

Studio dell'inquinamento acustico della città di Merano - Lärmbelastungsstudie in der Gemeinde Meran

A. Peretti ^{1,2}, A. Farina ³, F. De Masi ⁴, A. Bonaldo ⁵, M. Baiamonte ²

¹ Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università di Padova

² Peretti e Associati sas, Padova

³ Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Parma

⁴ Libero Professionista, Bologna

⁵ Libero Professionista, Merano (BZ)

Zusammenfassung

Auf Anfrage der Gemeinde Meran (BZ) wurde eine Messung des Verkehrslärms und eine Beurteilung der Lärmbelastung des gesamten Gemeindebezirks durchgeführt, sowie ein Computerprogramm zur Vorhersage des Lärms bei verschiedenen Verkehrssituationen entwickelt.

Ausgangspunkt für die Planung der Lärmzonen waren Luftaufnahmen, demographische Gebietskarten (laut Volkszählung) sowie die Einteilung der Gebiete gleicher Gebrauchsbestimmung gemäß Bebauungsplan (PRG).

Es wurden 633 Geländeareale festgelegt, die zuerst mit Hilfe einer Punkteskala je nach Bevölkerungsdichte und Anwesenheit von Dienstleistungs-, Handels- und Handwerksbetrieben bewertet wurden. Besondere Aufmerksamkeit wurde in die Ermittlung reproduzierbarer Messgrößen für die Bevölkerungsdichte und das Vorkommen der verschiedenen Betriebsformen, sowie in die Aufteilung der oben erwähnten 5 Parameter in 3 bis 4 Gruppen gelegt. Analoge Sorgfalt wurde bei den Bestimmung der Kriterien für die Bewertung des Straßennetzes angewandt. Die endgültige Lärmzonenplanung berücksichtigt die territoriale Zugehörigkeit zum Straßen- bzw. Bahnnetz, sowie die Industrie-, Landwirtschafts-, Wald- und Schutzgebiete.

Die Überwachung des Fahrzeuglärms wurde auf Grund der Eichung und der Kontrolle des Simulationsprogramms festgelegt. An 16 für den Fahrzeugverkehr kritischen Orten (Hauptverkehr) wurden kontinuierliche Messungen über 2 bis 7 Tage vorgenommen, wobei der äquivalente Dauerschallpegel (pro Minute) sowie der statistische Dauerschallpegel (pro Stunde) registriert wurde; gleichzeitig wurden die stündlichen Verkehrsbewegungen 5 verschiedener Fahrzeugkategorien sowie deren Geschwindigkeitsbandbreite festgestellt. An den zu obigen Hauptverkehrsadern in Abhängigkeit stehenden Nebenverkehrsstrassen wurden Messungen an 62 Punkten der zu- bzw. abfließende Verkehr über eine Dauer von 15 Minuten durchgeführt, wobei dieselben Parameter (äquivalenter und statistischer Dauerschallpegel, Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit) registriert wurden. Die graphische Auswertung der Daten macht die Zusammenhänge zwischen äquivalentem und statistischem Dauerschallpegel, sowie zwischen Dauerschallpegel und Verkehrsfluß deutlich.

Für die Lärmsimulation des Verkehrs wurde das Programm Citymap verwendet, welches sich auf eine Datenbank von SEL-Werten bei Durchfahrt einzelner Fahrzeuge stützt. Die SEL-Werte sind je nach Fahrzeug- und Geschwindigkeitskategorie verschieden. Nach Festlegung der Strassenabschnitte mit gleichwertigen Eigenschaften sowie der Bestimmung der Anzahl tagsüber bzw. nachts passierender Fahrzeuge, erlaubt das Programm eine Schätzung des äquivalenten Dauerschallpegel bei Tag und Nacht an jedem Ort des Gemeindegebiets und eine kartographische Darstellung der Lärmsituation des Territoriums. Die Kalibrierung des Programms erfolgte auf Grund der Äquivalenzwerte, die tagelang an den 16 Hauptverkehrs-Messstellen erhoben wurden. Eine zusätzliche Abstimmung ergaben die 62 Äquivalenzmesswerte welche an den 62 Messpositionen im Nebenverkehrsbereich ermittelt wurden.

Premessa

Su richiesta del Comune di Merano (Bolzano) è stato effettuato uno studio sull'inquinamento acustico urbano articolato in tre fasi, tra loro distinte anche se complementari:

- classificazione acustica del territorio comunale;
- monitoraggio del rumore veicolare;
- realizzazione di un programma di previsione del rumore da traffico, specificamente calibrato sulla realtà locale.

Territorio comunale

Il territorio del Comune di Merano, caratterizzato dall'insediamento urbano di Merano, dalle frazioni di Quarazze e Sinigo, nonché da aree industriali, agricole e boschive, si estende per 27 km². Vi risiedono circa 34000 abitanti.

Per quanto riguarda le infrastrutture stradali e ferroviarie, il territorio è interessato dalla strada statale Bolzano - Passo Resia, dalla strada provinciale Merano - Scena e dalla linea ferroviaria Bolzano - Malles (la tratta Merano - Malles non è attualmente in funzione).

