente abitativo, sorgente sonora fissa, sorgente sonora mobile, valori limite di emissione e di immissione); vengono poi definiti alcuni nuovi parametri per caratterizzare i fenomeni acustici, quali i valori di attenzione (il livello di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente) ed i valori di qualità (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 legge). La legge si preoccupa pertanto non solo della tutela della salute ma anche, a differenza del DPCM 1/3/91, del conseguimento di un clima acustico ottimale per il comfort delle persone. I valori limite di immissione sono distinti, concordemente con quanto previsto dal DPCM dell' 1/3/91, in valori limite assoluti e valori limite differenziali (comma 3).

Al comma 5 dell'articolo vengono definiti i provvedimenti per la limitazione delle immissioni sonore; questi possono essere di natura amministrativa, tecnica, costruttiva e gestionale; al fine della tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, la legge riconosce quindi l'importanza, non solo degli interventi di tipo attivo sulle sorgenti o di tipo passivo lungo le vie di propagazione o sui ricettori, ma soprattutto di strumenti quali i piani urbani del traffico e più in generale i piani urbanistici.

Il comma 6 è di fondamentale importanza per i tecnici ed i professionisti del settore, in quanto viene introdotta la definizione di tecnico competente: questa è la figura professionale idonea ad effettuare le misurazioni, verificare l'ottemperanza ai valori di rumore definiti dalla legge, redigere i piani di risanamento acustico, svolgere le attività di controllo.

L'art. 3 individua le molteplici e piuttosto articolate competenze assegnate dalla legge allo Stato.

Importanti funzioni di coordinamento e di controllo sono inoltre assegnate alle Regioni (art. 4), le quali devono provvedere, entro un anno dall'entrata in vigore della Legge Quadro, ad emanare leggi regionali di recepimento.

Le Regioni, inoltre, in base alle proposte pervenute ed alle disponibilità finanziarie assegnate dallo Stato, definiscono le priorità per gli interventi di risanamento e predispongono un piano triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico.

Negli art. 6 e 7 della legge sono individuate le competenze specifiche dei Comuni, i rapporti dei Comuni con gli altri enti locali, i contenuti dei piani di risanamento acustico.

In particolare, sono specificati alcuni importanti adempimenti comunali con risvolti di carattere urbanistico-territoriale, quali la classificazione del territorio comunale (art.4, comma 1, lettera a), il coordinamento degli strumenti urbanistici, l'adozione dei piani di risanamento acustico (art.7), la verifica del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie, la rilevazione ed il controllo delle emissioni acustiche prodotte dai veicoli.

Il comma 1 fissa inoltre la competenza comunale in materia di autorizzazioni in deroga ai valori limite di immissione (art.2, comma 3) per lo svolgimento di attività temporanee.

Le istituzioni locali, in particolare i Comuni, assumono finalmente un ruolo centrale in merito al problema dell'inquinamento acustico, con competenze di carattere programmatico, decisionale e di controllo. Tale evento è stato, per molto tempo, auspicato; infatti, la conoscenza delle specifiche problematiche locali è un presupposto indispensabile per l'espletamento di azioni relative ad una materia così strettamente legata alla realtà territoriale.

Le ricadute di carattere tecnico-professionale della legge sono molteplici; in particolar modo, nell'art. 8 vengono previsti alcuni adempimenti il cui espletamento non può prescindere dalla collaborazione con figure professionali specializzate.

Viene stabilito infatti che tutti i progetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale, ai sensi dell'art. 6 della legge n. 349 dell'8 luglio 1986, devono essere redatti in conformità alle esigenze di tutela dell'inquinamento acustico delle popolazioni interessate. E' inoltre previsto che lo stesso tipo di valutazione deve

essere effettuata, su richiesta dei Comuni, anche per la realizzazione, modifica e potenziamento di categorie di opere non soggette alla procedura di VIA ai sensi della predetta legge n.349 (per es. strade urbane, discoteche, circoli privati e pubblici esercizi con presenza di macchinari rumorosi, impianti sportivi e ricreativi, ecc.). E' fatto inoltre obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree destinate alla realizzazione delle opere per uso pubblico e residenziale, e sono fissate nuove procedure per la redazione delle domande per il rilascio di concessioni edilizie.

L'art. 9 prevede la possibilità, qualora richiesto da eccezionali e urgenti necessità di tutela della salute pubblica o dell'ambiente, per i Sindaci, i Prefetti, i Presidenti di Province o Regioni, di emanare ordinanze per il contenimento o l'abbattimento di emissioni sonore.

L'art. 10 riguarda le sanzioni amministrative, che prevedono il pagamento di somme variabili da 500.000 a 20.000.000 di lire; il 70% dei proventi dello Stato derivanti dall'applicazione di tali sanzioni viene devoluto ai Comuni per il finanziamento dei Piani di Risanamento Acustico di cui all'art. 7.

L'art. 11 riguarda i Regolamenti di esecuzione della Legge; gli articoli 12, 13, 14, 15, 16 e 17 riguardano infine i messaggi pubblicitari (viene fatto divieto di trasmettere sigle e spot pubblicitari con potenza sonora superiore a quella dei programmi), i contributi agli Enti locali, i controlli, il regime transitorio e l'abrogazione di norme incompatibili. Per quanto riguarda i controlli, la novità introdotta dalla Legge è rappresentata dalla possibilità per le Province di avvalersi delle ARPA quali organi tecnici (vedi successivo par. 2.1.3).

### **1.3 I Decreti e i Regolamenti di attuazione della Legge Quadro**

Come accennato in precedenza, la Legge quadro sull'inquinamento acustico si preoccupa di fissare solo alcuni principi generali, demandando all'emanazione di specifici decreti e regolamenti di attuazione l'approfondimento dei vari aspetti affrontati dalla legge. Il numero di tali atti è notevole: si tratta di ben quattordici provvedimenti, di cui alcuni emanati sotto forma di Decreti Ministeriali, altri di Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri, altri di Decreti del Presidente della Repubblica, su proposta del Ministero dell'Ambiente, di concerto con diversi Ministeri: Ambiente, Lavori Pubblici, Sanità, Trasporti, Industria, Difesa.

Gli argomenti affrontati dai decreti spaziano dai requisiti acustici delle sorgenti sonore e degli edifici, ai valori limite di emissione, immissione, attenzione e qualità; dalle tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico, alle direttive per la riduzione del rumore nell'ambito dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture.

Vanno inoltre menzionate le Leggi regionali di recepimento della normativa statale, inerenti le direttive ai Comuni sui criteri per la zonizzazione acustica, per la documentazione di previsione di impatto acustico e clima acustico, ed altre regolamentazioni.

La tab. 1.1 illustra la situazione attuale relativamente alla emanazione dei decreti attuativi della Legge Quadro.

**Tab.1.1- Decreti e Regolamenti attuativi della L.Q. n.447/95**

	Rif. L.Q. n. 447/95	Provvedimento	Note
1	art. 16 -1	abrogazione di norme in contrasto con la L. 447/95	ritenuto non necessario
2	art. 15 - 4	modalità di applicazione del criterio differenziale	D.M.A 11/12/1996 (G.U. n.52 del 4/3/97)
3	art. 3 - 1,a)	determinazione dei limiti	DPCM 14/11/97 (G.U. n.280 dell'1/12/97)
4	art. 3 - 1,c)	tecniche di rilevamento e misura del rumore	alla firma del Ministro dell'Ambiente
5	art. 3 - 1,m)	misura del rumore aeroportuale	D.M.A. 31/10/97 (G.U. n.267 del 15/11/97)
6	art. 11 - 1	regolamento di disciplina del rumore aeroportuale	DPR 11/12/97, n.496 (G.U. n.20 del 26/1/98)
7	art. 11 - 1	regolamento di disciplina del rumore stradale	alla firma dei Ministeri concertanti
8	art. 3 - 1,e)	requisiti acustici sorgenti e requisiti acustici passivi degli edifici	DPCM 5/12/97 (G.U. n.297 del 22/12/97)
9	art. 3 - 1,f)	criteri per la progettazione/ristrutturazione degli edifici e infrastrutture dei trasporti (proponente LL.PP.)	in corso di elaborazione
10	art. 3 - 1,g)	requisiti sistemi antifurto	in corso di elaborazione
11	art. 3 - 1, h)	caratteristiche sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante o di pubblico spettacolo	DPCM 18/9/97 (G.U. n.233 del 6/10/97); DPCM 19/12/97(G.U. n.296 del 20/12/97)
12	art. 3 - 1,l)	criteri di misura rumore emesso dalle imbarcazioni	in corso di elaborazione
13	art. 11 - 1	regolamento di disciplina del rumore ferroviario	alla firma dei Ministeri concertanti
14	art. 10 - 5	criteri per la redazione dei piani di risanamento da parte degli enti gestori o proprietari delle infrastrutture dei trasporti	in corso di elaborazione

## **1.4 Il Tecnico Competente**

Tutte le attività di ordine tecnico effettuate nell'ambito di applicazione della legge 447/95, quali misurazioni dell'inquinamento acustico, verifiche sul rispetto delle norme, piani di risanamento acustico, attività di controllo, debbono essere svolte dalle strutture pubbliche territoriali e dai "Tecnici Competenti" riconosciuti dalle Amministrazioni regionali (art.2 c. 6, 7, 8). Al fine di definire questa figura il legislatore ricorre al criterio della "competenza basata sull'esperienza", che si traduce nel seguente requisito minimo:

- attività non occasionale in acustica ambientale della durata di due anni per laureati o possessori del diploma universitario in materie scientifiche e quattro anni per i diplomati presso istituti tecnici;

Fin dall'approvazione della legge quadro, in sede di votazione finale in seconda lettura, è emerso che questo punto del testo era particolarmente lacunoso e, quindi, non volendo operare nuove correzioni pena il rinvio dell'approvazione della legge, è stato comunque approvato un ordine del giorno che impegnava il Governo a rivedere la materia.

Come conseguenza, è attualmente in corso di emanazione un decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri che ridefinirà in maniera organica i requisiti e i percorsi formativi per l'acquisizione del titolo di Tecnico Competente.

## **1.5 Bibliografia di riferimento**

- [1] Legge 21 gennaio 1994, n.61 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 dicembre 1993, n.496, recante disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione dell’Agenzia nazionale per la protezione dell’ambiente”. G.U. n.21 del 27/1/1994;
- [2] Legge Regionale 18 aprile 1995, n.66, Regione Toscana, “Istituzione dell’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana”. B.U.R. Toscana 28/4/1995, n.33;
- [3] Legge Regionale 19 aprile 1995, n.44, Regione Emilia Romagna, “Riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione dell’Agenzia Regionale per la Prevenzione e l’Ambiente (ARPA) dell’Emilia Romagna”. B.U.R. Emilia Romagna 24/4/95, n.78, Parte I;
- [4] Legge Regionale 27 aprile 1995, n.39, Regione Liguria “Istituzione dell’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente ligure”. B.U.R. Liguria 17/5/1995, n.11, Parte I;
- [5] Legge Regionale 13 aprile 1995, n.60, Regione Piemonte “Istituzione dell’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale”. B.U.R. Piemonte 19/4/95, n.16, Suppl.;
- [6] Legge Regionale 4 settembre 1995, n.41, Regione Autonoma Valle D’Aosta “Istituzione dell’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente (ARPA) e creazione, nell’ambito dell’Unità sanitaria locale della Valle d’Aosta, del Dipartimento di prevenzione e dell’Unità operativa di microbiologia”. B.U.R. Valle D’Aosta, 31/10/95, n.48;
- [7] Legge Regionale 18 ottobre 1996, n.32, Regione Veneto “Norme per l’istituzione ed il funzionamento dell’Agenzia regionale per la prevenzione e protezione ambientale del Veneto (ARPAV)”. B.U.R. Veneto 22/10/96, n.94;

- [8] Legge Provinciale 11 settembre 1995, n.11, Provincia Autonoma di Trento “Istituzione dell’Agenzia Provinciale per la Protezione dell’Ambiente”. B.U. Trento 19/9/95, n.42;
- [9] Legge Provinciale 19 dicembre 1995, n.26 - Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige “Istituzione dell’Agenzia Provinciale per la Protezione dell’Ambiente e la tutela del lavoro”. B.U. Bolzano 2/1/96, n.1;
- [10] Legge 26 ottobre 1995, n.447 “Legge Quadro sull’inquinamento acustico”. Supplemento ordinario alla G.U. n.254 del 30/10/1995;
- [11] V. Calzolaio “Abbassiamo il volume”. Edizioni Lega delle Autonomie Locali, Marche, febbraio 1996;
- [12] A. L. De Cesaris, M. B. D’Argentina “Le nuove norme sull’inquinamento acustico”. Edizioni Il Sole 24 Ore Pirola, maggio 1996;
- [13] “Il contributo dell’ARPAT alla stesura della legge regionale sull’inquinamento acustico”. Firenze, settembre 1997.

## **Capitolo II**

### **QUADRO ISTITUZIONALE DELLE COMPETENZE**

#### **2.1 I soggetti coinvolti**

I soggetti coinvolti nella gestione degli adempimenti previsti dalla legge quadro sull'inquinamento acustico sono diversi; i principali sono lo Stato, le Regioni, le Province, i Comuni, le Aziende Sanitarie, le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, gli esercenti o proprietari delle infrastrutture pubbliche e private.

E' di seguito illustrato quale sia il ruolo di ciascuno di questi soggetti.

##### **2.1.1 Lo Stato**

La Legge Quadro 447/95 (art. 3) assegna allo Stato le seguenti competenze:

- determinare i valori dei limiti di emissione, immissione, attenzione e qualità del rumore, così come definiti all'art. 2 della stessa Legge Quadro;
- coordinare l'attività e definire la normativa tecnica generale per il collaudo, l'omologazione, la certificazione e la verifica periodica dei prodotti ai fini del contenimento e dell'abbattimento del rumore; stabilire il ruolo e la qualificazione dei soggetti preposti a tale attività e le procedure di verifica periodica dei valori limite di emissione di aeromobili, natanti e veicoli circolanti su strada;
- determinare le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico, tenendo conto delle peculiari caratteristiche del rumore emesso dalle infrastrutture di trasporto;

*Quadro Istituzionale delle Competenze*

- coordinare le attività di ricerca, di sperimentazione tecnico-scientifica, di raccolta, elaborazione e diffusione dei dati. A tali attività di coordinamento provvede anche il Ministero dell'Ambiente, che si avvale di: Istituto Superiore di Sanità, CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), ENEA (Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), CSRPAD (Centro Superiore Ricerche e Prove Autoveicoli e Dispositivi), Ministero dei Trasporti e della Navigazione, Istituti e Dipartimenti Universitari;
- determinare i requisiti acustici delle sorgenti sonore ed i requisiti passivi di edifici e componenti, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore;
- indicare i criteri di progettazione, esecuzione e ristrutturazione di costruzioni edilizie ed infrastrutture dei trasporti, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico;
- determinare i requisiti acustici dei sistemi di allarme con segnale acustico e dei sistemi di refrigerazione e disciplinarne l'installazione, manutenzione ed uso;
- determinare i requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e pubblico spettacolo;
- adottare piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore di servizi pubblici essenziali (linee ferroviarie, metropolitane, autostrade, strade statali) entro i limiti stabiliti per ogni specifico sistema (ferme restando le competenze degli enti locali quali Regioni, Province, Comuni);
- determinare i criteri per la misura del rumore emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura e disciplinare il contenimento del relativo inquinamento acustico;
- determinare i criteri per la misura del rumore emesso dagli aeromobili e disciplinare il contenimento del relativo inquinamento acustico;
- predisporre campagne di informazione del consumatore e di educazione

scolastica.

Le competenze suddette sono esercitate dallo Stato mediante l'emanazione di decreti attuativi della Legge Quadro 447/95, alcuni sotto forma di Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri (DPCM), altri come Decreti del Presidente della Repubblica (DPR), altri ancora come Decreti Ministeriali (DM), come sinteticamente riportato nella tabella 1.1.

### **2.1.2 Le Regioni**

Come già accennato nel par. 1.2, la Legge Quadro 447/95 assegna alle Regioni competenze specifiche di indirizzo e coordinamento delle attività di tutela dall'inquinamento acustico.

Le competenze delle Regioni sono definite in dettaglio all'art. 4 della legge quadro 447/95; entro un anno dalla data di entrata in vigore della legge esse devono emanare Leggi Regionali volte a:

- stabilire i criteri in base ai quali i Comuni procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni, per l'applicazione dei valori di qualità;
- definire i poteri sostitutivi in caso di inerzia dei Comuni o degli enti competenti, ovvero di conflitto fra gli stessi;
- definire le modalità, le scadenze e le sanzioni per l'obbligo di classificazione delle zone per i Comuni che adottano nuovi strumenti urbanistici generali o particolareggiati;
- determinare le modalità di controllo, nel rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico, all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizio commerciali polifunzionali; dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili

ed infrastrutture, nonché dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;

- fissare le procedure per la predisposizione e l'adozione da parte dei Comuni di piani di risanamento acustico;
- per i Comuni il cui territorio presenti un rilevante interesse paesaggistico, definire i criteri e le condizioni per l'individuazione di limiti inferiori a quelli stabiliti dalla legge;
- stabilire le modalità di rilascio delle autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico, qualora esse comportino l'impiego di macchinari o di impianti rumorosi;
- stabilire le competenze delle Province in materia di inquinamento acustico;
- organizzare servizi di controllo nell'ambito del territorio regionale;
- definire i criteri di redazione della documentazione, da presentare da parte dei competenti soggetti titolari dei progetti o delle opere, per la valutazione di impatto acustico.

La Legge Quadro, all'art. 4, comma 2, aggiunge inoltre che le Regioni, in base alle proposte pervenute e alle disponibilità finanziarie assegnate dallo Stato, definiscono le priorità e predispongono un piano triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico; i Comuni adeguano i singoli piani di risanamento acustico al piano regionale.

### **2.1.3 Le Province**

La Legge Quadro definisce le competenze delle Province all'art. 5; le Province devono:

- assolvere alle funzioni amministrative in materia di inquinamento acustico previste dalla legge 8 giugno 1990, n.142;
- assolvere alle funzioni ad esse assegnate dalle Leggi regionali;
- assolvere alle funzioni di controllo e vigilanza, stabilite dalla Legge Quadro, per garantirne l'attuazione in ambiti territoriali ricadenti nel territorio di più Comuni compresi nella circoscrizione provinciale, utilizzando le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (art.14, c.1).

Il personale incaricato dei controlli può accedere agli impianti e alle sedi di attività che costituiscono fonti di rumore e richiedere i dati, le informazioni e i documenti necessari per l'espletamento delle proprie funzioni; il segreto industriale non può essere opposto per evitare od ostacolare le attività di verifica e controllo (L.Q. 447/95, art.14, comma 3).

In particolare, tra le competenze delle Province, si ritiene possano ancora rientrare le seguenti attività:

- promuovere eventuali campagne di misura con lo scopo di individuare l'entità e la diffusione dei rumori sul territorio e la tipologia delle sorgenti;
- creare ed aggiornare la banca dati rumore dell'intero territorio provinciale in modo compatibile con il sistema informativo regionale per l'ambiente (SIRA);
- realizzare e gestire tramite le ARPA, su tutto il territorio provinciale, gli eventuali sistemi di monitoraggio dell'inquinamento acustico.

Inoltre, tramite legge regionale, alle Province potrebbero anche essere assegnati compiti di coordinamento e supervisione delle attività svolte dai Comuni in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico.

### **2.1.4 I Comuni**

Sono di competenza dei Comuni, secondo le leggi statali e regionali e i rispettivi statuti (art.5 della Legge Quadro 447/95):

- la classificazione in zone del territorio comunale;
- il coordinamento degli strumenti urbanistici già adottati;
- l'adozione dei piani di risanamento acustico, assicurando il coordinamento con il piano urbano del traffico e con i piani previsti dalla vigente legislazione in materia ambientale. Nei Comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti, la Giunta Comunale deve presentare al Consiglio Comunale una relazione biennale sullo stato acustico del Comune. Il Consiglio approva la relazione e la trasmette alla Regione e alla Provincia. Per i Comuni che adottano il piano di risanamento la prima relazione è allegata al piano; per gli altri Comuni la prima relazione è adottata entro due anni dalla data di entrata in vigore della Legge Quadro 447/95;
- il controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed 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 ed infrastrutture e provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;
- l'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico;
- la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli;
- il controllo delle prescrizioni attinenti il contenimento dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico veicolare e dalle sorgenti fisse, del rumore prodotto dalle macchine rumorose e dalle attività svolte all'aperto, della corrispondenza alla normativa vigente dei contenuti della documentazione presentata per la valutazione di impatto acustico;
- l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite, per lo svolgimento di attività

temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo o mobile.

Tutte le attività sopra elencate sono esercitate dai Comuni seguendo le direttive fornite dalle Leggi regionali di cui al punto 2.1.2.

I Comuni, inoltre, entro un anno dall'entrata in vigore della Legge Quadro 447/95, devono adeguare i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale, prevedendo apposite norme contro l'inquinamento acustico (art. 6, comma 2); i Comuni il cui territorio presenti un particolare interesse paesaggistico-ambientale possono stabilire limiti di esposizione inferiori a quelli fissati dalla legge, secondo le direttive fornite dalle leggi regionali.

### **2.1.5 Il ruolo dell'ANPA e delle ARPA**

Il decreto-legge 4 dicembre 1993, n.496, coordinato con la legge 21 gennaio 1994, n.61, istituisce l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) (vedi il capitolo Introduzione).

