

PIANO DI RISANAMENTO ACUSTICO DELLA RETE STRADALE DI COMPETENZA DELLA PROVINCIA DI MILANO

Fabrizio Artom (1), Mattia Viganò (1), Giovanni Zambon (2), Alessandro Bisceglie (2),
Franco Bertellino (3), Gabriella D'Avanzo (4), Marco Longoni (4)

- 1) Phoneco S.r.l., Milano
- 2) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di
Milano - Bicocca
- 3) Microbel S.r.l., Torino
- 4) Direzione centrale trasporti e viabilità, Provincia di Milano

1. Introduzione

Viene presentato il piano di risanamento della rete stradale di competenza della Provincia di Milano, che ha uno sviluppo circa 1090 km ed interessa il territorio di 189 comuni, elaborato dal gruppo di lavoro ai sensi del D.M.A. 29/11/2000. E' stata ultimata la Fase 1 del piano con l'individuazione delle aree di superamento dei limiti previsti e la comunicazione dei relativi risultati ai Comuni interessati, mentre è in esecuzione la Fase 2 consistente nella prioritizzazione delle zone di intervento e nella redazione del piano di contenimento che prevede la programmazione e la progettazione di massima degli interventi di mitigazione previsti per i prossimi 15 anni.

Un modello tridimensionale per la stima della propagazione del rumore è stato costruito a partire dall'integrazione di informazioni cartografiche a diversi livelli di dettaglio in un unico database georeferenziato. Per la caratterizzazione delle sorgenti e la taratura del modello di calcolo sono stati utilizzati dati simulati di flusso nell'ora di punta sull'intera rete integrati con dati risultanti da una campagna puntuale di monitoraggio fonometrico e dei flussi di traffico veicolare. Il piano di risanamento viene elaborato per le criticità riscontrate, alle quali viene applicato l'indice di priorità secondo normativa, calcolato in relazione alla stima del numero di popolazione esposta ed al grado di superamento dei limiti acustici in ciascuna area individuata. Nelle zone di intervento, con l'ausilio di un software di simulazione acustica viene eseguita la progettazione di massima delle varie tipologie di interventi di bonifica previsti. Gli elaborati per la comunicazione alle amministrazioni locali e l'informazione al pubblico sono realizzati sfruttando le potenzialità di strumenti G.I.S.. La stima dell'efficacia degli interventi in termini di riduzione della popolazione esposta, per le tratte con flussi di traffico superiori ai 6 milioni di veicoli/anno, rispetta anche i requisiti del D.Lgs. 194/2005 per i piani di azione.

2. Fase 1: Individuazione delle aree di superamento dei limiti acustici secondo quanto previsto dal D.M.A. 29 novembre 2000

2.1 Metodologia di studio

L'obiettivo dello studio è stato quello di individuare, all'interno del territorio di influenza delle infrastrutture stradali esistenti, le aree di cui all'art. 2 del D.M.A. 29/11/2000 mediante l'applicazione di un modello acustico previsionale alimentato da banche dati relative alla emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli circolanti, all'entità e composizione del traffico e alla caratterizzazione del territorio (morfologia del terreno, presenza di edifici ed ostacoli...) oggetto di indagine.

Il modello di simulazione utilizzato è stato elaborato appositamente in modo da poter essere implementato e quindi utilizzato anche nella seconda fase del lavoro, finalizzata all'individuazione e al dimensionamento degli interventi di risanamento acustico. Essendo, inoltre, uno strumento sostanzialmente "aperto", fornisce la possibilità di aggiornare il processo di elaborazione in qualunque momento ciò si renda necessario.

2.1.1 Modello di simulazione acustica

Il software di simulazione utilizzato (IMMI vers. 5.3) è conforme al metodo di calcolo ufficiale della Unione Europea indicato dalla Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE) e dall'all. 2 del D.lgs. 194/2005 (si tratta del ben noto metodo conosciuto come NMPB – Routes 96 (SETRA – CERTU – LCPC – CSTB) citato nell' "arrêt du 5 mai 1995 relatif du bruit des infrastructures routieres, journal officiel du 10 mai 1995, artiche 6" e nella norma francese "XPS 31-133").

