

IL RUMORE E IL DISTURBO DEI GRANDI CANTIERI IN AREA URBANA. APPLICAZIONE PRATICA DEL MODELLO COMUNICAZIONALE

Marco Masoero (1), Carlo Alessandro Bertetti (2)

- 1) Politecnico di Torino, Torino
- 2) Studio Progetto Ambiente – Società di Ingegneria, Torino

1. Introduzione

Il modello tradizionale dei processi acustici, sia nella teoria sia nelle applicazioni ingegneristiche, tratta il suono come una serie di trasferimenti di energia da fonte a ricevente. Questo modello considera il suono, e dunque l'ambiente acustico, come una entità fisica che può essere studiata e, cosa importantissima, misurata indipendentemente dall'ascoltatore. Il ruolo dell'ascoltatore è quindi quello di soggetto ricevente passivo di energia sonora le cui reazioni al suono attengono poi al campo della psicoacustica. Il classico approccio psicofisico misura la risposta dell'apparato uditivo in modo statistico e, in linea con tale impostazione, formula la legge logaritmica sul rapporto tra la forza dello stimolo e l'intensità della risposta soggettiva (1)

Le attività di cantiere destinate alla realizzazione di grandi opere e infrastrutture in aree urbane, quali passanti ferroviari, metropolitane, gallerie stradali, ecc., quando esaminate sotto il profilo dell'impatto acustico, vibrazionale ed atmosferico, mettono spesso in risalto l'inadeguatezza delle tecniche di controllo e della normativa vigente. La rigida applicazione dei limiti di legge renderebbe queste opere non realizzabili per l'impossibilità pratica di ridurre l'interazione opera-ambiente a valori accettabili.

Le attività di perforazione di micropali per mezzo di sonde, lo scavo delle paratie con idrofrese, il funzionamento di un dissabbiatore fanghi bentonitici in area urbana, ecc. possono determinare sulle facciate degli edifici più vicini livelli di rumore orari ampiamente superiori a 80 dBA, con punte di 85-90 nei casi più sfavorevoli. La reazione soggettiva al rumore in questo "range" di livelli, che invade il campo di esposizione in ambiente di lavoro, non è sufficientemente dettagliata o contemplata nei metodi tradizionali di inchiesta sociale. I limiti normativi del rumore previsti dalle leggi regionali (70 dBA nella Regione Emilia Romagna, 75 dBA nella Regione Piemonte, ...) sono in ogni caso ampiamente superati e le autorizzazioni in deroga rilasciate dalle Amministrazioni Comunali difficilmente vengono concesse per livelli superiori a 80 dBA in condizioni di massimo disturbo.

L'Impresa responsabile dei lavori e il capocantiere si assumono spesso il rischio di vedersi comminate sanzioni da parte dei vigili o denunce alla magistratura per disturbo della quiete pubblica.

In analogia al rumore, esistono attività quali ad esempio quelle di demolizione con martelli pneumatici (scapitozzatura delle paratie, ecc.) che determinano livelli di vibrazione ampiamente superiori alla soglia di sensibilità umana e agli standard applicabili in aree industriali.

La necessità di realizzare le opere in nome di un interesse collettivo e di innegabili vantaggi futuri non può e non deve essere la motivazione per non pensare a come elevare la "performance" ambientale generale dell'intervento. E' necessario sperimentare nuovi approcci al problema che vadano "al di là" dei regolamenti e degli indicatori di disturbo tradizionalmente considerati nelle valutazioni di impatto acustico, ponendo al centro le necessità reali e le richieste della popolazione esposta.

Accanto alle variabili acustiche, quelle non acustiche come la sensibilità al rumore, l'attitudine verso la sorgente, la percezione di poter controllare o meno la sorgente stessa, ecc. sono in grado di spiegare una parte sostanziale della varianza dell'annoyance dovuta al rumore (2).

Gli stessi piani di monitoraggio, nati per misurare gli indicatori ambientali e verificare l'evoluzione temporale, il rispetto dei limiti di legge o delle soglie di emergenza, sono uno strumento che quasi mai consente un intervento rapido e anticipatore delle istanze della popolazione.

Mentre il modello di trasferimento di energia tratta l'ambiente acustico in modo obiettivo e propone misure oggettive di rumore, il modello del paesaggio sonoro sceglie di porre al suo centro l'ascoltatore e perciò può essere considerato un modello soggettivo: la "misura" del rumore è qualitativa e basata su un giudizio percettivo. L'efficacia di questo modello può essere attribuita alla posizione di primo piano assegnata all'individuo

Rispetto al trasferimento uni-direzionale da fonte a ricevente, il modello del paesaggio sonoro si caratterizza per una relazione equilibrata, bi-direzionale tra ascoltatore e ambiente sonoro.

