

RETE FISSA DI MONITORAGGIO DEL RUMORE NELL'AREA DI CANTIERE S.RUFFILLO-SAVENA-RASTIGNANO DELLA LINEA FERROVIARIA ALTA VELOCITA' BOLOGNA-FIRENZE

Marco Masoero (1), Carlo Alessandro Bertetti (2), Laura Mattiuzzo (2), Marco Fazzone (3)

- 1) Politecnico di Torino
- 2) Studio Progetto Ambiente srl, Torino
- 3) MaireEngineering S.p.A., Torino

1. Introduzione

La presenza di un ambiente fortemente urbanizzato nell'area di cantiere di "S.Ruffillo-Savena-Rastignano" localizzata nel Comune di Bologna ed interessata dal tracciato della nuova linea ad Alta Velocità Bologna-Firenze e dall'innesto nel Nodo di Bologna, unitamente alla necessità di acquisire informazioni utili per una corretta gestione ambientale del cantiere e di tutela nei confronti delle comunità locali interessate dalle opere, hanno determinato da parte delle amministrazioni locali la richiesta di dotare l'area di una rete fissa di monitoraggio del rumore per tutta la durata della fase di costruzione e per le iniziali verifiche di esercizio.

L'obiettivo di tale rete supera quello della sola verifica di rispetto dei limiti di legge vigenti per porsi quale strumento operativo di conoscenza delle dinamiche a lungo termine e di verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione attuati.

La rete di monitoraggio, composta da cinque postazioni microfoniche fisse a funzionamento continuo e da una stazione meteorologica, è stata installata all'inizio del 2001 ed è tuttora in funzione. I dati rilevati vengono scaricati in automatico su memoria flash, analizzati settimanalmente e riassunti in bollettini per mezzo di indici sintetici.

Gli indici acustici rilevati permettono il controllo dell'evoluzione nel tempo dell'impatto del cantiere, il confronto con i valori di attenzione e i valori limite indicati dalla normativa nazionale. In presenza di superamenti dei limiti di legge è prevista l'attivazione di procedure di emergenza.

2. Caratteristiche della rete

La rete fissa di monitoraggio del rumore installata nei primi mesi del 2001 nell'area di S. Ruffillo-Savena-Rastignano è composta da cinque postazioni localizzate in corrispondenza di ricettori residenziali assunti come punti di controllo dell'esposizione al rumore derivante dalle attività di cantiere.

E' stata inoltre installata, in posizione baricentrica rispetto all'area oggetto del monitoraggio, una stazione di rilevamento meteorologico che permette di rilevare in continuo la direzione e velocità del vento, la temperatura, l'umidità relativa, la pressione atmosferica e le precipitazioni, necessarie alla validazione ed accettazione del dato rilevato (Decreto 16 marzo 1998 [1]), mascherando gli intervalli orari in cui si sono verificate condizioni meteorologiche avverse nel decorso temporale delle misure di rumore, prima di iniziare l'analisi dei dati.

Le cinque postazioni fisse della rete di monitoraggio sono composte da:

- Cabinet stagni dotati di riscaldatore interno con termostato alimentato a 220V;
- Sistema microfonico per esterni dotato al suo interno di segnale di riferimento per calibrare tutta la catena di misura;
- Fonometro integratore/analizzatore real time
- PC palmare provvisto di memoria flash per la memorizzazione dei dati

Le catene di misura utilizzate nelle singole postazioni sono annotate in Tabella 1.

Tabella 1 – Catene di misura delle postazioni della rete

Punto	Strumentazione
RUC-BO-02 RUC-BO-05 RUC-BO-06 RUC-SL-01	Microfono ½" tipo 2541 L&D con protezione antivento e antiuccelli Preamplificatore tipo 2101 L&D Cavo di collegamento cabinet-sistema microfonico per esterni Fonometro integratore mod. 820 L&D Calibratore microfonico mod. CAL-200 L&D
RUC-BO-01	Microfono ½" tipo 2541 L&D con protezione antivento e antiuccelli Preamplificatore tipo 2100 L&D Cavo di collegamento cabinet-sistema microfonico per esterni Fonometro integratore/analizzatore real time mod. 824 L&D Calibratore microfonico mod. CAL-200 L&D

La gestione della rete è affidata al software N&V Works della Spectra s.r.l., software per elaborazione e analisi dati acquisiti con strumentazione Larson&Davis con estensione del modulo base Opt.4 Eventi Sonori. Il software permette un collegamento real time con il fonometro, il calcolo dei Leq totale e parziale con eventuali mascheramenti multipli, l'analisi statistica, l'identificazione automatica degli eventi, la stampa con modelli grafici personalizzabili in archivi, la gestione di documenti integrati con grafici, testi, immagini, file video e file audio.

