

## VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE ACUSTICO E PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI ANTIRUMORE: UN ESEMPIO APPLICATIVO (\*)

### 1. PREMESSA

Nelle pagine seguenti viene esemplificato il procedimento seguito per la valutazione di impatto ambientale e per la progettazione degli interventi di protezione acustica relativi al previsto potenziamento di un nodo viario comprendente un tratto autostradale, un tratto ferroviario e un tratto di strada statale ad elevata viabilità.

Innanzitutto è stato effettuato uno studio preliminare mediante analisi della cartografia, rilievi visivi e fotografici e rilievi fonometrici al fine di individuare i punti critici, classificare gli interventi in funzione dei limiti normativi e tarare i modelli matematici utilizzati.

Le misure fonometriche sono state eseguite in prevalenza nelle zone dove si prevedeva il maggiore impatto ambientale del nodo viario da ampliare.

Tali misure hanno costituito uno dei parametri utilizzati per la corretta individuazione dei punti critici all'interno delle zone citate e per la collocazione delle sezioni di calcolo. Inoltre l'esecuzione delle misure ha permesso di avere dati sperimentali certi in base ai quali procedere alla taratura dei modelli di calcolo prescelti.

I valori di livello sonoro misurati, unitamente ai valori di flusso veicolare ad essi correlati, sono stati riportati negli elaborati grafici con l'indicazione dei punti in cui sono stati rilevati (Fig. 1).

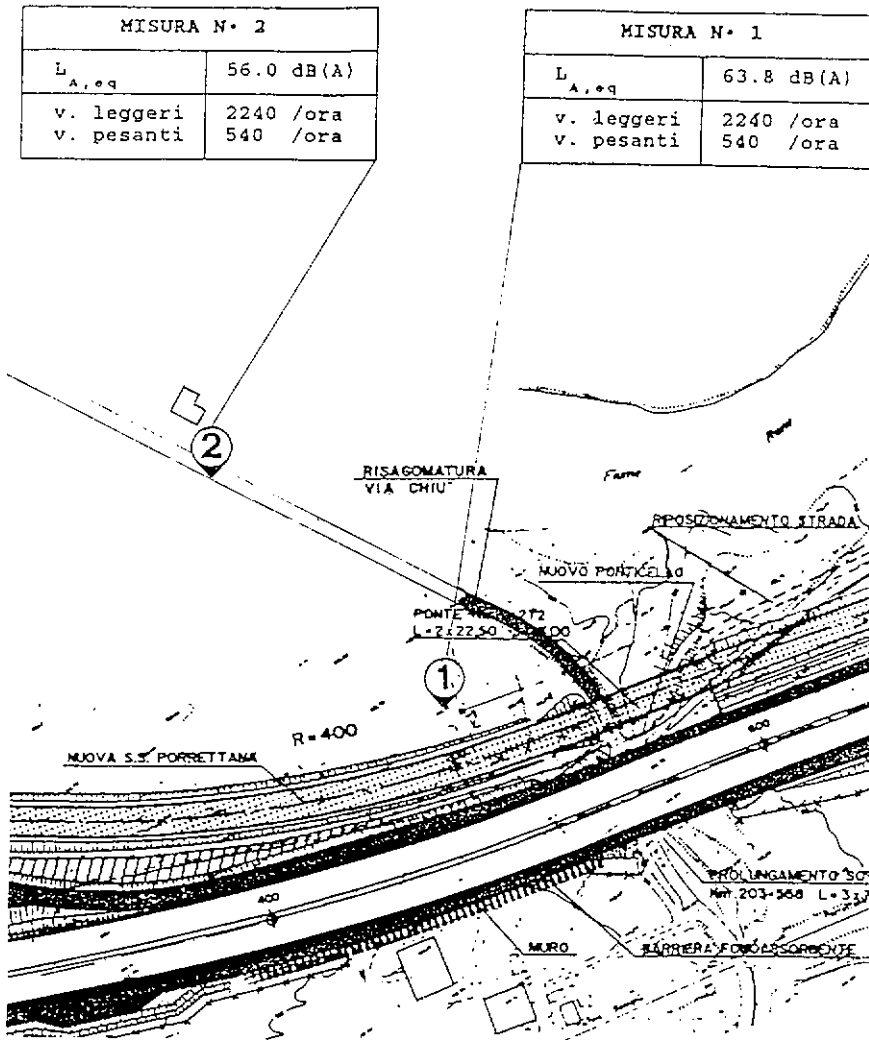
Al fine poi di avere una informazione completa in merito allo spettro sonoro medio del rumore da traffico, fondamentale per una progettazione ottimizzata degli interventi antirumore, si è proceduto in uno specifico punto a compiere un'analisi in bande di 1/3 di ottava del livello sonoro, correlandolo di volta in volta all'entità ed alla tipologia del flusso veicolare, nonché alla distanza dalla via di traffico (Fig. 2).