Il modello del paesaggio sonoro può essere efficacemente interfacciato ad un modello comunicazionale, secondo la definizione data da Truax (03), dove la comunicazione acustica è considerata un sistema in cui viene creata e scambiata informazione partendo dall'ascolto e dalla valutazione critica. Un aspetto particolarmente positivo di questo modello rispetto agli altri è la possibilità di seguire gli effetti sotto forma di schemi comportamentali, interrelandoli ai livelli di rumore rilevati dal sistema di monitoraggio, a cui far seguire i più opportuni interventi.

2. I limiti della tecnologia e delle mitigazioni cantierabili

In cantiere possono arrivare macchine e attrezzature di ultima generazione, omologate e in regola con i limiti di emissione prescritti in sede europea, con motori e scappamenti silenziati, ma in molti casi sono le lavorazioni a produrre rumore: l'azionamento della benna in fase di scavo, la demolizione di una testa di paratia, l'infissione di un micropalo. Lo svolgimento in sicurezza delle lavorazioni non permette inoltre l'uso di barriere in prossimità degli utensili o interventi complementari

sulle macchine. Le barriere mobili sono in sostanza una tecnica che compare abitualmente negli elenchi degli interventi di mitigazione, ma che raramente garantisce prestazioni di un qualche interesse pratico.

Le barriere antirumore al perimetro del cantiere, anche se di altezza ragguardevole (6-7 m), non determinano benefici apprezzabili ai piani alti degli edifici a fronte di fondazioni o basamenti impegnativi e che possono anche non essere compatibili con gli spazi a disposizione o con la necessità di parzializzare l'area di cantiere. Soluzioni più drastiche, quali ad esempio la predisposizione di ponteggi schermanti davanti agli edifici, oltre alla rilevanza dei costi, non sono favorevolmente accolte dalla popolazione residente. La realizzazione di barriere con "top" inclinati o di sistemi di protezione bidimensionali non sono inoltre sempre possibili, in particolare quando le opere da realizzarsi sono in pratica a filo del marciapiede, con spazi laterali esigui e possibili interferenze con gli sbracci o le oscillazioni delle attrezzature.

La Figura 1 a titolo di esempio riporta le misure svolte per la Linea 1 della Metropolitana di Torino nella fase di realizzazione dei micropali per il consolidamento del terreno in prossimità degli edifici. A 1.5 m dal piano campagna, in corrispondenza del passaggio pedonale tra l'edificio e la barriera antirumore fonoassorbente di altezza 3 m, sono stati rilevati in fase di scavo 90 dBA., 94 dBA Lmax e 112 dBA Lpeak.

