



*SIMPÓSIO
ÍTALO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA
SANITÁRIA
E AMBIENTAL*

*SIMPOSIO
ITALO-BRASILIANO
DI INGEGNERIA
SANITARIA
- AMBIENTALE*

*Rio de Janeiro - Brasil
29/03/92 - 03/04/92*

ANAIS/ATTI
Vol. 2 - Trabalhos Técnicos/Relazioni - Tomo I

Promoção/Promozione

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ANDIS - Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria-Ambientale

ACOUSTIC POLLUTION IN URBAN AREAS: PHONOMETRIC
RESEARCH IN BOLOGNA FOR THE CONSTRUCTION
OF A HIGH-SPEED RAILWAY

L'INQUINAMENTO ACUSTICO IN AMBIENTE URBANO:
INDAGINE FONOMETRICA A BOLOGNA PER IL
PASSAGGIO DELLA LINEA AD ALTA VELOCITA'

Pietro Romani (*)

Francesco Ventura (**)

CURRICULA

- (*) Responsabile del Settore INQUINAMENTO dello Studio d'Impatto Ambientale della nuova Linea ad A.V. dell'Ente Ferrovie (Roma-Napoli e Firenze-Milano); Direttore dei lavori per la linea Firenze-Bologna (A.V.). Partecipa a Commissioni e gruppi di lavoro Ministeriali.
- (**) Presidente della V.D.P. S.r.l., Società che si occupa di S.I.A. in generale e di Inquinamenti in particolare. Ha partecipato a S.I.A. per infrastrutture lineari e puntuali sia curando la parte metodologica sia come esperto di settore. E' autore di oltre 50 pubblicazioni nel settore ambientale.

ABSTRACT

In Italy, the President Minister Decree dated 27/12/88 makes compulsory the drafting of an Environmental Impact Assessment for all infrastructures (including railways) specifying "noise" as one of the components to be considered. In this report is characterized the present state of the environment (prior to any change) in an area within the City of Bologna where the new infrastructure will be placed. Here in are described the methodology and the results of the noise measures in the area under study.

RIASSUNTO

In Italia il D.P.C.M. sulla Valutazione d'Impatto Ambientale del 27/12/88 impone per qualsiasi generale infrastruttura sul territorio (e quindi anche le linee ferroviarie) uno S.I.A. indicando anche la componente rumore.

Lo studio di questa importante componente si puo' articolare in:

- caratterizzazione della situazione acustica iniziale dell'ambiente di indagine;
- determinazione degli incrementi dei livelli di rumore conseguenti alla nuova infrastruttura;

RIASSUNTO (continuazione)

- c) individuazione delle aree di studio;
 d) analisi delle proposte di interventi diretti a minimizzare gli effetti impattivi.

Ognuna delle quattro fasi conduce a dei risultati ottenibili attraverso una successione ordinata di operazioni che si collocano all'interno di più sottofasi.

In questa memoria si tratta della caratterizzazione dello stato iniziale dell'ambiente a Bologna limitatamente ad una fascia di territorio in cui sarà inserita la nuova infrastruttura.

Si riportano le metodologie adottate per le misure fonometriche e i risultati della rumorosità in una zona critica della città emiliana.

INDIRIZZO: (*) Ente Ferrovie - Alta Velocita'
 Via Vincenzo Lamaro, 13
 00173 - ROMA - ITALIA

Nell'ambito di uno Studio di Impatto Ambientale per un'infrastruttura ferroviaria, il rumore e' una delle componenti che si manifesta in forme tali da turbare notevolmente l'equilibrio dell'ambiente circostante.

L'inquinamento da rumore, infatti, sta assumendo, ogni giorno di piu', una considerevole importanza di ordine sociale ed economico, oltre a determinare concreti effetti lesivi nei soggetti esposti.

In questa memoria si descrivono sinteticamente le metodologie adottate per lo Studio di Impatto Acustico e per la caratterizzazione del rumore di alcune zone critiche interessate dal passaggio della linea ad Alta Velocita' delle Ferrovie Italiane a Bologna.