I progettati interventi di potenziamento della linea ferroviaria, di realizzazione di una variante alla strada statale e di ampliamento

---

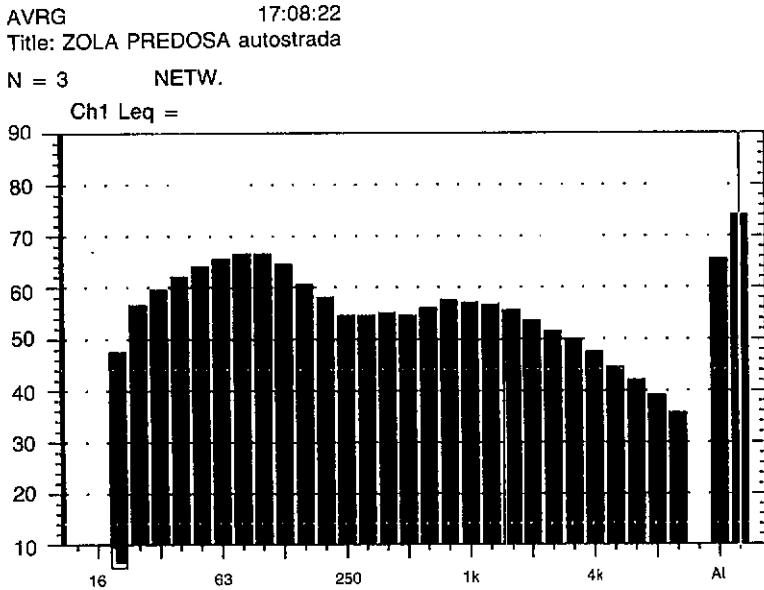
(\*) Di ALESSANDRO COCCHI, Ordinario di Fisica tecnica e docente di Acustica applicata e illuminotecnica presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna; ANGELO FARINA, Ricercatore presso l'Istituto di Fisica tecnica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna; PATRIZIO FAUSTI, MASSIMO GARAI, MARCELLO RIVIZZIGNO, GIOVANNI SEMPRINI, Ingegneri libero professionisti.

FIG. 1 - Punti di misura con indicati i valori di livello sonoro equivalente e i valori del flusso di traffico ad essi correlati



a tre corsie del tratto autostradale, apparivano intimamente connessi non solo per la relativa vicinanza dei tracciati nell'attraversamento di un centro abitato, ma anche per la confluenza delle emissioni sonore provenienti da queste sorgenti sui medesimi ricettori, pertanto la valutazione di impatto è stata effettuata in mo-

FIG. 2 a) - Spettro del rumore da traffico di tutti i veicoli (leggeri e pesanti)  
*H=1.4 m dal terreno, 0.5 m dal piano stradale.*  
*Media di tre misure effettuate a 25 m, 35 m, 55 m, dall'asse stradale*



do unitario considerando l'effetto cumulativo di tutte e tre le vie di traffico.