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

- ove disponibile, aerofotogrammetria fornita dai singoli comuni relativa al territorio comunale (per circa il 90% dei comuni interessati), riportante la geometria e l'altezza degli edifici, i tracciati stradali, la morfologia del terreno definita mediante punti altimetrici (in assenza, gli elementi inseriti nel modello sono stati digitalizzati a partire dalla Carta Tecnica Regionale, le altezze degli edifici sono state ricavate dalla consultazione di fotografie satellitari);
- identificazione e collocazione spaziale dei ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo);
- flussi del traffico veicolare medio divisi nel periodo diurno e notturno, diversificati in mezzi pesanti e leggeri e relativa velocità media di percorrenza;
- limiti acustici relativi alle fasce di pertinenza acustica in funzione della classificazione delle strade (strade di tipo B, C, D) fornita dalla Provincia di Milano;
- limiti acustici relativi alle fasce di pertinenza acustica delle tratte urbane in funzione della classificazione acustica comunale (strade di tipo E ed F) fornita dalla Provincia di Milano (a mezzo di mosaicatura provinciale delle classificazioni acustiche comunali) e dai Comuni (in assenza di classificazione acustica comunale, i limiti acustici sono stati dedotti da mosaicatura provinciale dei P.R.G. comunali);
- limiti acustici relativi alle aree esterne alle fasce di pertinenza acustica in funzione della classificazione acustica comunale fornita dalla Provincia di Milano e dai Comuni (in assenza di classificazione acustica comunale limiti acustici dedotti da mosaicatura provinciale dei P.R.G. comunali).

La rete stradale provinciale in esame è stata quindi suddivisa in tratti con flussi di traffico uniformi. Per ogni tratto stradale è stato impostato il valore medio del traffico (n.ro di veicoli/ora) diviso in periodo diurno – notturno, diversificato in mezzi pesanti e leggeri, e la relativa velocità di percorrenza. I dati di traffico sono stati ricavati mediante elaborazione di dati provenienti dalle seguenti fonti:

- dati forniti dalla Provincia di Milano relativi alle postazioni di monitoraggio fisse (flussi di traffico orari, suddivisi per classi di velocità e lunghezza dei veicoli);
- dati acquisiti direttamente dal gruppo di lavoro (flussi di traffico orari, suddivisi per classi di velocità e lunghezza dei veicoli);
- dati derivanti da simulazioni previsionali condotte dalla Provincia di Milano (flusso veicolare stimato nell'ora di punta (8:00 – 9:00) espresso in veicoli equivalenti).

Per quanto concerne la stima della velocità di percorrenza le velocità medie per categoria di veicoli per ciascun periodo di riferimento sono state definite con valori medi per tipologia di strada (ad alto scorrimento, extraurbane, tratti di attraversamento urbano) alla luce anche dei risultati puntuali forniti dai rilievi di traffico.

I flussi di traffico sono stati considerati continui, anche in presenza di intersezioni semaforiche. Sono state apportate correzioni per casi particolari come la presenza di rotatorie e svincoli, in corrispondenza dei quali i valori di velocità del flusso di traffico continuo sono stati decrementati.

Caratterizzata l'entità e la composizione del traffico per ogni tratto stradale, il modello ha permesso il calcolo dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nei periodi di riferimento diurno (6.00 – 22.00) e notturno (22.00 – 6.00), compresi nel corridoio di analisi impostato (fino al raggiungimento del superamento dei limiti pari a zero) e ad una altezza di riferimento costante rispetto alla quota del terreno (4 metri).

Il livello di pressione sonora calcolato è funzione dell'entità e composizione del traffico nel tratto di infrastruttura stradale e tiene conto dell'attenuazione della potenza acustica causata da fenomeni quali:

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

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

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

Gli edifici sono stati modellizzati come elementi completamente riflettenti, con coefficiente di riflessione pari a 1.

