

Piani di risanamento contro il rumore

Considerazioni metodologiche ed esempi operativi in ordine ai piani di risanamento acustico di una società della capitale coinvolta nella redazione di studi pilota e in progetti esecutivi per concessionarie autostradali e per RFI. Sono riassunte tutte le specifiche normative, a seguito del DM Ambiente del novembre 2000, e gli obiettivi di lungo termine delle attività di risanamento.

Beatrice Pistoni
Ruggero Rosali
Francesco Ventura
VDP Srl
Roma

Il DM Ambiente 29/11/2000 prevede che gli Enti gestori di infrastrutture stradali o ferroviarie debbano redigere, per il rispetto dei limiti acustici, i relativi piani di risanamento.

Infatti, i gestori di reti di infrastrutture lineari di interesse nazionale o di più regioni devono individuare le aree dove sia stimato o rilevato il superamento dei limiti previsti e trasmettere i dati relativi ai Comuni e alle Regioni competenti. Entro i successivi 18 mesi lo stesso gestore presenta ai Comuni interessati, alle Regioni e al Ministero dell'Ambiente il piano di contenimento ed abbattimento del rumore in cui siano stati individuati gli interventi e le relative modalità di realizzazione, l'indicazione dei tempi di esecuzione, dei costi previsti e il grado di priorità di ciascun intervento. Gli obiettivi di risanamento previsti dal piano devono essere conseguiti entro 15 anni dalla data di espressione della regione o dalla data di presentazione del piano qualora la regione non abbia emanato provvedimenti che prevedano la procedura di espressione.

Le attività di risanamento devono conseguire, nel caso del rumore ferroviario, il rispetto dei valori limiti stabiliti nel DPR n°459/98 mentre per il rumore stradale il 01/06/2004 è uscito il relativo decreto attuativo della Legge Quadro dove i limiti cambiano a seconda degli orari e dei luoghi sensibili interessati.

Nel 2002 RFI ha eseguito uno studio (inviato al Ministero dell'Ambiente e a tutti i comuni italiani interessati) per la stima delle aree circostanti la propria rete infrastrutturale in esercizio in base ai criteri indicati dal DMA 29 novembre 2000.

A valle di questo studio RFI sta individuando gli interventi di risanamento nelle aree in cui è stata riscontrata la presenza di ricettori con livelli acustici al di fuori dei limiti normativi.

La società VDP di Roma ha eseguito per RFI-Direzione Investimenti-Ingegneria Civile alcuni studi pilota (progetti acustici ed esecutivi) sulla rete ferroviaria italiana:

- linea Ancona-Bari (tratta Stazione Pescara-confine Comune Montesilvano);
- cintura ferroviaria di Bologna (via Bonvicini, Via Emmanuel-Via Kant);
- linea ferroviaria Verona-Brennero (tratta Mattarello-Stella di Man-Trento Sud).

Anche in ambito stradale ed autostradale le società

e/o gli enti di gestione stanno incominciando ad occuparsi delle problematiche dei piani di risanamento acustici. Anche in questo caso VDP sta svolgendo delle attività, in particolare per l'autostrada Milano-Serravalle e per la Tangenziale Nord di Milano.

Di seguito si forniscono alcune considerazioni sulla nuova tematica della "concorsualità" di più sorgenti di rumore, sui veri e propri progetti "acustici" e sull'indice di priorità di cui al DM Ambiente del 29/11/2000.

DEFINIZIONE DEI "LIVELLI DI SOGLIA" EX DMA 29/11/2000

Si riportano alcune note e una metodologia di analisi della concorsualità di altre infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie sui limiti di fascia autostradale/ferroviaria, a fronte di disposizioni di legge vigenti che, per alcuni aspetti, non sono, a tutt'oggi, pienamente esaustive e che lasciano spazio all'interpretazione del tecnico, cui compete la necessità di optare per scelte equilibrate. Infatti, con la tematica della "concorsualità", in base al DMA 29/11/2000 e al Decreto sul Rumore Stradale è il progettista a "individuare" i livelli di soglia su cui progettare gli eventuali interventi di mitigazione.

La verifica di concorsualità secondo quanto prescritto dall'Allegato 4 del DMA 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede, in primo luogo, l'identificazione delle infrastrutture secondarie potenzialmente concorsuali ovvero quelle che presentano una sovrapposizione delle proprie fasce di pertinenza con quelle dell'infrastruttura principale. Si parla, in tal caso, di "concorsualità geometrica", la quale individua gli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e delle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. Il territorio in esame, per quel che riguarda i piani di risanamento acustico, è quello compreso nelle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale, così come indicato nei DPR 19/3/2004 n°142, (infrastrutture stradali) e 18/10/1998 n°459, (linee ferroviarie), sulla base dei quali vengono altresì determinate le ampiezze delle fasce di pertinenza delle infrastrutture coinvolte. L'Allegato 4 contempla la possibilità di trascurare, in taluni casi, l'immissione delle sorgenti concorsuali, stabilendo quanto segue: "Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore a 10

dB(A) rispetto al livello della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente può essere trascurato”.

È importante sottolineare come detta condizione non sia legata alle differenze tra le potenze sonore emesse dalle singole sorgenti bensì alla differenza tra i livelli immessi dalle stesse in un determinato punto. Da ciò si deduce come l'eventuale stato di concorsualità delle sorgenti, cui seguirebbe la possibilità di escludere il contributo di una o più di esse nella determinazione dei livelli di soglia, debba essere verificata puntualmente, per ogni singolo ricettore.

Successivamente all'individuazione delle infrastrutture secondarie potenzialmente concorsuali, si procede sulla base del seguente iter metodologico:

1. individuazione di tutti i ricettori ricadenti nelle aree di interposizione delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale con quelle delle infrastrutture secondarie potenzialmente concorsuali;
2. definizione, per ciascun ricettore, del limite di zona ($L_{z\text{ona}}$) che in base al DMA è il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture e che coincide con il limite cui tendere con il “concorso” di tutte le sorgenti interessate;
3. calcolo, mediante idoneo modello numerico, dei contributi acustici parziali di tutte le sorgenti secondarie che determinano il livello globale di pressione sonora su ciascun ricettore;
4. verifica, per ogni ricettore, della significatività di tutte le sorgenti potenzialmente concorsuali;
5. definizione, per ogni ricettore, del livello di soglia, ottenuto sulla base delle risultanze emerse al punto 4.

Vengono di seguito descritti, in maggior dettaglio gli ultimi due punti.

Verifica di significatività della sorgente concorsuale

Per tutti i ricettori censiti, ricadenti nelle aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale con quelle delle infrastrutture secondarie, viene effettuata la verifica di significatività delle sorgenti secondarie.