Come noto, il DPCM sulla V.I.A. del 27/12/88 impone per qualsiasi grande infrastruttura che si cali sul territorio (e quindi anche le linee ferroviarie) uno Studio di Impatto Ambientale indicando anche la componente rumore.

Per lo studio di tale componente nell'ambito di uno S.I.A. della linea ad A.V. sono coinvolti vari esperti di settore e le fasi di lavoro si possono articolare fondamentalmente in:

- a) caratterizzazione della situazione acustica iniziale dell'ambiente di indagine;
- b) determinazione degli incrementi dei livelli di rumore conseguenti alla nuova infrastruttura;
- c) individuazione delle aree di studio;
- d) analisi delle proposte d'interventi diretti a minimizzare gli effetti impattivi.

Ognuna delle quattro fasi conduce a dei risultati ottenibili attraverso una successione ordinata di operazioni che si collocano all'interno di piu' sottofasi.

La caratterizzazione dello stato iniziale consiste nel rappresentare la situazione acustica limitatamente ad una fascia di territorio in cui sara' inserita la nuova infrastruttura.

L'individuazione del tracciato consente di limitare, almeno dal punto di vista dello studio dell'impatto acustico, le successive analisi a una striscia di territorio di ampiezza al piu' di 1 Km e con asse coincidente con la sede ferroviaria. Al suo interno si individuano le aree piu' sensibili al foncoquinamento.

Allo scopo si rivelano necessari numerosi dati sul territorio quali la destinazione d'uso, l'urbanizzazione esistente (quantificabile in termini di densita' edilizia e di popolazione residente), attivita' prevalenti (industria, agricoltura, artigianato, turismo), futuri sviluppi urbanistici (piani regolatori dei Comuni interessati).

Lo studio delle aree piu' sensibili si effettua a un livello di dettaglio superiore ricorrendo a strumenti cartografici e per necessita' di dati aggiornati, a informazioni ottenibili da sussidi aerofotogrammetrici.

Come per le altre componenti si son redatte delle carte tematiche

individuando separatamente i possibili ricettori e le attuali sorgenti di inquinamento.

E' opportuno, in questa fase, rilevare la presenza di eventuali insediamenti industriali (tipo e dimensione) e di altre infrastrutture di trasporto (autostrade e strade a scorrimento veloce con relativi flussi di traffico accertati o presunti), al fine di stabilire una stima dei livelli di rumorosità ambientale preesistente alla nuova infrastruttura (rumorosità di "fondo").

Tutto cio' e' pertinente quando si e' in un'area non antropizzata o semi-urbana: come detto si vuole invece fornire delle indicazioni e dei risultati per la caratterizzazione dello stato ante-operam in ambito urbano ed in particolare in una zona della città di Bologna interessata dall'attraversamento della linea ad A.V.

Visto che le aree in esame sono piuttosto ampie non si sono potute effettuare misure in continuo per piu' giorni ma, si e' deciso di adottare dei criteri spaziali e temporali che riescano in modo sufficiente a descrivere lo stato di fonoinquinamento; all'interno dell'area di studio globale si sono scelte 8 zone critiche su cui approfondire lo stato delle conoscenze sui livelli di rumorosità considerando dei punti significativi per misure temporali (diurne, notturne) e dei semplici punti rappresentativi per misure spaziali (diurne).

Si sono effettuate solo alcune misure sperimentali e non si e' ricorsi all'uso di opportuni modelli previsionali, in quanto la complessità e l'estensione della zona in esame sono tali da rendere del tutto soggettive ed aleatorie le scelte dei parametri di input dei modelli previsionali.

Il secondo motivo per cui si e' preferito eseguire l'indagine sperimentale, anche se a livello preliminare, e scaturito dalla necessità di conoscere con certezza, sebbene solo in alcuni punti, il reale inquinamento acustico della zona in condizioni antecedenti il passaggio del treno ad A.V.: in questo modo e' possibile sia fissare degli obiettivi di riferimento ben precisi, indipendenti da limiti legislativi (non peggioramento della situazione) sia avere dei dati per il collaudo di eventuali future opere di minimizzazione.