Classificazione acustica

La classificazione acustica del territorio comunale si è basata sulle definizioni riportate dal DPCM 14/11/97 [1]; si è inoltre fatto riferimento alle Linee guida dell'ANPA [2] nonché al Disegno di Legge Provinciale sulla tutela dall'inquinamento acustico e al relativo Regolamento di esecuzione (ambidue ancora in fase di elaborazione a Bolzano [3]).

In particolare il Regolamento di esecuzione prevede che la classificazione sia effettuata ponderando diversi parametri quali il tipo di infrastrutture dei trasporti, la densità della popolazione, la presenza di attività terziarie, commerciali, artigianali e industriali, la presenza di servizi e attrezzature.

Come base cartografica è stata assunta la planimetria aerofotogrammetrica del territorio comunale. Si sono considerate sia le sezioni di censimento in cui è suddiviso il territorio sia le aree ad ugual destinazione d'uso definite dal PRG (sezioni di censimento ed aree del PRG sono in gran parte coincidenti). Complessivamente sono stati considerati 633 isolati di cui è stata individuata l'estensione tramite un programma CAD.

I dati relativi alle infrastrutture dei trasporti sono stati tratti dal Piano Urbano del Traffico. Quelli riguardanti la popolazione nonché le attività terziarie, commerciali, artigianali e industriali sono stati forniti dal CED. Data la natura specifica di Merano, sono state considerate anche le attività turistiche, i cui dati sono stati forniti dal CED stesso.

Tutti gli isolati sono stati preliminarmente iscritti nelle classi 2, 3 o 4 a seconda del punteggio raggiunto considerando il tipo di traffico, la densità della popolazione e la presenza delle diverse attività

Per quanto riguarda le infrastrutture dei trasporti, le strade locali sono state considerate parte integrante degli isolati in cui insistono, come suggerito dal DPCM 14/11/97. Assunto che ogni isolato è caratterizzato da traffico locale, a tutti gli isolati si è assegnato il punteggio 1. Le strade di attraversamento (17 vie urbane) e a traffico intenso (strada statale Bolzano - Passo Resia) sono state invece considerate come aree a sé, come previsto dalla bozza del Decreto attuativo riguardante le infrastrutture viarie [4]. Per dette strade, di tipo urbano, è stata individuata una fascia di pertinenza profonda 30 m collocata su ambedue i lati.

Nel caso della linea ferroviaria, ai sensi del DPR 459/98 [5], sono state definite due fasce di pertinenza collocate su ambedue i lati: la prima denominata A (più vicina alla linea) profonda 100 m, la seconda denominata B (più lontana dalla linea) profonda 150 m.

Per quanto concerne la popolazione e le diverse attività ad ogni isolato è stato associato un punteggio (di seguito tra parentesi) in funzione:

- dei residenti: densità nulla (0), densità bassa (1), densità media (2), densità alta (3);
- delle attività terziario-commerciali: assenza (0), limitata presenza (1), presenza (2); elevata presenza (3);
- delle attività turistiche: assenza (0), limitata presenza (1), presenza (2); elevata presenza (3);
- delle attività artigianali: assenza (1), limitata presenza (2), presenza (3).

Particolare attenzione è stata posta nella suddivisione dei dati nelle rispettive 3-4 fasce, in quanto i dati stessi si distribuiscono in modo non uniforme né simmetrico.

Gli isolati con punteggio complessivo minore o uguale a 5 sono stati inseriti in classe 2, quelli con punteggio compreso tra 6 e 9 sono stati inseriti in classe 3, quelli con punteggio superiore a 9 sono stati inseriti in classe 4.

La classificazione ottenuta mediante punteggio è stata successivamente corretta e ottimizzata.

Sono state iscritte nella classe 1 (*particolarmente protetta*) le aree in cui insistono gli ospedali, le cliniche, l'istituto per portatori di handicap, le scuole, gli asili, le case di riposo per anziani, i parchi, le terme.

Per quanto riguarda le classi 2 (*prevalentemente residenziale*), 3 (*di tipo misto*) e 4 (*di intensa attività umana*), esaminando le caratteristiche di ciascun isolato, si è ritenuta sostanzialmente adeguata la classificazione effettuata mediante punteggio, ad eccezione di 21 isolati che sono passati dalla classe 2 alla classe 3 (per uniformità con gli isolati circostanti; per la presenza di parcheggi, o di strutture che accrescono il movimento di mezzi e persone, o di esercizi in via di ultimazione, ecc.) e ad eccezione di un isolato che è passato dalla classe 4 alla classe 3 per uniformità con gli isolati circostanti. Le aree non edificate (montane, boschive, ecc.) e le aree agricole sono rimaste in classe 2.

Sono state iscritte nelle classi 5 (*prevalentemente industriale*) e 6 (*esclusivamente industriale*) le aree in cui insistono attività industriali, con presenza o meno di abitazioni.

Nella figura 1 è riportata la classificazione definitiva del territorio comunale.

Monitoraggio del rumore veicolare

A Merano, come in molteplici città italiane, l'inquinamento acustico è essenzialmente determinato dal traffico veicolare. Per tale motivo il monitoraggio ha riguardato solo il rumore stradale.