L'estensione Opt.4 permette il riconoscimento, la gestione e l'elaborazione di specifici eventi di rumore. Le funzioni aggiunte consentono il riconoscimento e l'estrazione degli eventi a partire da misure di profili temporali di livello sonoro.

Alcune delle postazioni della rete infatti ricadono all'interno dell'ambito di pertinenza ferroviaria della linea storica. Ciò ha comportato pertanto il riconoscimento dei transiti ferroviari e il loro isolamento, al fine di scomputare il contributo emissivo della sorgente ferroviaria soggetta ai limiti di legge definiti dal DPR 459/98 [2] dal con-

tributo emissivo dei cantieri, assoggettato invece ai limiti di zonizzazione acustica comunale.

Per poter distinguere il singolo evento ferroviario dal rumore ambientale è stato necessario prevedere un tempo di acquisizione del segnale molto fitto (1") e predisporre un apposito applicativo in DOS denominato FAL01, in grado di permettere di isolare i transiti dei convogli ferroviari e di ricalcolare gli indicatori di rumore.

I risultati delle elaborazioni permettono la produzione di schede di sintesi settimanali che consentono di comporre report bisettimanali o mensili, a loro volta riassunti in termini di tendenze e di bilanci ambientali nei report semestrali e annuali. Il personale tecnico presente sul posto assicura una costante interrelazione tra i fattori causali (le attività di cantiere) responsabili della formazione del clima acustico e la rete di monitoraggio, consentendo altresì una rapida programmazione degli interventi correttivi e di manutenzione.

In conformità alle prescrizioni indicate dal Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", si è avuta premura che la strumentazione non subisse eventi accidentali che ne compromettessero il funzionamento e soprattutto che fosse in possesso dei regolari certificati di taratura rilasciati da laboratori certificatori o dalle case costruttrici, a seguito dei controlli biennali previsti dalla legge (Art. 4).

3. Sintesi dei risultati

Il riepilogo delle misure della singola postazione di monitoraggio, la sintesi degli indicatori di rumore e il confronto con i limiti di legge viene fatto su base settimanale, utilizzando una scheda tipo contenente anche indicazioni in merito al periodo di misura, al controllo della calibrazione, alla conformità al controllo della qualità dei dati, all'accettazione dei dati, alla presenza di condizioni climatiche non conformi ai registri di validità delle misure, pertanto da mascherare nel decorso della misura o che, nel peggiore dei casi, invalidano i dati rilevati (pioggia, neve, nebbia, vento).

La scheda quindi specifica gli indicatori normativi di riferimento rappresentati dai valori limite assoluti di immissione, valori di attenzione, valori di qualità, valori di emissione per la classe di zonizzazione acustica del territorio associata alla postazione della rete e per i periodi di riferimento diurno (6-22) e notturno (22-6).

Gli indicatori di rumore principali riportati sono il LAeqTR, il LAeqTL e il LAeqhMax. Il LAeqTR rappresenta il livello equivalente di rumore sul tempo di riferimento TR (6-22 e 22-6) più alto acquisito nella settimana di misura. Il LAeqTL rappresenta invece il livello equivalente di rumore sul lungo termine coincidente con la settimana di misura. Infine il LAeqhMax è costituito dal valore orario massimo rilevato nel corso della settimana di misura.

Nelle schede vengono riportati anche altri indicatori riferiti al rumore ambientale di ante operam e del rilievo settimanale (livello minimo, livello percentile L95, livello percentile L50, livello percentile L1, n. di eventi, durata totale degli eventi che superano le soglie impostate).