La sorgente non è significativa, e può essere pertanto esclusa dalla determinazione dei limiti normativi per il ricettore in esame, qualora vengano rispettate le suddette condizioni:

$$\begin{aligned} a) & L_i < L_{\text{max}} - 10 \text{ dB(A)} \\ b) & L_i < L_S(N-1) \end{aligned}$$

con:

L_i : livello equivalente di rumore immesso dalla sorgente i-ma, ovvero, contributo dell'i-ma sorgente al livello di pressione sonora globale sul ricettore considerato;

L_{max} : livello della sorgente avente massima immissione, ovvero quella che determina il contributo massimo al livello di pressione sonora sul ricettore;

$L_S(N-1)$: livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1.

Sulla base di quanto detto, al fine di verificare l'occorrenza delle condizioni suesposte, risulta necessa-

rio valutare, mediante modello previsionale, i singoli contributi di tutte le sorgenti secondarie che determinano il livello globale di pressione sonora, per ogni ricettore in esame. Tale prerogativa prevede, a monte, la conoscenza dei dati di traffico delle sorgenti secondarie, nonché la necessità di prevedere delle misure fonometriche di caratterizzazione delle medesime, finalizzate alla taratura del modello previsionale.

L'esecuzione di misure fonometriche, necessarie alla caratterizzazione di ciascuna infrastruttura secondaria coinvolta, può comportare, nella maggioranza dei casi, oneri economici eccessivi; per far fronte a ciò, e rendere applicabile tale metodologia, anche dal punto di vista dei tempi, si ricorre all'introduzione di un' "incertezza" relativa alla taratura del modello, che il progettista stima sulla base di diversi parametri (complessità orografica, tipologia di terreno, presenza di ostacoli nella propagazione dei raggi sonori, risultanze emerse in fase di caratterizzazione della sorgente, ecc.), mediamente pari a $\pm 2,5$ dB(A). L'introduzione di tale "incertezza" consente di discriminare i casi per i quali le misure fonometriche non sono necessarie (le due condizioni risultano verificate anche a seguito dell' "incertezza", nelle due formule sopra citate), da quelli che invece le richiedono. I casi possibili sono i seguenti:

- sorgente “non significativa”, per il ricettore in esame;
- sorgente “significativa”, per il ricettore in esame,
- significatività “incerta” della sorgente (necessità di effettuare misure fonometriche al fine di eliminare l'incertezza relativa alla taratura del modello).

Caso 1: sorgente non significativa per il ricettore in esame

$$\begin{aligned} a) & L_{\text{max}} - L_i > 12,5 \text{ dB(A)} \\ b) & L_i < L_S(N-1) - 2,5 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

se le condizioni risultano entrambe verificate, la sorgente i-ma risulta non significativa per il ricettore in esame e può essere pertanto esclusa nel calcolo del limite normativo per tale ricettore.

Caso 2: sorgente significativa per il ricettore in esame

$$\begin{aligned} a) & L_{\text{max}} - L_i < 7,5 \text{ dB(A)} \\ b) & L_i > L_S(N-1) + 2,5 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

se le condizioni risultano entrambe verificate, la sorgente i-ma risulta significativa per il ricettore in esame e non può essere pertanto esclusa dal calcolo del limite normativo per tale ricettore.

$$\begin{aligned} \text{Caso 2A} \quad a) & L_{\text{max}} - L_i > 12,5 \text{ dB(A)} \\ b) & L_i > L_S(N-1) + 2,5 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Caso 2B} \quad a) & L_{\text{max}} - L_i < 7,5 \text{ dB(A)} \\ b) & L_i < L_S(N-1) - 2,5 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

Oltre alle condizioni sopra elencate, si possono generare casi misti:

- verifica della condizione a del Caso 1 e b del Caso 2 (Caso 2A);
- verifica della condizione a del Caso 2 e b del Caso 1 (Caso 2B).

Qualora risultino verificate entrambe le condizioni esposte in uno dei due casi 2A o 2B, la sorgente i-ma risulta comunque *significativa*.

Caso 3: significatività "incerta" della sorgente

$$a) 7,5 \text{ dB(A)} < L_{\max} - L_i < 12,5 \text{ dB(A)}$$

$$b) -2,5 \text{ dB(A)} < L_i - L_s(N-1) < +2,5 \text{ dB(A)}$$

se almeno una delle due condizioni risulta verificata, sono necessarie misure fonometriche finalizzate alla taratura del modello previsionale per la sorgente i-ma.

Tarato il modello, il valore L_i ottenuto dalle simulazioni consente di verificare la significatività o meno della sorgente i-ma (in questo caso le condizioni a) e b) da considerare sono quelle generali, prive dell'"incertezza" del modello). Dalla metodologia descritta si può affermare che: dal momento che la verifica di significatività delle sorgenti secondarie dipende dai valori dei livelli di rumore immessi puntualmente dalle singole sorgenti, e variando questi ultimi al variare, sia del periodo di riferimento (diurno/notturno) che dell'orizzonte temporale considerato, risulta necessario effettuare la verifica di significatività per entrambi i periodi di riferimento (a meno degli edifici con condizioni di fruizione tipicamente diurna come gli edifici scolastici) in un medesimo orizzonte temporale; ciò vuol dire che:

- una sorgente secondaria "significativa" nel periodo diurno, non necessariamente lo sarà anche nel periodo notturno, e viceversa;
- i limiti normativi diurni e notturni non presenteranno una differenza di 10 dB(A) per tutti i ricettori e non necessariamente coincideranno negli scenari temporali esaminati.

Definizione dei livelli di soglia

Se una o più sorgenti potenzialmente concorsuali risultano significative, sia la sorgente principale che quelle secondarie devono essere mitigate nell'ambito delle rispettive attività di risanamento che andrebbero coordinate tra i soggetti coinvolti. I livelli di zona, che nell'ambito dei piani di risanamento coincidono con i limiti di fascia, non sono sufficienti a controllare la sovrapposizione degli effetti e devono essere definiti dei livelli di soglia. In questo modo si vincolano le sorgenti sonore a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo previsto per ogni singolo ricettore.

L'Allegato 4 del DMA definisce il livello di soglia come "il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente avente rumore egualmente ponderato":

$$L_s = L_{\text{zona}} - 10 \log_{10} N$$

Da tale formula emerge tuttavia l'incongruenza che il livello di soglia cui deve pervenire, a seguito di risanamento, un'ipotetica sorgente che presenti una concorsualità con un'altra infrastruttura, potrebbe risultare maggiore del limite di fascia di tale sorgente. Tale condizione si verifica laddove le due infrastrutture concorrono con limiti di immissione diversi.

La metodologia descritta si pone l'obiettivo di ovviare a tale incongruenza e di definire procedure atte a determinare i livelli di soglia anche laddove le infrastrutture che concorrono al limite di zona presentino diversi limiti di immissione.