Per ottenere dati ottimali finalizzati alla taratura e al controllo del programma di previsione del rumore, i rilievi fonometrici sono stati effettuati a 7,5 m dall'asse della strada. In pratica i rilievi sono stati eseguiti a 4 m di altezza dal suolo (come indicato dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98 [6]); la distanza tra la proiezione del microfono a terra e la mezzera della strada è stata (per quanto possibile) pari a 6,35 m. Sono state scelte posizioni lontane da semafori, incroci, confluenze, dossi, ecc., fattori questi che possono rendere il traffico meno fluente.

I rilievi sono stati di lunga e breve durata.

In 16 posizioni emblematiche per quanto riguarda il traffico veicolare, nelle quali i flussi di traffico determinano sostanzialmente i flussi nelle strade adiacenti (per tale motivo le 16 posizioni sono state denominate *dominanti*), è stato rilevato il rumore in continuo per 2-7 giorni. Mediante strumentazione predisposta per funzionare automaticamente sono stati misurati, ogni minuto, i livelli sonori equivalenti (livelli medi energetici) e, ogni ora, i livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} (livelli che sono stati superati dal rumore in esame per l'1, 10, 50, 90, 99 % della durata di misura). In concomitanza ai rilievi fonometrici, mediante tubi pneumatici fissati sulla superficie stradale, sono stati rilevati i flussi orari di 5 tipologie di veicoli (moto, auto, mezzi pesanti a 2, 3 e 4 assi) relativi a 5 fasce di velocità (0-30, 30-50, 50-70, 70-90, > 90 km/h).

Come si è detto, i flussi di traffico nelle posizioni dominanti determinano sostanzialmente i flussi nelle strade adiacenti. Per ciascuna posizione dominante sono state quindi individuate alcune posizioni, denominate

dipendenti, site in strade limitrofe. Complessivamente sono state considerate 62 posizioni dipendenti. In dette posizioni la durata dei rilievi è stata pari a 15 minuti. Le misure sono state eseguite di giorno, in periodi di tempo in cui contemporaneamente venivano eseguiti i rilievi nella posizione dominante. Tramite strumentazione predisposta per funzionare manualmente sono stati rilevati i livelli equivalenti e i livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} , relativi ai 15 minuti di misura. Contemporaneamente sono stati annotati i veicoli in transito, di cui si sono stimate le fasce di velocità

Per ogni posizione dominante è stata realizzata una scheda relativa agli andamenti nel tempo dei livelli sonori e dei flussi di traffico. In figura 2 è riprodotta una scheda esemplificativa: nel grafico superiore è riportato (mediante una spezzata) l'andamento del livello equivalente rilevato ogni minuto nelle giornate e negli orari indicati nella parte bassa del grafico; nel grafico intermedio sono riportati (mediante istogrammi) gli andamenti riferiti ad ogni ora dei livelli equivalenti e (mediante spezzate) gli andamenti riferiti ad ogni ora dei livelli statistici; nel grafico inferiore sono riportati (mediante istogrammi) gli andamenti riferiti ad ogni ora dei livelli equivalenti e (mediante spezzate) gli andamenti riferiti ad ogni ora dei flussi veicolari. Dalle schede relative a tutte le posizioni emerge che:

- i livelli equivalenti rilevati ogni minuto (grafico superiore) variano notevolmente in funzione del traffico;
- l'andamento nel tempo del livello equivalente rilevato ogni minuto (grafico superiore) e riferito ad ogni ora (grafico intermedio) è periodico: i livelli sono bassi in corrispondenza delle ore notturne (in genere dalle ore 24 alle 5), mentre sono alti nel periodo diurno;
- i livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} (grafico intermedio) consentono di valutare la variabilità del rumore del traffico. Di notte i livelli statistici L_{99} e L_{90} sono molto prossimi tra loro; L_{99} e L_{90} possono quindi essere considerati come i livelli del rumore di fondo (a traffico nullo o quasi); in questo caso il rumore è dovuto al traffico lontano e al rumore della città. I livelli statistici L_1 sono necessariamente molto elevati (sia di giorno che di notte), dato che essi sono determinati solo dal passaggio del mezzo o dei mezzi più rumorosi;
- di giorno il livello equivalente orario (grafico intermedio) è nella quasi totalità dei casi compreso tra i livelli statistici L_{50} e L_{10} , ponendosi molto vicino a L_{10} ; di notte il livello equivalente orario è nella quasi totalità dei casi compreso tra i livelli statistici L_{10} e L_1 , ponendosi comunque sempre molto vicino a L_{10} ;
- l'andamento del flusso di traffico relativo alle auto (grafico inferiore) è sostanzialmente parallelo, di giorno, all'andamento del livello equivalente orario; questo fatto indica che il rumore è essenzialmente determinato dalle auto che d'altra parte sono in numero nettamente preponderante; minore è infatti l'influenza delle moto e dei camion a 2 assi, molto minore l'influenza dei camion a 3 o 4 assi (in quantità questi ultimi davvero molto contenuta);
- i livelli equivalenti orari di notte rimangono più elevati rispetto a quelli attesi sulla base del flusso di traffico (grafico inferiore); ciò è dovuto al fatto che anche pochi mezzi (in genere a velocità sostenuta) sono sufficienti a determinare livelli equivalenti elevati.