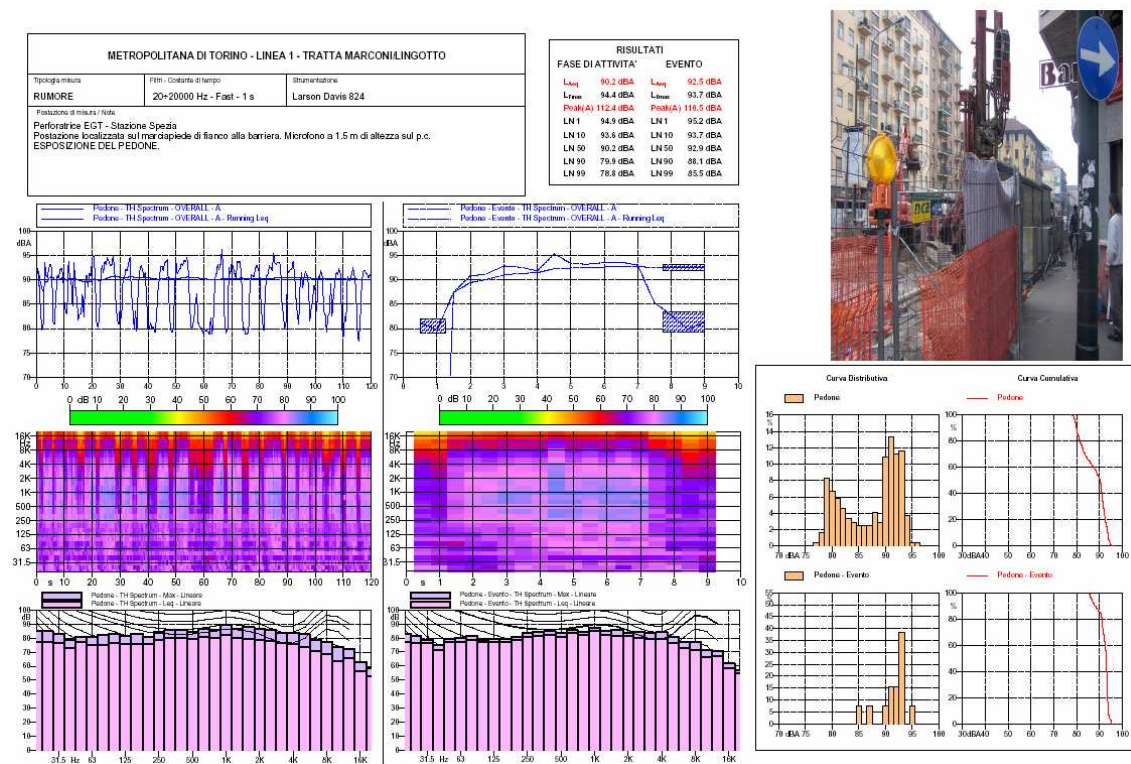


Figura 1 – Misure rumore prodotto dalla fase di realizzazione dei micropali a circa 3 m dal filo facciata. Microfono a 1.5 m dal p.c.

3. Gli spazi per l'innovazione

Considerando i sempre minori margini di miglioramento sulle emissioni e la limitata efficacia degli interventi di mitigazione, il campo di sperimentazione più promettente è quello che mette al centro del problema l'uomo.

La direzione lavori della Metropolitana di Torino sta applicando un modello sperimentale-comunicazionale che pone le basi per sviluppare e approfondire in altre realtà italiane due tematiche applicative:

- modalità di lavorazione e responsabilizzazione degli addetti;
- informazione, comunicazione e assistenza alla popolazione esposta.

Il modello comunicazionale è stato introdotto, successivamente alla definizione del Piano di Monitoraggio Ambientale PMA, nell'ambito delle responsabilità della Direzione Lavori Ambientale che supporta il Direttore dei Lavori per tutto ciò che riguarda gli adempimenti ambientali del progetto della Metropolitana di Torino.

3.1 Modalità di lavorazione

Il controllo del comportamento degli addetti è una azione mitigativa preventiva a costo zero che può dare esiti molto soddisfacenti. Tutti possono contribuire a ridurre l'impatto ambientale del cantiere e il risultato è tanto migliore quanto più la squadra di cantiere agisce sinergicamente.

La prima regola è evitare comportamenti/azioni inutilmente disturbanti da parte degli operatori nonchè spostamenti, avviamenti o altro scorrelati dalla produzione. Per quanto attiene al rumore, i consigli pratici hanno riguardato:

- avviamento graduale delle attività all'inizio del turno lavorativo mattutino 6-7;
- non tenere i motori o le attrezzature accese quando non ce n'è bisogno;
- non sbattere ma posare;
- non far cadere i materiali dall'alto;
- evitare percorsi o manovre inutili;
- definire aree in cui è proibito il passaggio degli addetti al fine di eliminare l'uso degli avvisatori acustici dei mezzi in retromarcia;
- ecc.

Queste e altre semplici regole, consolidate all'interno di procedure operative, sono state estese anche alle aziende subappaltatrici, ai fornitori di servizi e sono state introdotte nella squadra di cantiere per mezzo di una specifica attività di formazione/addestramento del personale. E' sempre da considerare con attenzione il fatto che, nei confronti del giudizio che esprime la popolazione esposta, le disattenzioni di pochi possono vanificare il lavoro di tanti.

Uno dei temi più interessanti riguarda l'organizzazione della produzione del rumore. La popolazione residente al contorno delle aree di cantiere riceve un insieme di suoni che si sovrappongono in modo casuale al clima acustico locale (modificato dai lavori in corso) generando ciò che comunemente viene definito rumore e avvertito soggettivamente come fastidio o "annoyance". A prescindere da casi particolari riferibili a categorie di soggetti che svolgono attività lavorative simili a quelle che generano disturbo, o a comunità che da generazioni traggono la principale fonte di sostentamento da attività correlate alle costruzioni (cave, lavorazione pietra, ecc.), la risposta sog-

gettiva è negativa e diventa conflittuale nel caso in cui l'inizio delle lavorazioni interessa le prime ore della mattina, dalle 6:00 alle 7:00, o le ore serali.