Infine viene data una descrizione sintetica dell'attività di cantiere e delle macchine e attrezzature operanti nella settimana di misura, compilata con l'ausilio del CAVET.

La scheda viene compilata anche nel caso in cui per motivi di ordine tecnico o meteorologico le misure non dovessero risultare valide.

I dati rilevati vengono inoltre sintetizzati in grafici che definiscono le tendenze degli indicatori principali e gli esuberi rispetto ai limiti di legge.

4. Evoluzione degli indicatori

In sei anni di funzionamento pressoché continuativo della rete di monitoraggio ben si evidenzia la dinamica evolutiva degli indicatori acustici di legge in relazione alle attività dei cantieri, finalizzate alla realizzazione della galleria naturale della linea principale che si collega al tratto di competenza del Nodo di Bologna attraverso un viadotto sul Torrente Savena, alla realizzazione delle gallerie artificiali e naturali delle interconnessioni alla linea storica pari e dispari e allo scavo del bypass.

Fin dal primo anno di operatività è stato documentato in continuo, con riepiloghi settimanali delle tendenze, lo stato acustico dei luoghi e il superamento dei limiti di legge, permettendo in tali situazioni di programmare gli interventi correttivi.

La fase iniziale infatti è stata caratterizzata da impatti sul clima acustico piuttosto elevati, in conseguenza della concentrazione delle lavorazioni in esterno e nei primi metri di scavo delle gallerie, segnalando la necessità di adottare degli accorgimenti di tipo gestionale e di riduzione alla fonte del carico emissivo, quali impianti di betonaggio con tunnel afonici, anticipazione delle attività rumorose nelle ore diurne o serali piuttosto che nelle ore notturne, limitazione della circolazione dei mezzi di cantiere in periodo notturno, impedimenti alla circolazione dei mezzi privati sulla pista di cantiere, ecc.). A seguito degli interventi adottati nel corso del 2002 si è assistito in effetti ad un generalizzato miglioramento, in conseguenza certamente anche della riduzione dell'attività dei cantieri per via del blocco degli scavi lungo la galleria principale e, dalla metà dell'anno, anche dell'interconnessione dispari.

In seguito si è manifestata una tendenza alla stabilizzazione del trend evolutivo su valori complessivamente più contenuti rispetto alle fasi iniziali, con qualche fluttuazione intermedia in concomitanza di particolari ed intensive attività locali. A partire dai primi mesi del 2003 infatti si è assistito ad una intensificazione delle attività, in relazione alla ripresa degli scavi sia della galleria principale a fine 2002 sia dell'interconnessione dispari dalla primavera 2003. Lo scavo della galleria principale si è concluso a metà giugno 2005, mentre quello delle interconnessioni è proseguito nel 2006 congiuntamente alla costruzione del viadotto Savena.

In una visione generale della distribuzione degli impatti su tutta l'area di San Rufillo-Rastignano-Savona si constata il perdurare della situazione di criticità del periodo notturno: su quattro delle cinque postazioni la percentuale di esubero dell'indicatore $L_{Aeq,TL}$ (Valore di Attenzione di Lungo Termine) varia in periodo notturno dal 27% al 96% ed è pari al 1% nella sola postazione RUC-SL-01, in virtù del limite assoluto di immissione più elevato (Classe IV anziché Classe III) piuttosto che di un livello di impatto inferiore.

Ciò è da mettere in relazione essenzialmente al funzionamento degli impianti di ventilazione installati a servizio della galleria principale della linea AV Bologna-Firenze e delle due interconnessioni con la linea storica. Il regime di funzionamento dei suddetti impianti è stato regolato dal 2001 ad oggi in relazione alla programmazione degli scavi, proseguiti con alcune interruzioni intermedie in qualche caso anche prolungate nel tempo.

Questa relazione con il funzionamento degli impianti di ventilazione è particolarmente evidente nella postazione RUC-BO-01, sita in posizione dominante sul fondovalle Savona e sull'area del cantiere principale, caratterizzata da un livello di

valle Savena e sull'area del cantiere principale, caratterizzata da un livello di rumore di fondo residuo dominato dalle componenti di origine naturale, a cui si sommano i transiti ferroviari sulla linea storica.

