

L'APPLICAZIONE DEL D.M. 29-11-2000 AI GESTORI DEI SERVIZI DI TRASPORTO PUBBLICO URBANO

Sergio Luzzi

VIE EN.RO.SE.
Via Stradivari 23, 50127 Firenze

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente 29-11-2000 fissa i criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture di piani per il contenimento e l'abbattimento del rumore prodotto nell'esercizio delle infrastrutture stesse. Il decreto prevede: l'individuazione delle aree in cui, per effetto delle immissioni di rumore, si superano i limiti di immissione; la determinazione del contributo specifico di ciascun gestore di servizi o infrastrutture al superamento dei limiti; la presentazione di piani di contenimento e abbattimento del rumore, come previsto dalla L.447/95 (legge quadro sull'inquinamento acustico), con obiettivi di risanamento da conseguire, attraverso opportuni interventi, entro 15 anni dalla sua entrata in vigore.

Il 27 ottobre 2006 si è svolto a Firenze un seminario dal titolo "L'applicazione del D.M. 29-11-2000 ai gestori dei servizi di trasporto pubblico urbano", nel corso del quale sono stati affrontati i diversi aspetti connessi all'applicazione del decreto: dal monitoraggio del clima acustico delle aree attraversate alla misura dei livelli di emissione dei veicoli mediante un originale soluzione di trasmissione dati via web, alla determinazione dei contributi specifici da attribuire a ciascun gestore, necessari per la stesura del piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto nell'esercizio del servizio pubblico.

NOISE MAPPING OF URBAN PUBLIC TRANSPORTS DUE TO THE IMPLEMENTATION OF THE DECREE 29-11-2000

The Decree DM 29/11/2000, establishes criteria for action plans concerning the reduction of noise from urban public transports. All the transport companies and boards are required to undertake acoustical studies determining their contributions to noise pollution. Systematic plans of monitoring and mapping noise levels lead to abatement plans scheduled in 15 years of progressive implementation, according to a priority scale. The urban public transport company ATAF in Florence, according to the ISO 14000 standard, started in 2004 to apply the requirements of D.M. 29-11-2000 to its bus service network.

On 27th October 2006 a workshop titled "Application of D.M. 29-11-2000 to urban public transport boards" took place in Florence. The workshop program considered all the topics derived from the Decree: monitoring of urban noise and traffic flows measurement; acoustical characterization of sources; definition of propagation models; assessment and reduction of noise produced by the urban transport services.



1. Introduzione

Dai dati più recenti di APAT e delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente si deduce che l'inquinamento acustico prodotto dai servizi di trasporto pubblico urbano si colloca tra le maggiori criticità ambientali individuate a livello nazionale e locale. Molte regioni, la Toscana è fra queste, hanno inserito fra le emergenze con priorità più alta dei piani regionali di azione ambientale il problema del rumore delle infrastrutture e della sua incidenza sulla qualità ambientale delle aree urbanizzate.

In accordo con i principi dell'eco-efficienza applicati alla fornitura dei servizi pubblici essenziali e con gli adempimenti previsti dal proprio sistema di gestione ambientale, ATAF (principale azienda che gestisce il trasporto pubblico locale nell'area fiorentina) ha organizzato il seminario "L'applicazione del D.M. 29-11-2000 ai gestori dei servizi di trasporto pubblico urbano", con l'obiettivo

di presentare la metodologia originale, sviluppata in collaborazione con Vie En.Ro.Se., per l'individuazione del contributo all'inquinamento acustico delle aree urbane attraversate.

2. I contenuti del seminario

Il seminario si è svolto a Firenze il 27 ottobre 2006 e si è articolato in tre sessioni.