Esiste la possibilità di regolare le modalità di emissione o le caratteristiche spettrali delle emissioni dei macchinari in modo tale da fare pervenire ai ricettori esposti dei suoni meno disturbanti?

Per la Metro di Torino, a seguito di segnalazioni da parte di alcuni residenti che lamentavano un risveglio anticipato a causa dell'inizio delle attività del cantiere, è stato ad esempio sperimentata con successo una modalità operativa che, senza nulla togliere all'efficienza delle lavorazioni e della produzione, ha permesso di azzerare il malcontento. Si è trattato in particolare di stabilire una sequenza di inizio delle lavorazioni basata sui seguenti criteri base:

- evitare attività o operazioni che determinano rumori impulsivi;
- accensione degli impianti (gruppo generatore, idrofresa, dissabbiatore, kelly, ..) con il minimo anticipo rispetto alle necessità di riscaldamento delle macchine e di produzione;
- accensione degli impianti secondo una sequenza prestabilita, iniziando dalla idrofresa al minimo n. di giri, per poi passare al gruppo elettrogeno, ecc., in modo tale da determinare un innalzamento progressivo del rumore di fondo;
- ad avvenuto riscaldamento, inizio delle lavorazioni da parte degli impianti principali;
- le ultime lavorazioni a partire, qualora presenti, sono quelle caratterizzate da emissioni tonali e discontinue.

Se l'attacco deve esser graduale e distribuito in un intervallo di durata pari ad almeno un'ora, la discesa a fine giornata può essere più ripida, ma anch'essa con un profilo decrescente.

3.2 Collaudi acustici preventivi

Il controllo delle modalità di lavorazione e del perseguimento degli obiettivi (accettazione del disturbo da parte della popolazione e rispetto dei limiti autorizzati in deroga) deve essere affidato in primo luogo ad un collaudo acustico, da programmare all'entrata in esercizio del cantiere o della lavorazione, al fine di adottare tempestivamente le migliori tecnicamente possibili per ridurre le cause di disturbo. Al collaudo preventivo della Direzione Lavori può seguire il collaudo ufficiale organizzato con la partecipazione del Comune e dell'ARPA.

3.3 Monitoraggio

L'autorizzazione in deroga di grandi opere in area urbana è generalmente condizionata alla realizzazione di un sistema in monitoraggio in continuo o di misure di rumore ad intervalli regolari. Il monitoraggio in continuo per tutto il tempo in cui permangono le attività critiche è più efficace, permettendo alla Direzione Lavori di acquisire informazioni sul rispetto delle procedure antirumore, di identificare le cause accidentali del superamento e di dimostrare al Comune il rispetto dei limiti autorizzati in deroga.

La Figura 2 evidenzia tre casi tipici: a) carico di rumore sostanzialmente conforme al noise budget; b) carico di rumore eccedente al noise budget in un intervallo pre-

serale; c) carico di rumore molto superiore al noise budget causa necessità del cantiere di concludere il getto del pannello di paratia. La popolazione residente era stata informata di queste eventualità.