L'andamento nel tempo del LAeq,TL e soprattutto quello dei margini/esuberi rispetto al valore di attenzione di lungo termine (Figura 1) evidenzia bene un calo degli impatti nel corso dell'anno 2002, in conseguenza della prolungata sospensione dello scavo della galleria principale e nel 1° semestre del 2006 con l'apertura del fronte, per effetto del ridotto regime di funzionamento dell'impianto di ventilazione.

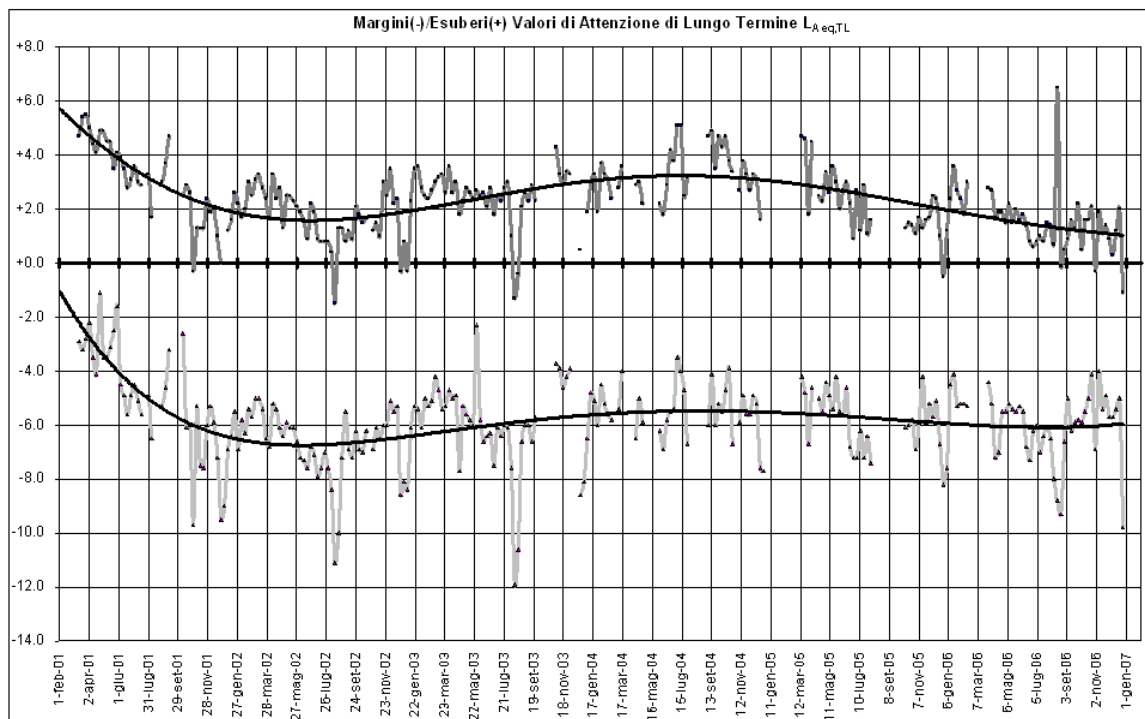


Figura 1 – Andamento dei Margini(-)/Esuberi(+) dei Valori di Attenzione di Lungo Termine LAeq,TL (Postazione RUC-BO-01)

Nel periodo diurno invece si è constatata una situazione di generalizzata conformità ai limiti di legge. In alcune postazioni la conformità è risultata costante per tutto il periodo, in altre si sono verificati occasionali superamenti dei Leq medi giornalieri o settimanali, in concomitanza di fasi di attività molto rumorose svolte a minima distanza dal ricettore, quali getti, scapitozzature, sbancamenti, ecc.

Nella postazione RUC-BO-05 ad esempio, ad inizio settembre 2006 è stato effettuato l'abbattimento dell'argine ferroviario proprio di fronte al ricettore. L'operazione, necessaria ai fini dell'innesto dell'interconnessione pari sulla linea storica e l'approntamento dell'area per la successiva costruzione dei fabbricati pertinenti l'infrastruttura e opere connesse, si è rivelata critica per l'impatto acustico generato nei confronti dell'area residenziale in affaccio al cantiere. Le attività a ridosso del ricettore sono state svolte comunque esclusivamente nel periodo diurno, generalmente tra le ore 7.00 e le 17.00.