## 2. NORMATIVA E LIMITI

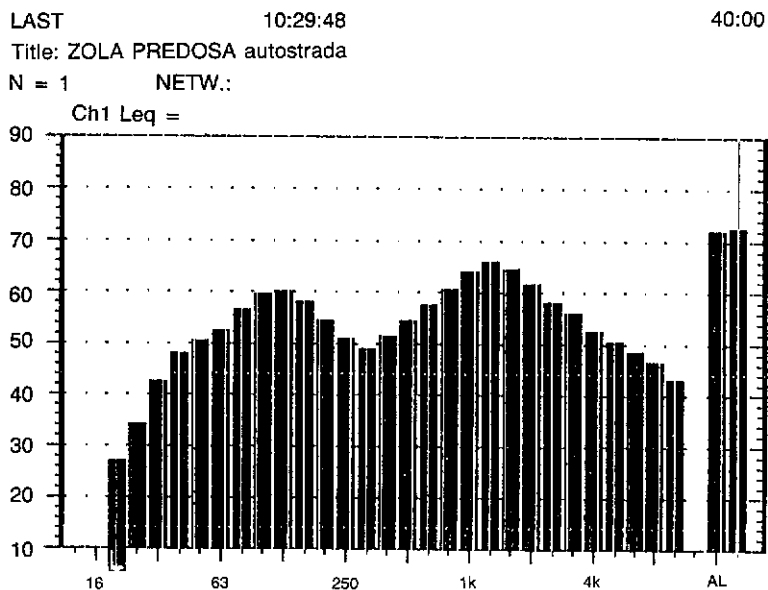
I valori limite di rumorosità sono stati scelti facendo riferimento alla più recente bozza di d.P.C.M. prodotta dal Ministero dell'Ambiente.

Nell'allegato "B" al citato d.P.C.M. venivano riportati i limiti massimi di rumorosità ammessa in funzione della destinazione d'uso del territorio che veniva suddiviso in sei zone omogenee, come si vede dalla seguente tabella 1:

Gli edifici situati in prossimità di linee autostradali o ferroviarie sono attribuibili alla zona IV, ad intensa attività umana.

Da qui deriva la scelta, per il caso in esame, di rispettare il limite di 65 dB(A) di giorno e di 55 dB(A) di notte.

FIG. 2 b) - Spettro del rumore da traffico dei soli veicoli leggeri  
*H=1.4 m dal terreno, 0.5 m dal piano stradale.*  
*Misure effettuate di domenica*  
*Decollo con riduzione della spinta*



TAB. 1 - Limiti di rumorosità massima consentita, in dB(A), secondo la più recente versione della bozza di legge quadro sull'inquinamento da rumore

| Zona | Tipo di attività  | Periodo             |                   |
|------|---|---------------------|-------------------|
|      |   | notturno<br>(22-06) | diurno<br>(06-22) |
| I    | Aree particolarmente protette                                       | 40                  | 50                |
| II   | Aree prevalentemente residenziali                                   | 45                  | 55                |
| III  | Aree di tipo misto  | 50                  | 60                |
| IV   | Aree di intensa attività umana                                      | 55                  | 65                |
| V    | Aree prevalentemente industriali                                    | 60                  | 70                |
| VI   | Aree industriali a ciclo continuo o aree esclusivamente industriali | 70                  | 70                |

### 3. STUDIO ANALITICO

Per effettuare le simulazioni mediante modelli matematici si è resa necessaria un'analisi preliminare dei dati di traffico relativi al 1988 forniti dagli enti interessati (Società Autostrade, ANAS, Ferrovie dello Stato) (Fig. 3). Sono state individuate le ore più gravose del periodo notturno e del periodo diurno e mediante coefficienti di espansione ottenuti con dati statistici e tendenziali sono stati ricavati i dati di traffico previsti per l'anno 2000 (tabella 2)