Nella prima, dedicata all'inquadramento legislativo e normativo, si è messa in evidenza l'importanza del contributo dei servizi di trasporto pubblico alle politiche di miglioramento ambientale e di risanamento acustico, dal punto di vista delle aziende certificate e da quello delle istituzioni e delle agenzie. Si sono richiamate le principali norme, si è parlato del contenimento del rumore come obiettivo di miglioramento nel contesto della certificazione ambientale dei sistemi di gestione per la qualità delle aziende dei trasporti, sono state illustrate le Linee

Guida di ASSTRA per il piano di monitoraggio acustico dei sistemi di trasporto pubblico locale ed è stata presentata una memoria congiunta ARPAT-Regione Toscana sul contributo dei servizi di trasporto pubblico al clima acustico delle aree urbane.

Nella seconda sessione sono state illustrate esperienze e soluzioni che riguardano la realtà di ATAF e di altre aziende, presentando i risultati relativi a campagne di monitoraggio effettuate a Firenze e a Bologna con interessanti metodologie di rilievo e di analisi. Fra queste l'esperienza innovativa del monitoraggio in tempo reale effettuato mediante sistemi di acquisizione remota collegati tramite web e dei relativi algoritmi per il riconoscimento dei passaggi.

Nella terza sessione è stata illustrata la metodologia generale elaborata da ATAF per l'applicazione del D.M. 29-11-2000 ai servizi di trasporto urbano ed extraurbano. Relazioni specifiche sono state dedicate allo studio acustico del territorio interessato dal rumore prodotto dai mezzi ATAF, alla determinazione degli scenari campione, alla catalogazione tipologica dei mezzi in funzione delle emissioni di rumore, alla caratterizzazione delle diverse sorgenti (transiti, stazionamenti, ecc.), alla valutazione dell'impatto sui ricettori mediante modelli per la valutazione del contributo specifico del servizio. A questa è seguito un importante momento di discussione e confronto fra i partecipanti sui temi degli sviluppi e sulle potenzialità applicative della metodologia presentata, nell'ottica dell'integrazione dei piani di contenimento dei gestori di servizi e infrastrutture che operano negli stessi scenari interessati dal risanamento, per la progettazione e attuazione coordinata degli interventi da compiere.

La giornata si è conclusa con la visita guidata agli scenari di intervento a bordo di un autobus panoramico ATAF.

Il seminario ha visto la nutrita e qualificata partecipazione di esperti in acustica ambientale, provenienti da tutta Italia, che operano all'interno degli enti gestori dei servizi di trasporto pubblico, delle amministrazioni locali e delle agenzie, delle Università, nonché di aziende che operano nel settore della ricerca e sviluppo di strumenti, metodi e materiali per la misura e per la bonifica del rumore prodotto dalle infrastrutture e dai servizi di trasporto.

Si è trattato di un importante momento di confronto pubblico fra tutti i soggetti interessati dalla presentazione dei Piani e dalla loro successiva realizzazione. La partecipazione delle istituzioni, è stata confermata dall'importante intervento dell'Assessore all'Ambiente del Comune di Firenze, Claudio Del Lungo, che ha aperto il convegno, e dal convinto sostegno all'iniziativa fornito dalla Regione Toscana e da ARPAT, in termini di patrocinio e di contributo al programma scientifico.

È stato presentato il volume "L'applicazione del D.M. 29-11-2000 ai gestori dei servizi di trasporto pubblico urbano", di 194 pagine, contenente le relazioni che costituiscono in forma estesa gli atti del seminario.

3. La metodologia proposta

Nel corso del seminario è stata illustrata la metodologia di applicazione dei disposti del D.M. 29-11-2000 ai gestori dei servizi di trasporto urbano che è stata definita e sperimentata da ATAF nell'area fiorentina. Questa metodologia di studio e valutazione [2] è riferibile a tutte le aziende che gestiscono i servizi di trasporto pubblico locale e comprende varie fasi, riassunte schematicamente nel diagramma di Fig. 1.