Per ogni posizione dominante è stata inoltre realizzata una scheda in cui sono riportati i livelli equivalenti diurni (dalle ore 6 alle 22) e notturni (dalle ore 22 alle 6) relativi alle diverse giornate di misura (cfr. fig. 3). Dalle schede relative a tutte le posizioni emerge che:

- i livelli sono sostanzialmente gli stessi da lunedì al sabato;
- la notte tra il sabato e la domenica è in diversi casi caratterizzata da livelli più alti;
- la domenica è sempre la giornata in cui il rumore diurno è più basso.

Nelle tabelle 1 e 2 sono trascritti i livelli equivalenti medi diurni e notturni riguardanti i soli giorni feriali e i corrispondenti flussi di traffico relativi a tutti i mezzi in transito nelle posizioni dominanti.

Programma di previsione del rumore da traffico

Caratteristiche del programma

Come programma di previsione si è impiegato *Citymap*, elaborato dal secondo autore di questo lavoro. Il programma si basa su una banca dati costituita dai livelli sonori relativi al passaggio di singoli veicoli, espressi in termini di SEL (*Single Event Level*) e rilevati a 7.5 m dall'asse della linea di corsa dei veicoli. Nella banca dati i SEL si differenziano tra loro in funzione della categoria del veicolo (moto, auto, mezzi pesanti a 2, 3 e 4 assi) e della relativa fascia di velocità (0-30, 30-50, 50-70, 70-90, > 90 km/h).

Il programma *Citymap* interagisce con un qualsiasi programma cartografico di tipo vettoriale in formato .dxf (Autocad o altri). L'utente deve individuare i diversi tratti di strada con analoghe caratteristiche (tipo di superficie stradale, larghezza della carreggiata, flussi di traffico, ecc.) e caratterizzarli mediante l'entità polilinea (in genere una spezzata), di larghezza pari (in scala) a quella della strada.

A ciascuna polilinea l'utente deve associare il numero di veicoli in transito di giorno (ore 6-22) e di notte (ore 22-6), differenziando i veicoli stessi per categoria e velocità. Per ogni polilinea vanno inoltre inserite le proprietà della strada (tipologia della superficie e pendenza) al fine di correggere automaticamente i SEL. Per ogni polilinea va infine inserita l'altezza media degli edifici su ambedue i lati.

Il programma calcola il livello sonoro equivalente medio diurno e notturno a 7.5 m dall'asse del tratto stradale individuato mediante la polilinea.

Per stimare il livello equivalente a qualsiasi distanza dal tratto stradale e quindi in qualsiasi punto del territorio, il programma suddivide ogni tratto di cui è costituita la polilinea in diversi segmenti in modo che la distanza tra il centro del segmento e il punto in esame sia almeno doppia della lunghezza del segmento stesso; così facendo è possibile associare al segmento il suo livello di potenza sonora caratteristico. Ogni singolo segmento, considerato come sorgente puntiforme, concorrerà con la sua potenza (in misura differente a seconda della distanza) a determinare il livello equivalente nel punto in esame, che verrà calcolato dal programma per divergenza

geometrica di tipo sferico. Si può osservare che proprio tale calcolo richiede che la sorgente sia puntiforme; ciò a sua volta richiede che il punto sia sufficientemente lontano dalla sorgente, ossia dal segmento.

Il rumore emesso dai veicoli può subire un incremento dovuto alle riflessioni sulle facciate degli edifici che delimitano la strada; il programma sulla base delle altezze medie degli edifici delimitanti la strada corregge i livelli a seconda che la sezione stradale sia a forma di L, U largo o U stretto.

Il rumore nel punto in esame potrà essere determinato da più tratti di polilinea o da più polilinee (ossia dalla strada in esame e da quelle limitrofe), che concorreranno tutte in misura differente (sempre tramite la procedura di suddivisione dei tratti in segmenti) a determinare il livello equivalente nel punto in esame. Nel caso la distanza del punto dalla sorgente sia elevata, il programma ne esclude il contributo.

Il programma consente di stimare il livello equivalente diurno e notturno in qualsiasi punto del territorio, oppure di stimare i livelli in corrispondenza dei nodi di una griglia (reticolo a maglia quadrata sovrapposto al territorio in esame) di passo definibile dall'utente. In quest'ultimo caso la mappatura del rumore, ossia la restituzione dei livelli sonori direttamente sulla cartografia del territorio, può essere caratterizzata da risoluzioni differenti. La mappatura può essere ottimizzata mediante un programma di interpolazione grafica (Surfer o altri) che permette di ottenere le curve di isolivello in base ai livelli sonori equivalenti stimati in ogni nodo e alle rispettive coordinate planimetriche. Le curve di isolivello e le fasce da esse delimitate (evidenziate cromaticamente) forniscono un immediato riscontro qualitativo della rumorosità ambientale (cfr. fig. 4).

Come si è visto, il programma considera l'altezza degli edifici delimitanti le strade, ma solo per quanto attiene la riflessione del rumore sulle facciate. Non considera invece gli edifici (né quelli fronte strada, né quelli più lontani) come barriere acustiche che nella realtà riducono notevolmente la propagazione del rumore. D'altra parte la valutazione di questo aspetto avrebbe comportato la conoscenza e l'inserimento nel programma dell'esatta altimetria della superficie del territorio e dell'altezza di ogni edificio (di fatto un disegno a 3 dimensioni).