Le attività di movimento terra svolte a ridotta distanza dal ricettore hanno prodotto livelli massimi nel periodo diurno pari a + 71.7 dBA con esuberi massimi quindi di 11.7 dBA relativamente all'indicatore LaeqTR e livelli massimi di 65.6 dBA con esuberi massimi di 5.6 dBA relativamente all'indicatore LaeqTR (Figura 2).

E' importante evidenziare che la programmazione dell'attività è stata prevista dal cantiere a partire da settembre, periodo meno impattante rispetto ai mesi da giugno ad agosto, in cui spesso i serramenti delle abitazioni sono tenuti aperti; inoltre il cantiere ha adottato alcuni accorgimenti per limitare le emissioni rumorose. La principale riguarda la modifica del metodo di scavo per l'abbassamento della quota campagna del terreno: inizialmente la lavorazione, a causa anche della compattezza del materiale da asportare, veniva realizzata con martellone demolitore. Visti i livelli di rumore prodotti il cantiere ha provveduto a sostituire l'attrezzo con una sorta di grosso uncino, sempre applicato al braccio di un mezzo d'opera, utilizzato per il rippaggio del terreno, riducendo in questo modo l'impatto acustico dell'attività. Nelle settimane successive si è registrato un decremento dei livelli massimi diurni in conseguenza anche dell'ultimazione delle attività più impattanti quali demolizioni, scavi per posa tubazioni, movimenti terra per rimodellazione terreni, cassature e getti per la realizzazione di muri di contenimento, ecc.

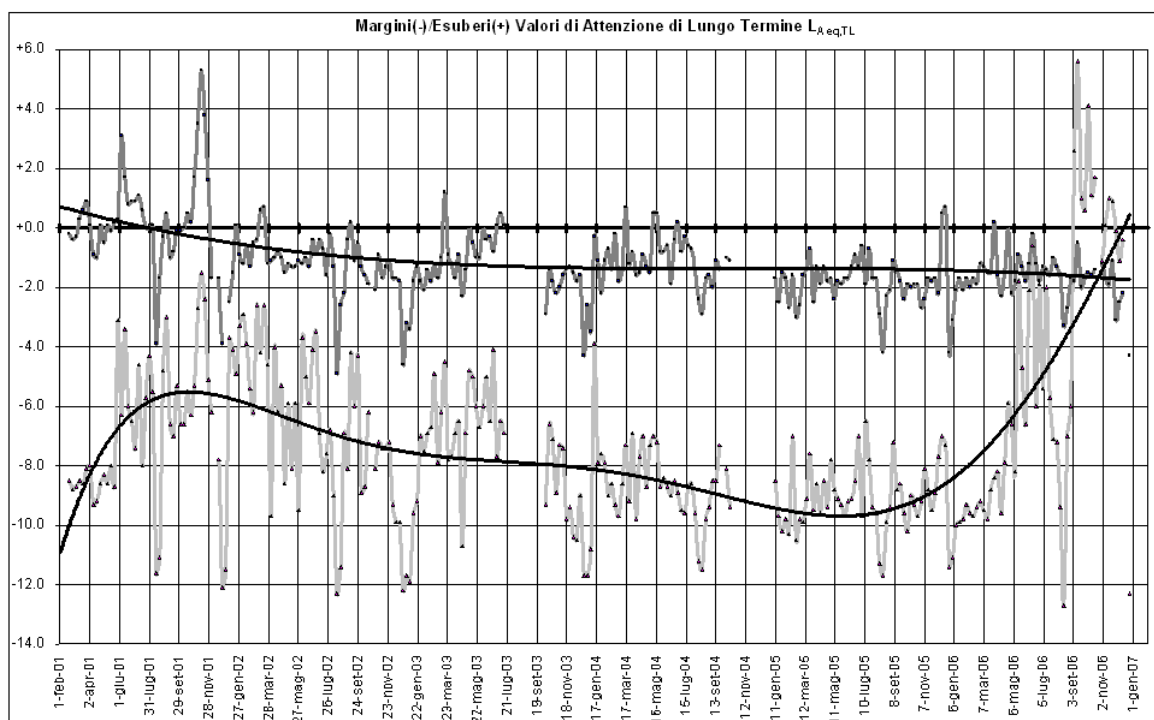


Figura 2 – Andamento dei Margini(-)/Esuberi(+) dei Valori di Attenzione di Lungo Termine L_{Aeq,TL} (Postazione RUC-BO-05)