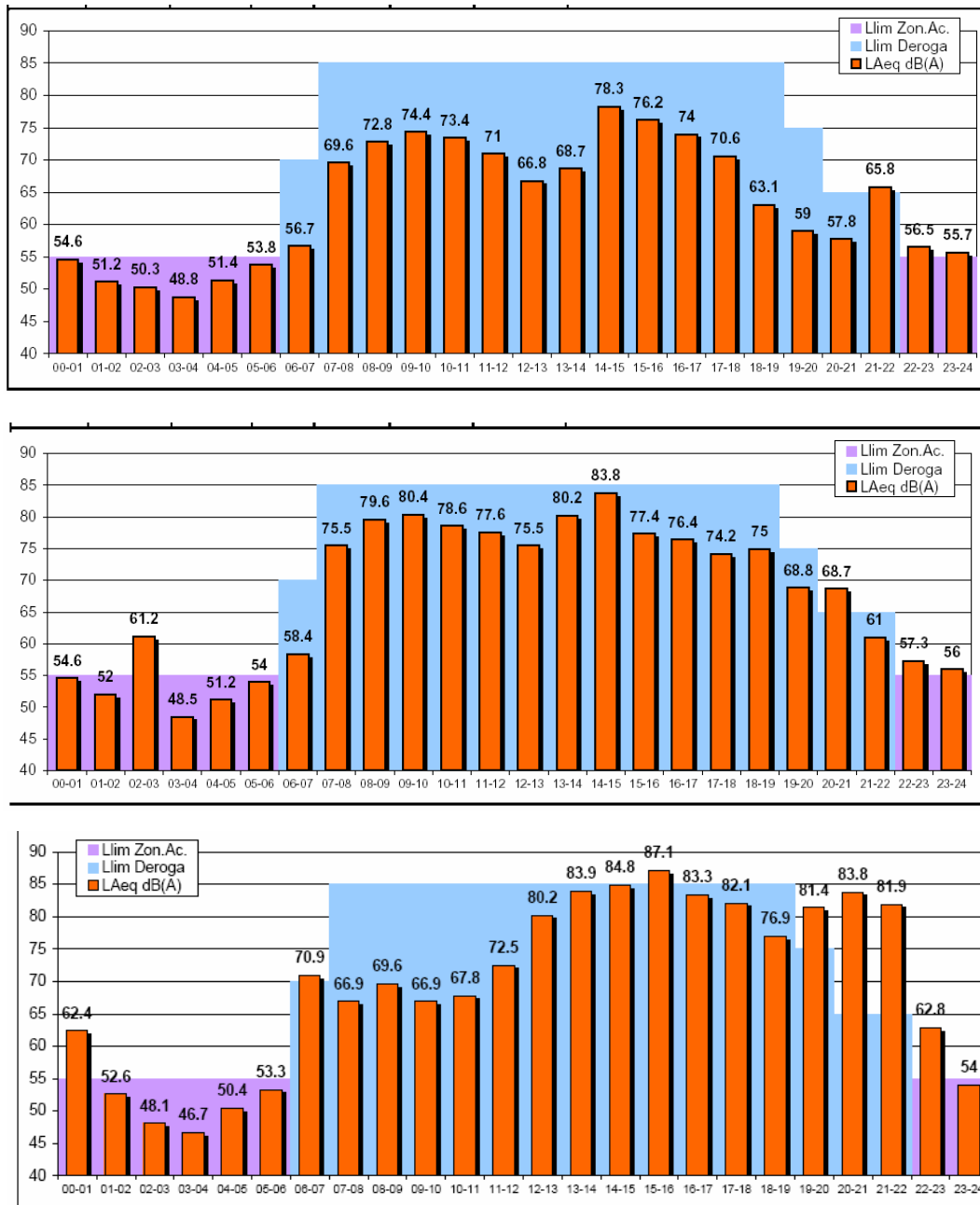


Figura 2 – Confronto tra valori misurati dalla postazione di monitoraggio in continuo e limiti autorizzati in deroga. A) Conforme; B) eccedenza pre-serale; C) eccedenza pre-serale causata dal prolungamento delle attività

3.4 La figura del “mediatore ambientale”

Le esigenze contrapposte, da un lato quella dell’Impresa di lavorare e portare positivamente a termine i lavori e, dall’altro, quella della popolazione esposta che rivendi-

ca il diritto a non essere disturbata oltremisura, non sono conciliabili all'interno di una conduzione tradizionale delle attività scarna di comunicazione e di feedback.

I problemi principali da affrontare sono l'informazione preventiva al cittadino, la comunicazione nel corso dei lavori e l'assistenza alla popolazione potenzialmente coinvolti dai lavori.

L'informazione sui lavori, cosa e come verranno realizzate le opere, la durata dei lavori, le problematiche ambientali correlate alla fase di costruzione, ecc. può essere svolta inizialmente con metodi tradizionali (volantinaggio in buca, annunci sui quotidiani locali, ecc.) e informatici (sito web, numero verde, ecc.). La comunicazione nel corso delle lavorazioni più importanti e disturbanti deve essere specifica e non generica, con spiegazioni in linguaggio divulgativo sulle lavorazioni, e sugli effetti attesi, sui sistemi di controllo e di monitoraggio adottati. E' necessario evitare che nascano inutili preoccupazioni legate alla sicurezza qualora un fenomeno fisico, ad esempio le vibrazioni, diventa avvertibile fisicamente.

L'assistenza alla popolazione ha una duplice valenza, permettendo da un lato di raccogliere dati e notizie in merito ai fenomeni di inquinamento correlati ai lavori, alle attrezzature più rumorose, alla conduzione del cantiere, alla efficace adozione dei protocolli di lavorazione e, dall'altro, di filtrare le lamentele.