Dopo aver esaminato ed analizzato la legislazione italiana per quanto concerne i limiti massimi di esposizione al rumore in ambiente abitativo ed esterno, si sono considerati i criteri e le metodologie per le misure fonometriche.

Come detto quindi la nuova linea passa dentro la città emiliana che ha avuto uno sviluppo urbanistico differenziato a seconda delle zone; comunque quasi tutto il passaggio della nuova linea colpisce ricettori ubicati in palazzi di varie altezze.

Le aree di studio sono praticamente ai lati del nuovo tracciato: si sono considerate pero', come detto, solo alcune zone, emblematiche del territorio di Bologna.

Queste ultime, scelte per l'analisi dell'inquinamento acustico sono caratteristiche sia di situazioni già critiche sia di zone dove i ricettori sono a livelli di fonoinquinamento sufficientemente bassi.

Alcune aree si sono considerate nei pressi di infrastrutture ferroviarie per caratterizzare la rumorosità attuale: infatti in

alcuni tratti la nuova linea passa sul tracciato esistente e quindi bisognerà studiare l'incremento dei livelli sonori attuali per verificare il disturbo creato alla cittadinanza.

E' anche vero però che i livelli di rumore attuali sono già elevati e quindi il "delta" di incremento futuro non sarà poi così eccessivo.

Nella figura si è evidenziata l'area di studio n. 1: si notano anche l'ubicazione dei punti di misura significativi per l'analisi temporale e rappresentativi per l'analisi spaziale.

L'area di studio n. 1 è situata nella zona di Borgo Panigale nei pressi della tangenziale, del raccordo autostradale e dell'attuale ferrovia Bologna-Milano.

Ci sono residenze e servizi per lo sport ed il tempo libero con una scuola all'interno del comprensorio.

Davanti al punto significativo per le misure diurne e notturne è possibile vedere sia la tangenziale che è a poche decine di metri dalle abitazioni sia l'attuale ferrovia con passaggio del treno.

L'indagine eseguita si è basata sulla valutazione di tutti quei dati analitici che potevano risultare utili ai fini della considerazione del grado di disturbo subito dalla comunità in conseguenza del traffico, valutandone gli effetti con indici numerici oggettivi.

Le più aggiornate metodiche di valutazione del disturbo arrecato dal rumore hanno abbandonato i criteri basati sulle misure istantanee del livello di pressione acustica eseguite con gli ordinari misuratori di livello sonoro in quanto è da ritenere che, stante la caratteristica del traffico stradale o ferroviario, una misura del genere non sarebbe stata idoneamente associabile alle reazioni soggettive.

Si è fatto ricorso invece a valutazioni statistiche in quanto, secondo le attuali cognizioni in materia, questo criterio è quello più aderente alla realtà quando si voglia associare alla causa dello stimolo (traffico) l'effetto soggettivo che ne deriva (disturbo).

Comunque, per rendere più completa la sperimentazione, si è misurato anche il livello di picco (L_{peak}) che individua, durante l'intervallo prefissato, la massima emissione sonora.

Per i punti significativi i rilievi sono stati eseguiti nel periodo diurno, pomeridiano e notturno poiché questi hanno caratteristiche decisamente diverse sia per quanto riguarda i flussi di traffico e la loro composizione, sia per le attività che vengono svolte e che intervengono nella individuazione dei limiti ammissibili di normativa.

Le rilevazioni sono state effettuate sulla base di più serie di 10 minuti essendo questa modalità pienamente suffragata dalla letteratura in merito e come confermato dai risultati sperimentali.

Per ogni area di studio e per ogni punto sono state elaborate delle tabelle, nelle quali si leggono i valori dei parametri acustici più interessanti per l'indagine.

Per quanto riguarda i risultati delle misure non sempre al flusso

di traffico stradale o ferroviario maggiore corrisponde un elevato livello di rumore.