Quindi il programma permette di stimare il rumore fronte strada sino alla prima fila di edifici (in facciata agli edifici fronte strada o negli spazi liberi sempre fronte strada). Nel caso la fila di edifici non sia continua, ossia la distanza tra i singoli edifici della stessa fila sia paragonabile all'altezza degli stessi, il programma permette di stimare con attendibilità il rumore anche oltre la prima fila.

Predisposizione del programma

Nel caso di Merano si è operato sulla cartografia del territorio comunale costituita dal PRG (in cui sono riportate le aree con rispettiva destinazione d'uso, le strade, ecc.) in versione vettoriale (estensione .dwg) e dalla planimetria della città (in cui sono riportati gli edifici, le strade, ecc.) in formato *raster* (immagine con estensione .tif), georeferenziata rispetto al PRG. Utilizzando in sovrapposizione la planimetria raster si è realizzata una nuova cartografia vettoriale (estensione .dwg) costituita da due *layer*: strade e punti di misura.

Nel layer strade sono state disegnate *ex novo* le polilinee delle strade principali individuando i diversi tratti di strada con analoghe caratteristiche (tipo di superficie stradale, larghezza della carreggiata, flussi di traffico, ecc.). Nel layer punti si sono definite le 16 posizioni dominanti e le 62 posizioni dipendenti.

La nuova cartografia è stata convertita in formato .dxf, in modo da poterla importare in Citymap.

In Citymap sono stati successivamente inseriti tutti i dati richiesti dal programma, ossia per ogni polilinea sono stati inseriti i flussi di traffico relativi alle 5 categorie di veicoli, le corrispondenti 8 fasce di velocità le 3 tipologie di superficie stradale, le 3 classi di pendenza e le altezze medie degli edifici su ambedue i lati.

Taratura del programma

Il rumore previsto dal programma sulla base dei flussi veicolari e delle caratteristiche stradali differisce (più o meno significativamente) da quello reale; ciò vale per tutti i programmi di previsione e quindi ovviamente anche per il programma Citymap. E' necessario quindi tarare il programma considerando le misure sperimentali.

Nel caso in esame il programma è stato calibrato mediante l'impiego dei livelli equivalenti diurni e notturni (medi relativi ai giorni feriali), rilevati nelle 16 posizioni dominanti (per le quali si hanno dati rappresentativi).

La taratura ha per finalità la minimizzazione dello scarto tra il valore stimato e il valore misurato; si deve in altre parole intervenire sul programma in modo che il valore previsto sia il più possibile vicino a quello rilevato. In teoria andrebbero corretti i livelli della banca dati relativi al passaggio dei singoli veicoli, ossia i SEL.

In pratica si è proceduto senza modificare i SEL. Come si è detto il programma permette di calcolare il livello sonoro equivalente medio diurno e notturno a 7.5 m dall'asse del tratto stradale individuato mediante una polilinea, sulla base dei flussi delle 5 categorie di veicoli, distinti in periodo diurno e notturno. Sono stati così individuati specifici fattori correttivi per ciascuna delle 10 variabili tali da ottenere livelli il più possibile prossimi ai livelli misurati in tutte le 16 posizioni dominanti (mediante il programma Excel).

Lo scarto quadratico medio delle differenze tra i livelli stimati dopo correzione e i livelli misurati è risultato pari a 1.8 dB(A) nel caso del rumore diurno e pari a 2.7 dB(A) nel caso del rumore notturno (lo scarto è più elevato con flussi di traffico minori).

Ovviamente i fattori correttivi sono stati ottimizzati per il comune di Merano (caratteristiche territoriali, stradali, di traffico, ecc.) e non necessariamente sono validi per altri comuni.

Controllo del programma

L'affidabilità del programma di calcolo, tarato per il comune di Merano secondo la procedura sopra esposta, è stata valutata sulla base dei rilievi effettuati nelle 62 posizioni dipendenti, di cui sono stati misurati i livelli equivalenti e sono stati annotati i flussi di traffico relativi ad un intervallo temporale di 15 minuti.

I livelli equivalenti medi nelle 62 posizioni dipendenti relativi agli interi periodi diurni sono stati *estrapolati* riferendosi alla più vicina posizione dominante e considerando la differenza tra i livelli rilevati nella stessa posizione dominante nei medesimi 15 minuti e nel periodo diurno (su più giorni).

Noti i flussi di traffico relativi ai 15 minuti, nel programma sono stati introdotti per ciascuna delle 62 posizioni dipendenti i flussi medi di traffico diurni, determinati riferendosi sempre alla più vicina posizione dominante, ossia considerando la differenza tra i flussi rilevati nella stessa posizione dominante nei medesimi 15 minuti e nel periodo diurno (su più giorni). Sulla base dei flussi medi si sono *stimati* i livelli nelle 62 posizioni dipendenti.

Lo scarto quadratico medio delle differenze tra i livelli stimati e i livelli estrapolati è risultato pari a 3.4 dB(A). Tale risultato può essere considerato molto soddisfacente.