Di seguito sono descritti due possibili scenari nel caso sia presente una sola o due sorgenti secondarie significative, oltre alla sorgente principale. Gli scenari di seguito descritti prescindono dalla tipologia delle infrastrutture considerate, ipotizzando comunque per esse la presenza di una doppia fascia di pertinenza, di ampiezza variabile in funzione del tipo di infrastruttura, e per le quali vigono i limiti di seguito riportati:

TAB. 1

Fascia	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)
Fascia A	70	60
Fascia B	65	55

Tale ipotesi non preclude tuttavia la possibilità di estendere la trattazione anche ad infrastrutture che presentino una singola fascia di pertinenza, caratteristica, quest'ultima, che compete alle infrastrutture di nuova realizzazione.

Scenario 1 : presenza di una sola sorgente concorsuale significativa

Nel caso in cui, oltre all'infrastruttura principale sia presente un'ulteriore infrastruttura secondaria significativa, per tenere in conto il contributo acustico della sorgente concorrente, con la finalità di perseguire una progettazione coordinata, i limiti ascrivibili alla sola sorgente principale vengono ridotti di una quantità ΔLeq ottenuta in base alla seguente equazione:

$$10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_1 - \Delta Leq}{10}} + 10^{\frac{L_2 - \Delta Leq}{10}} \right) = \max(L_1, L_2) = L_{\text{zona}}$$

con L_1 ed L_2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

Tale formula fa sì che, nel caso in cui L_1 ed L_2 siano diversi, si applichi, ai due limiti, un uguale riduzione percentuale.

Il ΔLeq , e di conseguenza i limiti, variano in funzione delle aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza acustiche delle due infrastrutture, così come evidenziato nella tabella seguente:

TAB. 2

Infrastruttura secondaria	Limiti per l'Infrastruttura principale		
	Fascia A	Fascia B	
Infrastruttura secondaria	Fascia A	67 dB(A) Leq diurno	63,8 dB(A) Leq diurno
		57 dB(A) Leq notturno	53,8 dB(A) Leq notturno
	Fascia B	68,8 dB(A) Leq diurno	62 dB(A) Leq diurno
		58,8 dB(A) Leq notturno	52 dB(A) Leq notturno

Scenario 2 : presenza di due sorgenti concorsuali significative

In questo caso, data la presenza di ulteriori due infrastrutture secondarie, oltre alla principale, il ΔLeq correttivo, da sottrarre al limite proprio dell'infrastruttura principale, viene determinato in base alla seguente equazione:

$$10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_1 - \Delta Leq}{10}} + 10^{\frac{L_2 - \Delta Leq}{10}} + 10^{\frac{L_3 - \Delta Leq}{10}} \right) = \max(L_1, L_2, L_3) = L_{zona}$$

con L_1, L_2 ed L_3 pari ai limiti propri delle tre infrastrutture considerate singolarmente.

Le considerazioni fatte in merito all'equazione 1, valgono anche in questo caso, con l'unica differenza che il ΔLeq , e di conseguenza i limiti, variano in funzione delle aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza acustiche delle tre infrastrutture, così come evidenziato nelle due tabb. 3 e 4.

TAB. 3 FASCIA A DELL'INFRASTRUTTURA PRINCIPALE

		Infrastruttura secondaria 2	
		Fascia A	Fascia B
Infrastruttura secondaria 1	Fascia A	65,2 dB(A) Leq diurno 55,2 dB(A) Leq notturno	66,4 dB(A) Leq diurno 56,4 dB(A) Leq notturno
	Fascia B	66,4 dB(A) Leq diurno 56,4 dB(A) Leq notturno	67,9 dB(A) Leq diurno 57,9 dB(A) Leq notturno

TAB. 4 FASCIA B DELL'INFRASTRUTTURA PRINCIPALE

		Infrastruttura secondaria 2	
		Fascia A	Fascia B
Infrastruttura secondaria 1	Fascia A	61,4 dB(A) Leq diurno 51,4 dB(A) Leq notturno	62,9 dB(A) Leq diurno 52,9 dB(A) Leq notturno
	Fascia B	62,9 dB(A) Leq diurno 52,9 dB(A) Leq notturno	60,2 dB(A) Leq diurno 50,2 dB(A) Leq notturno

Nella fig. 1 viene riportata la rappresentazione grafica dello studio della concorsualità, applicato ad un'infrastruttura autostradale, sulla base della metodologia fin qui descritta. In tale studio oltre alla sorgente autostradale, concorrono nella definizione dei limiti, una linea ferroviaria esistente e una Strada Statale, anch'essa esistente, classificata di Tipo Cb (strada extraurbana secondaria non del tipo Ca) secondo il Codice della Strada.

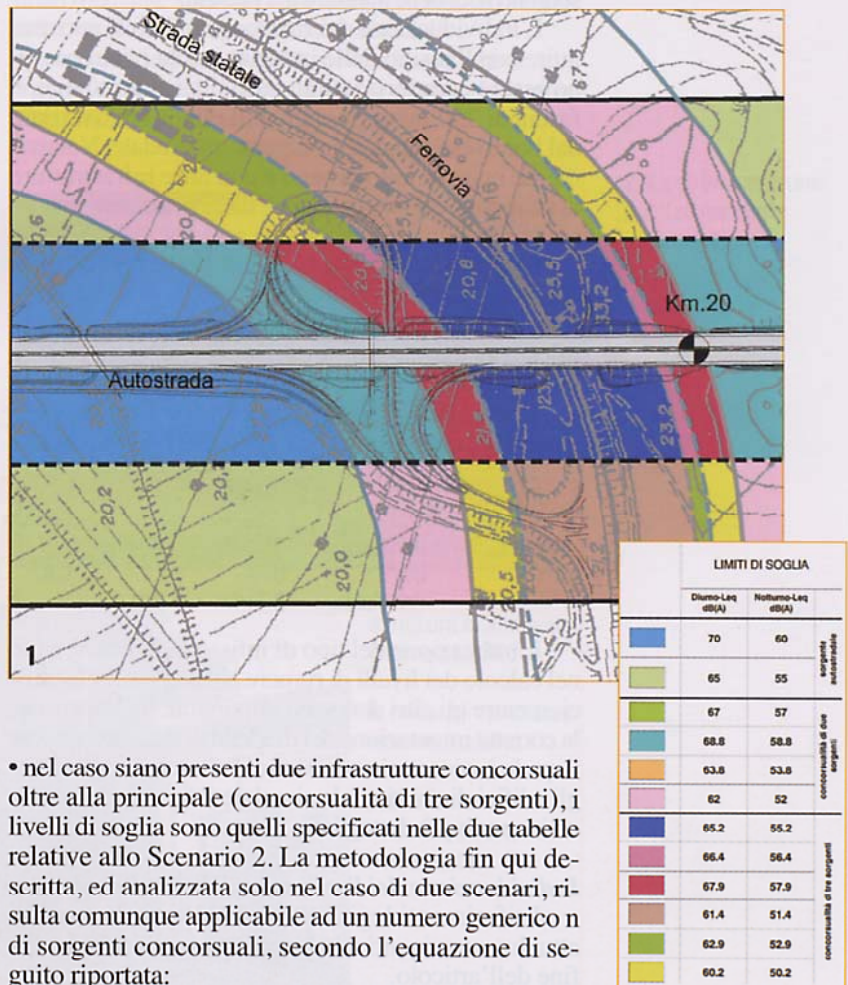
Sulla base della tab. 2 del DPR 30/3/2004 n°142, per quanto concerne le infrastrutture stradali, e del Art 5. del DPR 18/10/1998 n°459, per quanto concerne la linea ferroviaria, sono state individuate ampiezza delle fasce di pertinenza delle singole infrastrutture e relativi limiti normativi, così come specificato nella tab. 5.