I compiti istituzionali assegnati all'ANPA dalla Legge sono i seguenti:

- attività di promozione della ricerca di base e applicata relativa alla protezione dell'ambiente; promozione della ricerca e diffusione di tecnologie ecologicamente compatibili;
- attività di raccolta, elaborazione e pubblicazione di tutti i dati sulla situazione ambientale;
- formulazione alle autorità amministrative centrali e periferiche di proposte e pareri in materia di protezione dell'ambiente;
- cooperazione con l'Agenzia Europea dell'Ambiente e con l'Istituto Statistico delle Comunità Europee, nonché con le Organizzazioni Internazionali operanti nel settore della salvaguardia dell'ambiente;
- verifica della congruità e della efficacia tecnica delle disposizioni normative in

materia di ambiente;

- attività di controllo dei parametri fisici, chimici e biologici di inquinamento ambientale;
- attività di supporto tecnico-scientifico agli organi preposti alla valutazione dei rischi di incidenti connessi alle attività produttive;
- attività di controllo ambientale delle attività connesse all'uso pacifico dell'energia nucleare;
- attività di indirizzo e coordinamento tecnico nei confronti delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), allo scopo di rendere omogenee sul piano nazionale le metodologie operative per l'esercizio delle competenze ad esse spettanti;
- attività di consulenza e supporto tecnico-scientifico del Ministero dell'Ambiente e, tramite convenzioni, di altre amministrazioni ed enti pubblici.

Al fine di perseguire gli obiettivi menzionati, l'ANPA fornisce al Ministero dell'Ambiente tutti gli elementi in proprio possesso per la predisposizione della relazione sullo stato ambientale; stipula con l'ENEA e con il Ministero dell'Ambiente apposite convenzioni per l'individuazione delle attività di ricerca, finalizzate all'espletamento dei compiti dell'Agenzia; stipula inoltre accordi di programma anche con enti e istituzioni di ricerca pubblici e privati.

Per lo svolgimento delle attività di interesse regionale in materia di protezione ambientale e delle attività tecniche di prevenzione, di vigilanza e di controllo ambientale, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano, sempre in applicazione della legge n.61/94, istituiscono rispettivamente le Agenzie Regionali e Provinciali, attribuendo ad esse o alle loro articolazioni territoriali le funzioni, il personale, i beni mobili e immobili, le attrezzature e la dotazione finanziaria dei presidi multizonali di prevenzione, nonché il personale, l'attrezzatura e la dotazione finanziaria dei servizi delle Aziende Sanitarie. Le Agenzie sono istituite senza oneri

aggiuntivi per le Regioni, utilizzando, tra l'altro, personale già in organico presso di esse; sono organizzate in settori tecnici corrispondenti alle principali aree di intervento e articolate in dipartimenti provinciali o subprovinciali e in servizi territoriali. Le Agenzie Regionali collaborano con l'Agenzia Nazionale cui prestano, su richiesta, supporto tecnico, nonchè con le Province, ai fini dei controlli previsti dalla Legge quadro sull'inquinamento acustico all'art. 14, comma 1 (vedi il par. 2.1.3).

Le ARPA possono svolgere anche funzioni di consulenza e supporto tecnico ai Comuni per gli obblighi ad essi derivanti dall'applicazione della legge 447/95.

#### **2.1.6 Le ARPA e le Regioni**

Le ARPA, nell'esercizio delle loro funzioni per la protezione dell'ambiente, possono fornire un supporto specifico alle Regioni nella predisposizione delle leggi regionali di recepimento della Legge Quadro, sia su un piano tecnico di produzione di documenti di analisi dei problemi legati all'inquinamento acustico e di formulazione di indicazioni per affrontarli, sia in qualità di consulenti nella stesura delle bozze dei testi di legge in commissioni costituite con i funzionari regionali.

#### **2.1.7 Le Aziende Sanitarie e le ARPA**

A seguito dell'emanazione della legge 21/1/1994, n. 61, sono state trasferite le competenze per i controlli ambientali dalle Aziende Sanitarie a nuove Agenzie Regionali che venivano prefigurate nella legge citata e che sarebbero state istituite dalle singole Regioni.

La reale suddivisione delle competenze tra Agenzie Regionali e Aziende Sanitarie viene quindi definita con l'emanazione delle specifiche Leggi regionali.

Prendendo spunto da realtà normative regionali già consolidate, indicativamente

rimangono di competenza delle Aziende Sanitarie le tematiche relative all'igiene edilizia in merito ai requisiti acustici degli ambienti adibiti ad uso abitativo o pubblico, eventuali pareri sanitari per i nuovi Piani Regolatori (ove previsti) e la tutela della salute dei lavoratori da inquinamento acustico negli ambienti di lavoro. Diventano invece di competenza delle Agenzie Regionali le attività di prevenzione e controllo dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e nell'ambiente di vita.

La ricordata suddivisione delle competenze, se estremizzata, può risultare particolarmente impegnativa e talvolta improduttiva se riferita ad attività che richiedono il coordinamento tra le reciproche competenze, come nel caso di espressione dei pareri su attività di pianificazione, quali stesura di nuovi PRG comunali, piani di risanamento acustico, ecc.

In tali casi è essenziale che il parere sanitario (di competenza Aziende Sanitarie) sia basato su valutazioni tecniche (di competenza ARPA) relative allo stato attuale e futuro dell'ambiente: questa esigenza comporta necessariamente un lavoro congiunto ARPA - Aziende Sanitarie.

Questo modo di operare risulta ancor più proficuo quando le due strutture collaborano con le Amministrazioni Comunali per la definizione degli orientamenti nella predisposizione dei piani di risanamento acustico.

Stante le diverse situazioni normative regionali, non è possibile definire indicazioni di validità generale per le possibili soluzioni di collaborazione e di coordinamento tra le Agenzie Regionali e le Aziende Sanitarie; tuttavia, esaminata la situazione locale, per ogni tematica è possibile individuare la struttura titolare del procedimento: tale struttura formula il parere finale raccordandosi con l'altra struttura e raccogliendone le indicazioni di competenza.

### **2.1.8 Gli esercenti delle infrastrutture pubbliche e private**

Gli esercenti delle infrastrutture di trasporto quali ferrovie, autostrade, aeroporti, ecc., devono presentare al Ministero dell'Ambiente un rapporto sullo stato attuale dell'inquinamento da rumore dovuto a dette infrastrutture. Gli esercenti sono tenuti a trasmettere ai Comuni interessati copia dei relativi progetti di risanamento, conformi a quanto stabilito dalla Commissione, che saranno recepiti nei piani di risanamento comunali.

Gli oneri derivanti dalle attività di risanamento sono a carico degli Enti stessi che, ai sensi dell'art. 10, comma 5, della legge n. 447, sono obbligati a impegnare una quota fissa non inferiore al 5% (1,5% per l'ANAS) dai fondi di bilancio previsti per l'attività di manutenzione e potenziamento delle infrastrutture.

Appositi decreti (vedi tab. 1.1) stabiliscono norme per la prevenzione e il contenimento dell'inquinamento da rumore prodotto rispettivamente dalle infrastrutture ferroviarie, stradali, aeroportuali. L'attività di risanamento ad opera dell'Ente proprietario o gestore interviene allorché nella fascia o area territoriale di pertinenza della infrastruttura, attualmente individuata nelle bozze dei suddetti decreti, vengono superati i valori limite stabiliti; gli interventi vanno effettuati prioritariamente all'interno della predetta fascia, mentre all'esterno di tale fascia gli eventuali interventi sono coordinati con il piano di risanamento comunale.

I piani di risanamento prevedono:

- la classificazione delle tratte o siti da risanare secondo delle priorità che tengono conto sia dei livelli di inquinamento acustico che dell'entità della popolazione esposta che del costo dell'intervento;
- il conseguente programma di risanamento con l'individuazione delle tratte o delle aree dove saranno realizzati gli interventi e i relativi tempi di realizzazione;
- l'individuazione degli interventi.

Per gli esercenti di insediamenti produttivi, l'art. 15 comma 2 della L.Q. 447/95

stabilisce che, entro 6 mesi dalla classificazione in zone del territorio comunale, sia presentato, laddove necessario, un piano di risanamento acustico al fine di consentire il rispetto dei limiti di zona. Per gli impianti produttivi a ciclo continuo, i piani di risanamento devono essere finalizzati anche al rispetto dei valori limite differenziali, qualora non siano rispettati i valori assoluti di immissione (DMA 11/12/96).

Qualora tali piani non vengano presentati, la stessa legge stabilisce che le imprese inadempienti si devono comunque adeguare ai limiti indicati dalla zonizzazione comunale entro il termine previsto per la presentazione del suddetto piano.

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente dell'11/12/1996, riguardante gli impianti a ciclo continuo, fissa anche i tempi per la realizzazione, da parte delle aziende, del piano di risanamento a decorrere dalla data di presentazione dello stesso; indica inoltre il contenuto di massima della relazione tecnica che accompagna il suddetto piano: descrizione della tipologia ed entità del rumore presente, indicazione delle modalità e dei tempi di risanamento, stima degli oneri finanziari necessari.

## **Capitolo III**

### **ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO**

#### **3.1 Introduzione**

Il DPCM 1/3/91, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", stabiliva che i Comuni dovevano adottare la classificazione acustica. Tale operazione, generalmente denominata "zonizzazione acustica", consiste nell'assegnazione, a ciascuna porzione omogenea di territorio, di una delle sei classi individuate dal decreto, sulla base della prevalente ed effettiva destinazione d'uso del territorio stesso.

La legge n. 447/95, "Legge Quadro sull'inquinamento acustico", all'art. 6, ribadisce l'obbligo della zonizzazione comunale.

La zonizzazione acustica è un atto tecnico-politico di governo del territorio, in quanto ne disciplina l'uso e vincola le modalità di sviluppo delle attività ivi svolte. L'obiettivo è quello di prevenire il deterioramento di zone non inquinate e di fornire un indispensabile strumento di pianificazione, di prevenzione e di risanamento dello sviluppo urbanistico, commerciale, artigianale e industriale; in tal senso, la zonizzazione acustica non può prescindere dal Piano Regolatore Generale, in quanto ancora questo costituisce il principale strumento di pianificazione del territorio. E' pertanto fondamentale che venga coordinata con il PRG, anche come sua parte integrante e qualificante, e con gli altri strumenti di pianificazione di cui i Comuni devono dotarsi (quale il Piano Urbano del Traffico - PUT). E' importante inoltre sottolineare che le novità introdotte dalla Legge

Quadro porteranno la zonizzazione a incidere sul territorio in maniera più efficace rispetto al DPCM 1/3/91; infatti, nel realizzare la classificazione in zone del territorio, si dovrà tener conto che la definizione di zona stabilisce, oltre ai valori di qualità, sia i livelli di attenzione, superati i quali occorre procedere e avviare il Piano di Risanamento Comunale, sia i limiti massimi di immissione ed emissione, gli uni riferiti al rumore prodotto dalla globalità delle sorgenti, gli altri al rumore prodotto da ogni singola sorgente.

Le verifiche dei livelli di rumore effettivamente esistenti sul territorio comunale potrebbero evidenziare il mancato rispetto dei limiti fissati. In tal caso la legge 447/95 prevede da parte dell'Amministrazione Comunale l'obbligo di predisporre e adottare un Piano di Risanamento Acustico.

Il DPCM non indicava criteri particolareggiati per la suddivisione del territorio nelle sei classi. Al fine di colmare tale lacuna alcune regioni hanno emanato, con legge o come linee guida, questi criteri; è il caso delle Regioni Campania, Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Toscana e Veneto, e della Provincia Autonoma di Trento.

La legge 447/95 affida invece esplicitamente alle Regioni un ruolo di indirizzo e coordinamento delle attività in materia di inquinamento acustico e, in particolare, assegna loro il compito di provvedere a definire, con legge, i criteri con cui i Comuni procedono alla classificazione acustica del proprio territorio. In assenza di queste leggi regionali, gli atti già emanati rappresentano un utile riferimento.

Lo scopo del presente documento è quello di presentare una rassegna ragionata dei criteri regionali esistenti, arricchita dall'esperienza della loro applicazione, e aggiornata in base alla legge 447/95.

Questo anche al fine di favorire la formazione di scelte omogenee nella gestione nelle varie parti del territorio nazionale, e di fornire un quadro di riferimento utile per le Regioni prive di strumenti a riguardo.

Ci preme sottolineare che, anche se gli indirizzi emanati dalle varie Regioni possono sembrare contrastanti quando vengono confrontati sui singoli aspetti, in realtà i vari approcci sono omogenei quando vengono "letti" nel quadro generale degli indirizzi di una Regione, e tendono a una politica comune di salvaguardia del territorio dall'inquinamento acustico.

Alla data di stesura del presente documento, alcuni importanti decreti applicativi della Legge Quadro di interesse per la zonizzazione non sono stati ancora emanati. Faremo comunque riferimento alle loro bozze, quando queste hanno ormai assunto una veste quasi definitiva.

### **3.2 Le Zone ed i Limiti di zona**

La tabella del DPCM 1/3/91 riportava le seguenti definizioni per le classi nelle quali deve essere suddiviso il territorio comunale ai fini della zonizzazione acustica:

#### **Classe I**

##### *Aree particolarmente protette*

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.

#### **Classe II**

*Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale*

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.

**Classe III**

*Aree di tipo misto*

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.

**Classe IV**

*Aree di intensa attività umana*

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.

**Classe V**

*Aree prevalentemente industriali*

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

**Classe VI**

*Aree esclusivamente industriali*

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

I limiti massimi del livello equivalente della pressione sonora per le sei classi erano quelli indicati nella tab. 2 del DPCM 1/3/91 e qui riportati in tabella 3.1.

**Tabella 3.1 Limiti massimi del livello equivalente di pressione sonora (dBA) in funzione delle classi di destinazione d'uso del territorio e dei tempi di riferimento, secondo il DPCM 1/3/91**

N.°	Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
		diurno	notturno
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

La Legge Quadro 447/95 conferma la suddivisione del territorio nelle sei classi già previste dal DPCM 1/3/91; i limiti sono invece fissati nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14/11/97.

I limiti introdotti dalla Legge Quadro e definiti dal successivo decreto sono più articolati rispetto ai limiti del DPCM 1/3/91; essi sono: valori limite di emissione (con riferimento alle singole sorgenti); di immissione (differenziati tra ambienti abitativi e ambiente esterno e comprensivi di tutte le sorgenti); valori di

attenzione e valori di qualità comprensivi di tutte le sorgenti presenti. I valori di qualità sono definiti 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*”.

Per quanto riguarda i valori limite di immissione da tutte le sorgenti, il decreto prevede che questi devono essere tali da rispettare il livello massimo di rumore ambientale previsto per la zona in cui il rumore viene valutato. I valori limite di immissione nell'ambiente esterno sono posti pari ai valori indicati nella tabella 3.1; negli ambienti abitativi i valori limite di immissione sono di tipo differenziale (con delle soglie inferiori).

I valori di emissione delle singole sorgenti sono pari a quelli della tabella 3.1, diminuiti di 5 dB.

Sono valori di attenzione quei valori che uguagliano, per una durata di un'ora, i valori di Tab. 3.1 aumentati di 10 dBA per il periodo diurno e di 5 dB per il periodo notturno, oppure gli stessi valori di Tab. 3.1 se rapportati ad una durata pari ai tempi di riferimento.

Il decreto stabilisce infine che i valori di qualità siano quelli della tabella 3.1, diminuiti di 3 dB.

### **3.3 Le Convenzioni**

L'elaborato finale contenente la zonizzazione acustica è rappresentato da una cartografia di scala opportuna, con la suddivisione del territorio nelle zone definite dalla legge 447/95, e da una relazione tecnica descrittiva.

La normativa nazionale non indica tuttavia la scala per la rappresentazione della zonizzazione né specifica le modalità per la rappresentazione grafica delle sei zone; possono, pertanto, essere di riferimento i criteri indicati dalle diverse Regioni che hanno emanato normative in merito.

Per quanto riguarda la scala, tutte le Regioni convengono che è opportuno rappresentare la zonizzazione acustica in scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale, scendendo più in dettaglio (scala 1:5.000 o anche 1:2.000) solo per le parti più densamente urbanizzate o per piccoli Comuni.

Indicazioni in merito alla rappresentazione grafica delle sei tipologie di zone sono contenute nelle normative della Regione Lazio, della Regione Liguria, della Regione Emilia Romagna, della Regione Toscana, della Regione Lombardia e della Regione Campania, come sinteticamente illustrato nella tabella seguente.

**Tabella 3.2 Simbologie per la rappresentazione della zonizzazione acustica proposte dalle Regioni Lazio, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lombardia, Campania**

<b>Classe</b>	<b>Regioni Lazio-Liguria</b>	<b>Regione Emilia Romagna</b>	<b>Regione Toscana</b>	<b>Regione Lombardia</b>	<b>Regione Campania</b>
---------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------------

*Zonizzazione Acustica del Territorio*

I colore tratteggio	Verde Punti	Verde Punti	Verde Quadrati	Verde chiaro Piccoli punti, bassa densità	Verde Punti
II colore tratteggio	Giallo Linee verticali	Giallo Linee verticali	Rosa Croci	Verde scuro Punti grossi, alta densità	Giallo Linee verticali
III colore tratteggio	Arancione Linee orizzontali	Arancione Linee orizzontali	Bianco Nessun tratteggio	Giallo Linee orizzontali, bassa densità	Arancione Linee orizzontali
IV colore tratteggio	Rosso Crocette	Rosso vermiglio Tratteggio a croce	Giallo Grigio uniforme	Arancione Linee verticali, alta densità	Rosso Crocette
V colore tratteggio	Viola Linee inclinate	Rosso violetto Linee inclinate	Celeste Pallini	Rosso Tratteggio incrociato, bassa densità	Viola Linee inclinate
VI colore tratteggio	Blu Nessun tratteggio	Blu Nessun tratteggio	Arancione Righe inclinate	Blu Linee verticali, alta densità	Blu Nessun tratteggio

La zonizzazione della Provincia Autonoma di Trento, invece, fa riferimento a 9 zone la cui definizione e simbologia per la rappresentazione sono riportate nella tabella 3.3.

**Tabella 3.3 Simbologia per la rappresentazione della zonizzazione acustica proposta dalla Provincia Autonoma di Trento**

ZONE	COLORE	TRATTEGGIO
------	--------	------------

*Zonizzazione Acustica del Territorio*

fasce di rispetto		tratteggiate alternando i colori relativi alle aree adiacenti
aree a parco e riserva naturale e biotopo	bianco	tratteggio PUP*
aree agricole, a bosco ed a pascolo	bianco	tratteggio PUP*
aree residenziali protette	verde	punti medi, media densità
aree in cui siano presenti ospedali, scuole, luoghi di cure e di riposo	giallo	linee verticali, bassa densità
aree prevalentemente residenziali	arancio	linee verticali, alta densità
aree residenziali urbane con consistente presenza di negozi ed uffici	rosso	tratteggio a croce, media densità
aree commerciali ed area abitativa urbana attraversata da vie principali di traffico	viola	tratteggio a croce, alta densità
aree produttive	azzurro	larghe strisce verticali

\* PUP - Piano Urbanistico Provinciale

Per la rappresentazione grafica della zonizzazione si può inoltre fare riferimento a quanto contenuto nella norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale", in merito alla rappresentazione delle mappe di rumore (tab.3.4).

Come si vede, pur trattandosi di una classificazione in 11 classi di rumore, la gradualità nei colori e nei tratteggi è rispettata solo nelle indicazioni delle Regioni Lazio, Emilia Romagna e Campania, mentre sensibili differenze rispetto alla UNI 9884 si riscontrano nelle indicazioni delle Regioni Toscana, Lombardia e della Provincia Autonoma di Trento.

**Tab. 3.4 UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale"- Dati per la rappresentazione delle mappe di rumore**

Zone di rumore	Colore	Tratteggio
sotto 35 dB(A)	verde chiaro	piccoli punti, bassa densità
da 35 a 40 dB (A)	verde	punti medi, media densità
da 40 a 45 dB (A)	verde scuro	punti grossi, alta densità
da 45 a 50 dB (A)	giallo	linee verticali, bassa densità
da 50 a 55 dB (A)	ocra	linee verticali, media densità
da 55 a 60 dB (A)	arancione	linee verticali, alta densità
da 60 a 65 dB (A)	vermiglio	tratteggio a croce, bassa densità
da 65 a 70 dB (A)	carminio	tratteggio a croce, media densità
da 70 a 75 dB (A)	rosso violetto	tratteggio a croce, alta densità
da 75 a 80 dB (A)	blu	larghe strisce verticali
sopra 80 dB (A)	blu scuro	nero totale

### 3.4 Criteri generali

L'art. 4 della Legge quadro sull'inquinamento acustico stabilisce che le Regioni provvedano, entro un anno, a definire con apposita legge i criteri in base ai quali i Comuni provvedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste

dalle vigenti disposizioni.

In attesa delle singole leggi regionali che saranno emanate, cercheremo nel seguito di sintetizzare, analizzandoli criticamente, i documenti regionali emanati in seguito al DPCM 1/3/91; gli approcci seguiti sono riconducibili essenzialmente a due tipologie:

- linee-guida per la redazione della zonizzazione acustica che prevedono metodologie di tipo qualitativo: la classificazione del territorio è ottenuta come il risultato di una attenta analisi del territorio stesso, sulla base del Piano Regolatore vigente e delle destinazioni d'uso esistenti e previste;
- linee-guida per la redazione della zonizzazione acustica che prevedono metodologie operative in una prima fase di tipo quantitativo, basate cioè sul calcolo di indici e parametri insediativi caratteristici del territorio.

Date le notevoli implicazioni connesse con l'adozione della zonizzazione acustica, è opportuno che la metodologia adottata sia comunque attenta, al fine di pervenire ad una precisa lettura della prevalente ed effettiva destinazione d'uso del territorio stesso. Sono pertanto importanti sia le analisi preliminari, di carattere conoscitivo (analisi del PRG, degli altri piani e strumenti urbanistici, analisi di carte tematiche sulla viabilità, sulla dislocazione delle attività e dei servizi, ecc.), sia gli approfondimenti di carattere quantitativo specialmente per l'assegnazione delle classi II, III e IV.

### **3.5 Prima fase: predisposizione dello schema di zonizzazione acustica**

Il criterio di base per la individuazione e la classificazione delle differenti zone acustiche del territorio è essenzialmente legato alle prevalenti condizioni di effettiva fruizione del territorio stesso, pur tenendo conto delle destinazioni di Piano Regolatore e delle eventuali variazioni in itinere del piano medesimo. La

zonizzazione acustica, una volta approvata ed adottata dall'Amministrazione comunale, costituisce uno strumento urbanistico destinato ad avere una certa validità temporale; è pertanto consigliabile recepire nella classificazione del territorio le proiezioni future - purché a termine ragionevolmente breve - previste dai piani urbanistici in itinere. Viceversa, qualora la redazione della zonizzazione acustica preceda l'elaborazione di nuovi strumenti urbanistici, saranno questi a recepirli nell'assegnazione delle destinazioni d'uso del territorio.