In un'unica postazione sussiste invece una condizione di superamento diffuso del livello di impatto diurno. Il ricettore (RUC-BO-06) si trova in una posizione particolarmente sfavorevole, affacciandosi sull'imbocco della galleria principale, sull'innesto della linea AV al tratto di competenza del nodo di Bologna e sull'area di cantiere prin-

cipale che ospita le attrezzature e gli impianti fissi del betonaggio, l'area di stoccaggio degli inerti e dello smarino. L'area è pertanto esposta a tutte le attività di approvvigionamento del cantiere e smaltimento dello smarino, carico delle betoniere e movimentazione dei mezzi, ecc. oltre che alle lavorazioni in atto inerenti la realizzazione del viadotto ferroviario sul Torrente Savena.

Nel periodo giugno-settembre 2006 inoltre è stato predisposto nell'area intermodale lo stoccaggio del pietrisco per l'armamento della linea AV per 60000 metri cubi di materiale conferito con autocarri e movimentato con pala gommata.

La confluenza di tutte queste sorgenti ha reso pertanto in questa postazione meno visibile l'effetto conseguente alla temporanea interruzione dello scavo della galleria principale nel 2002 e dell'apertura del fronte nel 2006 (Figura 3).

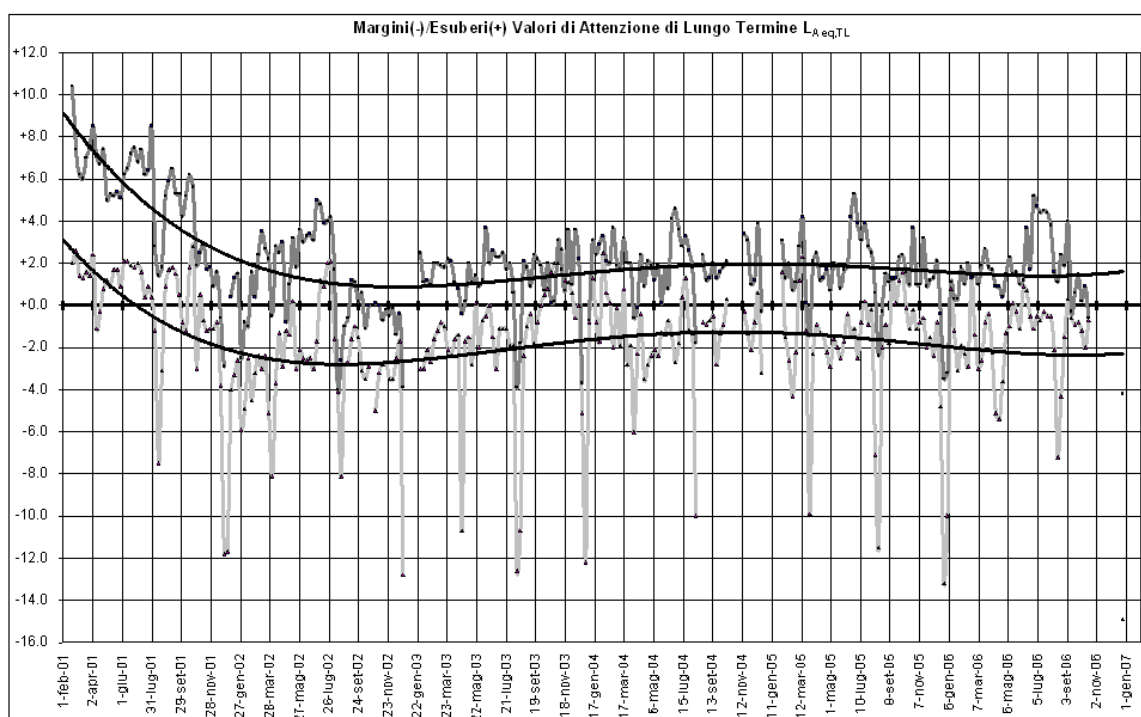


Figura 3 – Andamento dei Margini(-)/Esuberi(+) dei Valori di Attenzione di Lungo Termine LAeq,TL (Postazione RUC-BO-06)