Impiego del programma

Il programma di previsione permette di visualizzare l'inquinamento da rumore direttamente sulla planimetria del territorio comunale.

Si potranno quindi stimare i livelli sonori in facciata degli edifici e negli spazi liberi che si affacciano sulle strade. Si potranno individuare le aree in cui il rumore è rilevante e, indicativamente, si potranno individuare le zone in cui vengono superati i valori limite. Sulla base dell'entità dell'inquinamento, della percentuale di popolazione esposta, delle specifiche situazioni e delle concrete possibilità di riduzione del rumore, si potranno definire le priorità degli interventi di risanamento acustico.

Nell'elaborazione dei piani di risanamento, lo stesso programma di previsione svolgerà un ruolo essenziale. Costituirà uno strumento di lavoro direttamente utilizzabile dagli addetti alla pianificazione (anche non in possesso di conoscenze di acustica); infatti, introducendo al calcolatore variabili quali il flusso e la composizione del traffico, si potranno prevedere i livelli sonori nelle aree in esame. In tal modo sarà possibile conoscere a priori l'effetto in termini acustici degli interventi sulla viabilità prima di attuare gli interventi stessi. E ciò è molto importante dal punto di vista del risparmio non solo economico, ma anche di tempo e di risorse.

Bibliografia

1. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997. *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*
2. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. *Linee guida per l'elaborazione di piani comunali di risanamento acustico*. Linee guida ANPA 1998.
3. Disegno di Legge Provinciale (bozza del 2/7/2001). *Tutela dall'inquinamento acustico*. Bolzano
4. Bozza di decreto riguardante le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore prodotto dalle infrastrutture viarie. 1999
5. Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998 n. 459. *Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario*
6. Ministero dell'Ambiente. Decreto 16 marzo 1998. *Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*

Tabella 1 - Livelli equivalenti medi *diurni* e corrispondenti flussi complessivi di traffico (giorni feriali)

Sito	Leq,d in dB(A)	Veicoli/ora
via Roma 15/b	70.3	1204
via Piave 38	69.7	1059
via Zuegg 58	68.6	657
via Scena 40	68.6	522
via Palade 49	68.6	703
corso Libertà 127	67.0	613
via Roma 240	66.6	1297
via Schaffer 21	65.9	396
via Goethe 64	65.3	487
via Wolf 41	63.1	290
via Laurin 77	62.9	182
piazza V. Veneto 10	62.8	133
via Winkel 55	62.5	136
via Virgilio 30	62.0	195
via Cadorna 1	58.7	352
via Garibaldi 8	54.8	256

Tabella 2 - Livelli equivalenti medi *notturni* e corrispondenti flussi complessivi di traffico (giorni feriali)

Sito	Leq,n in dB(A)	Veicoli/ora
via Roma 15/b	63.0	250
via Piave 38	61.8	162
via Zuegg 58	60.6	76
via Roma 240	60.4	257
via Palade 49	59.8	100
via Goethe 64	59.3	95
via Scena 40	58.9	72
corso Libertà 127	58.7	81
via Schaffer 21	58.4	54
via Winkel 55	53.9	21
via Virgilio 30	53.4	34
piazza V. Veneto 10	53.4	19
via Wolf 41	52.3	25
via Laurin 77	52.3	18
via Cadorna 1	49.2	50
via Garibaldi 8	48.7	39