Quale criterio generale sono sconsigliate le eccessive suddivisioni del territorio. E' altresì da evitare una eccessiva semplificazione, che porterebbe a classificare vaste aree del territorio in classi elevate.

Diverse normative regionali suggeriscono a tale proposito l'isolato quale unità di superficie minima per la zonizzazione acustica.

La Legge Quadro raccomanda di evitare l'accostamento di zone con differenze di livello assoluto di rumore superiori a 5 dBA.

Su questo punto le posizioni espresse dai vari elaborati regionali divergono abbastanza. Ci sono infatti Regioni in cui questo è sempre tassativamente vietato (a parte casi giustificati da discontinuità morfologiche), e quindi impongono una zonizzazione comunque degradante, rinviando a indirizzi politici la scelta di quale tra le aree contigue "penalizzare" acusticamente. Altre Regioni lo vietano nei nuovi insediamenti, mentre lo permettono nelle realtà già esistenti.

In questi casi è comunque prevista l'adozione di piani di risanamento.

Una possibilità intermedia prevista da alcune Regioni è quella di introdurre delle fasce di rispetto degradanti, di solito previste nelle aree con limiti acustici superiori, ove sono imposti dei limiti inferiori.

E' da notare che i differenti approcci sono collegati ad altre scelte di zonizzazione, e ne conseguono al fine di permettere comunque una zonizzazione congruente. Ad esempio, nelle Regioni dove era stato scelto di posizionare gli

edifici scolastici comunque in classe I, è stato anche scelto di consentire i salti di zona. Dove questo vincolo non era stringente, si è teso a limitare anche sull'esistente questa possibilità.

Alla luce delle esperienze regionali compiute in questi anni, riteniamo che l'approccio di una zonizzazione degradante si presti ai casi in cui sia credibile una riduzione progressiva della rumorosità nelle zone circostanti l'area da tutelare. L'inconveniente che si crea è che in queste zone con funzioni di fascia di rispetto potrebbe non aversi una corrispondenza con le caratteristiche urbanistiche dell'area. La possibilità di lasciare sulla carta il salto di zona (con conseguente piano di risanamento) si rende invece necessario quando l'area da tutelare e la principale sorgente di rumore sono contigue (ad esempio un ospedale che si affaccia su una strada a grande traffico), per cui le uniche possibilità di risolvere il conflitto sono affidate o alla rilocalizzazione di uno dei due vincoli, o alla creazione di una discontinuità morfologica (barriere) tale da consentire il salto di classe.

Per le zone con forte fluttuazione turistica stagionale, alcune Regioni consigliano l'adozione di due classificazioni del territorio, di cui una valida nel corso della maggior parte dell'anno e l'altra nei periodi di massima affluenza turistica.

Da un punto di vista strettamente metodologico, è consigliabile iniziare con la definizione delle zone particolarmente protette (classe I) e di quelle a più elevato livello di rumore (classi V e VI), in quanto più facilmente identificabili in base alle particolari caratteristiche di fruizione del territorio o a specifiche indicazioni di Piano Regolatore, per poi proseguire con l'assegnazione delle classi II, III e IV e con la classificazione della viabilità.

### **3.5.1 Individuazione delle zone in classe I**

Si tratta delle aree nelle quali la quiete sonora rappresenta un elemento di base per la loro fruizione.

Il DPCM 14/11/97 sui limiti, riprendendo la tabella 1 del DPCM 1/3/91, indica a tal proposito le aree ospedaliere e scolastiche, le aree destinate al riposo ed allo svago, le aree residenziali rurali, le aree di particolare interesse urbanistico ed i parchi pubblici.

Tra le varie aree da collocare in classe I, si possono inserire anche le aree di particolare interesse storico, artistico ed architettonico, nonché le zone F del Piano Regolatore Generale, nel caso in cui l'Amministrazione comunale ritenga che la quiete rappresenti un requisito assolutamente essenziale per la loro fruizione, con la conseguente limitazione delle attività ivi permesse.

I parchi pubblici non urbani verranno classificati come aree particolarmente protette solo nel caso di dimensioni considerevoli ed al fine di salvaguardarne l'uso prettamente naturalistico. Le piccole aree verdi "di quartiere" ed il verde a fini sportivi non vengono considerati da diverse normative regionali come zone di massima tutela, proprio perché la quiete non rappresenta un requisito fondamentale per la fruizione, così come assumono poi la classe della zona a cui appartengono le strutture scolastiche o sanitarie inserite in edifici di civile abitazione, riservando la maggior tutela ai complessi scolastici e sanitari.

Poiché spesso i complessi scolastici e sanitari, come detto, sono collocati in prossimità della viabilità principale, può accadere che essi ricadano all'interno delle fasce di pertinenza della viabilità stessa o comunque siano inseriti in aree caratterizzate dalla presenza di elevati livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare. Qualora l'estensione delle aree non sia tale da configurare tali edifici come veri e propri poli scolastici o ospedalieri in cui siano proponibili interventi specifici in esterno, si ritiene opportuno classificare i singoli edifici e le loro aree di pertinenza di modeste dimensioni in modo analogo alle aree circostanti

interessate dalla viabilità, mantenendo comunque la possibilità di raggiungere più elevati livelli di comfort acustico nelle strutture più sensibili a mezzo di interventi passivi sugli stessi edifici. Altrimenti, le aree da tutelare possono mantenere comunque la propria classe rendendo così necessari degli interventi di bonifica.

Tali interventi devono essere rivolti principalmente ad ottenere il rispetto dei limiti della classe prescelta per il solo periodo della giornata in cui si ha l'effettiva fruizione della zona (ad es. periodo diurno per le scuole, ecc...).

Non si nasconde in questa sede l'estrema difficoltà che solitamente si incontra nell'affrontare interventi di bonifica per riportare una zona ai livelli ammessi dalla classe I, tanto più in casi come quello degli ospedali o delle scuole, risultando essi stessi poli attrattivi di traffico e quindi di rumorosità. Si consiglia pertanto di verificare con rilievi nei luoghi di effettiva fruizione del pubblico la reale necessità di adottare un piano di risanamento.

Si ritiene inoltre degna di menzione la suddivisione in tre sottozone, proposta dalla Regione Lazio, con differente coefficiente di priorità, al fine dell'eventuale adozione di piani di risanamento:

*Ia) aree ospedaliere;*

*Ib) aree scolastiche;*

*Ic) aree a verde pubblico ed altre zone per le quali abbia rilevanza la quiete sonora.*

Tale suddivisione trae origine dalle differenti caratteristiche e dai differenti tempi di fruizione delle zone medesime, nonché dalla diversa condizione della popolazione utente. La zona ospedaliera, infatti, è utilizzata per l'intero arco delle 24 ore da una popolazione a rischio e comunque in condizioni di minore resistenza; in quella scolastica risiede per un ben definito arco della giornata una popolazione selezionata con caratteristiche relativamente omogenee; la terza

sottozona è fruita per intervalli di tempo generalmente piuttosto limitati da una popolazione non selezionata.

### **3.5.2 Individuazione delle zone in classe V e VI**

Anche per l'identificazione delle classi V e VI (aree prevalentemente ed esclusivamente industriali) non sussistono in genere particolari problemi, in quanto esse sono spesso individuate da zone precise del Piano Regolatore Generale.

Va tuttavia osservato che in genere non esistono aree industriali del tutto prive di insediamenti abitativi, pertanto nella classe VI si dovrà ammettere la presenza di abitazioni occupate da personale con funzioni di custodia. Per tali insediamenti, al fine di proteggere adeguatamente le persone, si dovranno disporre degli interventi di isolamento acustico, poiché nelle zone in classe VI non sono applicabili i valori limite differenziali di immissione (DPCM 14/11/97, art.4). Inoltre, dovranno essere posti dei vincoli sulla destinazione d'uso di queste abitazioni, in modo che non possano essere separate come proprietà dal resto della fabbrica.

Può inoltre accadere che alcune zone classificate come industriali nel PRG non abbiano avuto uno sviluppo significativo; è pertanto importante fare riferimento alla cartografia riguardante lo stato di attuazione del PRG o comunque a dati statistici sul numero e la tipologia delle attività industriali presenti al fine di pianificarne lo sviluppo, soprattutto nei riguardi delle zone limitrofe.

### **3.5.3 Individuazione delle zone in classe II, III e IV**

In conseguenza della distribuzione casuale delle sorgenti sonore negli ambiti urbani più densamente edificati, risulta in generale più complessa l'individuazione delle classi II, III e IV a causa dell'assenza di nette

demarcazioni tra aree con differente destinazione d'uso; in particolare, il DPCM 1/3/91 non forniva indicazioni sufficienti per l'individuazione di tali zone.

Per questo motivo, i documenti di indirizzo emanati dalle Regioni si sono concentrati sulle classificazioni di queste aree, differenziandosi su due approcci metodologici che potremmo definire qualitativo e quantitativo, i quali comunque convergono alla fine verso una comune politica di salvaguardia del territorio dall'inquinamento acustico, evitando di ridurre la zonizzazione a una semplice fotografia della situazione esistente.

Sintetizzando, il metodo qualitativo sfrutta l'indeterminatezza dei criteri contenuti nella legislazione nazionale in materia, introducendo fin dalla fase di elaborazione di bozze di zonizzazione, la volontà politica comunale nell'individuazione di queste aree. Nel metodo quantitativo invece gli indirizzi comunali sono posposti ad una fase successiva, utilizzando un metodo basato su indici oggettivi per elaborare una bozza di suddivisione del territorio.

L'esperienza di questi anni ha mostrato l'utilità del metodo quantitativo nei Comuni dove la compenetrazione tra le varie classi può maggiormente sfuggire ad un'analisi qualitativa, in particolare per l'estensione del nucleo urbano.

Un problema da non sottovalutare nell'approccio quantitativo è la disponibilità dei parametri di valutazione, aggiornati e informatizzati in maniera tale da poter essere facilmente utilizzati per gli scopi della zonizzazione.

Tutte le varie normative regionali suggeriscono di valutare per ciascuna zona i seguenti fattori:

- *la densità della popolazione;*
- *la presenza di attività commerciali ed uffici;*
- *la presenza di attività artigianali o di piccole industrie;*
- *il volume ed eventualmente la tipologia del traffico veicolare presente;*

- *l'esistenza di servizi e di attrezzature.*

Nell'approccio quantitativo questi fattori vengono parametrizzati (facendo riferimento all'isolato, che corrisponde in genere alle unità di censimento ISTAT) secondo:

- *la densità della popolazione (n.ro di abitanti per ettaro);*
- *la densità di attività commerciali (n.ro di abitanti per esercizio commerciale);*
- *la densità di attività artigianali (superficie occupata su superficie totale);*
- *il volume di traffico presente nella zona.*

In questo approccio viene proposto che, per ciascun parametro, vengano definite classi di variabilità (per esempio bassa, media, elevata densità) a cui sono associati dei punteggi.

Per ciascuna unità in cui è suddiviso il territorio per la valutazione, vengono calcolati i quattro parametri ed i valori dei corrispondenti punteggi; la somma dei punteggi consente quindi l'assegnazione della classe II, III o IV all'area in esame.

In genere, in questa fase vengono anche stabiliti dei criteri per eliminare le micro-suddivisioni del territorio in zone differenti.

Si raccomanda sempre un'analisi critica del risultato della somma dei punteggi, in particolare nel caso di assenza o bassa densità di popolazione residente, poiché potrebbe essere opportuna una classificazione differente.

Per quanto concerne la definizione delle tre classi di variabilità (bassa, media, alta densità), diversi sono i criteri proposti dalle normative regionali. Alcuni di questi qualitativi (a titolo di esempio, la Regione Lazio suggerisce, per la bassa densità di popolazione le aree prevalentemente a villini con non più di tre piani fuori terra), altri quantitativi (ad esempio, la Regione Emilia Romagna individua come bassa densità di popolazione quando questa è inferiore a 100 abitanti per ettaro).

Nel caso della parametrizzazioni di tipo quantitativo (tipo Emilia Romagna), l'esperienza consiglia di effettuare la delimitazione delle tre classi prendendo in considerazione la realtà territoriale in esame. Le tre classi di densità possono ad esempio essere individuate utilizzando dati aggiornati di tipo statistico (ISTAT oppure altre banche dati disponibili) relativi al Comune in esame, calcolando i diversi parametri per tutte le sezioni di censimento ISTAT, e cercando di determinare una delimitazione delle classi legata ad una distribuzione statistica equilibrata.

I principi di fondo che, invece, hanno costituito la base per la formulazione di un metodo qualitativo sono i seguenti:

1. lo spazio di autonomia ed il margine di scelte per la gestione del territorio che tengano conto delle specificità locali devono essere assolutamente lasciati alla singola amministrazione comunale, fatte comunque salve le determinazioni derivanti dalla pianificazione sovracomunale;
2. i parametri quantitativi possono risultare non parimenti validi per territori comunali estremamente variabili per numero di abitanti (da alcune centinaia al milione);
3. valutazioni distinte per attività e insediamenti che pur appartenendo alle stesse categorie economiche e tipologie produttive evidenziano notevoli peculiarità ai fini dell'impatto acustico;
4. la classificazione è un atto basato su scelte politico-amministrative e di pianificazione del territorio, da correlare strettamente all'attività urbanistica e ai vincoli economici ed ambientali.

Entrambi gli approcci alla zonizzazione (qualitativo e quantitativo) in genere introducono comunque dei criteri di zonizzazione vincolanti, in presenza di determinate sorgenti (ad esempio zone ferroviarie, aeroporti, grandi industrie

etc.).

Le esperienze regionali sviluppate in questi anni hanno mostrato in genere l'inadeguatezza, in alcune situazioni, di metodi sempre "puramente" qualitativi o quantitativi. E' pertanto auspicabile che le leggi regionali previste in materia dalla legge 447/95 non sposino rigidamente un metodo o l'altro, ma indichino la definizione di metodi che siano adattabili alle singole realtà comunali presenti nel loro territorio.

### **3.5.4 Classificazione della viabilità stradale e ferroviaria**

Considerata la loro rilevanza per l'impatto acustico ambientale, strade, autostrade e ferrovie sono elementi di primaria importanza nella predisposizione della zonizzazione acustica; del traffico si è già parlato nel paragrafo precedente.

Va qui ricordato che il rumore stradale e ferroviario è anche oggetto di specifici Regolamenti di disciplina, previsti dall'art.11 della legge 447, al momento non ancora emanati. E' tuttavia utile fare riferimento alle loro bozze per illustrarne l'impianto generale e discuterne l'influenza che potranno avere sulle procedure di zonizzazione.

Questi Regolamenti di disciplina prevedono, allo stato attuale, delle fasce fiancheggianti le infrastrutture (carreggiate o binari), dette "fasce di pertinenza", di ampiezza variabile a seconda del genere e della categoria dell'infrastruttura stradale come individuata nel D.Lvo 30/4/92 n.285, oppure per ferrovie con velocità di progetto inferiore o superiore ai 200 Km/h (60 m. o 20 m per lato a secondo del tipo di strada, 100 m. o 180 m. per lato a secondo della velocità di progetto dell'infrastruttura ferroviaria).

Per tali fasce di pertinenza vengono stabiliti dei valori limite di immissione, riferiti alla sola rumorosità prodotta dal traffico sull'infrastruttura medesima. Tali

valori limite sono differenziati, oltrechè secondo le categorie sopra citate, anche per periodo diurno o notturno, e per infrastruttura in esercizio o di nuova costruzione.

Sempre con riferimento alle attuali bozze di decreti, le fasce di pertinenza non sono elementi della zonizzazione acustica del territorio: esse si sovrappongono alla zonizzazione realizzata secondo i criteri di cui ai paragrafi precedenti, venendo a costituire in pratica delle “fasce di esenzione” relative alla sola rumorosità prodotta dal traffico stradale o ferroviario sull’arteria a cui si riferiscono, rispetto al limite di zona locale, che dovrà invece essere rispettato dall’insieme di tutte le altre sorgenti che interessano detta zona.

Per quello che riguarda le infrastrutture del traffico, è importante infine osservare che le strade di quartiere o locali sono considerate parte integrante dell’area di appartenenza ai fini della classificazione acustica, ovvero, per esse non si ha fascia di pertinenza.

Appare a questo punto chiaro che tutti questi vincoli possono influenzare in modo considerevole la zonizzazione, oltrechè, nel caso delle ferrovie di nuova costruzione, la stessa destinazione d’uso del territorio. Occorre tuttavia attendere l’emanazione dei Regolamenti di disciplina per ulteriori, più circostanziate osservazioni.

Nel recente passato, alcune direttive regionali emanate in applicazione del DPCM 1/3/91 (per es. Toscana, Lazio, Campania, Emilia Romagna, Lombardia), già procedevano ad una classificazione della viabilità stradale e ferroviaria inserendo le strade ad intenso traffico in classe IV, in classe III principalmente strade di quartiere e strade urbane, in classe II le strade locali; in alcune norme è prevista l’estensione di tali classi per una fascia di 30 m a partire dal ciglio della strada stessa (Lazio, Campania, Lombardia, Emilia Romagna).

Per le ferrovie, invece, veniva indicata la classificazione in zona IV con una estensione di tale zona per 60 m dalla mezzeria del binario più esterno (Lazio, Campania).

La Regione Veneto, invece, invitava a considerare le distanze minime a protezione delle infrastrutture stradali e ferroviarie (come individuate nel DI 1/4/68 lett. a, b, c, nel DPR 147/93 e nel DPR n.753/80) quali fasce di rispetto da inserire in classe IV.

E' evidente, quindi, la volontà della nuova normativa di sottolineare il ruolo di fondamentale importanza delle infrastrutture di trasporto riconoscendo di fatto delle "fasce di esenzione" per il solo rumore da esse prodotto e vincolando la zonizzazione comunale nelle zone confinanti con tali fasce dalla zona IV o superiore.

### **3.5.5 Zonizzazione in prossimità degli aeroporti**

E' già stato emanato, in data 31/10/97, il decreto riguardante la metodologia di misura del rumore aeroportuale, previsto dall'art. 9, comma 1, lettera m, della legge 447. Non è invece ancora pronto il Regolamento di esecuzione per il traffico aereo previsto, al pari di quelli per il rumore stradale e ferroviario, dall'art.11 della predetta legge.

Per il rumore prodotto dal traffico aereo e dalle attività aeroportuali l'impostazione adottata è stata quella di una considerazione svincolata dalla zonizzazione acustica generale.

Le aree in prossimità degli aeroporti sono suddivise in zone a seconda dell'impatto acustico ivi prodotto dall'attività aeroportuale medesima e tali zone sono soggette a specifici vincoli urbanistici.

La zonizzazione acustica si applicherà alle aree in prossimità degli aeroporti tenendo conto della pressione antropica generata dalla presenza dell'infrastruttura

(traffico, presenza di esercizi commerciali, ecc.), ma senza che il rumore prodotto dall'attività aeroportuale specifica concorra al raggiungimento del livello di rumorosità immessa. Per esso, e solo per esso, valgono particolari modalità di misura e valutazione, nonché limiti di zona dell'intorno aeroportuale, espressi con indici descrittori specifici.

### **3.5.6 Riassunto fasi di predisposizione della “bozza” di zonizzazione**

Sulla base dei criteri enunciati nei paragrafi 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3 e 3.5.4, la predisposizione della prima bozza di zonizzazione può essere effettuata secondo le fasi elencate di seguito:

- 1) si analizza a scopo conoscitivo il PRG, il suo stato di attuazione ed ogni altra informazione utile sul territorio in esame e si verifica la corrispondenza tra destinazione urbanistica e destinazioni d'uso effettive;
- 2) si individuano alcune localizzazioni particolari, quali le zone industriali, gli ospedali, le scuole, i parchi;
- 3) si sovrappone una griglia con la classificazione della viabilità principale e le relative fasce di competenza;
- 4) si ipotizzano le classi I, V e VI (aree protette e aree industriali);
- 5) per le aree intermedie (classi II, III e IV) si cerca di assegnare una classe, applicando le metodologie prima descritte;
- 6) si effettua infine l'aggregazione delle aree omogenee e l'analisi critica dello schema di zonizzazione che emerge dalle fasi 1-5, come descritto nel seguente paragrafo.

### **3.6 Seconda fase: analisi critica della zonizzazione acustica**

I criteri esposti nei paragrafi precedenti consentono, compatibilmente con il materiale ed i dati disponibili presso il Comune, di elaborare un primo schema della zonizzazione acustica, basato su una metodologia di carattere oggettivo. Tale schema deve essere sottoposto ad una analisi critica e ad una procedura di ottimizzazione, basata sia su considerazioni tecniche oggettive sia su scelte generali di gestione del territorio, che porti alla definizione della proposta finale.

Ciò è necessario per almeno due ordini di ragioni:

- la zonizzazione acustica rappresenta un atto di governo del territorio ed uno strumento urbanistico e come tale deve essere coordinato con gli altri strumenti urbanistici vigenti o in fieri e, più in generale, deve essere inquadrata nelle linee di indirizzo politico relative allo sviluppo del territorio in esame;
- lo schema di zonizzazione che deriva dall'applicazione di criteri puramente oggettivi può essere in contrasto o comunque può presentare delle incongruenze rispetto ai principi generali contenuti nella Legge Quadro e nelle linee-guida Regionali.

Si osserva che mentre la prima bozza di zonizzazione può essere redatta da un gruppo di lavoro ristretto di esperti di acustica e di pianificazione territoriale, la sua analisi critica deve coinvolgere tutti i soggetti interessati a livello locale alla realizzazione dei piani di risanamento (vedi cap. II). In particolare, è indispensabile una verifica da parte della sezione dell'ARPA competente per territorio e dei Settori comunali interessati alla zonizzazione (Urbanistica, Ambiente, Traffico, ecc.); il numero e la qualifica dei funzionari a cui affidare tali compiti può variare a seconda delle dimensioni del Comune e della complessità dei problemi di gestione del territorio, ma è opportuno che almeno un funzionario del Comune sia responsabile del procedimento e ne coordini le fasi.