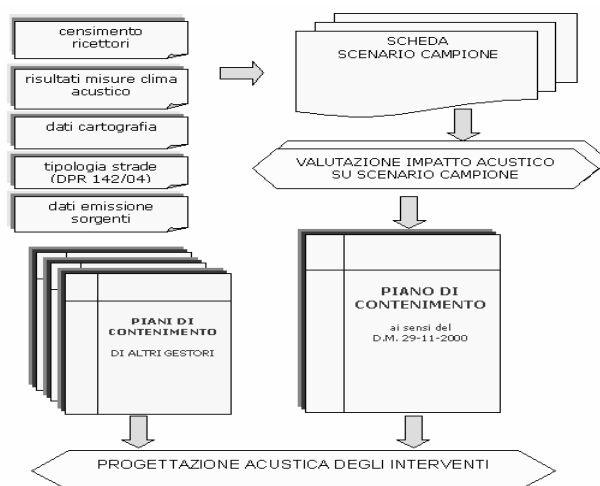


Fig. 1 – Diagramma di flusso della procedura per la valutazione dell'impatto acustico del servizio e per la stesura del piano di contenimento

Per la fase di individuazione degli scenari campione su cui valutare l'impatto acustico, rappresentativi dell'universo degli scenari di base comprendenti i transiti di tutte le linee gestite, è stato presentato un algoritmo che implementa le regole per l'individuazione di questi scenari, utilizzando il metodo del confronto a coppie tra indicatori risultanti dalla combinazione lineare di variabili di contesto (tipologie di mezzi, di percorsi, di asfalti, ecc.) e parametri di ponderazione legati a criteri di rilevanza acustica [3]. Questo metodo prevede per ogni coppia di scenari base, la comparazione dei valori assegnati alle singole variabili, determinando così lo scenario acusticamente più critico relativamente alla variabile considerata.

Il confronto fra due scenari S_i e S_j , relativo alla k -esima variabile determina due valori "verdetto" $V_{ij,k}$ e $V_{ji,k}$ associati ai due elementi della coppia. Al termine dei confronti, per ogni scenario, la

sommatoria dei valori “verdetto” conseguiti fornisce per lo scenario i -esimo un valore di criticità complessiva V_{ik} rappresentativo della criticità acustica dello scenario relativamente alla k -esima variabile:

$$(1) \quad V_{ik} = \sum_{j=1}^{i-1} V_{ij,k} + \sum_{j=i+1}^n V_{ij,k}$$

dove n è il numero degli scenari.

Per ogni scenario viene effettuata una combinazione lineare dei valori di criticità utilizzando, come coefficienti, parametri di ponderazione a_k legati all'importanza relativa di ciascuna variabile, generando un indicatore di criticità globale V_{iG} per ciascuno scenario:

$$(2) \quad V_{iG} = \sum_{k=1}^m a_k \cdot V_{ik}$$

dove m è il numero delle variabili [4].

Nel caso in studio dall'applicazione della suddetta procedura a 44 scenari di base è risultata una graduatoria che ha permesso di determinare i 15 scenari di studio rappresentativi dell'insieme delle possibili situazioni di inserimento dei percorsi ATAF nei diversi contesti di urbanizzazione e di viabilità.

Si è quindi proceduto alla costruzione del modello di immissione per ciascuno dei 15 scenari campione, facendo uso di un software per la simulazione della propagazione del rumore secondo la norma ISO 9613-2. Sono state effettuate campagne di rilevazione fonometrica del clima acustico secondo le specifiche fissate dalla legge 447/95, dai suoi decreti attuativi e dalla normativa regionale della Toscana.

Per lo studio delle sorgenti e la definizione degli input del modello sono state individuate le tipologie di veicolo e descritte le caratteristiche quantitative e qualitative delle rispettive emissioni acustiche. Si sono effettuate rilevazioni fonometriche in scenari aventi opportune caratteristiche di percorso in campo libero per la determinazione dei valori di emissione da associare a ogni tipologia di veicolo da includere nel modello.

È stato definito un protocollo per l'esecuzione delle misure pass-by e di stazionamento, dividendo le sorgenti in 6 gruppi, ciascuno dei quali rappresentato da un veicolo campione.

Sono state effettuate per ciascuna categoria di veicoli misure fonometriche nelle seguenti condizioni di emissione:

- transiti e frenate a velocità 10, 20, 30, 40 km/h;
- partenza;
- sosta con motore in moto;
- sosta alla fermata con motore in moto e apertura/chiusura porte.