In fig. 1 sono evidenziate le diverse aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza delle tre infrastrutture coinvolte, cui competono i limiti specificati in legenda, ottenuti sulla base della metodologia descritta nel presente paragrafo:

- nel caso sia presente la sola sorgente autostradale, i livelli di soglia coincidono con i limiti di fascia;
- nel caso sia presente una sola infrastruttura secondaria oltre alla principale (concorso di due sorgenti), i livelli di soglia sono quelli specificati nella tabella relativa allo Scenario 1;

TAB. 5

Infrastruttura	Riferimento	Tipologia	Sottotipologia	Ampiezza fasce di pertinenza (m)	Limiti normativi	
					Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)
Sorgente autostradale	Tabella 2 DPR 19/3/2004 n°142	A	A	100 (fascia A)	70	60
				150 (fascia B)	65	55
SS esistente	Tabella 2 DPR 19/3/2004 n°142	C	Cb	100 (fascia A)	70	60
				50 (fascia B)	65	55
FF. SS. esistente	Art 5, DPR 18/10/1998 n°459	-	-	100 (fascia A)	70	60
				150 (fascia B)	65	55



- nel caso siano presenti due infrastrutture concorsuali oltre alla principale (concorso di tre sorgenti), i livelli di soglia sono quelli specificati nelle due tabelle relative allo Scenario 2. La metodologia fin qui descritta, ed analizzata solo nel caso di due scenari, risulta comunque applicabile ad un numero generico n di sorgenti concorsuali, secondo l'equazione di seguito riportata:

$$10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_1 - \Delta Leq}{10}} + 10^{\frac{L_2 - \Delta Leq}{10}} + 10^{\frac{L_3 - \Delta Leq}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n - \Delta Leq}{10}} \right) = \max(L_1, L_2, L_3, \dots, L_n) = L_{zona}$$

con $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ pari ai limiti propri delle n infrastrutture considerate singolarmente.

Il ΔLeq correttivo, da sottrarre al limite proprio dell'infrastruttura principale, viene determinato in base a tale equazione. Sulla base di questo, vengono dunque calcolati i relativi limiti normativi cui devono pervenire i singoli ricettori che ricadono nelle fasce di pertinenza dell'infrastruttura, oggetto dell'attività di risanamento.

1. Aree interessate dalla concorsualità di più sorgenti con relativi "limiti di soglia"

LO STUDIO ACUSTICO

Per tale tipo di studio, che conduce alla identificazione degli interventi di mitigazione per il piano di risanamento, i passi operativi possono essere quelli di seguito riportati.

Nei punti successivi si riportano in dettaglio alcune note solo su alcuni di questi passi operativi, in particolare quelli sulla caratterizzazione della sorgente e sull' utilizzo del modello di simulazione.

Analisi acustica del territorio interessato dal progetto e individuazione dei ricettori sensibili

Devono essere effettuate delle indagini dirette di conoscenza dei luoghi, sia sotto il profilo morfologico e antropico, sia sotto il profilo della caratterizzazione delle sorgenti acustiche attualmente presenti.

L'individuazione dei ricettori sensibili si può eseguire con l'ausilio delle indagini in situ in cui possono essere caratterizzati gli edifici all'interno di una fascia di 250 metri per lato dalla linea ferroviaria o dal bordo esterno dell'infrastruttura stradale. Naturalmente in un ambito urbano e con altre infrastrutture di trasporto si possono considerare i ricettori in una fascia più ristretta rispetto ai 250 m.

Si possono così redigere schede esplicative con foto dei ricettori e delle carte tematiche dove possono essere localizzati i ricettori con la relativa numerazione identificativa, destinazione d'uso, numero di piani ed altre informazioni.

Nel seguito si riporta una tabella tipo di caratterizzazione degli edifici, utilizzata nell'attività di censimento:

TAB. 6

Ricettore (N°)	Destinaz. Uso Prevalente	Destinaz. Uso P. Terra	Piani F.T. (N°)	Struttura		Tipo infissi Legno bassa qualità	Legno alta qualità	Alluminio	Doppi infissi
				C.A.	Muratura				

L'indicazione del tipo di infisso può tornare utile nel calcolo dei livelli di rumore all'interno degli edifici, mentre gli altri dati sono importanti, fra l'altro, per la corretta imputazione del modello di simulazione, per il quale è necessario conoscere il numero dei piani degli edifici di cui si vuole simulare il fenomeno acustico in modo più dettagliato.

Individuazione dei livelli sonori di riferimento

I riferimenti legislativi considerati sono quelli attualmente vigenti ed elencati nel box riportato alla fine dell'articolo.

Per l'individuazione dei livelli sonori di riferimento, nel caso di più infrastrutture concorsuali, si rimanda a quanto riportato nelle pagine precedenti.

Caratterizzazione della sorgente e del clima acustico

Allo scopo di caratterizzare l'emissione sonora della linea ferroviaria o di un'infrastruttura stradale, nonché per tarare il modello di simulazione è necessario procedere preventivamente ad una serie di rilevamenti fonometrici.

Al fine di caratterizzare il clima acustico, l'ubicazione dei punti di rilievo fonometrico può essere scelta in corrispondenza dei punti di maggiore criticità, in funzione, cioè, sia della presenza di ricettori, sia del gra-

do di sensibilità degli stessi, e in corrispondenza di punti e/o zone la cui disposizione planaltimetrica, rispetto al tracciato della ferrovia, possa dare una caratterizzazione generale di tutte le situazioni urbanistico-inseguitive presenti nell'intorno dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda le modalità con le quali vengono condotti i rilevamenti finalizzati alla caratterizzazione della sorgente, si rimanda più avanti nell'articolo.

Scelta e taratura del modello di simulazione

Per definire puntualmente i valori di clima acustico su tutti i ricettori nella situazione attuale e in quella futura (con l'eventuale mitigazione) è necessario effettuare delle simulazioni con l'ausilio di un modello di calcolo.

Il modello, per questo tipo di analisi, oltre ad una valutazione del fenomeno in forma tabellare, permette una visione grafica della simulazione, evidenziando su tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori (diurni e notturni).

Affinché i risultati restituiti dal modello siano attendibili, è necessaria la previa taratura del modello stesso, per la quale si rimanda più avanti nell'articolo.