Sarà compito dei soggetti sopra elencati, ciascuno per le proprie competenze, verificare la congruità della zonizzazione con gli altri strumenti urbanistici vigenti e inquadrarla nelle linee politiche di sviluppo del territorio comunale, minimizzando gli eventuali punti di contrasto con i criteri enunciati dalla Legge Quadro e dagli indirizzi regionali.

Sarà in particolare compito dell'ARPA verificare l'applicazione omogenea dei criteri regionali e segnalare eventuali incompatibilità tra le proposte dei vari Comuni, in relazione alle zone adiacenti ai confini comunali, collaborando con i Comuni interessati all'eventuale accordo di programma secondo quanto previsto dalla L. 142/90.

Ove necessario, potranno essere coinvolti nella procedura di ottimizzazione anche rappresentanti dei competenti Assessorati della Provincia.

Per quanto riguarda le più probabili contraddizioni rispetto ai principi generali della Legge Quadro, si possono effettuare le considerazioni seguenti:

- a) si può ottenere una prima bozza di zonizzazione a "macchia di leopardo", ossia caratterizzata da una suddivisione del territorio in un numero elevato di zone; al fine di superare tale inconveniente, come accennato in precedenza, si deve provvedere all'aggregazione di aree limitrofe, cercando di ottenere zone più vaste possibile senza però che questo comporti l'innalzamento artificioso della classe; le eventuali misure di rumore già effettuate sul territorio potranno essere utili per verificare se vi siano aree nelle quali i valori misurati consentano l'assegnazione di una zona acustica di livello inferiore rispetto a quella ipotizzata;
- b) la classificazione della viabilità principale, sovrapposta allo schema di zonizzazione, può dar luogo alla necessità di inserimento delle fasce di rispetto, secondo i criteri descritti in 3.5.4. Tale operazione può dare origine ad aree comprese tra le fasce di rispetto di strade diverse di scarsa significatività

in quanto a superficie; è pertanto opportuno inglobare tali aree nelle zone limitrofe.

In questa fase dovranno essere anche identificate le aree da destinarsi a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto, secondo i criteri emanati dalle Regioni, ed essere elaborata la regolamentazione dell'uso di queste aree. Essendo questa individuazione una novità introdotta dalla legge 447/95, attualmente non sono reperibili all'interno degli elaborati regionali esistenti dei criteri generali di guida.

In generale queste aree dovranno avere caratteristiche tali da non penalizzare acusticamente le possibili attività, consentendo a queste un agevole rispetto dei limiti di zona nell'area dove sono localizzati i recettori (popolazione residente). Non dovranno poi creare disagio alla popolazione residente nelle vicinanze (non vi deve essere comunque presenza di abitazioni all'interno di queste aree), anche per tutti gli aspetti non direttamente acustici collegati alle manifestazioni (quali traffico indotto, difficoltà di posteggio, collegamenti alla viabilità principale). Queste aree non potranno comunque essere identificate in prossimità di ospedali e case di cura.

Al termine della revisione, la proposta finale di zonizzazione è pronta per essere adottata dall'Amministrazione Comunale; in questa fase la proposta potrà essere discussa dai vari soggetti interessati all'applicazione della zonizzazione acustica, secondo le metodologie impiegate da ciascuna Amministrazione Comunale per la pubblica discussione di documenti simili.

### **3.7 Procedure per l'adozione della zonizzazione**

Le procedure per l'assunzione dell'atto deliberativo di zonizzazione potrebbero essere ricondotte, per analogia con la vigente legislazione per la programmazione territoriale, alle forme di partecipazione cosiddette "popolari" seguite per l'adozione degli strumenti di pianificazione urbanistica secondo le procedure regionali.

A tal fine, ad esempio, i Comuni potrebbero procedere alla pubblicazione di una proposta di zonizzazione acustica, da adottarsi con deliberazione del Consiglio Comunale, corredata da una relazione che illustri l'iter seguito e le scelte tecniche e politiche adottate.

Tale proposta si sottopone alle osservazioni di chiunque ne abbia interesse (enti pubblici, associazioni varie, privati cittadini) e va inviata, inoltre, all'ARPA e/o Azienda Sanitaria competente per territorio ed altresì trasmessa ai Comuni limitrofi per le eventuali osservazioni.

In alcune Regioni è previsto anche un esame da parte delle Province.

Una volta divenuta esecutiva la deliberazione comunale di approvazione della zonizzazione, questa dovrebbe essere inviata, con i relativi allegati, all'ARPA o Aziende Sanitarie ed ai Settori e Assessorati della Regione di appartenenza (ad esempio: Ambiente ed Ecologia, Sanità e Igiene, ecc.) per le azioni di loro competenza.

L'art. 6 della Legge quadro sull'inquinamento acustico impone che la zonizzazione acustica e gli strumenti urbanistici siano coordinati tra loro. E' compito delle leggi regionali specificare le modalità con cui attuare tale coordinamento.

### **3.7.1 Elaborati relativi alla delibera di zonizzazione**

La deliberazione di approvazione della zonizzazione dovrebbe comprendere almeno la seguente documentazione:

1. una relazione che illustri le scelte tecniche e politiche adottate e le eventuali precisazioni ed integrazioni, riferite alle specificità locali, rispetto a quanto riportato nella Legge quadro sull'inquinamento acustico e nelle normative regionali;
2. elaborati grafici di progetto (più mappe a scala diversa, a seconda delle dimensioni del territorio comunale, in modo che risultino evidenti l'estensione e le delimitazioni di ciascuna zona).

Per le cartografie si propone di utilizzare una delle simbologie riportate nel paragrafo 3.3.

### **3.8 Bibliografia di riferimento**

- [1] Decreto Ministeriale 2 aprile 1968: "Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge 6 agosto 1967, n. 765";
- [2] Regione Emilia Romagna, Circolare n.7/93 "Classificazione dei territori comunali in zone ai sensi dall'art. 2 del DPCM 1/3/91";
- [3] Regione Emilia Romagna, Circolare n.23/91. "Applicazione del DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", B.U.R. Emilia Romagna 14/8/91, n. 55;
- [4] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". G.U. n.57 del 8/03/91;
- [5] Norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale". 1991 (revisione in corso);
- [6] Provincia Autonoma di Trento. Decreto del Presidente della Giunta Provinciale di Trento, agosto 1992, n. 12-65/leg. Approvazione del Regolamento di esecuzione della legge provinciale 18 marzo 1991, n. 6 "Provvedimenti per la prevenzione ed il risanamento ambientale in materia di inquinamento acustico". B.U. Trento 10/11/92, n.46;
- [7] Allegato Delibera G.R. della Regione Toscana n. 488 del 25/1/1993 "Linee guida per la classificazione del territorio comunale in zone secondo quanto stabilito dall'art. 2 punto 1 del DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione di rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";

- [8] Natali, R. Barbolini, R. Bruscin, S. Cattani, S. De Donato, M. Deserti, L. Flamigni, A. Franchini, M. Frascetta, P. Luciali, M. Magnoni, M. Poli, G. Rubini, R. Sogni, R. Zuin “Linee guida per le amministrazioni comunali dell'Emilia Romagna nella classificazione dei rispettivi territori secondo quanto previsto dall'art. 2 del DPCM 1/3/91”. XXI° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica, Abbazia di Praglia (Padova), 31 marzo - 2 aprile 1993;
- [9] “Criteri orientativi per le amministrazioni comunali del Veneto nella suddivisione dei rispettivi territori secondo le classi previste nella Tab. 1 allegata al DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione di rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". Dgr della Regione Veneto 21/9/1993, n.4313, B.U.R. Veneto 19/10/93, n.88;
- [10] Deliberazione della Giunta Regionale n. 5/37724 del 25/06/93 “Linee guida per la zonizzazione acustica del territorio”. B.U.R. Lombardia, 3° Supplemento straordinario al n. 32 del 13/08/93;
- [11] S. Agati, A. Cappelli, M. Filasto'-Narese, G.M. Galassi, M. Trambusti, P. Battini, L. Bernardi, B. Bracci, O. Cerofolini, D. Cintolesi, C. Fagotti, M. Fusilli, A. Lazzari, G. Leva, G. Licitra, L. Lotti, A. Poggi, M. Vicentini “Linee guida per l'applicazione sul territorio della Regione Toscana dei disposti del DPCM 1/3/91”. Primo Convegno Nazionale Fisica dell'Ambiente: Ricerca-Monitoraggio-Prevenzione. Brescia, 15-17 dicembre 1993;
- [12] Deliberazione della Giunta Regionale 13/10/93, N.7804 “Approvazione Atto di indirizzo e coordinamento relativo ai criteri generali di classificazione acustica del territorio secondo quanto previsto dall'art. 2 del DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". B.U.R. Lazio 29/1/94, n. 3, Parte prima;

- [13] Legge Regionale del 4/7/94 N. 31 "Indirizzi per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico". B.U.R. Liguria 27/7/94, n.17, Parte I;
- [14] Legge n. 447 del 26 ottobre 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico". Supplemento ordinario alla G.U. n. 254 del 30/10/95;
- [15] M. Beria D'Argentina, S. Curcuruto, P. Simonetti "Piani Comunali e Inquinamento Acustico". Ed. Il Sole 24 Ore - Pirola, settembre 1997.

## **Capitolo IV**

### **MISURE DI RUMORE**

#### **4.1 Introduzione**

Le misure di rumore consentono di valutare lo stato di inquinamento acustico del territorio e costituiscono lo strumento conoscitivo di base per la redazione dei piani comunali di disinquinamento acustico. E' solo dal confronto tra la caratterizzazione acustica del territorio e la zonizzazione acustica infatti, ed in particolare nel caso in cui il livello di pressione sonora risulti superiore a quanto previsto dalla zonizzazione, che si perviene all'individuazione delle aree per le quali occorrerà sviluppare un opportuno programma di indagine finalizzato alla bonifica.

In tal senso, le misure effettuate per caratterizzare il territorio dal punto di vista acustico non vanno intese a scopo di vigilanza e/o controllo, ma finalizzate a fornire indicazioni sulla localizzazione di possibili zone acusticamente critiche.

Nelle zone così individuate si progetteranno apposite campagne di rilievi per accertare, in accordo con quanto previsto dai decreti ministeriali che normano le tecniche di misura in fase di vigilanza di prossima emanazione, l'eventuale superamento dei limiti di zona e quindi impostare il progetto di bonifica acustica.

Al fine della caratterizzazione del territorio, le misure andranno localizzate prevalentemente in corrispondenza delle sorgenti principali di rumore individuabili sul territorio (traffico su strade di scorrimento primarie, linee ferroviarie, insediamenti produttivi, ecc...) secondo un approccio sorgente-orientato, teso

inoltre ad individuare in modo separato, nel caso di presenza contemporanea di più fonti rumorose, il contributo di ciascuna sorgente al rumore globale.

Volendo perseguire inoltre lo scopo più generale di caratterizzare acusticamente anche le porzioni di territorio interessate da livelli più bassi di rumore, per ottimizzare le risorse all'interno di un processo di bilanciamento tra i costi relativi all'attività di misura e l'interesse che i livelli di rumore più bassi rivestono nell'ambito delle priorità di intervento a tutela dell'ambiente e della salute, sarà possibile eseguire rilievi a campione per situazioni che possano essere ritenute acusticamente omogenee. Ad esempio, sarà possibile costituire insiemi di strade omogenee per localizzazione, entità di flusso di traffico, tipo di asfalto, tipologia delle abitazioni, ecc... ed eseguire le misure solo su alcune strade rappresentative dell'insieme, attribuendo la stessa classe di rumorosità anche alle altre strade del campione.

Come precedentemente affermato, nelle zone individuate come zone critiche, dovranno essere svolte apposite campagne di misura per verificare l'entità del superamento del limite di zona. Sarà inoltre opportuno effettuare misurazioni del tipo ricevitore-orientato in quanto queste ultime potranno fornire indicazioni per stabilire, unitamente ad altre considerazioni specifiche, la scala di priorità degli interventi di bonifica.

Per valutare i livelli di rumore, oltre al metodo di misura diretto, potranno essere utilizzati opportuni modelli di calcolo previsionale.

## **4.2 Misure di rumore in funzione del risanamento acustico**

La scelta sul territorio dei punti di misura è un'operazione che si effettua in fase di progettazione del piano di disinquinamento acustico.

Si procede individuando le principali sorgenti di rumore, in prossimità delle quali effettuare i rilievi, e le aree interessate dalle emissioni sonore prodotte da dette sorgenti.

In questa fase è ovviamente necessaria la conoscenza diretta dell'area da risanare, dal punto di vista morfologico e della distribuzione delle attività antropiche.

Si devono individuare nell'area oggetto dello studio punti di misura sorgente-orientati ovvero volti alla caratterizzazione delle sorgenti di rumore più importanti e punti ricevitore-orientati volti alla valutazione dell'esposizione al rumore nei luoghi di interesse.

## **4.3 I modelli di calcolo per la previsione del livello di rumore**

I modelli matematici consentono di prevedere il livello di rumore in un dato punto, in funzione del numero delle sorgenti, delle caratteristiche delle sorgenti e della posizione relativa fra il punto di stima ed ogni singola sorgente.

Il livello prodotto da più sorgenti in un punto di stima può essere scomposto nei singoli contributi di ogni sorgente.

I modelli di calcolo maggiormente in uso attualmente, applicati allo stesso scenario, non forniscono tutti le stesse previsioni.

Recenti prove hanno mostrato che le principali differenze fra i modelli sono riconoscibili:

- nel modo in cui viene schematizzata la sorgente ai fini del calcolo: per alcuni modelli previsionali (soprattutto stradali e ferroviari) occorre inoltre adattare la sorgente alla tipologia locale;
- nella diversa considerazione della presenza del terreno (effetto suolo);
- nella diversa considerazione della presenza di ostacoli naturali ed artificiali (barriere).

La maggior parte di essi non considera gli effetti meteorologici che risultano, solitamente, molto importanti per la propagazione a distanze elevate.

I risultati ottenuti da un uso oculato della modellistica devono dunque essere considerati alla stregua di una buona indicazione da verificare, in ogni caso, con rilievi strumentali.

Come indicato nel capitolo “Introduzione”, il gruppo di lavoro che ha collaborato alla stesura del presente documento prevede come obiettivo, tra gli altri, la validazione dei modelli di calcolo maggiormente diffusi e pertanto si rimanda a tale sede una trattazione più estesa della modellistica.

I modelli di previsione del rumore possono essere distinti in due classi differenti:

- modelli deterministici,
- modelli a simulazione.

#### **4.3.1 Modelli deterministici**

I modelli deterministici sono procedure matematiche che permettono di stimare il livello di rumore in un dato punto in funzione di alcuni parametri di "input"; il funzionamento di tali modelli è basato sull'applicazione di particolari formule la cui origine è in parte teorica ed in parte di carattere sperimentale.

I vari modelli si differenziano per affidabilità, tipo e numero di dati in ingresso; la previsione può riguardare sia il LAeq sia i livelli statistici cumulativi.

In caso di presenza di ostacoli, barriere, ecc...è possibile stimare con appositi algoritmi, che considerano gli effetti di diffrazione, le attenuazioni prodotte sui ricettori.

In funzione della tipologia della sorgente e della particolare situazione analizzata sono disponibili diversi modelli previsionali:

*Modelli per le singole sorgenti (escluse le varie forme di traffico)*

Il contributo delle sorgenti può essere valutato utilizzando il modello classico: la sorgente viene caratterizzata con la sua potenza acustica e con un diagramma di radiazione.

Dal risultato della misura fonometrica viene valutata la potenza acustica della sorgente; dalla potenza acustica della sorgente, a sua volta, si può valutare il livello prodotto in un punto di stima.

A tale scopo è necessario individuare le modalità di propagazione del rumore fra la sorgente ed il punto di misura e fra la sorgente ed il punto di stima.

*Modelli per le sorgenti dovute al traffico*

Il rumore prodotto da tali sorgenti può essere previsto con particolari modelli di calcolo.

Il modello classico, in particolare, si basa su considerazioni di tipo fisico: vengono ipotizzate le modalità di generazione e produzione del rumore delle sorgenti e viene poi stimato il livello di rumore in un punto in funzione della distanza che lo separa dalla sorgente

A tale proposito, le sorgenti quali strade, superstrade, autostrade e ferrovie possono essere rappresentate come sorgenti di rumore lineari, ognuna delle quali caratterizzata da un particolare valore della potenza acustica.

Il diagramma di emissione delle sorgenti può così essere considerato di tipo cilindrico o di tipo semicilindrico, a seconda delle particolari condizioni operative; a tale proposito il modello classico si distingue in:

- 1) modello classico a propagazione cilindrica;
- 2) modello classico a propagazione semicilindrica.

L'impiego di tali modelli consente il calcolo della potenza della sorgente a partire dal dato di misura; dalla potenza si ricava il valore del livello di rumore in un generico punto del territorio.

Il modello 1 viene impiegato per tratti di strade o ferrovie sopraelevati (ponti, viadotti, ecc...), mentre il modello 2 trova applicazione in tratti dove il punto di misura e quello di stima giacciono sullo stesso piano della sorgente.

La formulazione del modello classico è stata effettuata con considerazioni esclusivamente acustiche; infatti il dato di "input" è costituito solamente dai risultati di misure fonometriche.

Sono disponibili, tuttavia, alcuni modelli che consentono di stimare il livello di rumore in un punto a prescindere dal dato di misura, ma basandosi esclusivamente sui dati del traffico e sulle particolarità topografiche dello specifico caso.

Il principio di funzionamento di tali modelli si basa sull'applicazione di particolari correlazioni di origine sperimentale.

La validità delle correlazioni è limitata a casi specifici ed a specifiche tipologie di sorgenti mobili; a tale proposito si possono distinguere:

- 3) modelli per strade urbane;
- 4) modelli per strade extraurbane;
- 5) modelli per superstrade ed autostrade;
- 6) modelli per ferrovie;
- 7) modelli per aeroporti.

### 4.3.2 Modelli a simulazione

La stima del livello di rumore in un punto può essere effettuata mediante modelli a simulazione.

In genere tali modelli sono costituiti da particolari codici di calcolo che simulano il fenomeno fisico della propagazione del rumore.

Sono disponibili diverse tipologie di modelli a simulazione che si differenziano in base al principio di funzionamento del codice di calcolo:

1) Modelli a tracciamento di raggi:

- raggi lineari;
- raggi conici;
- raggi piramidali;

2) Modelli a soluzione dell'equazione delle onde:

- metodo differenze finite;
- metodo elementi finiti;
- metodo delle superfici limite.

3) Modelli integrati.

Nei modelli a tracciamento dei raggi la potenza acustica dalla sorgente viene suddivisa in più parti che costituiscono i raggi; in funzione del diagramma di emissione della sorgente, ad ogni raggio si associa un peso particolare.

Il codice di calcolo simula, in base alla teoria dell'acustica geometrica, il percorso di tali raggi nello spazio. Tale operazione viene effettuata in base alle caratteristiche geometriche dello spazio di propagazione; i dati di input al modello sono i seguenti:

- 1) posizione e caratteristiche di emissione della sorgente;
- 2) posizione del punto di stima;
- 3) topografia del territorio e caratteristiche acustiche del terreno;
- 4) posizione di eventuali ostacoli (naturali e artificiali);

5) caratteristiche acustiche dei materiali costituenti gli ostacoli.

I tre sottotipi relativi a tale modello si distinguono in base alla forma dei raggi attraverso cui viene schematizzata la sorgente.

Il modello a soluzione dell'equazione delle onde è basato su tecniche di analisi numerica che permettono di valutare puntualmente le variazioni di pressione acustica.

Tale modello consente di stimare il livello di rumore in tutti i punti del territorio in maniera contemporanea; infatti, come dato di output, fornisce il campo acustico completo generato dalla sorgente.

Anche in questo caso è necessario introdurre tutti i dati relativi alla sorgente ed alle caratteristiche acustico-geometriche dello spazio di propagazione.

I tre sottotipi di tale modello si differenziano, inoltre, in base al procedimento di calcolo impiegato per la soluzione dell'equazione delle onde.

Attualmente sono in fase di realizzazione modelli integrati il cui funzionamento è basato sull'impiego contemporaneo delle due tecniche di calcolo sopracitate.