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

Il calcolo è stato impostato con i seguenti principali parametri:

- Passo del reticolo di calcolo lungo la coordinata x ≤ 10 m
- Passo del reticolo di calcolo lungo la coordinata y ≤ 10 m
- Quota sul livello del terreno del grigliato di calcolo 4m
- Semiampiezza del corridoio di analisi 300m *
- Numero di riflessioni 1
- Temperatura dell'aria 15°C
- Umidità relativa dell'aria 60%
- Pressione atmosferica 101,325Kpa

(* nel caso di influenza acustica dell'infrastruttura stradale oltre i 300m l'indagine è stata eseguita fino ad individuare l'area totale del superamento.)

L'elaborazione del modello di calcolo viene espressa sotto forma di mappe acustiche formate dall'insieme degli elementi di una griglia areale di calcolo, per il periodo diurno e per il periodo notturno.

Per i ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) la stima è stata effettuata mediante un calcolo puntuale sulla facciata più esposta dell'edificio.

Allo scopo di rendere maggiormente leggibile il risultato del calcolo, si è scelto di rappresentare le aree dove viene stimato il superamento dei limiti previsti a mezzo di apposita campitura uniforme, così da rendere il risultato comprensibile ad un pubblico di non addetti.

2.1.2 Taratura e verifica del modello di simulazione acustica

Per riprodurre il più fedelmente possibile, per mezzo del modello di simulazione, la situazione acustica reale, l'informazione più importante che deve essere acquisita è sicuramente il flusso veicolare da attribuire ad ogni arteria stradale.

Effettuare un conteggio diretto dei flussi veicolari circolanti su tutti gli archi stradali che costituiscono la complessa rete viaria in esame sarebbe risultato un lavoro molto lungo, complesso e per molti aspetti privo di utilità. Si è ritenuto molto più pratico e proficuo individuare le diverse tipologie stradali più caratteristiche e da queste, applicando procedure di estrapolazione, ricavare i dati delle rimanenti strade. Sulla base di queste considerazioni è stata eseguita la seguente campagna di monitoraggio acustico abbinato al monitoraggio dei flussi veicolari:

- n. 21 rilievi fonometrici ad integrazione continua settimanale;
- n. 12 rilievi fonometrici ad integrazione continua di 24 ore;
- n. 15 rilievi dei flussi veicolari della durata settimanale;
- n. 15 rilievi dei flussi veicolari della durata di 24 ore.

L'ubicazione delle postazioni di rilievo è stata scelta in considerazione dei seguenti criteri:

- per i rilievi di traffico:
 - principali diverse tipologie delle strade in esame a varie distanze dai centri urbani;
 - strade interessate da elevati flussi veicolari;
 - tratti di strada con carenza di dati forniti dalla Provincia di Milano;
- per i rilievi fonometrici:
 - all'interno delle fasce di pertinenza acustica "A" presso i ricettori ritenuti come maggiormente esposti;
 - presso i ricettori particolarmente sensibili all'interno delle fasce di pertinenza;
 - in contemporanea con i rilievi del traffico.

I processi di verifica, sulla base delle misure eseguite, hanno avuto un esito pienamente soddisfacente confermando l'idoneità del programma di calcolo implementato per l'uso cui esso è destinato.

2.1.3 Procedura di assegnazione dei flussi veicolari alle arterie stradali provinciali

Per l'impostazione del modello si è seguita la seguente procedura.

La riproduzione modellistica del grafo stradale che costituisce la rete di competenza della Provincia di Milano richiede la definizione, per ogni arco stradale, dei seguenti parametri:

- flusso veicolare orario medio per periodo diurno (distinto in veicoli leggeri e veicoli pesanti);

- flusso veicolare orario medio per periodo notturno (distinto in veicoli leggeri e veicoli pesanti);
- velocità medie orarie dei veicoli leggeri e dei veicoli pesanti, per periodo diurno e notturno.

I dati sperimentali di partenza sono costituiti da:

- rilievi effettuati mediante spire magnetiche dalla Provincia di Milano su base annua nel periodo 2005-2006 in 78 postazioni utili, con cadenza oraria;
- 30 rilievi (di cui 15 settimanali e 15 giornalieri) eseguiti con piastre magnetiche contattate dal gruppo di lavoro, con cadenza oraria.