La maggior parte degli esposti deriva dalla necessità di comunicare il proprio disagio a qualcuno in grado di ascoltare e di intervenire in tempi certi sulla causa, cercando di porre rimedio alla specifica situazione di disturbo.

E' stato sperimentato che il mediatore ambientale ha nella maggioranza dei casi un ruolo attivo nel processo di normalizzazione della situazione, tanto più efficace quanto più è rapido l'intervento, evitando all'Impresa azioni da parte degli organi di controllo con le relative sanzioni e eventuale revoca dell'autorizzazione in deroga.

Una procedura applicata a Torino consiste nella selezione di persone residenti nell'ambito di interazione dei lavori, definiti per semplicità "testimoni acustici", che diventano il riferimento principale per il responsabile dell'attività di mediazione ambientale.

I testimoni acustici vengono selezionati in base alla localizzazione della loro residenza e principalmente in base al profilo di esposizione. Si cerca sempre di identificare un rappresentante delle classi di età non attive, ad esempio un pensionato, e un rappresentante di una fascia di età attiva.

La motivazione è intuitiva: i residenti non più attivi sono generalmente soggetti ad esposizioni su tempi più lunghi e su di essi insorgono disagi dovuti alla dose di rumore assorbita dal mattino alla sera. I residenti attivi, viceversa, manifestano specifica irritazione al disturbo nella fascia mattutina e serale.

Accanto a questi comportamenti tipici si colloca una casistica molto più complessa di casi singolari per i quali il disturbo è correlato allo stato di salute (malati, ecc.), al tipo di lavoro svolto (lavoratori notturni), a interessi economici, ecc. per i quali l'azione deve essere di volta in volta calibrata.

I testimoni acustici vengono in primo luogo intervistati al fine di esaminare lo stile di vita, lo stato di salute con riferimento all'udito, il tipo di fruizione degli spazi domestici, le condizioni di esposizione e di isolamento dell'alloggio in cui vivono (zona giorno con TV, zona notte, ecc.), le abitudini all'ascolto sonoro, la presenza di fobie acustiche, i ricordi sonori dell'area urbana in cui vivono, ecc. Viene in sostanza com-

pilata una scheda che nelle fasi successive delle consultazioni dirette o indirette viene integrata con le informazioni recepite.

La consultazione avviene a cadenze regolari, intensificate nei periodi in cui l'attività di cantiere è più intensa e potenzialmente più disturbante, al fine di ricevere informazioni dirette sull'andamento dei lavori visto dall'esterno e sul disturbo da essi arrecato. Le informazioni fornite possono rivelarsi estremamente utili per affinare il sistema di autocontrollo sui lavori, in particolare quando la segnalazione riguarda comportamenti, fasi di attività, macchine o attrezzature rumorose.

3.5 La Direzione Lavori Ambientale

La Direzione Lavori Ambiente svolge attività di supervisione nei confronti dell'Impresa al fine di garantire al Committente che lo svolgimento dei lavori avvenga nel rispetto delle leggi vigenti e delle specifiche ambientali di capitolato, con lo scopo di perseguire l'obiettivo generale di minimizzare l'impatto dei lavori sulla città e sulla popolazione residente. Per quanto riguarda il rumore, le mansioni principali del "Noise Manager" sono:

- controllo sugli adempimenti ambientali che l'Impresa è tenuta a rispettare in relazione alle leggi nazionali e normativa tecnica di settore;
- controllo sugli adempimenti ambientali che l'Impresa è tenuta a rispettare in relazione a quanto prescritto dalla delibera di VIA;
- supervisione sulle attività di monitoraggio inserite nel Piano di Monitoraggio Ambientale approvato dal Comune e dall'ARPA;
- verifica dei report di misura del PMA;
- controllo con metodi diretti o indiretti, nei casi ritenuti significativi, dei risultati forniti dall'Impresa;
- verifica collaudo acustico dei cantieri.
- controllo attuazione interventi di mitigazione;
- comunicazione con i testimoni acustici e i residenti, verifica del disturbo, analisi dei feedback agli interventi attuati dal cantiere.