5. Interventi mitigativi

Le azioni prioritarie sono state finalizzate alla riduzione del carico di rumore, con interventi sulle emissioni delle macchine-attrezzature complementari a quelli già attuati, interventi gestionali di redistribuzione nel tempo e nello spazio, laddove attuabili, dei carichi inquinanti. Solo secondariamente, a seguito della constatata insufficienza o inadeguatezza rispetto agli obiettivi di mitigazione, sono stati esaminati interventi sulle immissioni con barriere antirumore mobili o fisse.

In particolare sono stati attuati i seguenti interventi:

- anticipazione delle fasi di caricamento degli inerti con la pala nelle prime ore serali;
- installazione di un cancello automatico in corrispondenza dell'accesso al cantiere per contrastarne l'ingresso ai non addetti ai lavori e l'uso delle piste;
- utilizzo sistematico dei tunnel afonici dell'impianto di betonaggio, nonostante una diffidenza iniziale degli operatori, legata anche ad alcune difficoltà nella chiusura delle porte;
- funzionamento degli impianti di ventilazione a regime ridotto, nelle fasi in cui non erano previste attività di scavo o di rivestimento;
- divieto di transito degli autocarri per il conferimento del materiale di scavo in discarica nelle ore notturne;
- deposito dello smarino in posizione tale da esercitare una funzione di ostacolo tra il cantiere e il ricettore più vicino;
- installazione di barriere antirumore lungo la stessa viabilità di cantiere, a protezione di un consistente nucleo edificato dalle emissioni di rumore prodotte dai mezzi pesanti impiegati nel trasporto dello smarino alle cave e all'approvvigionamento del cantiere.

In seguito alla lamentele di alcuni residenti l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente ha sollecitato ad aprile 2004 alcune opere mitigative delle emissioni acustiche dei macchinari in movimento sul piazzale del cantiere principale. In particolare il cantiere ha provveduto alla realizzazione di una barriera lungo il perimetro dell'area di movimentazione degli inerti prossima all'impianto di betonaggio, al fine di limitare la propagazione diretta delle onde sonore verso il primo fronte residenziale. Soprattutto nel periodo estivo questa sorgente ha provocato lamentele.

Le attività in esterno sono state programmate in periodi dell'anno e in orari tali da arrecare il minor disturbo possibile alla popolazione, modificando dove possibile per esempio le attività di scavo del terreno, passando dall'impiego del martellone demolitore ad un sistema di demolizione per rippaggio con uncino.

L'attuazione dei suddetti accorgimenti ha senz'altro contribuito a contenere gli impatti in concomitanza di una maggiore concentrazione delle attività, in particolare nei periodi di ripresa degli scavi delle gallerie con conseguente intensificazione della movimentazione di mezzi e produttività dell'impianto di betonaggio.

Nei due ricettori più critici RUC-BO-01 e RUC-BO-06 gli esuberi in periodo notturno sono stati in media di 2-4 dBA sia sul periodo di riferimento TR sia sul lungo termine TL. I valori massimi degli esuberi di 6-9 dBA rispetto al valore assoluto di immissione e di 5-7 dBA rispetto al valore di attenzione di lungo termine conseguono in realtà all'applicazione del fattore correttivo per la presenza di componenti tonali.

6. Problematiche di funzionamento della rete

Il primo anno di operatività della rete di monitoraggio è stato caratterizzato da tutte le problematiche di natura tecnologica non prevedibili a monte dell'installazione, vista l'innovazione introdotta dal sistema di acquisizione e registrazione informatica dei dati. Nella maggioranza dei casi è stato possibile risolvere i problemi senza perdita di dati, in altre situazioni è stato necessario sospendere l'acquisizione di alcune postazioni per consentire il ripristino della piena funzionalità.

Negli anni successivi le problematiche di funzionamento della rete non sono mancate, riguardando fortunatamente e non congiuntamente solo alcune delle postazioni.