Il controllo della velocità di transito è stato effettuato utilizzando un rilevatore radar opportunamente collocato e orientato.

Dal punto di vista fonometrico, le rilevazioni sono state eseguite con impostazione a priorità di tempi, in modo da poter ricavare livelli complessivi e in bande di ottava e 1/3 di ottava lungo “time histories” di dimensione finita, eventualmente corrispondenti a diverse fasi significative degli eventi misurati. Le impostazioni degli strumenti sono state tali da consentire in sede di successiva analisi acustica di ricavare i valori di potenza sonora corrispondenti alle diverse sorgenti e alle diverse tipologie di emissione, da includere come input nel modello e i valori dei livelli equivalenti di pressione sonora da utilizzare per la validazione del modello stesso.

Nella Fig. 2 è mostrata una selezione dei risultati delle misure effettuate per una delle sorgenti rappresentative di una tipologia di mezzi con riferimento ad alcune delle condizioni di emissione.

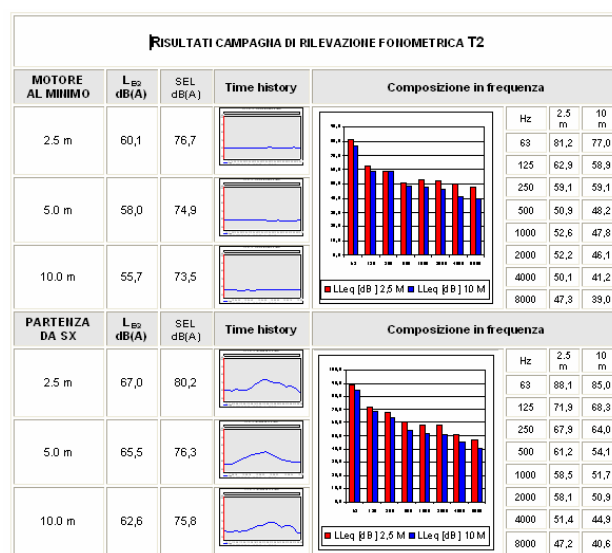


Fig. 2 – Esempio di risultati della campagna di rilevazione fonometrica per una sorgente campione

Secondo la metodologia descritta per ciascuno scenario gli input derivati dallo studio delle sorgenti e delle condizioni al contorno, inseriti nel modello, hanno prodotto valori di immissione puntualmente riferiti ai ricettori censiti. Da ciò la verifica del rispetto dei limiti previsti dal D.P.R. 30 Marzo 2004, n.142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare” e dalla classificazione acustica del territorio.

4. I modelli

Nel corso del seminario è stata anche presentata una soluzione modellistica volta a valutare l'impatto acustico prodotto da un determinato servizio di trasporto in un determinato scenario urbano multisorgente, caratterizzato dalla presenza di linee di trasporto pubblico gestite da aziende diverse, che concorrono alle immissioni di rumore.

La soluzione, applicata con successo sugli scenari urbani di Firenze, parte dall'idea che, in assenza di un metodo di calcolo "ufficiale" nazionale, per la modellazione del rumore stradale si dovrebbero adottare gli algoritmi di calcolo proposti dal metodo francese NMPB Routes-96. Tale metodo presenta, però, il limite di avere definito un database rigido delle tipologie di mezzi di trasporto su gomma, con l'unica distinzione tra mezzi pesanti e leggeri. Se poi l'obiettivo non è quello di valutare l'impatto acustico dell'infrastruttura nel suo complesso, ma quello di alcune specifiche tipologie di veicoli (autobus di un particolare gestore) che vi transitano, si genera così il problema di come poter individuare i transiti (e gli stazionamenti) di interesse. Nell'impostazione dei modelli utilizzati si fa riferimento ai metodi per la caratterizzazione delle sorgenti in ambito ferroviario: ciascun tratto di linea autobus che attraversa un determinato scenario viene così ad essere modellato in modo da potervi inserire i singoli transiti come eventi di rumore che avvengono su un percorso prestabilito.