Per quanto riguarda l'interfaccia con gli enti di controllo la DL Ambiente assume il ruolo di interlocutore con il Servizio VIA e con ARPA. L'interazione con gli enti di controllo ha lo scopo di:

- inoltrare le comunicazioni sulla programmazione delle indagini ambientali;
- fornire lo stato di avanzamento dei controlli ambientali, delle problematiche emerse e delle eventuali necessità di correggere "in progress" la strategia di controllo o di verifica ambientale;
- comunicare specifiche richieste dell'Impresa correlate alle attività di monitoraggio;
- esaminare le criticità emerse a seguito delle attività di monitoraggio.
- definire le proposte e i provvedimenti tecnici e gestionali per la risoluzione delle criticità
- condividere, in caso di criticità, eventuali azioni di intensificazione dei controlli complementari a quelli individuate dal PMA

Con modalità autonome ma sinergiche rispetto alle azioni precedentemente indicate la DL Ambiente attua inoltre la validazione dell'efficacia delle misure di protezione ambientale svolgendo specifiche misure di controllo e monitorando in modo sistematico le segnalazioni pervenute dalla popolazione.

3.6 Procedure per la gestione delle emergenze

Alcune fasi di attività del cantiere possono essere particolarmente critiche a causa delle necessità di operare in continuo anche in periodo notturno. Questa situazione si presenta, ad esempio, nei cantieri di scavo delle metropolitane con TBM (Tunnel Boring Machine) il cui avanzamento è continuo per motivi di sicurezza e richiede il funzionamento di una complessa macchina produttiva che deve garantire la fornitura di calcestruzzo, la ventilazione della galleria, il calaggio dei conci, il sollevamento dello smarino.

In questi casi è necessario prevedere la gestione delle emergenze, ossia di quelle situazioni in cui si verifica un sistematico superamento dei limiti autorizzati LA o i residenti, singoli o organizzati, nonostante gli interventi attuati dall'Impresa e i controlli della DL, evidenziano direttamente all'Ente Pubblico una situazione di disturbo ritenuta soggettivamente non accettabile. La gestione delle emergenze si basa sulla definizione di procedure operative di intervento che coinvolgono l'Impresa, la Direzione Lavori, il Comune e l'ARPA. La procedura prevede l'attuazione di interventi di tipo ordinario (Stage I), la conseguente verifica dei feed-back tramite consultazione dei residenti e, in caso di perdurare del disturbo, l'attuazione di interventi straordinari (Stage II). Questi ultimi includono interventi sui ricettori. La Figura 3 contiene un Flow Chart della procedura di emergenza adottata per il cantiere principale della Metropolitana di Torino.

4. Conclusioni

La gestione del disturbo determinato dai cantieri destinati alla realizzazione di grandi opere in area urbana è una complessa operazione che deve essere coordinata tra soggetti aventi interessi diversi (Committente, Impresa, Direzione Lavori, Comune) ma accomunati dall'obiettivo di portare al termine i lavori. In ragione di questo obiettivo gli strumenti classici a disposizione di tipo ingegneristico (mitigazioni acustiche, ecc) possono essere affiancati da altre tecniche in grado di intervenire direttamente sulla popolazione esposta. I principali spazi per l'innovazione nella gestione dei cantieri riguardano le modalità di conduzione dei lavori, l'organizzazione del carico di rumore, i collaudi acustici preventivi e la gestione delle reti di monitoraggio del rumore, l'introduzione nella Direzione Lavori della figura del "noise manager, che svolge nei confronti dei testimoni acustici e dei cittadini il ruolo di "mediatore ambientale", con la responsabilità attivare in caso di necessità la procedura di gestione delle emergenze.

E' importante che alla comunicazione del disturbo da parte dei testimoni acustici o dei cittadini segua la possibilità di intervenire sulla causa, anche in modo parziale, mediante specifiche azioni correttive. In caso di inadempienza da parte dell'Impresa il Direttore dei Lavori, su indicazione del "noise manager", predispone appositi ordini di servizio. Ciò permette di creare consenso al di là dell'evidenza dei dati previsionali o sperimentali rilevati della rete di monitoraggio, minimizzando le proteste e gli interventi sanzionatori da parte dell'autorità competente.