Il problema principale emerso essenzialmente su due delle cinque postazioni (RUC-BO-01 e RUC-BO-02) è connesso al trasferimento dei dati acquisiti dallo strumento alla scheda di memoria del palmare.

Ogni due settimane la scheda di memoria del palmare con i dati acquisiti dal fonometro viene sostituita da un tecnico istruito in merito alle verifiche e controlli sul corretto funzionamento della strumentazione, eseguendo lo scarico finale dei dati sul computer destinato alle operazioni di validazione, archiviazione ed analisi dei dati.

Il mancato trasferimento dei dati sulla flash card, a volte per difficoltà di comunicazione tra il fonometro e il palmare, a volte a causa di un blocco o dello spegnimento del palmare stesso, ha comportato invece la saturazione della memoria interna del fonometro e la conseguente perdita di dati.

La risoluzione di questo problema ricorrente è stata più volte tentata con la sostituzione del software del palmare o con la sostituzione dei palmari stessi, con un esito positivo ma limitato nel tempo.

D'altra parte, il trasferimento dei dati mediante modem collegato a gps o a linea telefonica in alternativa, risultava troppo lenta per il tipo di acquisizione voluta o eccessivamente costosa.

Un'ulteriore problematica ha riguardato il controllo automatico della calibrazione, effettuata dallo strumento mediante rilevamento di un segnale di riferimento interno al sistema microfonico.

Nella postazione RUC-BO-05 il controllo automatico ha sempre documentato letture del segnale, nell'ambito di un ciclo di misura settimanale, caratterizzate da uno scostamento superiore a ± 0.5 dBA (Art. 3 Decreto 16 marzo 1998), nonostante il controllo manuale della calibrazione, svolto anche a distanza di 6 mesi nel corso della manutenzione ordinaria della rete, non segnalasse anomalie.

Il problema pare essersi risolto solo dopo l'ultima taratura svolta a fine anno 2006, nonostante svariati interventi e sostituzioni di componenti della strumentazione.

Il verificarsi degli inconvenienti tecnici descritti ha comportato comunque una perdita di dati contenuta, senza compromettere la validità dell'analisi dell'impatto acustico generato dai cantieri: per esempio infatti la perdita di dati complessiva è stata pari allo 0.97% nell'anno 2002, pari al 10% nel corso del 2003 e 2004, pari al 13% nel 2005.

Tali dati evidenziano tuttavia un trend negativo di funzionamento della rete dovuto probabilmente ad un invecchiamento della strumentazione, in particolare di cavi e connettori, sui quali la manutenzione ordinaria programmata con cadenza semestrale non prevede interventi specifici.

7. Conclusioni

La rete di monitoraggio di "S.Ruffillo-Savena-Rastignano" rappresenta il primo esempio in Italia di un sistema di monitoraggio in continuo destinato al controllo e alla gestione dell'impatto acustico prodotto da attività di cantiere.

L'acquisizione dei livelli di rumore giornalieri e delle attività di cantiere ha consentito di correlare il livello di impatto alle diverse fasi di attività e di valutare nel tempo l'evoluzione degli indicatori di rumore.

L'ampia estensione dell'area di cantiere e la posizione sfavorevole della maggior parte dei ricettori esposti (posizioni a quote superiori rispetto all'area) non consentono un'applicazione estensiva degli interventi mitigativi, che portino ovunque al rispetto dei limiti di legge. La rete di monitoraggio ha fornito pertanto un utile supporto

all'individuazione di interventi locali, alla loro programmazione nel tempo in relazione alla tempistica dei lavori e alla verifica diretta dei benefici conseguiti.

Il monitoraggio ha in ogni caso evidenziato che l'attuazione di tali azioni correttive non consente ovunque il pieno rispetto dei limiti normativi, ma senz'altro di contenere gli impatti in concomitanza di una maggiore concentrazione delle attività.

Infine sono state documentate le problematiche legate al funzionamento di un sistema di monitoraggio quale quello predisposto per l'area di San Ruffillo-Rastignano-Savena ed emerse su un arco di tempo di 6 anni (2001-2007).

Ringraziamenti

Si ringrazia CAVET SpA per aver consentito l'uso dei dati rilevati.

Bibliografia

- [1] Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- [2] DPR 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".