Si possono inserire gli eventi nel modello a partire dal database delle emissioni prodotte da ogni tipologia di autobus nelle diverse condizioni di esercizio, contestualizzando lo scenario con misure fonometriche di calibrazione del modello.

Questo metodo permette di intervenire con semplicità su ogni singolo aspetto che definisce la sorgente stessa, dando la possibilità di modificare con semplicità: la tipologia di autobus, la velocità di transito, il numero dei transiti, che può essere aumentato o ridotto a piacere, la presenza stessa delle linee nello scenario.

Oltre ai singoli transiti, vengono considerati gli effetti delle diverse condizioni di esercizio quali, ad esempio, le eventuali fasi di fermata con apertura e chiusura porte, di sola fermata per attraversamenti pedonali, i semafori e tutte le altre condizioni di stazionamento con motore in moto. Tutti questi aspetti vengono simulati separatamente e sommati all'effetto dei transiti dei mezzi.

Nello studio applicato al territorio dell'area fiorentina, a partire dal censimento dei ricettori e dalla cartografia informatizzata, si è creato il modello tridimensionale di ogni scenario oggetto di studio; in questo si sono inseriti i transiti delle linee ATAF, e calcolati i livelli di $L_{Aeq,TR}$ valutando i contributi prodotti dai soli transiti oggetto di studio ad ogni piano di ogni ricettore inserito nel modello utilizzando una procedura di calcolo analoga a quella utilizzata in presenza di una infrastruttura ferroviaria o ferrotranviaria.

Dai risultati ottenuti è stato possibile individuare i ricettori che presentano il superamento dei limiti a causa dei soli transiti ATAF. Modificando alcuni dei parametri in ingresso è possibile introdurre nel modello le soluzioni tecniche e procedurali che

possono riportare i livelli al di sotto dei limiti previsti dalla normativa, definendo così gli interventi da includere nel piano di contenimento previsto dal D.M. 29-11-2000.

Dall'osservazione dei risultati delle simulazioni comprendenti ipotesi di interventi di mitigazione, negli scenari fiorentini oggetto di studio si trae conferma di come gli effetti di mitigazione acustica più evidenti si abbiano in corrispondenza di interventi alla sorgente, mediante azioni di bonifica acustica che intervengano sulle tipologie di autobus e sulle strade, come la scelta di utilizzare il mezzo con le emissioni inferiori o intervenire su tipo di asfalto. Di contro si osserva che misurazioni procedurali come la diminuzione di numero di transiti, o la deviazione di intere linee non portino a grandi benefici se non al prezzo di riduzioni sostanziose del servizio e incompatibili con la funzionalità del trasporto pubblico.

Le soluzioni presentate nel corso del seminario sono comunque indicative delle potenzialità dello strumento di calcolo, adattabile ad una ampia gamma di interventi possibili.

Ad esempio si può pensare di inserire nel modello tipologie di autobus completamente diverse dalle esistenti, oppure bonificare acusticamente gli autobus esistenti e verificarne l'effetto con stime modellistiche.

La fase di studio comprendente la valutazione dell'impatto acustico del servizio e la determinazione del contributo specifico verificando il rispetto dei limiti è attualmente in via di completa realizzazione su tutti gli scenari della rete ATAF. A questa seguirà la definizione degli interventi necessari per la stesura del piano di contenimento previsto dal D.M. 29-11-2000.

5. Il sistema di monitoraggio

Per il monitoraggio e la calibrazione dei modelli proposti, nel seminario del 27 ottobre 2006 sono state illustrate le funzionalità dell'innovativo sistema denominato "CityNoise", presentando i risultati di una campagna di misure in corso nel territorio del comune di Firenze. La tecnologia offerta da tale sistema consente la pubblicazione in tempo reale su Internet dei dati di rumore acquisiti dalle diverse centraline di monitoraggio collocate in campo, associata alla contestuale pubblicazione delle mappe acustiche aggiornate in continuo di alcune tra le diverse zone considerate.