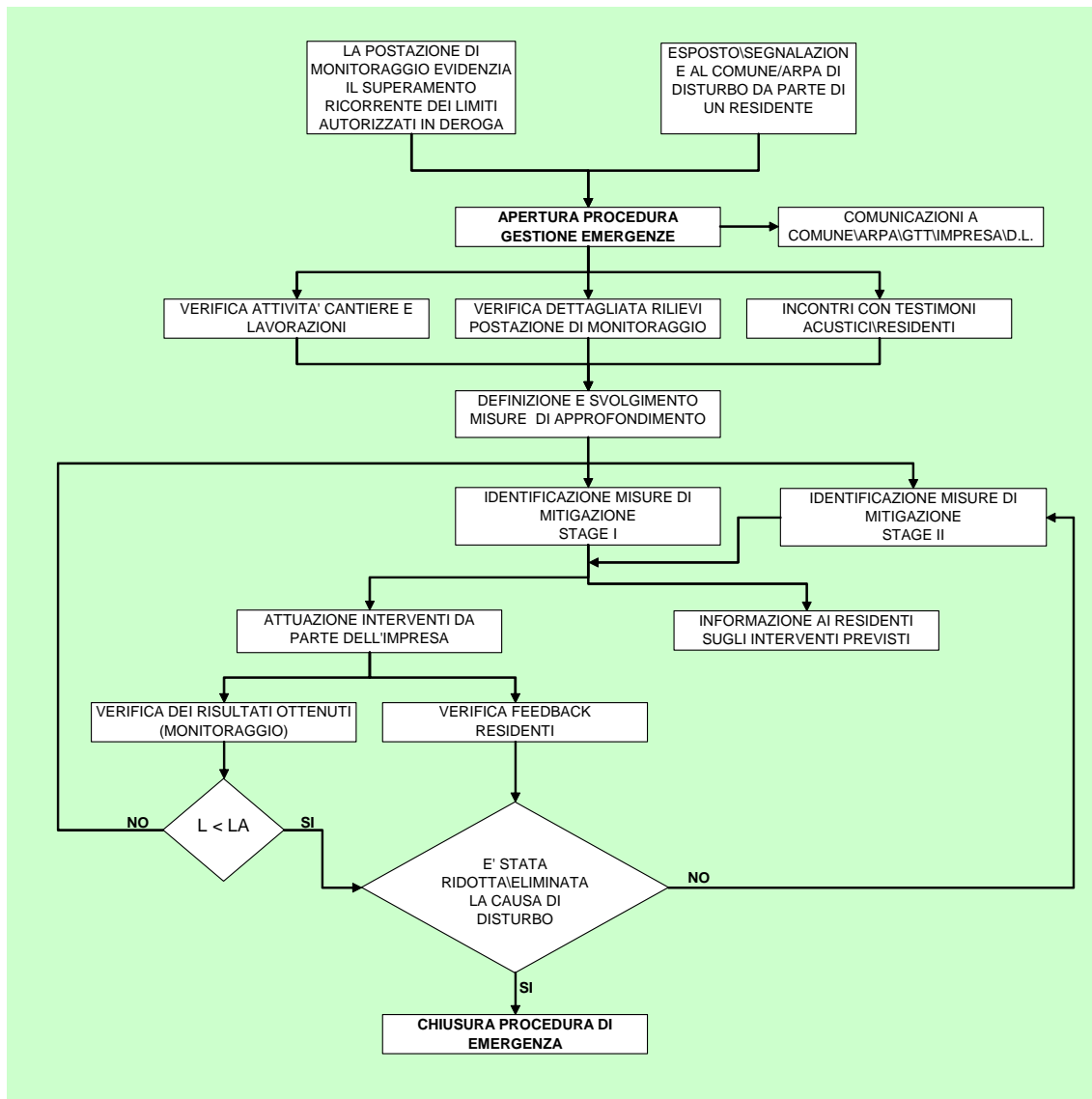


Figura 3 – Flow Chart gestione delle emergenze

5. Bibliografia

- [1] J.G. Roederer, “introduction to the physics and psychophysics of music, 1975.
- [2] D.Bertoni, A.Franchini, “Effetto di variabili non acustiche sulla riduzione dell’annoyance da rumore”, Rivista Italiana di Acustica, Vol. 31, n. 3-4 Luglio-Dicembre 2007
- [3] B.Truax, “Soundscape, acoustic communication and environmental sound composition”, Contemporary Music Review 15, 1996, pp. 49-65

Ringraziamenti

Una parte rilevante delle possibilità di controllo del rumore precedentemente indicate, e gli esempi illustrati, derivano dalla gestione ambientale delle attività di costruzione della Metropolitana di Torino, Linea 1 Lotto 2. Si ringraziano GTT SpA, la Direzione

Lavori SYSTRA-Geodata-MM-Studio Quaranta, l'ATI GHELLA-
MAIREENGINEERING per la collaborazione alla sperimentazione.