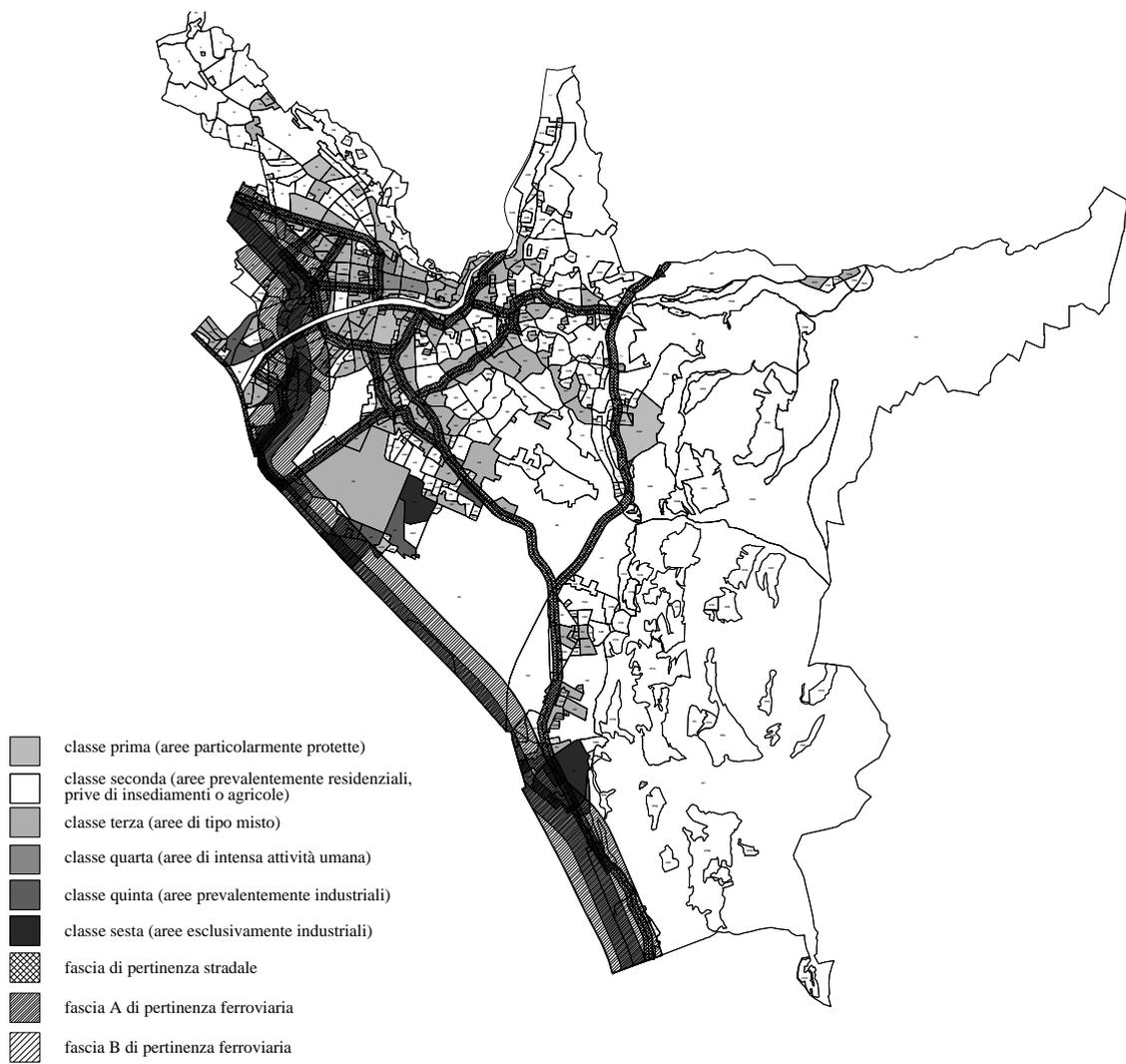


Figura 1 - Classificazione acustica del territorio comunale

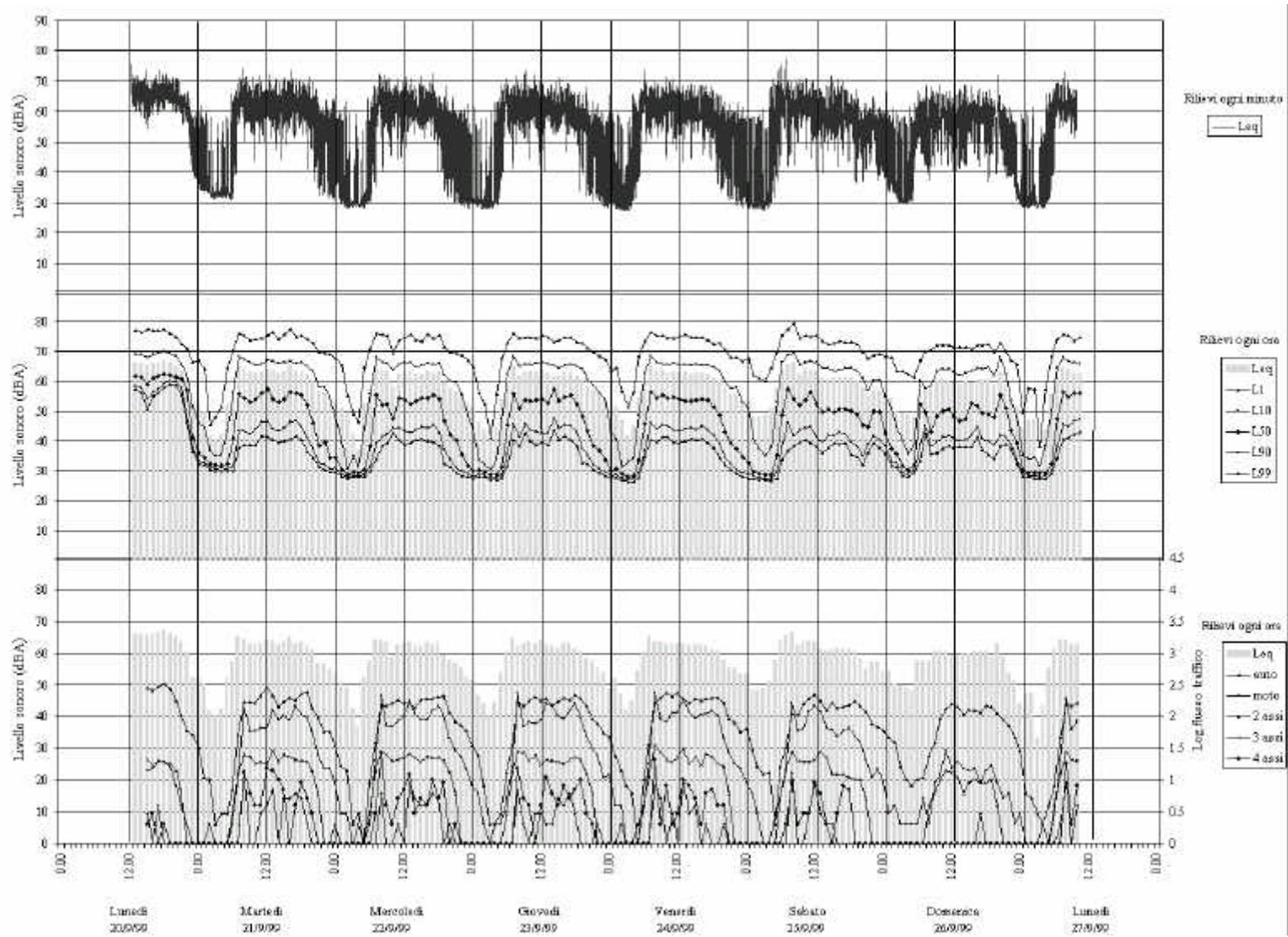


Figura 2 - Andamenti nel tempo dei livelli sonori e dei flussi di traffico relativi a via Wolf 41