Complessivamente si è potuto disporre quindi di informazioni puntuali sperimentali relativamente a 108 siti di monitoraggio.

È stato inoltre fornito dall'amministrazione provinciale un tematismo GIS (in formato shapefile) che riporta i risultati di una simulazione condotta su un grafo stradale comprendente la rete di competenza provinciale sulla base di dati di traffico rilevati nel 2001. Tale shapefile riporta l'indicazione, per ogni arco stradale, del flusso veicolare stimato nell'ora di punta (8:00 – 9:00) espresso in veicoli equivalenti. Per le caratteristiche del traffico veicolare circolante sulla rete provinciale tale simulazione è ritenuta dall'ente provinciale tuttora significativa.

A partire da questi dati, la procedura per l'assegnazione delle informazioni necessarie ad ogni arco stradale è quella presentata in *“Procedura di assegnazione di flussi veicolari a una rete stradale per la stima dell'emissione acustica”* [1].

E' stata eseguita una ripartizione degli archi stradali in 10 classi, in base a parametri acustici, e si sono ottenuti dei fattori di conversione per calcolare, a partire dal dato assoluto del flusso circolante nell'ora di punta, dati medi stimati relativi a tutti i parametri di interesse per la simulazione acustica.

Il livello di approssimazione insito nella procedura è sufficientemente contenuto se si considera l'elevato numero di classi ipotizzate (e di conseguenza la bassa variabilità all'interno di ciascuna classe) e le finalità del presente studio, ovvero la simulazione acustica, per cui la variazione dei dati di traffico ha un'influenza limitata sul rumore prodotto (si ricorda che al raddoppio del flusso veicolare corrisponde un aumento di soli 3 dB del rumore emesso).

2.2 Individuazione delle aree di superamento dei limiti acustici vigenti

Dallo studio acustico, mediante simulazioni eseguite sul territorio dei Comuni della Provincia di Milano e dal confronto con i limiti acustici vigenti, sono emerse le aree dove viene stimato il superamento di tali limiti.

Per ciascun comune è stato elaborato un documento tecnico che illustra i risultati delle analisi eseguite finalizzate all'identificazione delle aree critiche stimate (Fase 1), ai sensi del D.P.R. 142/2004 e del D.M.A. 29/11/2000. Tali criticità sono state individuate a partire dalla stima del rispetto dei limiti acustici vigenti sia all'interno che all'esterno delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture stradali in oggetto. I superamenti sono stati stimati in base ad una griglia di rumore; per i ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) la stima è stata effettuata mediante un calcolo puntuale sulla facciata più esposta dell'edificio.

2.2.1 Criteri di individuazione e rappresentazione delle criticità stimate

In base alle informazioni contenute nella mosaicatura provinciale dei P.R.G. comunali sono state estrapolate le tipologie di destinazioni d'uso con presenza di edifici residenziali e sono state evidenziate e rappresentate le sole aree critiche residenziali.

Le aree di superamento sono state così suddivise:

- Aree Critiche Prioritarie:
 - Aree critiche situate all'interno della fascia di pertinenza più vicina all'infrastruttura (fascia A e fascia 30m);
 - Ricettori sensibili all'interno dell'intera fascia di pertinenza acustica (fascia A, fascia B, fascia 30m);
- Aree Critiche Non Prioritarie:
 - Aree critiche situate all'interno della fascia B ed all'esterno delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura;
 - Ricettori sensibili all'esterno delle fasce di pertinenza acustica;

Il documento tecnico elaborato per ogni Comune è così strutturato:

- Sintesi non tecnica;
- Tabella delle aree critiche individuate, distinte in prioritarie e non prioritarie, identificate con codice alfanumerico progressivo con le seguenti indicazioni:
 - Strada Provinciale che determina la criticità e sua classificazione gerarchica all'interno della rete stradale provinciale;
 - Descrizione della tipologia di urbanizzazione, classificazione acustica dell'area;
 - Descrizione, ubicazione e tipologia ricettore sensibile, classificazione acustica dell'area;
- Tavola di inquadramento geografico scala 1:25.000 dell'intero territorio comunale;
- Tavole di dettaglio delle aree critiche stimate scala 1:5.000;
- Tavola di sintesi di criticità e strategie di intervento scala 1:15.000.