Caratterizzazione del clima acustico post mitigazione

Sulla base delle risultanze emerse dalle simulazioni condotte, per lo scenario attuale, vengono effettuate delle prime ipotesi di interventi di mitigazione, finalizzati a riportare i livelli acustici sui ricettori, al di sotto dei limiti prefissati.

La metodologia prevede una serie di simulazioni,

secondo un procedimento iterativo, atte a determinare la composizione ottimale degli interventi di mitigazione, ovvero quella che, a parità di efficacia acustica, consente il maggior risparmio in termini di estensione lineare e altezza delle barriere acustiche, nonché nel numero di interventi diretti sugli edifici (sostituzione degli infissi con prestazioni fonoisolanti maggiori).

Caratterizzazione della sorgente

Con l'emissione del DMA 16/03/1998 le misure fonometriche sono state codificate in funzione delle sorgenti sonore esaminate. In particolare la durata delle stesse è stata posta pari ad almeno una settimana in ambito stradale, e 24 ore (con rilievo di tutti i transiti) in ambito ferroviario.

Ne è nata l'esigenza di effettuare misure complesse in condizioni non sempre assistite (fonometro, centralina metro e conta traffico senza operatore) e conseguentemente anche le strumentazioni sono state adeguate a tale necessità.

In fig. 2 si riportano alcuni esempi di misure in ambiente interno ed esterno assistite e non. In alcuni casi (fig. 2 in basso) può essere conveniente installare una centralina fissa con modem per scarico giornaliero dei dati in sede diversa da quella delle indagini.

Si riportano di seguito alcune note tecniche sulla caratterizzazione della sorgente stradale e ferroviaria

al fine della taratura del modello di simulazione e della scelta degli input del modello stesso.

Sorgente ferroviaria

Allo scopo di determinare le caratteristiche d'emissione di una linea ferroviaria è possibile procedere secondo due metodologie, caratterizzate da due diversi livelli di approfondimento:

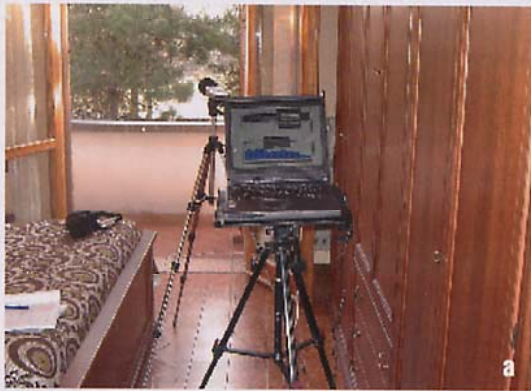
- metodologia A: prevede il rilievo per 24 h dei SEL prodotti da ciascun transito ferroviario (DM Ambiente 16/03/1998) occorrente sulla linea, al fine di caratterizzare il livello di potenza acustica (dB/m), diurna e notturna, da attribuire alla sorgente in oggetto. Tale metodologia semplificata permette di effettuare ricostruzioni del clima acustico limitatamente allo scenario attuale, quello occorso durante la misurazione. Qualora si volessero operare delle modifiche sul programma di esercizio (scenari futuri, composizione dei treni, velocità di esercizio) risulta necessario utilizzare la metodologia B.

ri), permettendo una successiva ricostruzione di diversi scenari associati ad altrettanti programmi di esercizio, che possono essere modificati sia nella composizione dei treni che nelle velocità di progetto previste.

I risultati di tali misurazioni vengono successivamente utilizzati nell'applicazione del modello di simulazione, adottato per la determinazione del clima acustico (p.e. modello MITHRA, basato sull'esperienza francese). Il modello richiede, infatti, come dati di input, oltre alla caratterizzazione planoaltimetrica del terreno, del tracciato di progetto e degli edifici presenti, anche le caratteristiche emissive delle sorgenti sonore, ovvero lo spettro di emissione di tutti i convogli transitanti nella tratta oggetto di studio.

I siti nei quali effettuare le misure, vengono individuati mediante specifici sopralluoghi tecnici in campo, atti a verificare le seguenti caratteristiche:

- corpo dell'infrastruttura in rilevato basso o raso;
- caratteristiche il più possibile rettilinee dell'infrastruttura, nell'intorno della postazione;



2. La strumentazione per il rilevamento fonometrico

a. misura in ambiente interno assistito

b. misura in ambiente esterno assistito

c,d. misura in ambiente esterno non assistito

- metodologia B: prevede, contestualmente al rilievo dei SEL, per 24 h, la determinazione di ulteriori parametri associati a ciascun transito ferroviario, in particolare:

- velocità di transito,
- tipologia del convoglio,
- composizione e lunghezza del convoglio,
- binario di transito,
- spettro dei SEL in ottave,
- numero di assali del convoglio.

Attraverso il rilievo dei suddetti parametri si rende possibile la scomposizione di ciascuna tipologia di treno in singoli elementi emissivi (carrozze e locomoto-

- assenza di stazioni di fermata o caratteristiche infrastrutturali (interconnessioni ecc.) estremamente prossime ed in grado di influenzare il transito dei convogli;
- condizioni acustiche il più possibile approssimabili a quelle in campo libero ed in particolare territorio pianeggiante, assenza di aree edificate, assenza di ostacoli alla propagazione del rumore, assenza di vegetazione ad alto fusto;
- rumore di fondo contenuto;
- possibilità di accesso alle aree interne o in prossimità del sedime ferroviario;
- accessibilità all'area di installazione della strumentazione il più possibile agevole anche mediante autovetture.

3a, 3b. Rilievo con telecamera fissata su mezzo mobile e restituzione video di ogni singolo passaggio



Le misurazioni vengono effettuate in condizioni atmosferiche definite, secondo quanto previsto dalla normativa (assenza di pioggia, velocità del vento minore di 5 m/s).

Nell'ambito della campagna di indagini vengono rilevati almeno dieci transiti per ciascuna tipologia di convoglio; tale numero consente di ottenere una media attendibile dei valori.

Nel caso di rilievi condotti secondo la metodologia B, vista l'importanza di caratterizzare ogni singolo transito ferroviario in dettaglio, è necessario utilizzare un'attrezzatura per il rilievo con telecamera fissata su mezzo mobile e restituzione video di ogni singolo passaggio.

Con l'ausilio di una telecamera ad infrarossi e un sofisticato videoregistratore digitale è possibile effettuare un video per ogni transito ferroviario. Il videoregistratore infatti dispone di un sensore al movimento, programmabile, che permette di attivare la registrazione solo quando viene rilevato il movimento in alcune porzioni dello schermo predefinite dall'utente.