#### 4.4 Bibliografia di riferimento

- [1] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 Marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 57 del 8 Marzo 1991;
- [2] Atti del seminario “Metodi numerici di previsione del rumore da traffico” a cura di R. Pompoli. Parma, 12 Aprile 1989, Facoltà di Ingegneria, Università di Parma;
- [3] Comune di Modena, Azienda Sanitaria n. 16 di Modena. Convegno Internazionale "Il rumore urbano e il governo del territorio". Modena, 1-2-3 Marzo 1988, Atti;
- [4] L. Rocco “Fondamenti di Acustica ambientale”. Alinea Editrice Firenze;
- [5] D. Bertoni, A. Franchini, M. Magnoni “Il rumore urbano e l'organizzazione del territorio”. Pitagora Editrice, Bologna, 1988;
- [6] R. Pompoli, A. Farina, P. Fausti, M. Bassanino, S. Invernizzi, L. Menini “Intercomparison of traffic noise computer simulations”. Convegno AIA, Bologna 1995, Atti;
- [7] Bartolini et Al. “Il rischio da rumore ambientale: la mappatura acustica della città di Genova come uno degli elementi per la pianificazione territoriale”. Atti Conv. Internaz., Modena 1988;
- [8] L. Rocco “Previsioni dell'Ldn in aree urbane da misure dell'LAX di veicoli stradali” in "Rivista Italiana di Acustica", organo dell'Associazione Italiana di Acustica, pubblicazione trimestrale, vol. IV, n. 2, anno 1980, ESA Edizioni scientifiche associate, Roma;
- [9] G. Brero, G. Dealessandri “Un nuovo tipo di approccio per la misura dell'inquinamento acustico ambientale dovuto a rumorosità indotta da traffico

- stradale”. Convegno Nazionale “Rumore e Vibrazioni: valutazione, prevenzione, bonifica”. Bologna 20-21 novembre 1990, Modena 22-24 novembre 1990;
- [10] F. Honsell “Contributi alla valutazione del fonoinquinamento da traffico: l'interazione tra misure dirette e procedure di calcolo” in Atti del XVII Convegno Nazionale (AIA), Parma 12-13-14 aprile 1989, Facoltà di Ingegneria, Università di Parma;
- [11] I. Barducci “Acustica applicata”. E.S.A., Milano 1988,
- [12] L.L. Beranek “Noise and Vibration Control”. Mc Graw Hill, New York, 1971;
- [13] C. Harris “Handbook of noise control”. Mc Graw Hill, New York, 1979;
- [14] J. Sharland “Manuale di acustica applicata”. Ed. Woods Italiana, 1980;
- [15] P. Bar et Al. “Guide du bruit des transports terrestres”. Parigi 1980;
- [16] F. Cotana et Al. “Un criterio per la valutazione dell'inquinamento acustico dovuto al traffico stradale” in Rivista Italiana di Acustica, vol XV, 1991;
- [17] A.C. Bertetti et Al. “L'impatto acustico del traffico autostradale: valutazione sperimentale di modelli previsionali”. Atti Conv. Internaz., Modena 1988;
- [18] G.B. Cannelli et Al. “A mathematical model for evaluation and prediction of mean energy level of traffic noise in Italian towns”. 1983;
- [19] J.E. Wesler, “The Computing model for road traffic noise”. N.C.M.P., 1980;
- [20] Cstb “Etude théorique et expérimentale de la propagation acoustique”. Revue d'Acoustique n.70, 1991;
- [21] M.E. Delany “Traffic noise prediction for use in environmental planning” in Models and Systems in Architecture and Building, 1975;
- [22] A. Farina “Modelli matematici per la previsione della diffusione del suono” in Atti Seminario, Lucca, 1994;
- [23] B.M. Favre “Road traffic noise: characteristics and computation methods”. U.K., 1984;

- [24] B.M. Favre, C. Lamure “Le bruit de trafic routier. Méthodes de prevision”. Inrets, Lione 1987;
- [25] D.J. Fisk et Al. “Prediction of urban traffic noise”. Eigh. Int. Cong. Ac. Proc. Londra, 1974;
- [26] U.J. Kurze, G.S. Anderson “Sound Attenuation by Barriers”. Appl. Acoust., 1971;
- [27] E.J. Rathe, “Model 77, Computer model for noise”. Swiss Federal Office for Environmental Protection report, 1980;
- [28] S. Santoboni et Al. “Metodologia per la realizzazione di mappe di rumore urbano” in Atti Conv. Naz. AIA, Perugia, 1984;
- [29] R. Varini “ Modellistica per la valutazione dell’emissione sonora di insediamenti civili ed industriali come strumento per la pianificazione territoriale”. Atti Conv. Internaz., Modena 1988.

## **Capitolo V**

### **IL PIANO DI RISANAMENTO**

#### **5.1 Introduzione**

##### **5.1.1 Connotazione generale del piano**

Nella Legge Quadro sono fissate le condizioni per le quali le Amministrazioni comunali sono tenute a predisporre i Piani di Risanamento Acustico. La legge individua tali condizioni nel superamento dei limiti di “attenzione” e nella contiguità di aree i cui valori differiscono di più di 5 dBA.

Il termine “Piano di Risanamento” indica in genere un insieme di provvedimenti che, per quanto attiene alla gestione territoriale, siano in grado di conseguire gli obiettivi definiti in sede pianificatoria.

Così come sancito nei contenuti della Legge Quadro, la necessità di una progressiva riduzione dei livelli di rumore sul territorio, al fine del raggiungimento dei valori di qualità, costituirà un forte impegno per le Amministrazioni locali di cui mancano, però, riferimenti procedurali ed esperienze consolidate.

In ogni caso, fermo restando l’obiettivo generale del contenimento del rumore, un piano di risanamento acustico sarà contraddistinto da provvedimenti di varia natura, di tipo amministrativo (proposte ed indirizzi in sede di attività pianificatoria), normativo e regolamentare (Norme Tecniche Attuative dei PRG, Regolamento d’Igiene, Regolamento Edilizio e di Polizia Municipale) e da veri e propri interventi concretizzabili in opere di mitigazione.

Di tutte queste misure, in sede di Piano sarà opportuno poter valutare la fattibilità

e l'efficacia; efficacia che, per ogni singola azione, può tradursi in guadagni acustici magari non eclatanti ma che, per effetto sinergico e su ambiti temporali adeguati, può rivelarsi soddisfacente in rapporto agli obiettivi.

Considerato il grado di compromissione che contraddistingue parecchie delle nostre realtà urbane, non mancheranno comunque situazioni di esposizione per le quali non sarà possibile ottenere significative mitigazioni, quanto meno di un ordine di grandezza quale quello previsto dagli standard di legge.

Azioni amministrative, regolamentari ed interventi; questo accordo di procedure identifica dunque un Piano di Risanamento Acustico come un progetto di tale rilevanza e di tale portata da dover necessariamente interagire e coordinarsi con i principali strumenti di gestione territoriale quali le Varianti ai PRG, i Piani Particolareggiati, il Piano Urbano del Traffico, ecc.

In particolare, l'interazione che risulterà strategicamente forse più importante sarà quella con il PUT.

Un Piano Urbano del Traffico, strumento in grado di ridisegnare il sistema della mobilità per il soddisfacimento sia della domanda di spostamento sia della miglior fluidità sui percorsi, può articolarsi per il conseguimento degli obiettivi suddetti senza trascurare provvedimenti incisivi per modificare situazioni di eccessiva esposizione al rumore in siti particolarmente sensibili.

Il processo non appare comunque di semplice attuabilità (alcuni scenari non confortanti di previsione di impatto acustico conseguenti alle fasi applicative del nuovo PUT di Modena hanno indotto ad un riesame del progetto) ed inoltre, essendo la relazione tra diminuzione dei flussi di traffico e decremento del rumore ottenibile di tipo logaritmico, i benefici acustici appaiono modesti in rapporto all'entità degli investimenti necessari.

L'identità del Piano non è quindi riconducibile ad una specifica azione progettuale di settore, ma investe ed interessa in modo marcato indirizzi ed azioni

di tutta la politica di gestione territoriale che un'Amministrazione mette in programma; l'Amministrazione locale non sarà comunque l'unico attore coinvolto in questo complesso impegno.

Questa necessità di coordinamento non rimane quindi solo un'esigenza interna ai vari settori degli Enti Locali preposti, ma diviene indispensabile anche nei confronti di altri Soggetti cui, per propria parte, competerà l'onere, e dunque la progettazione di un piano per il risanamento acustico ambientale.

E' il caso, ad esempio, dell'Ente Ferrovie, delle Società di gestione della rete autostradale, dell'ANAS e del mondo dell'industria.

Più in generale, prima di affrontare gli aspetti tecnici inerenti gli interventi di riduzione del rumore, vale ancora la pena soffermarsi su alcuni aspetti di metodo, sino ad oggi troppo spesso trascurati, per capire come sarà possibile trasformare le opportunità tecniche che già esistono, in interventi concreti ed efficaci nel medio e lungo periodo.

### **5.1.2 Scegliere le soluzioni**

Talvolta si ritiene, erroneamente, che potenziando il lavoro di analisi dell'inquinamento acustico, estendendo il monitoraggio, si possa giungere a tracciare con esattezza i contorni del piano di risanamento. Certamente l'analisi acustica ben condotta potrà individuare le priorità, sia in termini di ricettori che necessitano maggiormente di protezione, sia in termini di sorgenti che sono maggiormente responsabili del degrado ambientale riscontrato; ma le soluzioni andranno comunque determinate scegliendole dal complesso di quelle possibili ed efficaci (e spesso sono molte) in base a valutazioni che riguardano:

- efficacia,
- costi di realizzazione,
- tempi di messa in opera,

- costi sociali.

Questo è inevitabile, visto che si ritiene che oggi, soprattutto in ambito urbano, tecnicamente non esista "la soluzione" al problema dell'inquinamento acustico, cioè che nessuna azione da sola sia sufficiente a riportare i livelli di rumorosità ai valori definiti dagli standard.

Si dovrà così scegliere una combinazione delle varie mitigazioni possibili. D'altronde, la maggior parte di questi interventi ha dei riflessi importanti in aspetti salienti della vita delle nostre città, riflessi che possono essere di tipo architettonico oppure urbanistico, quando richiedono modifiche alla struttura fisica delle aree edificate; oppure di tipo sociale quando incidono sui costumi di vita o sui comportamenti individuali. La presenza di questo insieme di "effetti collaterali", anche se non necessariamente negativi, che rappresenta quelli che abbiamo chiamato i "costi sociali" dell'intervento di risanamento, impone che la scelta sulle soluzioni da adottare non sia dettata esclusivamente da considerazioni di tipo acustico, ma preveda una valutazione tecnico-politica integrata nella più complessiva azione di governo dell'amministrazione proponente. E' necessario quindi che nel momento in cui ci si accinge a varare il o i piani di risanamento, siano bene individuati i percorsi amministrativi con cui si intersecano le proposte tecniche con gli indirizzi e le scelte necessariamente politiche che il piano comporta. Evidenza di questo aspetto si rileva nell'obbligo introdotto dalla legge 447/95 che nei comuni sopra i 50.000 abitanti la Giunta relazioni al Consiglio Comunale sullo stato acustico del comune ed in quella sede presenti il piano di risanamento elaborato.

In realtà il piano di risanamento comunale sarà costituito di due elementi: l'intervento di parte pubblica e l'insieme dei piani di risanamento aziendali. Ad un primo esame può sembrare che questo secondo elemento del piano sia del tutto estraneo alla logica di programmazione tecnico-politica che ispira l'iniziativa di

parte pubblica. Questo è senz'altro vero se riferito al singolo caso dove la parte pubblica si limiterà ad esigere il rispetto dei limiti e sarà una scelta autonoma del privato adottare l'una o l'altra soluzione. L'esperienza di questi anni ha, però, spesso messo in evidenza che alcune tipologie di problemi da "sorgenti private" possono essere molto ricorrenti in una certa area, finendo per assumere il significato di un problema strutturale, magari legato a comparti produttivi specifici o a situazioni urbanistiche particolari, che richiede soluzioni di tipo collettivo. Così anche in questo caso sarà più facile trovare risposte efficaci all'inquinamento acustico se l'Amministrazione locale avrà scelto come orientare tali soluzioni, con gli strumenti della programmazione urbanistica, con piani di incentivi, o con accordi di programma, che possono costituire di fatto un elemento di piano di risanamento "pubblico" per l'inquinamento acustico da sorgenti "private".

### **5.1.3 Adottare le soluzioni**

Il Piano di risanamento, per quanto detto, non sarà quindi il progetto dell'intervento che riporta entro i limiti di legge i livelli sonori della città, ma piuttosto un insieme coordinato di interventi di progressiva mitigazione e miglioramento. Gli interventi saranno quindi numerosi, multiformi, differiti nel tempo e relativi ciascuno a piccole porzioni del tessuto urbano o a specifiche sorgenti. Quindi più che puntare ad un piano "progetto", ovvero investire risorse per ottenere comunque un elaborato che descriva opere da realizzare, è più opportuno lavorare ad un piano "processo", ovvero a costruire la struttura e le condizioni amministrative che consentano una iniziativa concreta di progressiva bonifica acustica. In questa logica si individuano alcune caratteristiche essenziali delle iniziative per il piano che le amministrazioni comunali possono varare:

1. produrre un significativo miglioramento del clima acustico comporta

necessariamente di governare una moltitudine di iniziative diverse per natura dell'iniziativa, area geografica dell'intervento, soggetti coinvolti, facendone un complesso unitario che risponda all'indirizzo amministrativo che si è dato ed a criteri di correttezza tecnica. Tutto ciò richiede una struttura permanente per il piano: un ufficio, una squadra di progetto, specificamente dedicata, che possa coordinare e verificare gli interventi garantendo continuità di iniziativa e un punto stabile di riferimento per i molti soggetti che nel tempo saranno coinvolti;

2. è necessario in primo luogo promuovere la formulazione delle soluzioni. Le strutture che possono, nei vari settori di intervento, progettare e produrre opere ed iniziative per la bonifica acustica sono spesso già presenti sul territorio, ed in buona parte interne alla pubblica amministrazione, ma non sufficientemente motivate e formate per dare questo obiettivo alla loro opera. D'altra parte ogni scetticismo su questo aspetto si traduce necessariamente in una rinuncia ad un seria attività di bonifica acustica perché non è pensabile che la mole di lavoro che si prospetta necessaria possa essere il frutto di una azione del tutto nuova e aggiuntiva rispetto al complesso delle iniziative pubbliche già in atto. Sarà quindi parte del piano di risanamento acustico del Comune ogni iniziativa di formazione ed informazione di coloro che possono utilmente orientare la loro azione in questo senso, a cominciare dai funzionari del Comune stesso. In questo senso si pensi ai contributi significativi che possono derivare da un'azione orientata dell'ufficio che predispone il piano urbano del traffico, di quello che cura lo sviluppo urbanistico, del settore annona che disciplina ed autorizza l'attività dei pubblici esercizi, o di chi interviene nella formazione dei giovani;
3. poiché il piano comporta azioni che si dispiegano a cura di settori diversi e tradizionalmente indipendenti del Comune, è importante creare una capacità di

informazione che riesca a rendere tra loro comunicanti, in merito a questo obiettivo, i diversi settori dell'Amministrazione;

4. per dare efficacia a questo processo di creazione di soluzioni sarà probabilmente molto utile realizzare un sistema di finanziamento dei progetti ed uno scadenziamento dei programmi di intento che induca alla concreta periodica adozione di soluzioni, anche se parziali, così da forzare un costante impiego di risorse a questo scopo.

#### **5.1.4 Identificazione delle cause**

Un Piano generale che debba definire azioni coordinate ed interventi specifici in materia di risanamento acustico ambientale non può prescindere da un'analisi sulle caratteristiche delle fonti (sorgenti di rumore) principalmente responsabili dell'entità e diffusione dei livelli sonori incompatibili con gli standard di accettabilità. Le due cause più importanti in termini di presenza diffusa di rumore in aree urbanizzate sono certamente il traffico veicolare stradale e gli impianti e le lavorazioni connessi alle attività produttive. Da oltre 15 anni anche in Italia vengono condotti studi sull'inquinamento acustico ambientale che hanno concordemente messo in evidenza come la principale sorgente di rumore che caratterizza sia gli agglomerati urbani che le aree esterne dei territori comunali sia costituita dal traffico veicolare su gomma.

Più in generale, le infrastrutture di trasporto su gomma, su ferro ed aereo (ove esistenti) rappresentano le fonti di rumore primarie a cui un piano di risanamento deve fare riferimento.

A sostegno di tale affermazione vanno sicuramente interpretati i dati recentemente comparsi in un Rapporto CEE del 1994 [1].

Su tale documento vengono infatti riportate le percentuali di popolazioni degli Stati membri esposte a differenti classi di livello sonoro prodotto dai vari sistemi

di trasporto.

**Tabella 5.1 - Paesi appartenenti alla CEE: esposizione al rumore da traffico su gomma (LAeq 06.00 - 22.00).**

Esposizione diurna	% popolazione esposta
< 55 dBA	39,6
55 - 60 dBA	21,7
60 - 65 dBA	19,1
65 - 70 dBA	12,8
70 - 75 dBA	5,5
> 75 dBA	1,3

**Tabella 5.2 - Paesi appartenenti alla CEE: esposizione al rumore ferroviario (LAeq 06.00 - 22.00).**

Esposizione diurna	% popolazione esposta
< 55 dBA	90,2
55 - 60 dBA	5,2
60 - 65 dBA	2,9

65 - 70 dBA	1,3
70 - 75 dBA	0,3
> 75 dBA	0,03

**Tabella 5.3 - Paesi appartenenti alla CEE: esposizione al rumore aeroportuale (LAeq 06.00 - 22.00)**

Esposizione diurna	% popolazione esposta
65 - 70 dBA	0,60
70 - 75 dBA	0,35
> 75 dBA	0,05

Dall'osservazione delle tabelle precedenti si coglie con immediatezza che il traffico veicolare stradale è di gran lunga la sorgente di rumore più importante e diffusa in quanto è quella che espone il maggior numero di individui alle classi di rumore più elevate.

Tuttavia, le linee ferroviarie, ed in minor misura anche le infrastrutture aeroportuali, potranno assumere un peso che, a secondo dei siti, potrebbe divenire rilevante nell'ambito dello specifico piano di risanamento.

Quando precedentemente si indicava la necessità di un'analisi sulle caratteristiche delle fonti di rumore, si voleva intendere, nel caso dei mezzi di trasporto, un insieme di elementi tra i quali:

- il dato acustico come informazione primaria;
- l'entità e la tipologia dei flussi veicolari interessanti l'assetto viario territoriale;
- le caratteristiche (tipologiche e geometriche) delle differenti strade e la destinazione d'uso dell'edificato limitrofo;

- la definizione delle aree di influenza (acustica) di linee ferroviarie principali e secondarie con quantificazione dei volumi di traffico (n° convogli/giorno/notte);
  - analoga procedura dovrà riguardare i siti in cui sono presenti aree aeroportuali.
- Tutti questi elementi assumono un rilievo fondamentale nella scelta delle strategie di risanamento da adottarsi.

Le aree produttive, considerate come poli industriali o artigianali ben localizzati o come siti puntuali, rappresentano la seconda grande categoria di sorgenti sonore la cui importanza può interessare, a volte in modo sostanziale, un piano di risanamento.

Le varie campagne di monitoraggio acustico condotte in diverse città italiane hanno messo in luce che l'ordine di grandezza della riduzione di rumore da ottenere sulle sorgenti legate ai processi produttivi è sostanzialmente più contenuto rispetto a quello relativo al traffico veicolare.

Queste conclusioni emergono ovviamente dalla valutazione di dati medi frutto di un gran numero di osservazioni.

Ciò comunque non esclude che in parecchie situazioni, come ad esempio nel caso di grandi stabilimenti industriali (siderurgia, metallurgia, meccanica, ecc.) la cui collocazione urbanistica risulta purtroppo inadeguata (crescita di edificato residenziale nelle adiacenze di unità produttive preesistenti), possano sorgere serie difficoltà nella definizione del piano di risanamento, legate all'entità della riduzione acustica da ottenere e alle tecnologie compatibili a tale scopo.

### **5.1.5 Bibliografia di riferimento**

- [1] INRETS – LEN “Study related to the preparation of a communication on a future EC noise policy”. Final Report: October 1994, CEE DG XI Study Contract n.B43040 (93) 16 GJ;

- [2] A. Muratori, C. Odorici "Il Piano di Risanamento Acustico del Comune di Modena". Rivista Ambiente n.5/97;
- [3] M. Felli et Al. "Una nota sui Piani comunali di risanamento acustico". Atti del XXIV Conv. Naz. AIA, Trento, 1996;
- [4] M. Beria D'Argentine, S. Curcuruto, P. Simonetti "Piani Comunali e Inquinamento Acustico". Ed. Il Sole 24 Ore - Pirola, settembre 1997;
- [5] "Politiche future in materia di inquinamento acustico". Libro verde della Commissione Europea. Commissione delle Comunità Europee. Bruxelles, 4/11/96, COM(96) 540 def.

## **5.2 Criteri di priorità nell'effettuazione degli interventi di bonifica acustica**

Dopo aver individuato le aree che necessitano di interventi di bonifica, si pone il problema di stabilire la priorità con cui tali interventi debbano essere programmati ed effettuati.

I criteri potranno essere diversi da Regione a Regione, in base alla Legge Regionale di cui all'art. 4, c. 1, lett. m, della legge 447/95. E' tuttavia possibile fornire in questa sede alcune indicazioni di carattere generale per la definizione delle priorità.

I criteri di tipo oggettivo, dei quali sono disponibili in letteratura alcuni esempi [1, 2, 3, 4, 5], sono in genere basati sulla redazione di una graduatoria di tutti gli interventi di bonifica, in considerazione dei punteggi assegnati a diversi parametri.

I parametri più significativi nella definizione delle priorità, in particolare per la parte di risanamento relativa al traffico veicolare, che peraltro rappresenta la principale fonte di inquinamento acustico, potrebbero essere:

- *classe di appartenenza secondo la zonizzazione acustica*, in modo da privilegiare gli interventi che permettono di ridurre l'inquinamento acustico nelle aree più tutelate dalla zonizzazione stessa, con particolare riferimento alle aree particolarmente protette ed alle aree residenziali;
- *entità del superamento rispetto ai limiti notturno e diurno*, in modo da privilegiare gli interventi sulle situazioni più degradate. Il valore di LAeq cui fare riferimento va stabilito in relazione al singolo caso in esame: ad esempio, nel caso di insediamenti residenziali, potrà essere il LAeq notturno misurato al lato notte (cioè alla facciata dell'edificio cui corrispondono le stanze destinate al riposo), che meglio rappresenta la reale esposizione della popolazione; in caso di scuole potrà essere il LAeq diurno misurato alla facciata su cui si affacciano le aule;
- *entità del superamento rispetto al valore di 65 dBA in periodo diurno e/o 55 dBA in periodo notturno (Laeq esterno)*, al di sopra dei quali indagini socio-acustiche hanno evidenziato che:
  - ◇ in periodo diurno, un'elevata percentuale di persone (oltre il 70%, a finestre aperte), può manifestare una condizione di disturbo più o meno accentuata ;
  - ◇ in periodo notturno, compaiono, su percentuali significative di esposti (a finestre chiuse), effetti di dichiarato disturbo sul sonno [6].

In tal modo si privilegiano gli interventi sulle situazioni più degradate in riferimento alla presumibile reazione della popolazione esposta al rumore urbano;

- *numero di persone alle quali sono riferiti i superamenti di cui ai punti 2 e 3, e che verrebbero a beneficiare dell'intervento di bonifica acustica*, in modo da privilegiare gli interventi che interessano il numero maggiore di persone;
- *costi dell'intervento*, così da privilegiare gli interventi che, a parità di beneficio, comportano i costi minori;

- *efficacia dell'intervento*, in termini di riduzione di LAeq al ricettore più esposto, in modo da privilegiare, a parità di costi, gli interventi che comportano il maggior beneficio.