Per quanto riguarda i risultati delle misure si riporta una tabella riepilogativa per le indagini spaziali e temporali dell'area di studio (n. 1).

In questa ci sono i valori mediati sia per i punti significativi sia per i punti rappresentativi.

Sono visibili i valori del LEQ, Lmin, Lmax e Lpeak rapportati al tempo di osservazione orario nell'ambito delle ore diurne per i punti rappresentativi mentre per gli altri punti e' possibile evincere i risultati per i tre intervalli di riferimento: diurno, pomeridiano e notturno.

AREA DI STUDIO N. 1

| | LEQ | LMIN | LMAX | LPEAK |
|------------------------|------|------|------|-------|
| PUNTO 1 DIURNO | 66,3 | 57,0 | 75,3 | 89,6 |
| PUNTO 1 POMERIDIANO | 64,3 | 54,0 | 72,5 | 87,4 |
| PUNTO 1 NOTTURNO | 58,9 | 52,3 | 69,7 | 88,6 |
| PUNTO 2 | 54,8 | 48,5 | 59,5 | 75,1 |
| PUNTO 3 | 55,3 | 50,0 | 62,2 | 82,1 |
| PUNTO 4 | 64,9 | 54,1 | 75,5 | 88,9 |

VALORI ORARI IN dB(A)

Le rilevazioni sono state effettuate nell'Aprile 1991 con cielo sereno, temperatura mite e condizioni metereologiche ideali.

L'area di studio n. 1, risente ampiamente del rumore prodotto dal passaggio dei mezzi leggeri e pesanti sulla tangenziale e sul raccordo autostradale: cio' avviene in special modo nel punto 1 e nel punto 4.

Nel punto significativo si vede che il rumore e' praticamente costante nelle ore diurne (LEQ = 66,3 e 64,3 dB(A)) mentre scende leggermente nelle ore notturne (LEQ = 58,9 dB(A)).
Comunque, sia il livello Lmin sia il livello di picco sono simili fra giorno e notte.

Anche il punto 1 risente delle due infrastrutture viarie e del passaggio della attuale ferrovia poiche' il transito veicolare sulla Via dove e' stato posizionato il fonometro e' modesto.

Le misure in questi due punti ci consentono di dire che il livello di fonoinquinamento attuale e' gia' sufficientemente elevato mentre nei restanti due punti (2 e 3) i valori sono accettabili (LEQ 54,8 dB(A) e Leq 55,3 dB(A) rispettivamente).

Bisogna sottolineare però che questi ultimi due sono ubicati in zone dove la quiete dovrebbe essere assoluta poiché siamo in prossimità di una scuola e di un centro sportivo.

Per quanto riguarda la seconda fase (cioè esaminare quello che succede dopo la realizzazione della nuova ferrovia) il suo buon esito poggia su una completa e approfondita caratterizzazione delle sorgenti di rumore (treni) e delle modalità di propagazione.

I dati richiesti sono:

- caratteristiche geometrico-morfologiche del tracciato in prossimità delle zone sensibili (rettilineo, curva, punti di singolarità: scambi, incroci), trincea, rilevato, viadotto, galleria, a raso;
- tipo di armamento (pietrisco, piastroni in cls);
- tipologia dei convogli (viaggiatori, merci) e relativi flussi di traffico suddivisi per fasce orarie;
- lunghezza tipica dei convogli e velocità media di transito per tipologia.

Sulla base dei dati indicati e ricorrendo a modelli matematici di prima approssimazione o, se necessario, più raffinati, è possibile effettuare un'analisi predittiva dei livelli di emissione sonora delle sorgenti.

Gli stessi modelli, note le caratteristiche geometrico-acustiche del territorio circostante, consentono di determinare l'attenuazione che s'induce a seguito del processo di propagazione dell'energia sonora.

È possibile quindi stimare con sufficiente approssimazione i valori dei livelli di rumorosità indotta in vari punti delle zone a più alta sensibilità.