Inoltre, mediante l'utilizzo di traguardi verticali (es. aste verticali o, ove geometricamente possibile, gli stessi pali della TE), è possibile individuare il tempo intercorso nel passag-

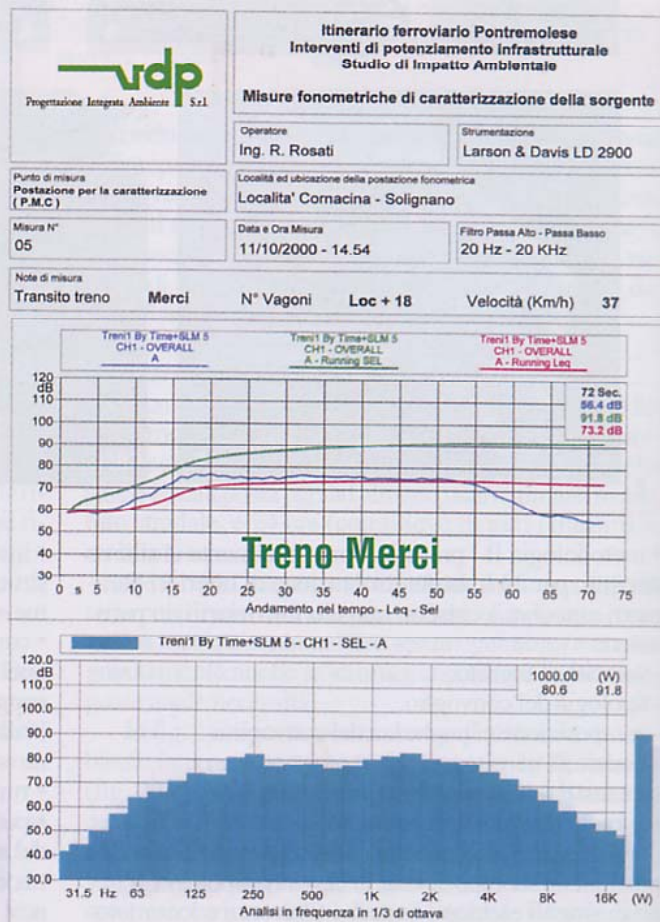
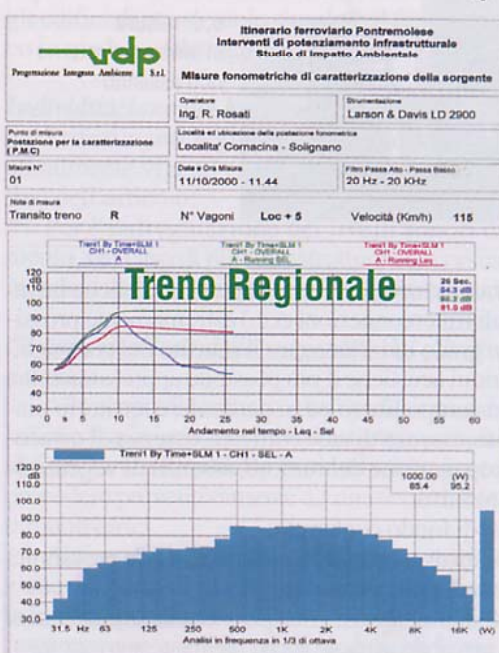
gio del treno fra i due riferimenti, in modo da rendere possibile il calcolo della velocità di transito.

In questo modo è possibile identificare, per ogni misura fonometrica, anche la corrispondente tipologia e composizione di treno.

Per ogni sito e per ciascuna tipologia di convoglio e transito valido vengono redatte delle "Schede di sintesi dei rilievi in campo", contenenti le seguenti informazioni:

- documentazione fotografica del transito,
- codice del convoglio,
- tipologia del convoglio,
- composizione del convoglio,
- lunghezza del convoglio,
- velocità di transito,
- data del rilevamento,
- luogo del rilevamento,
- tipologia del corpo ferroviario.

4. Esempi di misure fonometriche di caratterizzazione della sorgente



Si allega in fig. 4 un esempio di output grafico di restituzione di misure fonometriche per due transiti (regionale e merci) sulla linea ferroviaria Pontremolese.

Nell'output si nota l'andamento temporale (Time History) di:

- livello equivalente,
- livello equivalente progressivo,
- SEL (single event level)

Tutte le curve vengono filtrate con pesatura A.

Nel secondo grafico si evince lo spettro in terzi d'ottava dei valori del SEL(A) relativo al transito in oggetto nel range 31,5 Hz ÷ 16 kHz.

Allo scopo di effettuare un'adeguata taratura per una successiva implementazione dei dati nel modello di simulazione si procede come segue:

- 1) Estrapolazione dei valori di SEL, per bande di ottava, dei passaggi monitorati,
- 2) Calcolo dei valori di Leq relativi al passaggio di un treno ora,
- 3) Calcolo dei valori di Leq relativi al passaggio di un treno ora alla velocità di riferimento scelta,
- 4) Calcolo dei valori spettrali di potenza, per metro equivalente di linea ferroviaria, attraverso la valutazione dell'effetto sito determinato con il modello Mithra,
- 5) Calcolo dei livelli spettrali di potenza acustica per assale, alla velocità di riferimento scelta, per ogni transito,
- 6) Calcolo della media dei livelli spettrali di potenza acustica per assale alla velocità di riferimento per ogni tipologia di treno,
- 7) Inserimento dei dati nel file di definizione della sorgente

Sorgente stradale

Analogamente a quanto già detto in merito alla sorgente ferroviaria, possono essere eseguite misure con diversi livelli di approfondimento:

- Metodologia 1: le misure vengono svolte in siti in cui la sorgente stradale risulta dominante sul clima acustico della zona. La durata della misura è pari ad una settimana, così come prescritto dalla normativa, e consente di caratterizzare la potenza acustica associata alla sorgente nei periodi diurno e notturno. Analogamente alla metodologia A della sorgente ferroviaria, tale metodo non consente modifiche di scenario rispetto a quello occorso durante la misura.
- Metodologia 2: prevede misurazioni di durata inferiore (circa 1 h) effettuate contestualmente ad un dettagliato valutazione dei flussi di traffico rilevando composizione e velocità medie dei veicoli. Tale metodologia, noti i flussi veicolari (diurni e notturni) occorrenti sull'infrastruttura, associando e correlando i livelli misurati a l'entità del traffico contestualmente rilevato, permette, attraverso algoritmi matematici, di ricostruire le potenze (diurne e notturne) associabili alla sorgente.
- Metodologia 3: combina le due metodologie sopra descritte attraverso misurazioni di durata settimanale (DM Ambiente 16/03/1998) e contestuale rilievo dei flussi di traffico.

I risultati dei rilievi e le misure di caratterizzazione vengono sintetizzati in forma tabulare, riportando le seguenti informazioni:

- Località;
- Tempo di riferimento della misura;
- Numero di carreggiate;
- Numero di corsie;
- Larghezza corsia (m);
- Larghezza della corsia di emergenza (m);
- Larghezza dello spartitraffico (m);
- Altezza New Jersey (se presente) (m);
- Tipo di pavimentazione;
- Distanza del microfono dal ciglio della strada (m);
- Altezza del microfono dal piano stradale (m);
- Leq dB(A) rilevato;
- Spettro di emissione in bande di ottave, diurno e notturno;
- Numero totale di veicoli normalizzato (veicoli/ora), diurno e notturno;
- Percentuale di veicoli pesanti;
- Velocità media dei veicoli leggeri(km/h);
- Velocità media dei veicoli pesanti (km/h).