Nella Fig. 3 è riportata la pagina di "CityNoise" relativa a una delle stazioni di monitoraggio: si nota la presenza di una telecamera per il controllo audio e video della postazione. In alto a sinistra è possibile riconoscere la mappa acustica relativa all'area in esame (area contornata in giallo nella immagine centrale), mentre a destra è visibile l'immagine della

telecamera. Il grafico nella parte inferiore dell'immagine mostra in tempo reale l'andamento del livello equivalente negli ultimi 5 minuti.

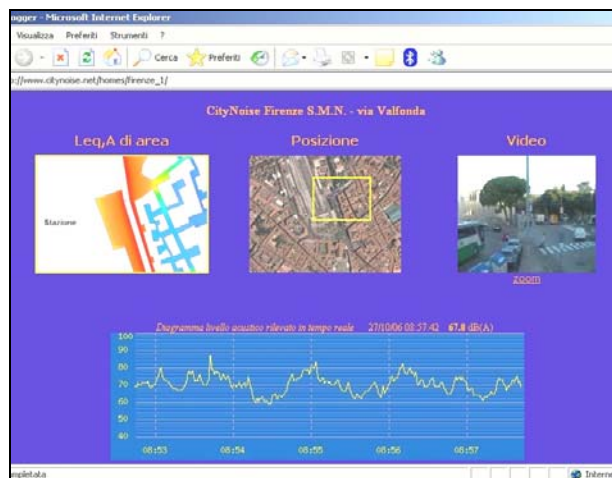


Fig. 3 - Pagina web della postazione di monitoraggio situata in via Valfonda a Firenze

La tecnologia "CityNoise", completamente wireless grazie all'impiego della rete GPRS, permette l'acquisizione di uno spettro in banda di un terzo di ottava ogni secondo e rende, quindi, possibile un'analisi particolarmente dettagliata del fenomeno acustico, utile per una maggiore comprensione dello stesso. Dal sonogramma riportato nella Fig. 4 è possibile, attraverso lo studio della composizione in frequenza degli eventi, riconoscere il transito o lo stazionamento degli autobus e identificare le altre sorgenti significative presenti nello scenario (nell'esempio il transito di un'autoambulanza con sirena sweep).

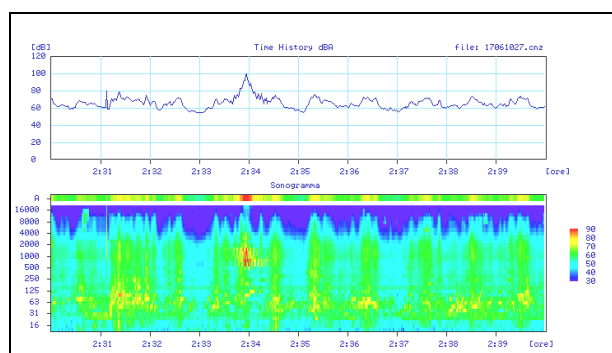


Fig. 4 - Sonogramma per il riconoscimento degli eventi

Un'altra caratteristica del sistema è relativa alla generazione automatica dei reports giornalieri di misura. Nella Fig. 5 è riportato l'andamento degli L_{Aeq} orari per una durata di tre settimane.

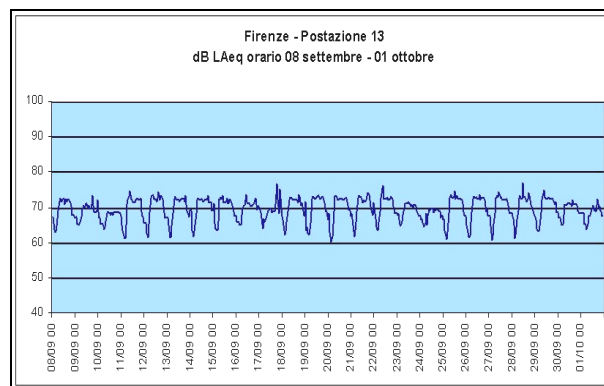


Fig. - Time history oraria sul lungo periodo

Un indubbio vantaggio secondario offerto dalla pubblicazione automatica dei dati acquisiti è relativo alla possibilità di adempiere in modo rapido ed efficace a quanto disposto dalla Direttiva 2002/49/CE in materia di eco-informazione alla popolazione; grazie a questa caratteristica i dati sono infatti consultabili in modo semplice ed in forma comprensibile anche per i non addetti ai lavori.