3. Fase 2: Redazione del piano di contenimento ed abbattimento del rumore

L'obiettivo della seconda fase della redazione del piano di contenimento ed abbattimento del rumore è quello di definire gli interventi necessari per il conseguimento del rispetto dei limiti fissati nel D.P.R. 142/04, seguendo la procedura definita nel D.M.A. 29/11/2000, e la relativa pianificazione in base al grado di priorità e secondo i criteri definiti dagli specifici decreti e dall'Amministrazione Provinciale; oggetto dello studio sono tutti i ricettori residenziali e sensibili individuati come "critici".

Anche in tale fase verrà utilizzato il modello di simulazione precedentemente descritto, implementato con nuove procedure per il calcolo di tutti i parametri necessari per la definizione degli interventi e la loro pianificazione. In particolare le attività potranno essere le seguenti:

- definizione delle zone di intervento da risanare;
- scelta dei criteri di risanamento;
- valutazione dell'indice di priorità;
- individuazione e dimensionamento degli interventi di risanamento necessari;
- valutazione dei costi;
- definizione delle tempistiche di intervento.

La progettazione degli interventi di risanamento verrà effettuata eseguendo per le zone di intervento (in base alla loro priorità nella programmazione temporale) simulazioni acustiche con calcolo dei livelli di rumore in facciata agli edifici critici ante operam e post operam, attuando l'ottimizzazione del dimensionamento degli interventi in funzione dei limiti acustici e valutando la riduzione della popolazione esposta in termini quantitativi.

Tali analisi permetteranno la stima delle caratteristiche tecniche dell'intervento (tipologia, ubicazione, dimensioni, caratteristiche materiali da utilizzare) e del costo previsto.

Gli interventi di risanamento che potranno essere previsti dal piano possono essere così schematizzati, anche in funzione della loro reale applicabilità nelle diverse situazioni:

- Interventi alla fonte:
 - Applicazione di asfalto fonoassorbente sul manto stradale per tratti con velocità di percorrenza elevata oppure superiore ad un limite minimo prestabilito;
 - Riduzione di velocità al traffico stradale differenziata per tratti extraurbani e per tratti urbani;
 - Valutazione del beneficio dovuto alla riduzione del traffico relativa ad eventuali varianti ai tracciati stradali.
- Interventi sulla via di propagazione:
 - Installazione di barriere acustiche o altre tipologie di ostacoli alla propagazione del rumore;
- Interventi al ricettore:
 - tipicamente mediante sostituzione infissi sui ricettori isolati o ai piani alti di edifici, specie se parzialmente bonificati con interventi di installazione di barriere acustiche (a seguito di verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici);

4. Conclusioni

Il piano di risanamento previsto per le infrastrutture stradali di competenza della Provincia di Milano individuerà gli interventi di risanamento da realizzarsi.

La Fase 1 del piano, i cui risultati sono stati comunicati ai Comuni interessati, ha individuato un numero elevato di criticità eterogenee per tipologia dei ricettori interessati e contesto territoriale di ubicazione, caratteristiche gerarchiche, funzionali e morfologiche delle infrastrutture sorgenti, estensione ed entità dei superamenti.

Tali risultati determinano una notevole complessità nella individuazione e valutazione delle diverse attività di risanamento da applicare.

Il piano potrà essere modulato operativamente considerando i trienni di programmazione e di attuazione previsti dalla pianificazione della Provincia.

Ciascun macro-intervento potrà essere composto delle seguenti fasi operative:

- Progettazione acustica di dettaglio;
- Progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva dell'opera;
- Realizzazione degli interventi;
- Collaudo acustico.

Bibliografia

[1] A. Bisceglie, G. Zambon, S. Radaelli “*Procedura di assegnazione di flussi veicolari a una rete stradale per la stima dell'emissione acustica*”. Atti del 34° Convegno Nazionale AIA, Firenze, 13-15 giugno 2007.