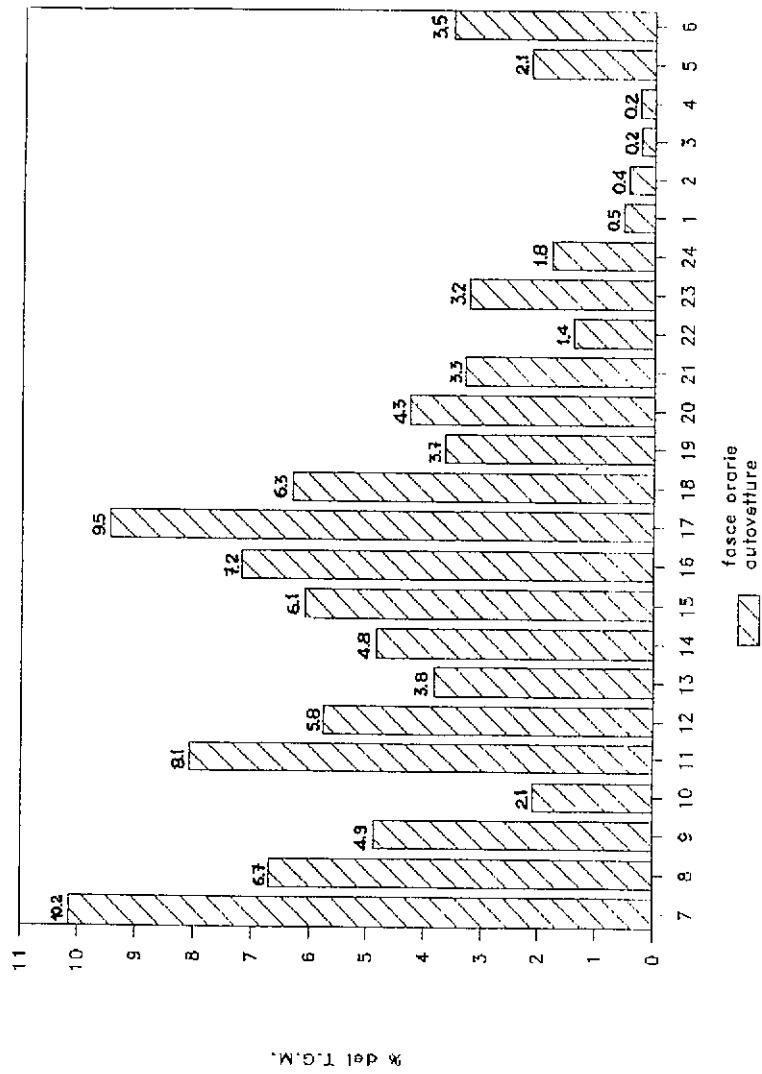
TAB. 2 - Dati di traffico utilizzati nella simulazione matematica

| DATI SUL TRAFFICO FERROVIARIO |         |                        |                   |
|-------------------------------|---------|------------------------|-------------------|
| ANNO                          | PERIODO | ORA+GRAVOSA            | TRENI IN TRANSITO |
| 1988                          | giorno  | 17-18                  | 2 tipo A+1 tipo C |
| 1988                          | notte   | 05-06                  | 1 tipo A+1 tipo B |
| 2000                          | giorno  | 19-20                  | 2 tipo A+1 merci  |
| 2000                          | notte   | 23-24                  | 2 tipo A          |
| tipo A = 1 ALe803+2 Le,       |         | lunghezza compl. 70 m  |                   |
| tipo B = 1 ALe803,            |         | lunghezza compl. 20 m  |                   |
| tipo C = 1 E646+8 nAl,        |         | lunghezza compl. 230 m |                   |
| merci = locom.+15 carri,      |         | lunghezza compl. 200 m |                   |

| DATI SUL TRAFFICO della Statale Porrettana |         |             |                |                |                  |
|--|---------|-------------|----------------|----------------|------------------|
| ANNO                                       | PERIODO | ORA+GRAVOSA | Q <sub>L</sub> | Q <sub>P</sub> | Q <sub>TOT</sub> |
| 1988                                       | giorno  | 07-08       | 833            | 157            | 990              |
| 1988                                       | notte   | 05-06       | 163            | 82             | 245              |
| 2000                                       | giorno  | 07-06       | 1068           | 219            | 1286             |
| 2000                                       | notte   | 05-06       | 210            | 111            | 321              |

| DATI SUL TRAFFICO della Autostrada del Sole |         |               |                |                |      |
|---|---------|---------------|----------------|----------------|------|
| ANNO  | PERIODO | ORARIO RILEV. | Q <sub>L</sub> | Q <sub>P</sub> | M    |
| 1987  | giorno  | 06-22         | 1551           | 454            | 2005 |
| 1987  | notte   | 22-23         | 572            | 476            | 1048 |
| 2000  | giorno  | 06-22         | 2077           | 707            | 2784 |
| 2000  | notte   | 22-23         | 766            | 742            | 1508 |