6. Conclusioni

Dallo studio e dalla risoluzione di specifici problemi, quale quello del rumore prodotto dai servizi di trasporto, è possibile derivare dati reali di validazione e calibrazione per l'ottimizzazione del quadro normativo/regolamentare. Si contribuisce, così, alla "governance" ambientale, ovvero alla capacità da parte delle amministrazioni locali di giungere alle azioni di risanamento previste dal sistema legislativo statale e regionale, nonché dalle direttive comunitarie, attraverso processi di concertazione e condivisione delle scelte strategiche e di coordinamento degli interventi fra i molteplici soggetti coinvolti, pubblici (Stato, Regione, Province, Comuni) e privati (enti gestori delle infrastrutture e dei servizi). Le mappe acustiche strategiche e i piani di azione introdotti dal recente decreto di recepimento della direttiva comunitaria sul "noise mapping" evidenziano la necessità di mettere in atto questo processo di integrazione, in particolare per aree urbane più densamente abitate e per le porzioni di territorio caratterizzate acusticamente dall'attraversamento dei principali assi infrastrutturali.

In particolare lo sviluppo di metodologie scientificamente robuste per la determinazione dei contributi specifici dei diversi soggetti alle condizioni di inquinamento ante-operam e per la simulazione di scenari di risanamento, al variare delle ipotesi di intervento, può portare in tempi brevi a stabilire quali siano le competenze e le responsabilità per le successive azioni di mitigazione e, allo stesso tempo, all'individuazione delle migliori tecnologie disponibili

per la progettazione e la realizzazione delle azioni stesse.

Il Seminario "L'applicazione del D.M. 29-11-2000 ai gestori dei servizi di trasporto pubblico urbano", organizzato da ATAF e da Vie En.Ro.Se., con la collaborazione di AIRIS e 01dB, con il patrocinio dell'Associazione Italiana di Acustica, della Regione Toscana, del Comune di Firenze, di ARPAT e di ASSTRA, è stato l'occasione per presentare una nuova metodologia per la valutazione dei contributi all'inquinamento acustico dei centri urbani. Nel corso dei lavori del seminario sono stati presentati i risultati delle indagini che hanno portato alla valutazione dei livelli di rumore prodotti da ATAF e sono state scambiate esperienze con le Aziende di altre città e con gli altri Enti che si trovano ad affrontare il problema del rumore nelle realtà urbane.

Bibliografia

- [1] AA.VV., *L'applicazione del DM 29-11-2000 ai gestori dei servizi di trasporto pubblico urbano*, Atti del Seminario ATAF, Firenze, 2006.
- [2] S. Luzzi et al., *Mapping of urban transport services noise in Florence*, Proceedings Euronoise 2006, Tampere, 2006.
- [3] S. Luzzi, M.G. Papuccio, et al., *An algorithm for mapping noise produced by urban transport services*, Proceedings Transport Noise 2006, St. Petersburg, 2006.
- [4] L. Mangiarotti et al., *Un algoritmo per la scelta degli scenari di studio nel contesto applicativo del DM 29-11-2000*, Atti 32° Congresso AIA, Ancona, 2005.
- [5] M. Basta, R. Bellomini et al., *Problematiche applicative del dm 29-11-2000 ai gestori dei servizi di trasporto pubblico urbano*, Atti 32° Congresso AIA, Ancona, 2005.
- [6] S. Luzzi, A. Vassiliev, *A Comparison of Noise Mapping Methods in Italian and Russian Experiences*, Proceedings Forum Acusticum, Budapest, 2005.