Taratura del modello e caratterizzazione del clima acustico

Particolare rilievo riveste nel processo di simulazione la ricostruzione, nel modello, di un clima acustico noto, dal quale il modello stesso deve calcolare un livello sonoro prossimo a quello misurato dagli strumenti. Per ottenere questo è necessario modificare alcuni parametri del modello, in modo da rendere la rappresentazione virtuale del clima acustico il più possibile simile a quella reale in condizioni note. Questa prima parte del lavoro sul software è importante per ottenere dalle simulazioni dei risultati che rispettino le peculiarità della specifica area di studio, sia per quanto riguarda l'effetto sito (decadimento e assorbimento del suono lungo la via di propagazione), che per quanto riguarda le caratteristiche del traffico ivi circolante (caratterizzazione della sorgente).

In buona sostanza, partendo dai risultati della campagna di misure, attribuendoli allo scenario già imputato nel modello, si eseguono delle simulazioni, ottenendo dei risultati che dipendono anche da parametri interni al modello stesso (tipo di asfalto, assorbimento del terreno, ecc.), e che possono pertanto discostarsi da quelli misurati in sito.

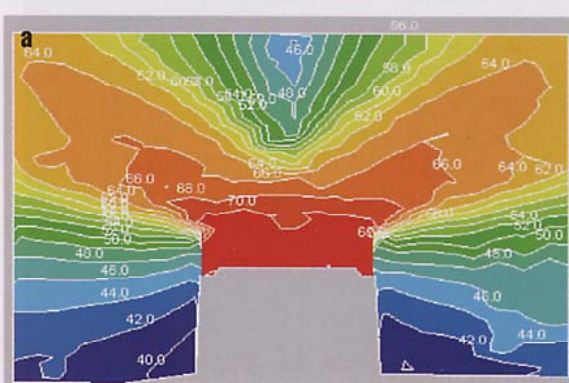
La verifica consiste appunto nell'allineare i risultati delle simulazioni, eseguite in condizioni note, a quelli delle misure, in modo che, comunque venga modificato il traffico, i risultati delle simulazioni si potranno considerare aderenti alla realtà locale.

La calibratura del modello porta alla definizione dei parametri che successivamente si utilizzeranno all'interno delle simulazioni:

- assorbimento acustico del terreno(σ),
- numero di raggi,
- distanza di propagazione (m),
- numero di intersezioni,
- numero di riflessioni,
- metodo di calcolo (CSTB.92, NMPB.96, ISO.9613)

Infine, caratterizzata la sorgente ed effettuata la calibratura del modello, vengono effettuate le simulazioni acustiche al fine di valutare i livelli sonori indotti su tutti i piani degli edifici censiti. A tale scopo, nel modello di simulazione vengono inseriti i dati di traffico espressi in termini di numero di veicoli/ora, percentuale di veicoli pesanti e velocità media di percorrenza. I risultati così ot-

5. Output grafico del modello di simulazione acustica



a. Sezione con andamento curve isofoniche



b. Planimetria con andamento curve isofoniche

c. Rappresentazione tridimensionale



tenuti vengono confrontati con i livelli di soglia e definiti gli interventi di mitigazione "indiretti" da adottare (tipologia, localizzazione e altezza delle barriere antirumore), allo scopo di riportare i valori dei livelli sonori al di sotto dei limiti. Nel definire gli interventi di mitigazione, si utilizza un procedimento iterativo finalizzato ad ottenere la soluzione ottimale, determinando tipologia, lunghezza ed altezza minima della barriera che garantisca sui ricettori livelli sonori inferiori a quelli di soglia.

Tra i vari modelli di simulazione, il MITHRA che è stato elaborato dal CSTB (Centre for the Science and Technology of Buildings) di Grenoble, è stato utilizzato in numerose applicazioni a partire dalla fine degli anni '90, anche in Italia, sia per gli studi di impatto ambientale sia per i progetti di barriere acustiche. Il software del modello è stato sviluppato in accordo alle ultime indicazioni degli standard ISO 9613-2. Il modello consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo

in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- alla localizzazione ed alla forma ed all'altezza degli edifici;
- alla topografia dell'area di indagine;
- alle caratteristiche fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno;
- alla tipologia costruttiva del tracciato stradale o ferroviario;
- alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- al numero dei raggi sonori;
- alla distanza di propagazione;
- al numero di riflessioni;
- all'angolo di emissione dei raggi acustici;
- alla dimensione ed alla tipologia delle barriere antirumore.

Si riportano in fig. 5 delle immagini tratte dal modello di simulazione MITHRA che rappresentano un esempio di:

- sezione di sorgente ferroviaria con l'andamento delle curve isofoniche con barriere antirumore di altezza pari a 3,5 metri;
- planimetria con andamento delle curve isofoniche;
- rappresentazione tridimensionale del contesto territoriale ed infrastrutturale.

Laddove l'interposizione di barriere antirumore risulta insufficiente (i livelli sonori eccedono i limiti di soglia) si può intervenire direttamente sui ricettori mediante sostituzione di infissi silenti con potere fonoisolante adeguato a garantire il rispetto del limite interno.

INDICE DI PRIORITÀ

Si sottolinea che in base al DMA 29/11/2000, gli obiettivi del piano di risanamento devono essere conseguiti entro 15 anni dalla data di espressione della Regione o dell'autorità da essa indicata.

I contenuti essenziali del piano di risanamento consistono nella:

- individuazione degli interventi e relative modalità di esecuzione (studio acustico di cui al capitolo precedente);
- indicazione delle eventuali altre infrastrutture di trasporto concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti;
- indicazione dei tempi di esecuzione e dei costi previsti per ciascun intervento;
- indice di priorità di esecuzione di ciascun intervento;
- motivazioni per eventuali interventi su ricettori.

L'ordine di priorità degli interventi di risanamento è stabilito dal valore numerico dell'indice di priorità, la cui procedura di calcolo è indicata nell'Allegato I al decreto. Nell'indice di priorità confluiscono il valore limite di immissione, il livello di impatto della sorgente sonora sul ricettore, la popolazione esposta (n° abitanti equivalenti). Ospedali, case di cura e di riposo e le scuole vengono assimilati ad una popolazione residente moltiplicando rispettivamente per 4, 4 e 3 il numero di posti letto e il numero totale degli alunni.