FIG. 3 - Distribuzione del flusso veicolare giornaliero sulla s.s. (dati ANAS)



È stato deciso di riferirsi all'ora più gravosa del periodo notturno ed alla media delle otto ore più gravose per il periodo diurno.

I modelli matematici utilizzati per la previsione del rumore sono tre:

- il modello di Cato per il rumore ferroviario;
- il modello sviluppato dal CNR Italiano per il tratto urbano della strada statale in prossimità dell'abitato;
- il modello RLS-81 realizzato dal Ministero dei Trasporti della Repubblica Federale Tedesca per il rumore autostradale.

La validità del modello di Cato è stata verificata mediante una serie di misure eseguite lungo la linea ferroviaria. Per l'applicazione del modello è stato necessario tener conto anche di altri fenomeni legati alla pendenza del binario, alla curvatura e al tipo di motrice.

Anche nei modelli di previsione del rumore stradale si è intervenuto nella fase di verifica mediante taratura delle formule di calcolo.

Precedentemente alla applicazione dei modelli sono state selezionate un certo numero di situazioni tra le più significative.

Il calcolo dei livelli sonori previsti e il dimensionamento degli artifici antirumore è stato eseguito in corrispondenza alle situazioni più significative, lungo delle sezioni verticali giacenti su di un piano immaginario posizionato normalmente alla sorgente sonora distribuita: strada, autostrada o ferrovia.

La simulazione matematica è stata eseguita con i dati di traffico estrapolati all'anno 2000, riferiti, come si è detto, per il periodo notturno, all'ora più gravosa, e, per il periodo diurno, alla media delle 8 ore più gravose.

Nell'ottica di tutelare il più possibile la popolazione, l'attenzione è stata centrata sugli edifici più vicini alle vie di transito progettate, e per ogni edificio sui livelli previsti all'ultimo piano, che è notoriamente il più esposto.

Gli interventi antirumore consistono in dispositivi antirumore *attivi* (pavimentazione stradale fonoassorbente), e *passivi*, interposti fra la sorgente sonora e le aree da proteggere; sono state utilizzate barriere vegetali o terrapieni, barriere in calcestruzzo riflettenti, barriere in calcestruzzo fonoassorbenti e barriere metalliche altamente fonoassorbenti, al variare delle condizioni topografiche e delle esigenze acustiche e paesaggistiche.

#### 4. ELABORAZIONE E PRESENTAZIONE

Per ogni sezione è stata compilata una scheda dettagliata con

i dati di calcolo, l'obiettivo locale della protezione acustica ed i livelli sonori prevedibili, prima e dopo eventuali interventi antirumore. Dall'esame di tali valori, sia per il periodo diurno, sia per il periodo notturno, è stato possibile desumere anche la principale causa di un eventuale superamento dei limiti di legge.

Evitando la stima arbitraria di fenomeni peraltro difficilmente quantificabili, quali la propagazione del suono fra le case e l'interazione con il rumore da traffico locale, che non riguardano l'opera in progetto, è stata redatta una mappa per evidenziare le zone a maggior sensibilità al rumore e consentire quindi di concentrare su di esse l'impegno di progetto dei dispositivi antirumore.

La mappa è stata costruita con curve isolivello spaziate di alcuni dB(A), per permettere un'agevole lettura in rapporto alla scala topografica (Fig. 4); questo nella fascia più prossima alle sorgenti. Quando si è ravvisata un'intera zona di cui era opportuno sottolineare il grado di sensibilità, la parte di mappa relativa è stata evidenziata con una retinatura per aumentare la facilità di lettura.