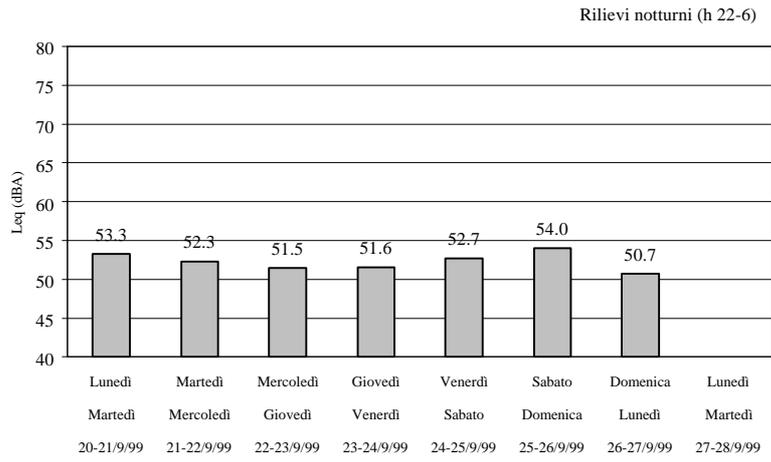
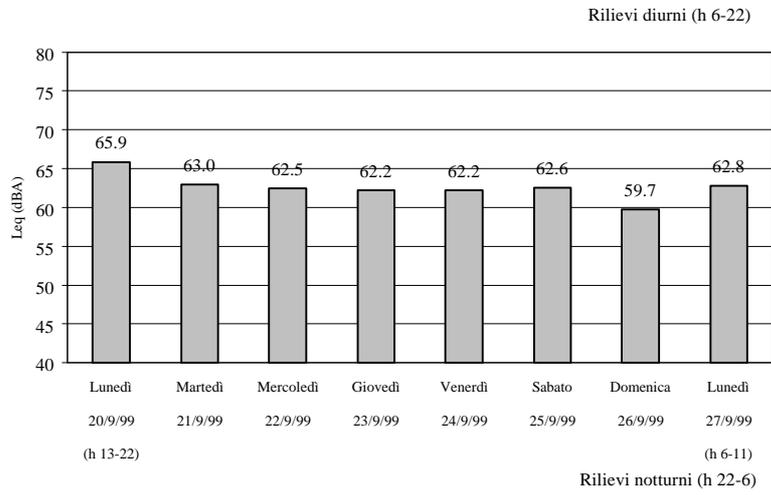


Figura 3 - Livelli equivalenti diurni e notturni relativi a via Wolf 41

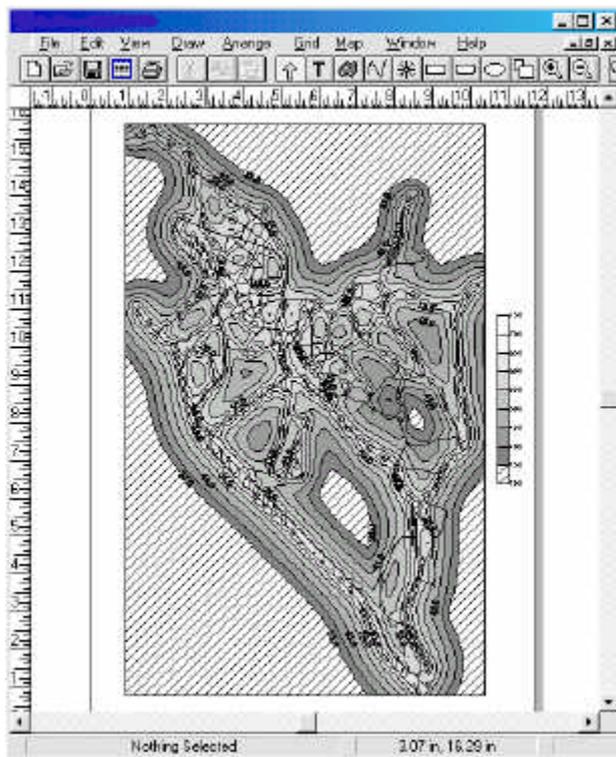


Figura 4 - Mappatura acustica