Si sottolinea che la realtà territoriale influenza fortemente questo tipo di metodologia, pertanto i valori numerici da attribuire ai vari parametri vanno tarati sull'area in esame, eventualmente anche con l'ausilio di formule matematiche [4, 5].

La graduatoria finale sarà stilata in base alla somma dei punteggi ottenuti per ogni singolo intervento; quanto più elevato è il punteggio totale, tanto più urgente è l'intervento di bonifica da predisporre.

Per ciò che concerne le aree particolarmente protette (Classi I del DPCM 1/3/1991, riprese dal DPCM 14/11/1997), per le quali può essere più probabile il contatto con aree collocate, secondo la zonizzazione, in classe III o superiore, si ritiene che quest'ultima condizione non debba da sola necessariamente costituire priorità, ma che anche per tali situazioni vada applicato un criterio più complesso, che comprende i diversi fattori sopra elencati. In particolare, si dovrà tenere conto delle specifiche modalità di fruizione e della continuità o meno della presenza umana.

A titolo di esempio di come si può procedere con il metodo dei punteggi, sono riportati di seguito i criteri indicati dalla Regione Liguria (L.R. n. 31, 04/07/1994) [1] e dalla Regione Lazio (Deliberazione della Giunta Regionale 11/05/1995, n. 2694) [2]:

Bollettino Ufficiale della Regione Liguria, Parte I, 27/07/1994, Anno XXV -  
Numero 17

Legge Regionale 04/07/1994 n. 31 "Indirizzi per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico"

Allegato C (Articolo 2) - Criteri di priorità da adottare nella stesura del Piano Regionale annuale degli interventi per il risanamento dall'inquinamento acustico.

*Gli interventi per il risanamento dall'inquinamento acustico, ai sensi dell'articolo 10, saranno posti in graduatoria, all'interno del piano regionale annuale di intervento di cui all'art. 2, comma 1, lettera a, in considerazione dei seguenti punteggi:*

*1. Interventi previsti nelle aree:*

- a) ospedaliere - punti 8*
- b) scolastiche - punti 6*
- c) particolarmente protette o prevalentemente residenziali - punti 5*
- d) di tipo misto - punti 4*
- e) di intensa attività umana - punti 3*
- f) prevalentemente industriali - punti 2*
- e) esclusivamente industriali - punti 1.*

*2. Interventi conseguenti a superi del limite massimo di  $Leq$  in dB(A) per ogni area come definita dall'allegato B:*

- a) superi di 2 dB) - punti 1*
- b) superi di 4 dBA - punti 2*
- c) superi di 6 dBA - punti 3*
- d) superi di 8 dBA - punti 4*
- e) superi di 10 dBA e oltre - punti 5*

*3. Interventi interessanti un numero di abitanti e/o utenti:*

- a) da 0 a 100 unità - punti 1*
- b) da 101 a 1000 unità - punti 2*
- c) da 1001 a 10000 - punti 3*
- d) da 10001 a 50000 unità - punti 4*
- e) oltre 50000 unità - punti 5*

*La graduatoria sarà formata dalla somma dei punteggi  $A+B+C$  per ogni singolo intervento.*

Bollettino Ufficiale della Regione Lazio, 30/06/1995, n. 18 - parte prima

Deliberazione della Giunta Regionale 11/04/1995 n. 2694 “Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento relativo alla redazione dei piani di risanamento acustico comunali”.

Allegato 2

Punteggio per l’attribuzione della priorità degli interventi di risanamento acustico

A + B + C

*A - Tipologia aree di intervento (DPCM 1° marzo 1991)*

<i>ABITANTI</i>	<i>AREA VI</i>	<i>AREA V</i>	<i>AREA IV</i>	<i>AREA III</i>	<i>AREA II</i>	<i>AREA I</i>
<i>inferiore 70 mila</i>	<i>1.00</i>	<i>2.00</i>	<i>3.00</i>	<i>4.00</i>	<i>5.00</i>	<i>6.00</i>
<i>70-140 mila</i>	<i>1.50</i>	<i>3.00</i>	<i>4.50</i>	<i>6.00</i>	<i>7.50</i>	<i>9.00</i>
<i>141-300 mila</i>	<i>2.00</i>	<i>4.00</i>	<i>6.00</i>	<i>8.00</i>	<i>10.00</i>	<i>12.00</i>
<i>301-600 mila</i>	<i>2.50</i>	<i>5.00</i>	<i>7.50</i>	<i>10.00</i>	<i>12.50</i>	<i>15.00</i>
<i>super. 600 mila</i>	<i>3.00</i>	<i>6.00</i>	<i>9.00</i>	<i>12.00</i>	<i>15.00</i>	<i>16.00</i>

*B - Il punteggio di B è dato dal numero approssimato a 0.5 di dBA in esubero rispetto ai limiti stabiliti.*

*C - Costo stimato degli interventi di mitigazione*

<u><i>Costo stimato per 100 milioni</i></u>	<u><i>punti</i></u>
<i>inferiore 250 milioni</i>	<i>6</i>
<i>251-750 milioni</i>	<i>4</i>
<i>751-1500 milioni</i>	<i>2</i>
<i>superiore 1500 milioni</i>	<i>1</i>

In alcuni casi può risultare utile anche il ricorso a criteri meno oggettivi, ma più

flessibili, quali possono essere:

- privilegiare aree in cui si è manifestata un'elevata sensibilità al problema dell'inquinamento acustico, tenendo conto ad esempio del numero di esposti (e di firmatari) o di segnalazioni agli Enti competenti, dell'esistenza di comitati o organizzazioni di cittadini, ecc.
- privilegiare aree degradate da un punto di vista sociale, ambientale o urbanistico;
- privilegiare aree già inquinate da altre forme di agenti nocivi per la salute: polveri, sostanze chimiche, ecc.
- privilegiare le indicazioni di risanamento ambientale per soddisfare le esigenze di destinazione d'uso del territorio indicate dal PRG, in riferimento ad aree di espansione non ancora urbanizzate, ma previste dallo stesso Piano Regolatore.

### **5.2.1 Bibliografia di riferimento**

[1] Bollettino Ufficiale della Regione Liguria, Parte I, 27/07/1994, Anno XXV - Numero 17 Legge Regionale 04.07.1994 n. 31 "Indirizzi per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico";

[2] Bollettino Ufficiale della Regione Lazio, 30.06.1995, n. 18 - parte prima; Deliberazione della Giunta Regionale 11.04.1995 n. 2964 "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento relativo alla redazione dei piani di risanamento acustico comunali";

[3] A. Muratori, C. Odorici "Il piano di risanamento del Comune di Modena". Ambiente n. 5/1997;

[4] G. Beccali, M. Cellura, U. Di Matteo "Metodologia per l'individuazione delle priorità di intervento nella bonifica acustica del territorio urbano". Atti del XXIII Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica, Bologna, 1995;

- [5] F. Asdrubali, C. Buratti, R. Baruffa “Piani comunali di risanamento acustico: individuazione delle priorità negli interventi di bonifica”. Atti del XXV Congresso Nazionale dell’Associazione Italiana di Acustica, Volume II - Sessioni Poster - Perugia 1997;
- [6] D. Bertoni, A. Franchini, J. Lambert, M. Magnoni, P.L. Tartoni. M. Vallet “Gli effetti del rumore dei sistemi di trasporto sulla popolazione”. Pitagora Editrice, Bologna, 1994.

### **5.3 Tecniche e strategie per il risanamento acustico ambientale**

In questa sezione vengono prese in esame alcune possibilità tecniche ed organizzative che possono essere adottate per il contenimento dei livelli di rumore ambientale.

Ovviamente l’argomento non potrà essere trattato né in modo esaustivo né sufficientemente analitico per ognuna delle tecniche esaminate. Lo scopo è piuttosto quello di segnalare le opportunità più diffuse che hanno permesso, in alcune situazioni, significative mitigazioni, delineandone tipologia, campo di applicazione, vantaggi ed eventuali ripercussioni negative e, ove possibile, indicando un ordine di grandezza dei costi.

La bibliografia che viene segnalata può permettere all’utente di ritrovare il riferimento su cui approfondire l’aspetto che maggiormente interessa.

Considerato che la messa in atto di opere di mitigazione del rumore esterno è pratica relativamente recente, le esperienze nel nostro paese non possono essere ovviamente già consolidate.

Questo per concludere che la materia rimane “argomento aperto”, significando con ciò che tutte le realizzazioni specifiche che verranno sperimentate potranno

costituire elementi di arricchimento che manuali divulgativi come il presente, avranno il compito di acquisire e diffondere.

Inoltre, nella realizzazione dell' "Osservatorio Acustico Nazionale Informatizzato", altro progetto del gruppo di lavoro delle Agenzie Ambientali, una sezione sarà dedicata ad "archivio" degli interventi di risanamento. In particolare, conterrà l'elenco, il più possibile aggiornato, dei diversi interventi di bonifica acustica messi in atto sul territorio nazionale, con una descrizione della situazione originaria, l'indicazione dei criteri adottati per la scelta dello specifico intervento, i costi sostenuti nella realizzazione e, se possibile, anche nella manutenzione, i benefici ottenuti nel breve e nel lungo periodo.

### **5.3.1 Interventi sui volumi di traffico e/o sulla percentuale dei mezzi pesanti**

In questo paragrafo sono presi in considerazione gli effetti di riduzioni nel volume di traffico (n. di veicoli/h, traffico giornaliero medio TGM), di variazione nella composizione del flusso giornaliero o in determinate fasce orarie.

Modifiche introdotte nel volume di traffico possono portare a variazioni nei livelli di pressione misurati. Le variazioni nei flussi o nella loro composizione comportano modifiche nei livelli di pressione sonora che possono essere valutati sui valori di livello equivalente ma, in modo ancora più significativo, nei livelli percentili. L'analisi delle modifiche causate da variazioni nella composizione del traffico in un determinato sito potrebbe in qualche caso essere effettuata anche su uno "spettro medio" che si andasse a misurare prima e dopo la variazione introdotta nel flusso. E' noto infatti che i mezzi pesanti, oltre ad avere livelli di emissione sonora più elevati, presentano il livello massimo in bande di frequenza nettamente inferiori a quelle dei veicoli leggeri.

Occorre tenere presente che a parità di altri parametri (composizione, velocità, caratteristiche della strada) il livello equivalente di un periodo breve (intervallo

orario) o più lungo (un intero tempo di riferimento o anche il valore del tempo a lungo termine) potrebbe non subire variazioni anche a seguito di significative modifiche nei flussi.

Dal punto di vista teorico, a parità degli altri parametri, un dimezzamento del flusso di traffico porterebbe a ridurre di 3 dB il livello misurato:

riduzione del 50%	3 dB
“ 75%	6 dB
“ 90%	10 dB.

Tale diminuzione nei valori può rivelarsi puramente teorica: la diminuzione dei livelli per il minor numero di veicoli potrebbe essere annullata a seguito, ad esempio, di un contemporaneo aumento della velocità.

A parità di altri fattori, la stessa riduzione quantitativa di flusso orario può portare a risultati diversi a seconda di quale asse viario viene interessato: dal punto di vista puramente teorico 300 autoveicoli in meno su un flusso di 2000 produrrebbero una riduzione di 0.7 dB, mentre su una strada nella quale vi è un flusso di 400 veicoli/h si potrebbero avere riduzioni nei livelli sonori di oltre 6 dB.

La riduzione della quantità di veicoli che transitano nell'unità di tempo va correlata a coerenti interventi sugli altri parametri in modo da avere effetti sinergici o almeno apprezzabili sui livelli sonori misurati. Solo interventi coerenti e concordanti su diversi parametri considerati in altri paragrafi del presente documento, oltre che sul volume e sulla composizione del flusso di traffico, possono portare a riduzioni nella rumorosità rilevabili.

Effetti significativi possono aversi da un rinnovo del parco veicoli in circolazione, come è facile osservare dai limiti stabiliti dall'Unione Europea nel

corso degli anni, considerando come valore di omologazione il livello massimo (LAFmax) misurato a 7.5 m dalla linea di marcia, rispettivamente di un veicolo leggero e di uno pesante.

	Veicolo leggero	Veicolo pesante
1977	80 dBA	86 dBA
1981	80 dBA	86 dBA
1984	77 dBA	83 dBA
1992	74 dBA	78 dBA

Effetti significativi possono aversi anche se, a parità di volume di traffico, viene ridotta la percentuale dei mezzi pesanti. Se si considera un'arteria stradale con un flusso complessivo di 2000 veicoli/ora, con velocità di 50 km/h, e si misura il livello a 25 metri dall'infrastruttura ed a 4 metri di altezza senza riflessioni, si ottiene:

80% autoveicoli + 20% mezzi pesanti	70.9 dB
90% autoveicoli + 10% mezzi pesanti	68.6 dB
95% autoveicoli + 5% mezzi pesanti	66.8 db
100% autoveicoli	63.7 dB

La chiusura di una strada al traffico può indurre variazioni negative in strade ad essa adiacenti.

Interventi per la riduzione del volume di traffico possono essere calibrati sul singolo asse stradale in base alle esigenze di maggiore o minore protezione dal rumore, nelle diverse fasce orarie all'interno delle 24 ore, delle aree e degli edifici posti in prossimità al tratto stradale in esame. Gli interventi possono

essere adeguatamente “calibrati” in base alle particolarità dell’area prossima all’infrastruttura stradale interessata. Una scuola, un parco, un’area residenziale possono avere priorità di mitigazione del rumore che sono diverse nelle diverse fasce orarie.

Interventi sul rumore emesso dai singoli veicoli possono portare a riduzione nel livello equivalente misurato ma, soprattutto, portano sicuramente alla riduzione dei “picchi” di rumore (il livello massimo in corrispondenza del singolo passaggio) e della percezione di eventi rumorosi sgraditi da parte della collettività. Eliminare il passaggio di un singolo motociclo manomesso o molto rumoroso è probabile che non porti a significative variazioni nel valore del livello equivalente, ma porta sicuramente a riduzione della sofferenza di un numero elevato di soggetti che subiscono l’esposizione a tale interferenza sonora.

L’introduzione di veicoli elettrici, di cui attualmente si parla soltanto, porterebbe a significative riduzioni nel rumore in particolare alle basse velocità. Interventi sul flusso possono essere graduati, lungo uno specifico tratto stradale, nel corso delle 24 ore: la chiusura o la limitazione a singole tipologie di veicoli può avere effetti di riduzione del rumore misurato.

In sintesi, si possono attuare bonifiche acustiche del rumore da traffico in ambito urbano con misure che possono essere applicate nelle 24 ore, oppure in fasce orarie ben determinate dei periodi di riferimento, tramite la riduzione del flusso totale accompagnato da:

- riduzione della percentuale o eliminazione dei veicoli pesanti;
- regolarità di marcia e rispetto dei limiti di velocità;
- eliminazione del contributo al rumore causato dai veicoli manomessi o più rumorosi.

### **5.3.2 Creazione di zone a 30 km/h.**

Il rumore prodotto da un veicolo in movimento ha molteplici sorgenti che possono essere classificate in quattro gruppi: il sistema di propulsione, il rotolamento dei pneumatici sull'asfalto, le vibrazioni trasmesse alla struttura del sistema propulsivo e il rollio (cioè le vibrazioni trasmesse alla struttura dall'avanzamento del veicolo).

Ciascuna di queste fonti dipende dal tipo di veicolo e dalla velocità.

Alle velocità di circolazione urbana è prevalente il rumore generato dal sistema propulsivo del veicolo il quale, a sua volta, è essenzialmente legato al numero di giri e alla marcia inserita.

Rallentare i veicoli porta alla riduzione del numero di picchi di rumore, nonché del livello di questi picchi, poiché vengono ridotte le irregolarità legate alle variazioni di velocità e alle accelerazioni dei veicoli.

Come ulteriore elemento informativo, si può riportare che già a metà degli anni '70, a fronte delle prime esperienze di introduzione di zone con velocità limite di 30 km/h [1], si stimò un aumento dell'inquinamento atmosferico e del livello di rumore a causa dell'uso più frequente di marce basse. Tuttavia, fu verificato che l'adozione di una velocità limite di 30 km/h portava ad una modificazione dei modi di guidare con la conseguente diminuzione dell'intensità e della durata delle accelerazioni: i conducenti, non potendo più attendere di arrivare alla velocità di 50-70 km/h, passano alla III marcia molto più rapidamente con conseguente riduzione dei regimi di giri motore utilizzati.

In generale, gli studi effettuati hanno indicato che si possono raggiungere riduzioni sensibili dei livelli di picco di 5-6 dBA e di 3-4 dBA sul livello equivalente (Leq). Come controindicazione, si osserva che tale limitazione della velocità è applicabile solo in strade realmente "locali" e richiede, inoltre, una riprogettazione dello spazio viario. Infatti, l'obiettivo della riduzione della velocità si ottiene riorganizzando la struttura della strada.

In conclusione, la moderazione della velocità delle auto a 30 km/h in aree residenziali permette la coesistenza pacifica tra auto e pedone e favorisce l'utilizzo della via come "spazio pubblico" non solo orientato al traffico.

La tecnica della moderazione della circolazione che è alla base di questo nuovo modo di organizzare gli spazi pubblici sta diventando, in tutta Europa, un potente strumento di riqualificazione urbana. L'eliminazione del traffico di transito, il rallentamento della circolazione locale vanno accompagnati con una sistemazione di dettaglio completa della rete viaria e dei percorsi pedonali e ciclistici, oltre a parcheggi con differenziazione visuale dei rivestimenti di superficie, per arrivare alla coabitazione dell'insieme degli utilizzatori della strada, ivi compresi, al limite, i bambini che giocano.

Il miglioramento dell'ambiente residenziale così ottenuto è sensibile.

Sono state inoltre osservate riduzioni del numero di incidenti superiori al 20%.

### **5.3.2.1 Bibliografia di riferimento**

[1] M.C.A. Lamure "Gestion de la circulation ed aménagement des voies" in "The mitigation of traffic noise in urban areas", Nantes 1992, pp. 81-102;

[2] B. Gandino, D. Manuetti "La città possibile". Red edizioni (1996).

### **5.3.3 Distribuzione del traffico ed interventi sulla rete viaria**

#### **5.3.3.1 Concentrare il traffico di attraversamento su arterie principali**

Con questo tipo di soluzione si punta a concentrare il traffico su arterie principali e quindi ottenere una diversa ripartizione del traffico nello spazio.

Ciò è supportato, da un punto di vista fisico, principalmente dalla considerazione che l'incremento del rumore legato all'aumento di traffico su una strada è di entità più contenuta quanto più tale strada supporta già un traffico elevato. La ragione di ciò sta nel fatto che la relazione tra volume di traffico e livello di rumore è di tipo logaritmico. Infatti un raddoppio del traffico fa sì che il livello di rumore cresca di 3 dB.

Inoltre, poichè spesso lungo i bordi di arterie principali possono abbastanza agevolmente essere installate protezioni quali schermi acustici, concentrare il traffico su di esse facilita la realizzazione di interventi di bonifica. In genere, poi, trasferire su strade decongestionate o autostrade la circolazione di veicoli pesanti riduce la loro nocività sia per effetto del calo delle emissioni (che sono legate ai regimi di marcia e alle accelerazioni) che per la maggior distanza dagli edifici.

Vi è una controindicazione nell'applicazione di tale soluzione: concentrare il traffico su arterie principali incontra l'opposizione dei residenti nelle adiacenze di tali strade; inoltre, se l'intervento è mal progettato può dar luogo a fenomeni di congestione.

In conclusione, si può affermare che concentrare il traffico di attraversamento su arterie principali rende possibile la riorganizzazione delle strade locali. Infatti, gran parte delle vie di quartiere della periferia e della corona intorno al centro possono diventare "vie residenziali" in cui torni a essere possibile la coesistenza tra diversi utenti: pedoni, auto e due ruote. In queste vie è possibile migliorare la situazione acustica proprio in quartieri residenziali che sono più sensibili al

rumore. Diventano inoltre compatibili diverse funzioni urbane: transito e sosta veicolare, passeggio e soggiorno pedonale, gioco, verde.

### **5.3.3.2 Le rotatorie al posto degli incroci semaforizzati**

Questo tipo di provvedimento, la cui diffusione appare sempre più evidente nelle aree urbane per facilitare la scorrevolezza dei flussi di traffico, può dar luogo anche a riduzioni dei livelli sonori prodotti dal traffico stesso.

Purtroppo non esistono in Italia studi sperimentali che abbiano verificato l'entità delle eventuali riduzioni del rumore a fronte della sostituzione di incroci semaforizzati o a segnale d'arresto (Stop) con rotatorie.

In Francia, il "Laboratoire Regionale des Ponts et des Chaussées" di Blois ha effettuato studi su tali trasformazioni i cui risultati saranno pubblicati nel 1998.

Ciò che già si conosce dai risultati di tali studi è che queste soluzioni possono consentire riduzioni del rumore comprese tra 1 e 4 dBA.

L'entità del guadagno acustico dipende principalmente:

- dalla tipologia del traffico (percentuale di veicoli pesanti);
- dalla forma della rotatoria (rotonda o ovale);
- dal numero di strade che si diramano dalla rotatoria stessa.

### **5.3.4 Insonorizzazione della flotta degli autobus pubblici**

Gli autobus rivestono un ruolo importantissimo nel determinare la rumorosità delle città. Questo, oltre che un'esperienza comune, è un dato quantificato dal rapporto tra la rumorosità di questi veicoli e quella di un'autovettura media in condizioni standard di prova o in quelle ordinarie di traffico. Tale rapporto, valutato in termini di energia acustica, per buona parte degli autobus oggi in circolazione oscilla tra 30:1 e 100:1 al variare delle condizioni di traffico a cui è riferito e non differisce significativamente da quello riscontrabile in prove

standardizzate. In conseguenza di ciò, in alcune zone delle città non è pensabile alcuna riduzione significativa della rumorosità senza un intervento che riduca quella emessa dagli autobus.