In ciascuna sezione, interessante edifici o aree da proteggere, sono stati evidenziati i livelli sonori previsti in seguito alla realizzazione delle modifiche viarie progettate, ed i livelli ridotti per effetto dell'adozione dei provvedimenti antirumore, ove necessari (Fig. 5).

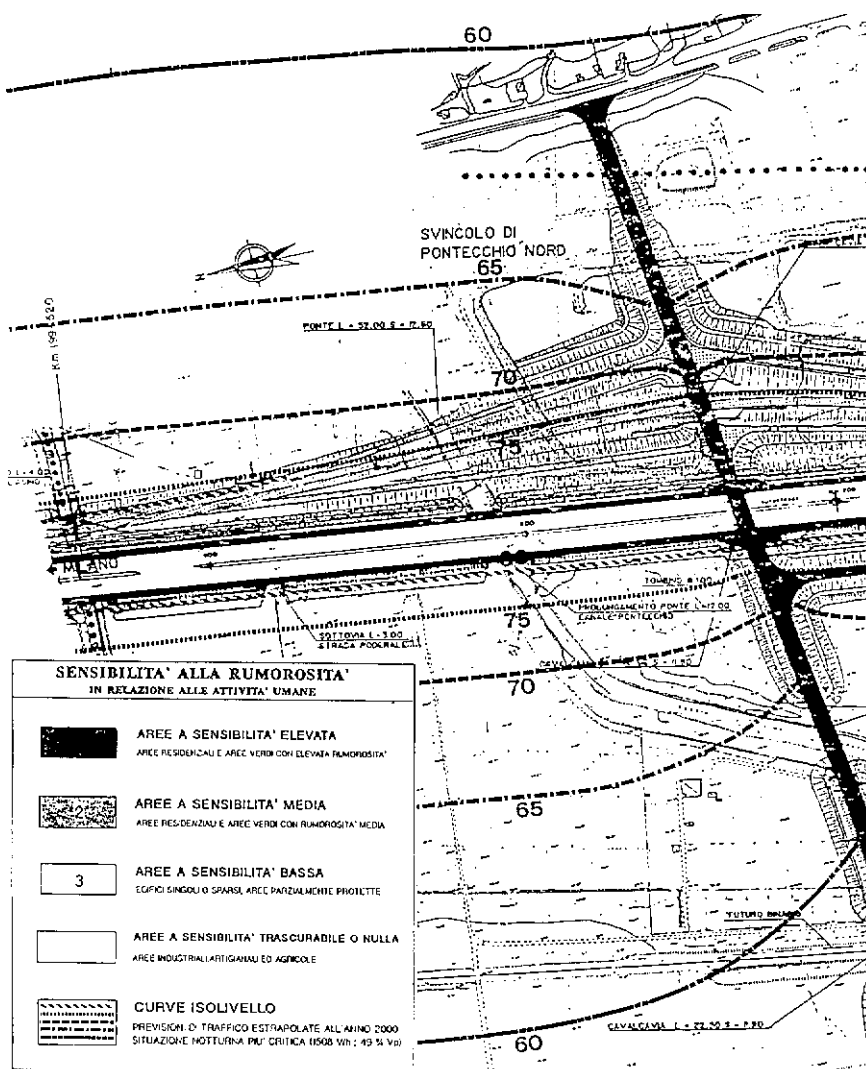
Sono stati poi compilati tabulati riassuntivi dei livelli sonori e degli eventuali interventi previsti per ciascun tratto delle opere progettate, riportanti tra l'altro anche i dati relativi al computo metrico approssimato degli interventi di protezione antirumore, ove previsti.

È stata quindi eseguita una stima dei costi degli interventi antirumore, basata sul computo metrico citato, scomposto per singoli tratti omogenei di impiego di un particolare dispositivo. I prezzi unitari impiegati rappresentavano, al momento del progetto, dei valori indicativi caratterizzati da buona attendibilità; il computo metrico dettagliato è stato organizzato in maniera tale da consentire in ogni momento di rivedere i costi delle opere.