I dati richiesti sono:

- caratteristiche geometrico-morfologiche del tracciato in prossimità delle zone sensibili (rettilineo, curve, punti di singolarità: scambi, incroci), trincea, rilevato, viadotto, galleria, a raso;
- tipo di armamento (pietrisco, piastroni in cls);
- tipologia dei convogli (viaggiatori, merci) e relativi flussi di traffico suddivisi per fasce orarie;
- lunghezza tipica dei convogli e velocità media di transito per tipologia.

Sulla base dei dati indicati e ricorrendo a modelli matematici di prima approssimazione o, se necessario, più raffinati, è possibile effettuare un'analisi predittiva dei livelli di emissione sonora delle sorgenti.

Gli stessi modelli, note le caratteristiche geometrico-acustiche del territorio circostante, consentono di determinare l'attenuazione che s'induce a seguito del processo di propagazione dell'energia sonora.

E' possibile quindi stimare con sufficiente approssimazione i valori dei livelli di rumorosità indotta in vari punti delle zone a più alta sensibilità'.

Si caratterizzano quindi per la terza fase, le aree di studio con i ricettori colpiti dal rumore della nuova linea ad A.V. in base al confronto tra i livelli sonori previsti e i limiti massimi accettabili imposti da normative esistenti e con i livelli ante-operam.

Le conclusioni a cui si giunge in questa fase non possono essere che due: impatto trascurabile o presenza di fono-inquinamento.

Quest'ultima eventualità comporta, a sua volta, due alternative:

- variante di tracciato o, al limite, scelta di un altro corridoio;
- interventi di minimizzazione degli impatti.

La prima alternativa da prendere in considerazione in presenza di effetti rilevanti, comporta, in parte, un riesame dell'intera situazione e quindi un ritorno alla prima fase. E' evidente che una serie di dati e risultati acquisiti nel primo processo sono utilizzabili.

La seconda alternativa conduce, invece, alla quarta fase con gli interventi di minimizzazione di impatto acustico in due categorie: attivi e passivi (barriere antirumore).

Si caratterizzano quindi per la terza fase, le aree di studio con i ricettori colpiti dal rumore della nuova linea ad A.V. in base al confronto tra i livelli sonori previsti e i limiti massimi accettabili imposti da normative esistenti e con i livelli ante-operam.

Le conclusioni a cui si giunge in questa fase non possono essere che due: impatto trascurabile o presenza di fono-inquinamento.

Quest'ultima eventualità comporta, a sua volta, due alternative:

- variante di tracciato o, al limite, scelta di un altro corridoio;
- interventi di minimizzazione degli impatti.

La prima alternativa da prendere in considerazione in presenza di effetti rilevanti, comporta, in parte, un riesame dell'intera situazione e quindi un ritorno alla prima fase. E' evidente che una serie di dati e risultati acquisiti nel primo processo sono utilizzabili.

La seconda alternativa conduce, invece, alla quarta fase con gli interventi di minimizzazione di impatto acustico in due categorie: attivi e passivi (barriere antirumore).

BIBLIOGRAFIA

Ore: Question C 137 "Bruits dans le domaine ferroviarie". Rapp. n. 5 Utrecht, Oct. 1977.

Cetur: "Guide de transports terrestre". 1980

Harris C.: Manuale di controllo del rumore. Tecniche Nuove, 1983.

Ozawa S.: Countermeasures to reduce booms from exits of Shinkensens Tunnel, Japanese Railway Engineering - Vol. 24 n. 2, 1984.

Ventura F.: Cause del rumore da traffico. Inquinamento n. 5, 1985.

De Graaf W.: Noise impact from high speed train. Proceedings F.A.S.E., aprile 1989.

Romani P., Ventura F.: L'inquinamento acustico prodotto dal traffico ferroviario. Inquinamento n. 11, 1990.

Romani P., Ventura F.: Considerazioni sullo studio d'impatto acustico della linea ferroviaria ad Alta Velocita'. Atti XIX Conv. A.I.A., Apr. 91.