Le normative di omologazione negli ultimi 15 anni hanno ridotto la rumorosità ammessa per gli autobus di 12 dB, mantenendola comunque di circa 10 dB superiore a quella delle autovetture; tale riduzione dei limiti di rumorosità non si è però manifestata nella realtà concreta: infatti l'elevata vita media di questi veicoli fa sì che tra quelli in circolazione una parte consistente risponda ancora alle normative di omologazione valide anche 15 anni fa.

Nell'affrontare questo problema, quindi, bisogna necessariamente tener conto del fatto che questi veicoli hanno una vita media così lunga che non è possibile affidare al solo rinnovamento della flotta le aspettative per una diminuzione delle loro emissioni sonore. Inoltre, non è da trascurare il fatto che, per la mancanza di una "pressione commerciale" sulle caratteristiche acustiche del prodotto, i costruttori, in genere, si limitano a produrre un autobus "a norma", a differenza di quello che succede per le autovetture dove la rumorosità viene mantenuta in genere al di sotto dei limiti massimi di legge.

Così l'intervento in questo settore si può articolare in due diverse azioni:

1. introdurre, da parte delle aziende di trasporto pubblico, la valutazione della rumorosità degli autobus come un criterio importante per la scelta e l'acquisto dei nuovi veicoli; attivando, eventualmente, rapporti specifici con le aziende costruttrici per il conseguimento di forniture con prestazioni particolarmente ottimizzate dal punto di vista acustico;
2. attivare un intervento di modifica della flotta esistente secondo progetti di trasformazione messi a punto e verificati su prototipi.

Riguardo al primo punto va segnalato che non è sufficiente limitarsi ad esaminare i dati di omologazione perché, purtroppo, non si può escludere che

questi siano conseguiti con allestimenti e regolazioni diverse da quelle che sono poi effettivamente utilizzate in esercizio. E' necessario invece ottenere garanzie al momento della scelta (eventualmente tramite collaudo) sulla rumorosità nelle condizioni di reale utilizzo.

Per quanto riguarda il secondo punto va segnalato che il Comune di Firenze ha ottenuto l'approvazione di uno specifico e consistente stanziamento per un progetto mirato finanziato dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del suo piano triennale. Tale progetto ha consentito di realizzare due prototipi di insonorizzazione da utilizzare per trasformare i modelli più presenti nella flotta esistente ATAF che, con costi previsti assai contenuti, ottengono riduzioni della rumorosità dei veicoli dell'ordine dei 10 dB (vedi scheda seguente). Data la grande uniformità della composizione delle flotte di autobus urbani in Italia è presumibile che tale esperienza possa essere facilmente esportata in molte altre realtà.

#### **5.3.4.1 Un esempio di sperimentazione Comune di Firenze - ATAF: applicazione di carter agli autobus in servizio**

##### **Introduzione**

L'applicazione di carter opportunamente studiati sugli autobus già in servizio consente di ridurre notevolmente la rumorosità di questi mezzi. L'unico svantaggio previsto dall'adozione di questa soluzione è un modesto allungamento dei tempi di manutenzione del motore in quei casi in cui si renda necessario intervenire dal lato inferiore (per la necessità di smontare il carter). I costi sono molto contenuti, una volta completata l'ingegnerizzazione del prodotto. Attualmente questa non è ancora disponibile.

## **Descrizione**

Esiste uno studio finanziato dal piano triennale per l'ambiente al Comune di Firenze: l'intervento è basato sulla schermatura delle sorgenti di rumore con carter fonoisolanti e fonoassorbenti; nei casi in cui non è possibile chiudere il carter per garantire una adeguata ventilazione, si creano percorsi per l'aria curvilinei, tali che le onde sonore siano intercettate più volte da superfici fonoassorbenti.

Sono stati realizzati due prototipi di insonorizzazione di due modelli differenti di autobus urbani. I risultati sono stati verificati secondo la metodologia di prova standard indicata nella direttiva CEE 92/97 usata per l'omologazione, con l'aggiunta di una misura a 4,5 m da terra; le misure hanno fornito i seguenti dati:

**Scheda di valutazione dell'efficacia dell'intervento**

1- test BUS mod. A - attenuazione conseguita

Velocità [Km/h]		<i>LP SIN</i> [dB]	<i>LP DESTRO</i> [dB]	<i>LP ALTO</i> [dB]
30	prima	90.0	87.8	87.9
	dopo	82.5	75.5	80.2
	<b>differenza</b>	<b>7.5</b>	<b>12.3</b>	<b>7.7</b>
40	prima	87.6	86.0	85.6
	dopo	80.0	75.2	77.8
	<b>differenza</b>	<b>7.6</b>	<b>10.8</b>	<b>7.8</b>
50	prima	89.9	88.3	87.2
	dopo	81.8	76.0	80.3
	<b>differenza</b>	<b>8.1</b>	<b>12.3</b>	<b>6.9</b>

2-test BUS mod.B - attenuazione conseguita

Velocità [Km/h]		<i>LP SIN</i> [dB]	<i>LP DESTRO</i> [dB]	<i>LP ALTO</i> [dB]
30	prima	90.0	88.0	88.0
	dopo	79.5	76.0	79.0
	<b>differenza</b>	<b>10.5</b>	<b>12.0</b>	<b>9.0</b>
40	prima	88.5	86.5	86.5
	dopo	82.0	78.5	80.5
	<b>differenza</b>	<b>6.5</b>	<b>8.0</b>	<b>6.0</b>
50	prima	90.0	87.5	87.5
	dopo	83.0	80.0	82.0
	<b>differenza</b>	<b>7.0</b>	<b>7.5</b>	<b>5.5</b>

La soluzione adottata prevede sostanzialmente la chiusura del vano del motore

con un carter in acciaio smorzato (sandwich acciaio elastomero) rivestito internamente in pannelli di alluminio poroso in funzione di fonoassorbente. E' stato rinforzato l'isolamento offerto dalla carrozzeria ed il suo fonoassorbimento con pannellature interne degli stessi materiali utilizzati per la realizzazione del carter. I materiali sono stati scelti per la capacità di sopportare vibrazioni, oli, ed elevate temperature senza modificare le loro caratteristiche. Sono state eseguite prove sulle temperature interne al motore dopo l'applicazione del carter, che hanno dato esito favorevole.

Non esiste ancora una versione ingegnerizzata di tali prototipi; la realizzazione è comunque prevista dal finanziamento del Ministero dell'Ambiente.

### **Costi**

Il progetto complessivo prevede una spesa di 1500 milioni di lire, di cui circa la metà in ricerca e progettazione e la restante per il trattamento finale di almeno 60 mezzi. I costi previsti per la realizzazione ed il montaggio dell'insonorizzazione ingegnerizzata sono ancora un po' incerti, ma certamente inferiori ai 5 milioni per ogni mezzo trattato.

### **Riferimenti**

La progettazione dei prototipi è stata realizzata dal Dipartimento di Ingegneria Meccanica dell'Università di Firenze (prof. Rissone) in collaborazione con l'Azienda di trasporto pubblico di Firenze ATAF (Ing P. Mari).

#### **5.3.4.2 Bibliografia di riferimento**

- [1] D. Grechi, A. Poggi, V. Belliní "Da gasolio a metano; effetti sulla concentrazione atmosferica di inquinanti tossici per l'uomo e sulla rumorosità. Metodologia di stima e verifica in campo". Comunicazione al Convegno "L'impiego del gas naturale per un trasporto pubblico rispettoso dell'ambiente". Firenze 21 maggio 92;
- [2] Direttiva 92/97 CEE del Consiglio del 10/11/92 che modifica la Direttiva 70/157/CEE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore. Misure di omologazione acustica degli autobus: Direttiva CEE 92/97;
- [3] R. Ciuffi, P. Rissone, M. Toderi "Retrofit per l'insonorizzazione dei bus urbani". 25° Congresso Nazionale AIA, Perugia 21-23 Maggio 97.

#### **5.3.5 Sostituzione degli autobus a motore diesel con filobus: verifiche del guadagno acustico in area urbana (centro storico) a traffico limitato (Modena 1996)**

##### **Introduzione**

La circolazione degli autobus a motore diesel lungo strade urbane a traffico limitato, quali quelle del centro storico dove il trasporto pubblico costituisce una componente importante del traffico veicolare complessivo, comporta in genere un aumento non trascurabile del livello di rumorosità ambientale che può risultare superiore ai limiti massimi consentiti, anche per effetto delle particolari conformazioni geometriche dei centri storici, caratterizzati da strade strette con cortine edilizie continue ai lati.

##### **Descrizione**

Il contributo del transito degli autobus pubblici e la riduzione prevedibile del rumore per effetto della loro sostituzione con filobus a trazione elettrica è stata oggetto di una serie di verifiche sperimentali che hanno comportato l'esecuzione di misure riguardanti l'emissione sonora dei due diversi tipi di mezzi di trasporto pubblico, autobus diesel e filobus, al fine di determinarne il differente contributo sul livello di rumore globale nel centro storico. In altri termini, sono state effettuate misure di rumorosità ambientale durante il passaggio di autobus e di filobus e, tenendo conto delle attuali frequenze di transito nei diversi orari del giorno, è stata effettuata una previsione dei livelli sonori nell'ipotesi di sostituzione del parco autobus con veicoli a trazione elettrica, a parità delle altre condizioni di emissione.

La ricostruzione di questo "scenario previsionale" è avvenuta attraverso la misura del SEL (Single Event level) per diversi passaggi, sia di autobus diesel che di filobus. Da questa serie di misure è risultato, in riferimento ovviamente allo specifico sito di misura e alle condizioni di transito dei mezzi pubblici, un SEL medio di 90.3 dBA per gli autobus diesel e di 83 dBA per i filobus. E' stato così possibile calcolare quale sarebbe il Leq orario in dBA, nell'ipotesi della sostituzione con filobus, di tutti i passaggi di mezzi diesel che attualmente interessano il sito in questione.

Dai risultati ottenuti emerge chiaramente che la completa sostituzione con filobus degli autobus attualmente in circolazione nel centro storico porterebbe ad un miglioramento delle condizioni acustiche delle zone del centro storico interessate dal transito dei mezzi di trasporto pubblico.

In particolare, si può notare che, in funzione del livello di rumorosità ambientale attuale, si possono ottenere riduzioni che vanno dai 2.5 fino ai 5.3 dBA.

Vi è da dire che una riduzione sull'Leq orario di 2.5 ÷ 5 dBA è inferiore alla singola differenza di contributo acustico tra un mezzo diesel e un filobus (90.3

contro 83 dBA) per effetto soprattutto del rumore prodotto da tutte le altre sorgenti identificabili prevalentemente con i numerosi veicoli (auto e motocicli) che circolano comunque in un'area a traffico limitato.

### **Scheda di valutazione dell'efficacia dell'intervento**

Modena- Sostituzione degli autobus a motore diesel con filobus

	fasce orarie	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
Leq,amb (dBA)	prima	73.7	73.9	73.7	76.0	73.2	74.2
Leq,amb (dBA)	dopo	69.8	70.3	68.4	73.5	68.9	68.9
<b>attenuazione prevista</b>	<b>dBA</b>	<b>3.9</b>	<b>3.6</b>	<b>5.3</b>	<b>2.5</b>	<b>4.3</b>	<b>5.3</b>

### **Costi**

Una sostituzione del parco mezzi pubblici diesel con filobus comporta costi molto rilevanti (il rapporto di costi è di circa 3 a 1 tra un filobus ed un autobus); è quindi evidente che se tali scelte, quanto meno dal punto di vista acustico, non vengono sostenute anche da un rigoroso rispetto delle limitazioni del traffico nelle aree specifiche, si rischia di vanificarne l'efficacia sotto il profilo della diminuzione dei livelli sonori.

#### **5.3.5.1 Bibliografia di riferimento**

[1] D. Bertoni , A. Franchini , M. Magnoni, “Il contributo al rumore ambientale dei mezzi di trasporto pubblico nel centro storico”, Modena Febbraio 1996.

### **5.3.6 Le barriere antirumore**

#### **Introduzione**

Le barriere antirumore sono forse il più conosciuto dei rimedi contro l'inquinamento acustico ed il loro impiego è molto diffuso per contenere la rumorosità di ferrovie, autostrade e viabilità importanti in aree extraurbane. Per la loro natura trovano invece possibilità di applicazione molto limitate in area urbana.

#### **Descrizione**

In ogni caso occorre tener presente che l'efficacia di una barriera è limitata ai soli edifici in ombra rispetto alla sorgente: ciò significa in pratica che l'efficacia delle barriere è limitata a quelle abitazioni alle quali lo schermo toglie la vista degli autoveicoli in transito. Di norma, l'altezza di una barriera antirumore è dell'ordine dei 2 ÷ 4 m ed in alcune realizzazioni più estreme può raggiungere i 5 ÷ 6 m, pertanto in tutte le strade costeggiate da abitazioni non è possibile prevedere soluzioni efficaci oltre il primo piano. La protezione di edifici più alti, ma prossimi alle linee di traffico, specialmente per carreggiate molto larghe, richiederebbe la realizzazione di imponenti tunnel afoni (barriere più tetto a baffles fonoisolanti-fonoassorbenti) di costo elevatissimo e di dubbia tollerabilità architettonica e paesaggistica, mentre in situazioni extraurbane con edifici posti su un solo lato della strada è possibile ricorrere a semi-gallerie artificiali simili ai ripari antivalanghe utilizzati nella viabilità di alta montagna.

In particolare, nell'adozione di questi provvedimenti nell'ambito della strategia complessiva per la riduzione dell'inquinamento acustico, vanno tenute presenti alcune controindicazioni che ne sconsigliano l'adozione indiscriminata:

1. il costo elevato; infatti, l'installazione di una barriera antirumore prevede

spese dell'ordine del milione di lire per metro lineare di barriera;

2. modifica della accessibilità pedonale o ciclabile degli spazi: solo con accorgimenti opportuni è possibile prevedere alcuni varchi delimitati all'interno di una barriera senza pregiudicarne l'efficacia. Pertanto l'accessibilità alla strada e la sua attraversabilità risultano fortemente modificate dall'installazione della barriera.

In ambito extraurbano le barriere sono quindi una soluzione in quei casi in cui la morfologia del terreno e l'altezza degli edifici consentono un buon mascheramento di importanti arterie di traffico. Risultano particolarmente efficaci quindi nei casi in cui strade o ferrovie corrono in rilevato o in viadotti (in quest'ultimo caso però possono sorgere serie limitazioni alla loro applicabilità: per esempio, insufficiente resistenza delle strutture al maggior carico derivante dalla spinta del vento).

In linea generale è sensato invece ipotizzare l'utilizzo di barriere in ambito urbano limitatamente ai seguenti scopi:

- protezione di aree a fruizione pedonale (parchi pubblici, spazi giochi, zone pedonali);
- protezione di aree di particolare pregio, di aree destinate allo svolgimento di attività all'aperto;
- protezione di piste ciclabili;
- protezione di abitazioni terra-tetto collocate arretrate rispetto alla sede stradale;
- mitigazione dell'inquinamento prodotto da tratti autostradali o circonvallazioni periferiche, viadotti e cavalcavia, previa verifica di collocazione opportuna rispetto alle abitazioni disturbate.

Per quanto riguarda l'utilizzo extraurbano, e soprattutto i primi tre punti di quello urbano, non va trascurata la possibilità di realizzare le protezioni con dune in

terra opportunamente piantumate o con veri e propri "biomuri", integrando così nella barriera anche una funzione di arredo a verde e una di trattamento fonoassorbente per mitigare gli effetti di amplificazione sonora dovuti a riflessioni multiple (vedi paragrafo seguente)

### **Principio Fisico**

L'attenuazione dell'onda sonora che attraversa lo schermo della barriera è determinata dalla struttura rigida dello schermo ed in massima parte imputabile alla variazione di densità tra lo schermo e l'aria che produce una riflessione di gran parte dell'onda sonora. Nella zona retrostante lo schermo si ha quindi una sovrapposizione tra l'onda trasmessa, attenuata, e l'onda diffratta che aggira il bordo superiore e quelli laterali della barriera. Quest'ultima è di norma la componente di gran lunga prevalente (il fatto che l'onda trasmessa sia trascurabile rispetto a quella diffratta è considerato un obiettivo irrinunciabile di una buona progettazione e realizzazione dell'opera).

Il livello sonoro dell'onda diffratta è calcolabile esattamente a partire dalla teoria ondulatoria della propagazione delle onde elastiche, in pratica però vi sono due effetti che rendono il calcolo dell'attenuazione ottenuta con le barriere meno rigoroso e che conducono all'utilizzo di formule più o meno empiriche: il primo è il fatto che l'inserimento della barriera modifica (riduce) anche l'effetto suolo, che a sua volta produce un'attenuazione dei livelli sonori in maniera dipendente da molti fattori di cui è difficile tenere conto in maniera esatta; il secondo è il fatto che nella propagazione su distanze dell'ordine di qualche centinaio di metri alcune condizioni meteorologiche (ad esempio l'inversione termica) producono una propagazione non rettilinea dell'onda sonora che modifica anche sensibilmente le perdite per inserzione conseguite con la barriera. L'attenuazione della barriera andrà quindi riferita in generale a specifiche condizioni del terreno

su cui avviene la propagazione e a condizioni meteo determinate.

### **Ulteriori elementi**

Nella realizzazione delle barriere è necessario tenere conto degli effetti prodotti dall'onda riflessa sulla barriera stessa. Questi sono in genere effetti negativi che si possono sostanzialmente sintetizzare in tre tipi:

- 1) l'onda riflessa incrementa il livello sonoro in ricettori posti dalla parte opposta della barriera;
- 2) si creano riflessioni multiple tra le barriere contrapposte sui due lati della strada che riducono l'efficacia del provvedimento (alcuni dB di minor attenuazione);
- 3) si creano riflessioni multiple tra la barriera e le fiancate rigide dei grossi veicoli (treni, autobus e camion) che riducono l'attenuazione della rumorosità di questo tipo di sorgenti.

A questi eventuali problemi si può ovviare utilizzando barriere con il lato rivolto verso la sorgente trattato con materiale fonoassorbente o barriere inclinate rispetto alla verticale. Entrambe le soluzioni hanno come controindicazioni problemi di minor resistenza agli agenti meteorologici e di maggiori costi di realizzazione. La versione fonoassorbente esclude inoltre che la barriera possa essere trasparente, che è invece un requisito talvolta necessario per un migliore inserimento paesaggistico.

### **Valutazione degli interventi**

I risultati ottenibili con le barriere hanno un limite pratico di attenuazione di circa 15 ÷ 20 dB oltre il quale difficilmente ci si può spingere; nelle situazioni concrete spesso i ricettori guadagnano dai 3-4 dB ai 7-10 dB a secondo della posizione e

dell'altezza rispetto alla infrastruttura.

### **Costi**

I costi della realizzazione delle barriere dipendono dal tipo di materiale scelto e dalla complessità delle opere di fondazione richieste dal contesto su cui si erige la barriera, ma si può grossolanamente dare un ordine di grandezza dei costi intorno alle £ 300.000 per metro quadrato.

### **Riferimenti**

Gli esempi di realizzazioni sono ormai innumerevoli: in un testo di riferimento fondamentale sull'argomento, prodotto già nel 1985 dal CETUR per il Ministero dei Lavori Pubblici francese [1], si esaminavano in dettaglio dodici diverse tipologie di schermo per barriera acustica realizzate con diversi tipi di materiale, facendo riferimento per ciascuno di essi a situazioni definite in cui quella tipologia di barriera era stata già realizzata.

Per quanto riguarda la molteplicità degli aspetti architettonici e paesaggistici anche altri paesi, ad esempio la Danimarca, hanno pubblicato riguardo alle barriere cataloghi di idee o raccolte di esempi.

Per quanto riguarda il calcolo dell'efficacia delle barriere, la norma ISO 9613 [2] ha definito una metodologia di calcolo adatta alla stima dell'efficacia nelle condizioni meteo favorevoli alla propagazione sonora (caso peggiore). Tale metodologia è stata recentemente estesa alla valutazione dell'efficacia media sul lungo periodo, tenendo conto statisticamente sia delle situazioni favorevoli alla propagazione, che di quelle neutre, in un documento adottato ufficialmente in Francia [3].

Per quanto riguarda il dimensionamento di una barriera si dovrà tener conto della lunghezza finita dell'opera, che può lasciare inalterata la quota del contributo al

livello sonoro proveniente dalle sorgenti non schermate, così come il contributo di eventuali riflessioni che aggirano l'ostacolo. Per far questo si ricorre a modelli di simulazione per computer disponibili in commercio, alcuni dei quali consentono di adottare l'algoritmo di calcolo della ISO.

Infine, per il collaudo acustico della barriera è stata emanata recentemente una specifica norma ISO sulla metodologia di misura dell'attenuazione sonora ottenuta mediante la realizzazione della barriera [4].

#### **5.3.6.1 Bibliografia di riferimento**

[1] Centre d'Etudes des Transports Urbains Certu "Conception et realisation des ecrans acoustiques", Brochure n.2: catalogue de solutions de base, Aprile 1985;

[2] ISO 9613-2: 1996 Acoustics "Attenuation of sound during propagation outdoors". Part 2: General method of calculation;

[3] CERTU, CSTB, LCPC, SETRA "Bruit des infrastructures routières. Methode de calcul incluant les effets météorologiques". NMPPB-Routes 9;

[4] ISO/FDIS 10847:1997 Acoustics "In situ determination of insertion loss of outdoor noise barriers of all types";

[5] P. Romani, F. Ventura "La rumorosità ambientale: il ruolo delle barriere acustiche". Pitagora Editrice, Bologna, 1992;

[6] Commissione Internazionale ANAS, Ente Ferrovie dello Stato, Soc. Autostrade, AISCAT, Ministero dell'Ambiente "Istruzioni per l'inserimento ambientale delle infrastrutture stradali e ferroviarie con riferimento al controllo dell'inquinamento acustico". gennaio 1992, a cura dell'ANAS e della Soc. Autostrade.