Sono state infine allegate informazioni aggiuntive, ottenute da alcuni produttori e riguardanti le modalità di messa in opera e le caratteristiche prestazionali delle principali tipologie e di dispositivi antirumore, per consentire l'impostazione dei capitolati d'appalto.



FIG. 4 - Esempio di curve isolivello, in dB(A), riferite alla situazione prevista sull'autostrada nell'anno 2000, periodo notturno



## 5. CONCLUSIONI

Utilizzando modelli di calcolo ben collaudati, opportunamente verificati sperimentalmente ed implementati su elaboratore elettronico, sono stati previsti i livelli di rumorosità prodotti dalla fer-

FIG. 5 - Sezione di calcolo riportante le indicazioni delle sorgenti di rumore, dei ricettori critici e dei livelli previsti per essi, sia prima che dopo l'intervento

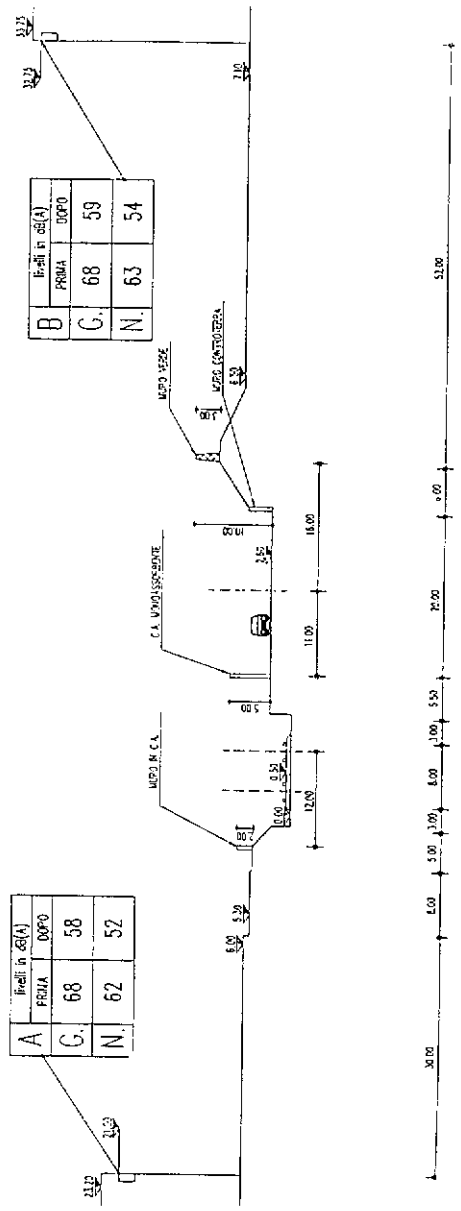
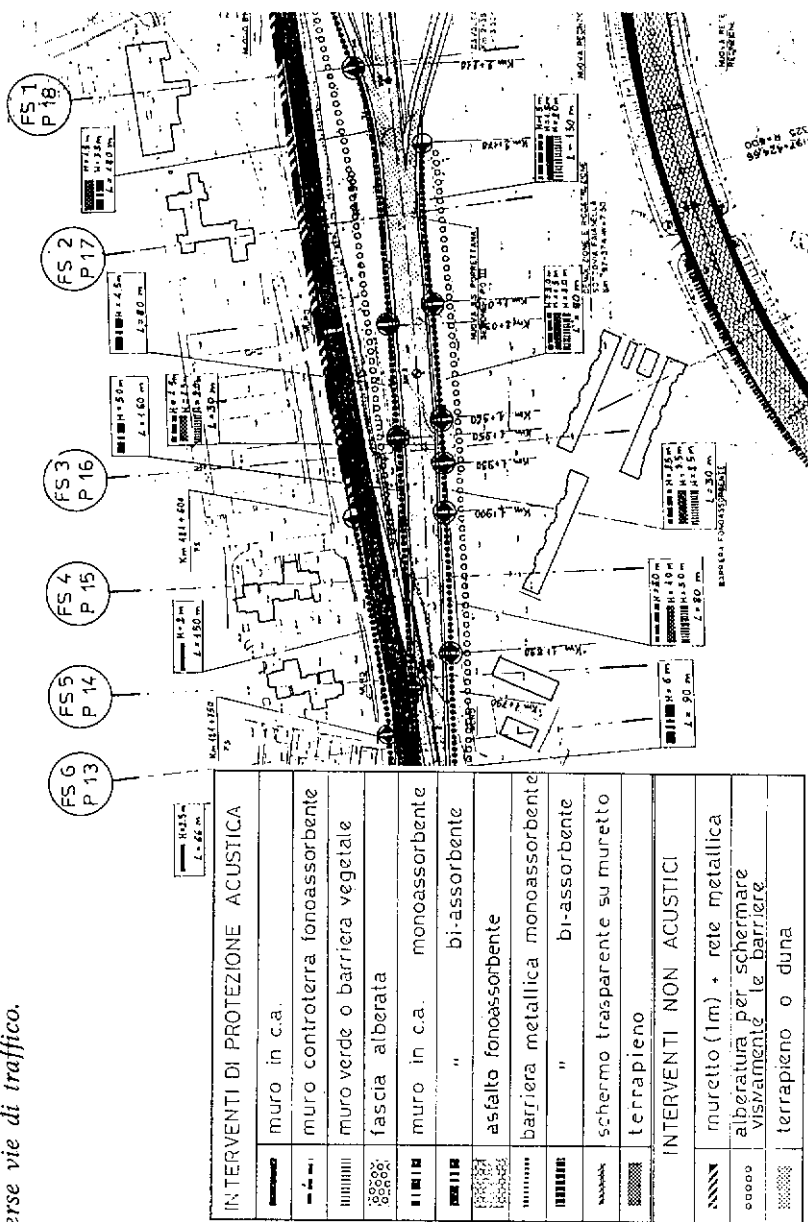