Il grado di priorità degli interventi di risanamento all'interno dell'area A quindi, si otterrà in definitiva come conseguenza delle seguenti operazioni:

- la suddivisione dell'area A da risanare in sottoree Ai;



6. Rendering.
Linea ferroviaria
Verona-Brennero
(Trento Sud)



7. Rendering.
Linea ferroviaria
Ancona-Bari
(Pescara-M. Silvano)



- l'individuazione dei valori limite di immissione del rumore per le singole sottoaree;
- la definizione dei valori numerici R_i relativo alle sottoaree A_i ;
- la determinazione, tramite i decreti applicativi della legge 447/1995, del livello continuo equivalente di pressione sonora L_i , nel periodo di riferimento, approssimato all'unità, prodotto dalle infrastrutture nell'area A_i , attribuendo per ogni singolo edificio il valore valutato nel punto di maggiore criticità della facciata più esposta, tenendo conto che la variabilità del livello L_i , all'interno di A_1 deve essere non superiore a 3 dB(A) e che il valore da inserire nella formula (I) del DMA 29/11/2000 è il valore centrale dell'intervallo.

Le sottoaree A_i si otterranno dalle indicazioni riportate nel piano di zonizzazione comunale e nel

piano regolatore generale vigente.

Gli interventi strutturali finalizzati all'attività di risanamento (art. 5) devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente rumorosa;
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- direttamente sul ricettore.

Come interventi strutturali, lungo la via di propagazione, si riportano delle prove di rendering (figg. 6 e 7) di progetti di barriere antirumore, redatti da VDP per RFI, in particolare per la linea ferroviaria Ancona-Bari (Tratta Stazione Pescara-confine Comune di Montesilvano) con schermi acustici attualmente in costruzione e per la linea ferroviaria Verona-Brennero (Tratta Mattarello-Stella di Man-Trento Sud) con gara di appalto ad oggi in Gazzetta Ufficiale.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano, di seguito, i riferimenti normativi da seguire nella redazione dei piani di risanamento acustico, oltre il già citato DM Ambiente 29/11/2000.

DPCM 1 Marzo 1991, sui limiti ammissibili in ambiente esterno

Si considera il criterio assoluto, per il quale è necessario verificare che il livello di rumore ambientale corretto non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria con modalità diverse a seconda che i Comuni siano dotati di Piano Regolatore Generale (PRG), non siano dotati di PRG o, infine, che abbiano già adottato la zonizzazione acustica comunale.

Per quest'ultimo caso si riporta in tab. 1 i Limiti di immissione massima in dB(A) a seconda della destinazione d'uso territoriale.

TAB.1 LIMITI DI IMMISSIONE MASSIMA IN DB(A)

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE	DIURNO 6:00÷22:00	NOTTURNO 22:00÷6:00
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Legge 447 del 26/10/1995, "Legge quadro sul rumore"

DPCM 14 Novembre 1997

Individua i valori limite di emissione, immissione, attenzione e qualità di cui all'art. 2 della Legge 447/95. In questo decreto, però, *si evidenzia che per le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali ecc. i limiti suddetti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza*, a loro volta individuate dai decreti attuativi previsti dalla Legge Quadro (art. 11).

DM Ambiente 16 marzo 1998

Definisce i requisiti della strumentazione utilizzata per le misure.

Nell'Allegato A al DMA sono riportate delle definizioni di alcune espressioni e grandezze utilizzate in acustica; gli Allegati B, C e D contengono rispettivamente: i criteri e le modalità di esecuzione delle misure del rumore, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure del rumore stradale e ferroviario e le modalità di presentazione dei risultati.

Per quanto riguarda il rumore da traffico stradale, essendo questo un fenomeno avente carattere di casualità o pseudocasualità, il monitoraggio deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana mentre per il rumore ferroviario il monitoraggio deve essere almeno di 24 ore riprendendo in dettaglio i transiti dei singoli treni.

TAB.2 LIMITI NORMATIVI PER STRADE ESISTENTI (EX DPR 142/2004)

Strade esistenti e assimilabili (Ampliamenti in asse, sfiancamenti, varianti)						
Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme CNR 1980 o direttiva PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
A - autostrade		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A) 150 (fascia B)	50	40	70	60
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A) 50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tab.C, allegata al DPCM 14/11/97 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F - locale		30				

(*) Per le scuole vale il solo limite diurno

DPR 18 novembre 1998, N°459 (rumore di origine ferroviario)

Le disposizioni del Decreto Attuativo per la regolamentazione dei limiti di immissione delle infrastrutture ferroviarie del 18/11/98 n° 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario" si applicano:

- a infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h,
- a infrastrutture esistenti, alle loro varianti, a infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento a linee esistenti, a infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.

Per le nuove linee in affiancamento a linee esistenti, per le infrastrutture esistenti (come nel caso dei piani di risanamento), per le loro varianti e per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto inferiore a 200 km/h, è prevista una fascia di pertinenza ferroviaria pari a 250 m per ciascun lato a partire dalla mezzera dei binari esterni. Tale fascia viene suddivisa in due parti la prima, più vicina all'infrastruttura ferroviaria della larghezza di 100 m, denominata fascia A, la seconda, più distante dall'infrastruttura ferroviaria della larghezza di 150 m, denominata fascia B.

Per tali infrastrutture valgono i limiti specificati nel seguito.

All'interno dell'intera fascia di pertinenza ferroviaria: 50 dB(A) Leq diurno e 40 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e riposo; 50 dB(A) Leq diurno per le scuole.

All'interno della fascia A: 70 dB(A) Leq diurno e 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori.

All'interno della fascia B: 65 dB(A) Leq diurno e 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori.

Qualora i suddetti valori non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, si evidenzino l'opportunità di procedere a interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

Tali valori devono essere rispettati al centro della stanza più esposta, a finestre chiuse, a 1.5 m di altezza dal pavimento.

Al di fuori della fascia di pertinenza l'infrastruttura ferroviaria concorre al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione stabiliti nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997. In via prioritaria l'attività di risanamento deve essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza per scuole, ospedali, case di cura e di riposo e, all'interno della sola fascia "A", per tutti gli altri ricettori. All'esterno di tale fascia A, le rimanenti attività di risanamento saranno armonizzate con i piani di risanamento di competenza comunale, in attuazione degli stessi.

DPR 19 marzo 2004 N°142 (rumore di origine stradale)

Le disposizioni di questo decreto si applicano:

1. alle infrastrutture esistenti e al loro ampliamento in sede, alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;
2. alle infrastrutture di nuova realizzazione.

Il decreto (riprendendo alcune definizioni e peculiarità del DPR 459/98 sul rumore ferroviario) individua le fasce di pertinenza delle diverse tipologie di strade, attenendosi alla classificazione del Codice della Strada e stabilisce inoltre i rispettivi limiti di immissione (limiti di pressione sonora ammissibili all'interno delle fasce di pertinenza) distinti per strade esistenti e strade di nuova realizzazione. In tab. 2 si riportano, ai fini del piano di risanamento, i limiti normativi per le strade esistenti.