#### **5.3.7 Le barriere vegetali**

Le barriere verdi vengono distinte in due grosse tipologie:

1. Fasce vegetali (siepi, fasce boscate, alberate, ecc.): composte da piantagioni semplici od associazioni complesse di specie arboree, arbustive ed erbacee (figg. 1 e 2);
2. Schermi a struttura mista: derivanti dalla combinazione di manufatti artificiali e piante, progettati per l'integrazione sinergica delle diverse componenti.

Questi ultimi comprendono a loro volta:

- *Terre armate rinforzate* (t.a.r.): rilevati in terra e pietrame a sezione trapezoidale "retinati" con apposite geogriglie e ricoperti con vegetazione da coltivo (fig.3).
- *Muri vegetati*: manufatti artificiali opportunamente trattati e materiale vegetale sostenuto ed alimentato da sofisticati substrati (muri cellulari, strutture composite, strutture a gabbia) (figg. 4-5-6).

### **Principio fisico secondo cui avviene l'abbattimento del rumore**

#### Fascia vegetale

L'attenuazione del rumore da parte della vegetazione avviene:

- mediante assorbimento e successiva trasformazione dell'energia sonora in energia termica in seguito al movimento dell'energia stessa sulle superfici delle foglie, rami e tronchi ed ai conseguenti moti oscillatori smorzati;
- mediante deviazione dell'energia sonora ad opera del fogliame.

La capacità di assorbimento di una barriera "naturale" è funzione di vari fattori come il tipo di specie botanica utilizzato (piante o arbusti), loro eventuali combinazioni (solo piante, solo arbusti o combinazione tra di esse), lunghezza e spessore adottati; fattori importanti sono anche la morfologia del terreno ospitante e il corpo stradale (a raso, in trincea ecc..).

#### Schermi a struttura mista

Trattandosi di un manufatto artificiale rivestito a verde, l'abbattimento del rumore avviene con modalità abbastanza diversificate a seconda della tipologia della barriera.

Sostanzialmente, l'abbattimento del rumore avviene ad opera:

- della vegetazione, in base al principio descritto in precedenza;
- della frantumazione dell'onda, legata alla geometria della barriera (inclinazione delle pareti) o alla forma dei suoi singoli componenti;
- dell'azione di assorbimento svolta dalla terra vegetale di riempimento.

### **Vantaggi**

Numerosi sono i pregi di questi sistemi verdi:

- riduzione dell'emissione sonora;
- depurazione chimica dell'atmosfera;
- emissione di vapor acqueo e conseguente regolazione igrotermica dell'ambiente;
- azione drenante del terreno e protezione del suolo dai fenomeni meteorici eccessivi;
- ottima accettabilità dell'opera da parte delle popolazioni;
- miglioramento sostanziale del paesaggio e della qualità estetica dei luoghi soprattutto nel caso di fasce alberate.

### **Svantaggi**

- Elevati spazi necessari per l'installazione:
  - Fasce vegetali: spazio superiore ai 2-3 mt;
  - Terre armate rinforzate: spazio superiore ai 2 m;
  - Muri vegetati: spazio superiore o uguale a 60-70 cm;
- Maggiori costi per l'installazione:
  - Terre armate rinforzate: £ 275.000-300.000/ mq;

- Muri vegetati: £ 300.000-500.000/mq;
- Costi supplementari per la manutenzione e l'irrigazione.

Foto 5.1 - Quinta vegetativa multispecifica

Foto 5.2 - Rilevato inerbito

Foto 5.3 - T.a.r. ad uso antirumore

Foto 5.4 - Muro cellulare con funzione antirumore

Foto 5.5 - Muro vegetato a struttura composta in elementi prefabbricati in cls

Foto 5.6 - Struttura a gabbia con elementi in legno

### Resa acustica di una barriera verde

La resa acustica di una barriera antirumore può essere evidenziata mediante diverse procedure: misure in laboratorio, misure in campo aperto e misure *in situ*. Mentre le misure in laboratorio consentono di ricavare le caratteristiche intrinseche delle barriere, le misure in un campo prova hanno lo scopo di valutare l'attenuazione globale offerta dalla barriera in condizioni standard; le misure *in situ*, invece, consentono di valutare l'efficacia del manufatto in relazione ai ricettori da proteggere.

#### Misure acustiche *in situ*

Con tale metodologia è possibile ricavare l'abbattimento del rumore prodotto dalla barriera verde, di particolare tipologia, attraverso il confronto tra il livello di rumore registrato in un punto di misura non influenzato dalla presenza della barriera ( $Leq$  senza barriera) e quello registrato in un punto protetto dalla barriera ( $Leq$  con barriera) posto ad uguale distanza dalla sorgente sonora.

#### **Fasce Vegetali** (tabella tratta da riferim. [4])

Tipo fascia vegetata	Corpo stradale	Distanza microfono-sorgente	$Leq$ (senza barriera)	$Leq$ (con barriera)	Attenuazione $\Delta Leq$
Siepe (h=1.5 m) + conifere (sp=6 m)	Alto rilevato	10 m	61.6 dB(A)	59.0 dB(A)	2.6 dB(A)
		20 m	62.5 dB(A)	61.0 dB(A)	1.5 dB(A)
		40 m	58.5 dB(A)	58.3 dB(A)	0.2 dB(A)
Siepe (h=1.5 m) + conifere (sp=9 m)	Alto rilevato	10 m	60.6 dB(A)	57.5 dB(A)	2.6 dB(A)
		20 m	61.6 dB(A)	58.6 dB(A)	3.0 dB(A)
		40 m	55.9 dB(A)	51.4 dB(A)	4.5 dB(A)

#### **Muri Vegetati** (tabella tratta da riferim. [7])

Tipologia muro vegetato	Corpo stradale	Distanza microfono-sorgente	Leq (senza barriera)	Leq (con barriera)	Attenuazione $\Delta$ Leq
Struttura a gabbia (h=3 m)	A raso	1.5 m	75.3 dB(A)	67.0 dB(A)	8.3 dB(A)
		6.5 m	72.6 dB(A)	65.3 dB(A)	7.3 dB(A)
Struttura composita (h=3 m)	Basso rilevato	6.0 m	67.4 dB(A)	60.9 dB(A)	6.5 dB(A)
		8.5 m	67.3 dB(A)	61.3 dB(A)	6.0 dB(A)

### 5.3.7.1 Bibliografia di riferimento

- [1] AA.VV. “Barriere vegetali contro il rumore e le polveri prodotte dal traffico”. Folia ACER,1: 8-51, 1990;
- [2] P. Battistoni “Filtri verdi per l’inquinamento”. Atti del convegno "Dal '96 al 2000: interventi sul territorio e rapporti tra impresa e committenza", Flòroma Business '96: Ente Fiera di Roma, 1996;
- [3] P. Battistoni, C. Poddi, P. Grossoni, F. Bussotti, E. Cenni “Attitudine delle barriere vegetali a ridurre l’inquinamento atmosferico e acustico di origine stradale”. ACER, 4:12-17, 1995;
- [4] P. Battistoni, F. Ventura, E. Fiorentino “Prospettive offerte dalla protezione vegetale antirumore”. AUTOSTRADE, 1:35-49, 1990;
- [5] P. Grossoni “Effetti della vegetazione sul rumore”. Atti giornate di studio "Global change: il ruolo della vegetazione", Accademia dei Georgofili, Firenze, 1993;
- [6] P. Romani, A. Martino, C. Caracci “Relazione sullo stato dell’arte in Italia e in Europa per ciò che attiene le barriere antirumore vegetali e/o miste”. Quaderno interno ITALFERR - SIS T.A.V;
- [7] S. Curcuruto, A. De Leo, D. De Taddeo, F. Giuliani, M. Guccione “Le Barriere Verdi - Per la riduzione dell’inquinamento acustico nel rispetto

dell'ambiente". Rapporto Tecnico interno ANPA, RTI 2/97-AMB-ACUS;

[8] F. Agostoni, C.M. Marinoni "Manuale di progettazione degli spazi verdi". Ed. Zanichelli, Bologna, 1987.

### **5.3.8 Gli asfalti poco rumorosi**

E' noto che al crescere della velocità dei veicoli su strada aumenta la componente del rumore dovuta al rotolamento e, pertanto, tenuto conto delle progressive restrizioni imposte dalle norme comunitarie sul livello sonoro emesso dagli autoveicoli (75 dBA per le auto e 80 per i mezzi pesanti), che imporranno alle industrie produttrici di ridurre il rumore di origine meccanica prodotto dai veicoli, ci si deve attendere un sostanziale aumento del contributo del rotolamento (contatto pneumatico - sede stradale) sul livello globale emesso dai veicoli in circolazione.

Diverrà dunque sempre più importante la sperimentazione di asfalti le cui caratteristiche permettano di ridurre quanto più possibile la generazione di rumore dovuto al rotolamento.

Tale generazione di rumore viene a determinarsi per il concorso dei seguenti fenomeni:

- rumori di shock

sono originati dalla messa in vibrazione degli elementi del pneumatico che viene ad urtare la strada a grande velocità durante lo spostamento. Questo rumore è tanto più elevato tanto più la superficie stradale è irregolare (forte macro e mega tessitura);

- il fenomeno dell'air-pumping

può essere spiegato come la messa in vibrazione dell'aria prossima alla superficie del pneumatico sotto l'azione di deformazione del pneumatico stesso quando

quest'ultimo si approssima al contatto con la strada o quando l'abbandona. Tali compressioni e rilasci dell'aria si traducono in emissione acustica ad alta frequenza;

- il fenomeno dello “slip and stick”

quando il pneumatico entra in contatto con la sede stradale si deforma e si crea un'adesione tra la gomma e il granigliato, quasi assimilabile ad un effetto ventosa. In uscita dal contatto la gomma è sottoposta ad una successione di aderenze seguita da una rottura delle aderenze che spiega la generazione di rumore.

Ancora non si conoscono i contributi parziali di questi diversi fenomeni sui differenti tipi di manti stradali.

L'ottimizzazione di un manto stradale per contenere l'emissione di rumore deve considerare necessità contraddittorie e per certi aspetti in contrapposizione.

Si sa, ad esempio, che i rumori di shock sono dovuti alla trama del battistrada del pneumatico che urta sul granigliato della strada (inerti). Più gli inerti sono grossi (macro-tessitura elevata) più il pneumatico sarà messo in vibrazione ed irradierà energia sonora.

Al contrario, questa rilevante macro-tessitura diminuisce la generazione del rumore dovuto al fenomeno dello “slip and stick”, rispetto ad un manto a debole macro-tessitura.

Le esperienze sin qui condotte hanno indicato il ruolo favorevole della porosità di un conglomerato bituminoso sulla generazione e l'assorbimento del rumore risultante dai fenomeni prima citati.

#### **5.3.8.1 Gli asfalti drenanti fonoassorbenti**

Lo sviluppo delle ricerche sul comportamento dei conglomerati bituminosi drenanti è legato in principal modo ai problemi di sicurezza durante la guida.

Tra i problemi che si manifestano sugli asfalti lisci tradizionali vanno ricordati il

ristagno d'acqua sulle carreggiate, che provoca l'aquaplaning, ed inoltre i getti d'acqua sollevati dai veicoli che riducono la visibilità.

Tutto ciò è causa di numerosi incidenti.

L'applicazione degli asfalti porosi riduce drasticamente gli effetti del ristagno d'acqua, consente il mantenimento di una eccellente aderenza e permette di ridurre la rumorosità emessa.

Questi conglomerati sono generalmente costituiti da una miscela di bitume (anche modificato con l'aggiunta di polimeri o polverino di gomma e l'eventuale arricchimento di fibre) e di inerti (ghiaietto) ad alta resistenza, con pezzature (granulometria) comprese mediamente tra 6 e 12 mm.

Questa amalgama determina, all'interno della struttura, una presenza di vuoti, che deve essere di norma non inferiore al 20%; grazie a questi vuoti avviene il fenomeno dissipativo del rumore. Le molecole d'aria contenute nelle cavità vengono messe in vibrazione e sfregando contro le pareti degli inerti danno origine ad una trasformazione di energia acustica in energia termica per effetto Joule. E' il classico fenomeno di assorbimento acustico dei materiali porosi. In linea di massima si può ritenere che un asfalto drenante dimezzi l'energia acustica globalmente emessa (riduzione di 3 dBA in Leq).

La concezione di uno strato superficiale drenante non deve però soddisfare solo la necessità di ridurre il rumore emesso dal traffico. In effetti deve essere rispettato il miglior compromesso delle performance richieste, vale a dire: la permeabilità, la resistenza meccanica, l'aderenza e il rumore.

Per quanto attiene ad esempio alla pezzatura degli inerti, un'analisi multicriterio ha indicato che i migliori risultati sono ottenibili con:

- Granulometria: 0 ÷ 10 mm.
- Discontinuità: 2 ÷ 6 mm.
- Spessore medio dello strato: 4 cm.

L'entità dell'assorbimento acustico ( $\alpha$ ) e le frequenze alle quali tale assorbimento principalmente si verifica sono funzione di alcuni parametri tipici di un rivestimento poroso:

- la resistenza al flusso d'aria;
- lo spessore dello strato;
- la percentuale dei vuoti;
- la granulometria degli inerti;
- il fattore di struttura.

Alcuni recenti test sperimentali condotti a Modena su una pavimentazione di una strada urbana a grande flusso, con asfalto drenante avente le seguenti caratteristiche:

- spessore: 5 cm;
- % di vuoti: 18;
- resistenza al flusso:  $15800 \text{ Ns/m}^4$ ,

hanno portato a definire uno spettro in frequenza del coefficiente ( $\alpha$ ) di assorbimento acustico così come mostrato in fig. 5.7.

Fig. 5.7 - Spettro di assorbimento di un asfalto drenante (Modena, 1996)

La frequenza alla quale si verifica il massimo assorbimento (1200 Hz) coincide con quella determinata per via teorica con un algoritmo di calcolo basato sui parametri prima citati.

Sempre in merito all'esperienza modenese, è stata osservata a bordo strada una riduzione di 3 dBA in termini di Leq rispetto al rumore prodotto dal traffico che transitava sull'asfalto tradizionale preesistente, ovviamente a parità di condizioni di emissioni (entità e tipologia del traffico).

Dal punto di vista della caratterizzazione spettrale è stato osservato che lo spettro del rumore da traffico si modifica, passando dallo scorrimento su asfalto tradizionale a quello su asfalto poroso, così come appare in fig. 5.8.

Da diversi anni ormai numerosi test vengono condotti per caratterizzare il comportamento acustico degli asfalti porosi rispetto a quelli tradizionali.

Tali test vengono di norma effettuati secondo le procedure dello Statistical Pass-by Method della ISO.

Viene posizionato un microfono a 7.5 m dalla linea di transito dei veicoli e ad un'altezza di 5 m (fig. 5.9).

Fig. 5.8 - Riduzione del rumore a bordo strada di un asfalto drenante rispetto ad uno tradizionale (Modena, 1996).

Fig. 5.9 - Allestimento del sistema di misura per test sul comportamento acustico di diverse superfici stradali.

Viene registrata la traccia acustica del passaggio di un veicolo a velocità controllata e viene rilevato il livello massimo (L<sub>Amax</sub>) prodotto dal passaggio.

Da numerosi test effettuati su un numero rilevante di veicoli leggeri ed in funzione di 3 tipi diversi di strati porosi rispetto ad un asfalto tradizionale, (indicato in figura con 0/16), sono emersi i risultati indicati in fig. 5.10 che mostrano i vari L<sub>Amax</sub> in funzione della velocità.

Fig. 5.10 - Risultati dei test sul diverso comportamento acustico di vari manti stradali in funzione della velocità.

In particolare si osserva che sul tipo di asfalto indicato 4/8 - 11/16, chiamato “a doppio strato”, si registrano  $L_{Amax}$  sensibilmente inferiori a quelli prodotti su asfalto tradizionale anche per bassi valori di velocità ( $v < 50$  Km/h).

Da un punto di vista applicativo questi asfalti porosi trovano a tutt’oggi largo utilizzo sulle autostrade o sui tratti veloci delle grandi arterie extra-urbane.

Alcuni dati recenti indicano che dal 1984 al 1992 in Francia sono stati posti in opera circa 11 milioni di metri quadrati di asfalti porosi.

Anche in Italia questi tipi di conglomerati trovano una loro applicazione su alcune autostrade (A22, A1, A14). Purtroppo, ciò che limita ancora una loro applicazione nei centri urbani, laddove il beneficio acustico gioverebbe al maggior numero di popolazione esposta, è riconducibile alla seguente motivazione essenziale:

- la rapida sporcabilità del manto per effetto della penetrazione di materiale corpuscolare di varia natura provoca l’intasamento progressivo delle cavità dell’asfalto poroso e pregiudica fortemente la capacità fonoassorbente dello stesso.

A tal riguardo, sia lo studio di Modena, che precedenti studi condotti a Nantes (F), hanno messo concordemente in evidenza che per un manto di 4-5 cm di spessore, steso in ambito urbano, a fronte di una riduzione iniziale di 3-3.5 dBA, a bordo strada, rispetto ad un asfalto tradizionale, dopo circa un anno tale riduzione si annulla quasi completamente (0.5-0.7 dBA).

Tale sporcabilità è dunque il principale fattore che riduce la vita utile dei

conglomerati drenanti-fonoassorbenti in quanto il manto perde sensibilmente anche la sua conduttività idraulica.

La riduzione della permeabilità risulta essere molto consistente nei primi mesi dopo la posa in opera e resta contenuta nei periodi successivi come risulta in fig. 5.11.

Fig. 5.11 Andamento della conduttività idraulica rispetto al tempo

Inoltre, la tecnica del ripristino delle cavità richiede macchine per un lavaggio-aspirazione di non facile reperibilità e soprattutto di elevati costi di utilizzo.

Un elemento incoraggiante in tal senso pare essere il comportamento di un manto a doppio strato con diversa porosità e granulometria degli inerti nei due strati.

Questa soluzione pare consenta una penetrazione molto limitata delle impurità, mantenendo in tal modo per lungo tempo inalterata la capacità fonoassorbente e la capacità drenante del manto.

Nelle strade urbane sono frequenti gli interventi di sbancamento per diversi tipi di sottoservizi (acqua, gas, telefoni) e ciò determina numerosi rattoppi che inevitabilmente verrebbero a realizzarsi con miscele bituminose classiche, rendendo a lungo andare gli strati superficiali troppo disomogenei.

La soluzione degli asfalti porosi in ambito urbano è limitata, infine, anche dal

problema dei costi. Alcune stime portano a ritenere che un asfalto drenante costi circa 4 volte di più rispetto ad uno tradizionale (nel caso della sperimentazione di Modena il costo in opera del manto drenante è stato di Lit. 35.000/mq).

### **5.3.8.2 Le nuove prospettive: il doppio strato drenante**

Come detto, sembra che una soluzione al grosso problema del progressivo intasamento della porosità superficiale di uno strato di asfalto drenante sia costituita dall'impiego dei cosiddetti manti a doppio strato.

Queste nuove soluzioni sono costituite da uno strato sottostante (3.5 ÷ 4 cm di spessore), composto da aggregati più grossolani di natura calcarea, e da un secondo strato superiore (di norma 1.5 ÷ 2 cm) costituito da inerti più piccoli e di natura basaltica (Fig. 5.12).

Fig. 5.12 - Manto drenante in doppio strato

Rispetto ai drenanti “monostrato”, queste nuove concezioni permettono la

cosiddetta funzione “filtro”.

La maggior parte delle particelle (pulviscolo, usura dei pneumatici, ecc.) è trattenuta dallo strato superiore ed in questo caso le proprietà autopulenti dei veicoli sono migliorate anche a bassa velocità.

Il fatto che i due strati siano contraddistinti da una diversa granulometria degli inerti (4÷8 mm per lo strato superiore e 11÷16 mm per quello inferiore) permette una maggior capacità drenante e dunque consente di mantenere efficiente nel tempo la porosità anche in termini di dissipazione della energia sonora.

Inoltre, nel caso del doppio strato, le pratiche di pulizia dei drenanti risultano molto più efficaci in quanto solo un piccolo strato in superficie risulta ostruirsi.

In caso poi di rifacimento del manto, si può rinnovare solo lo strato superficiale; le esperienze hanno infatti dimostrato che, così facendo, tutto il manto stradale ripristina intatte le proprietà originali.

Una sperimentazione dell'efficacia e della durata di questi asfalti a doppio strato in ambito urbano è attualmente in corso a Firenze.

Alcuni risultati preliminari di misure di rumore condotte a Firenze, ottenuti col metodo Statistical Pass By, indicano per il doppio strato un'attenuazione in opera, appena realizzato, di 3÷4 dB confrontabile, pertanto, con i fonoassorbenti tradizionali monostrato. Nei prossimi mesi, la prosecuzione del monitoraggio acustico potrà chiarire se le caratteristiche di attenuazione del doppio strato permangono anche dopo molto tempo dalla sua posa in opera e testimoniare così una reale convenienza rispetto agli asfalti mostrato.

L'esperienza Toscana ha permesso di fare anche una stima dei costi per la messa in opera di un asfalto a doppio strato drenante:

- £ 110.000 al metro quadrato, comprensivo degli oneri di rifacimento del manto stradale.

### **5.3.8.3 Bibliografia di riferimento**

- [1] M.G. Pipien “Chaussées peu bruyantes: problématique générale”. Atti Eurosymposium “The mitigation of traffic noise in urban areas”. Nantes, maggio 1992, 2a edizione;
- [2] A. Von Meier “This porous surface layers design principles and results obtained”. Atti Eurosymposium “The mitigation of traffic noise in urban areas”. Nantes, maggio 1992, 2a edizione;
- [3] D. Bertoni, A. Franchini, M. Magnoni “Studio sul comportamento acustico di asfalti particolari in ambiente urbano”. Rapporto interno per il Comune di Modena;
- [4] A. Franchini, D. Bertoni “Gli asfalti poco rumorosi”. Dispense su “Rumore Ambientale” Scuola di Acustica, Università di Ferrara, Anno 1996 - 1997;
- [5] E. Palazzi, R. Pediconi “Criteri per la realizzazione dei conglomerati drenanti fonoassorbenti”. Rivista “Le Strade” anno XCIV n. 1283 marzo/aprile 1992;
- [6] S. Ravaioli “Manti in doppio strato”. Rivista “Le Strade” ottobre 1996.