Fig. 6 - Esempio di mappa integrata riportante tipologia ed ubicazione di vari interventi di protezione acustica relativi alle diverse vie di traffico.



rovia, dalla strada statale e dalla autostrada, sia in assenza di intervento sia in presenza del progettato potenziamento delle strutture viarie suddette.

I risultati di tali calcoli, valutati su sezioni trasversali verticali, sono poi stati sintetizzati su elaborati grafici appositamente predisposti (Fig. 6). Da tali mappe può essere agevolmente individuata la modifica della situazione prevista per effetto dell'intervento, modifica sicuramente migliorativa nelle aree abitate, vista la adeguata protezione antirumore prevista per esse.

I dispositivi antirumore sono stati progettati onde garantire il rispetto di un limite pari a 65 dB(A) di giorno e 55 dB(A) di notte, valori congruenti con gli attesi limiti territoriali di prossima emanazione. Tali interventi sono stati articolati in diverse tipologie, utilizzate anche congiuntamente, onde ottenere il contenimento della rumorosità i valori preposti senza creare un disdicevole impatto paesaggistico. In tal modo è stata altresì garantita una notevole varietà architettonica, tale da non rendere monotona la percorrenza delle infrastrutture viarie.

#### BIBLIOGRAFIA

CANNELLI, G.B.; GLUCK K.; SANTOBONI S., *A Mathematical Model of Evaluation and Prediction of Mean Energy Level of Traffic Noise in Italian Towns*, *Acustica*, 53, 1983.

CATO, D.H., *Prediction of Environmental Noise from Fast Electric Trains*, *J.S.V.*, 46, 1976.

MINISTERO DELL'AMBIENTE, schema di d.P.C.M., *Limiti Massimi di Esposizione al Rumore negli Ambienti Abitativi e nell'Ambiente Esterno*, 1989.

RLS-81 *Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen*, Ausgabe 1981 Allgemeines Rundschreiben Strassen, n. 5, 1981.