

UTILIZZO DI MISURE DI CONTROLLO MEDIANTE SMARTPHONE PER L'INDIVIDUAZIONE DI PUNTI OTTIMALI PER IL MONITORAGGIO ACUSTICO

Antonino Di Bella, Lisa Battagliarin

Dipartimento di Ingegneria Industriale – Università degli studi di Padova, Padova, antonino.dibella@unipd.it, lisa.battagliarin@unipd.it

SOMMARIO

Lo svolgimento di misure acustiche non presidiate necessita di particolari accorgimenti e di un'approfondita conoscenza del contesto in cui si verrà ad operare per ridurre il più possibile le condizioni aleatorie e le accidentalità che possono verificarsi nel corso delle indagini sulla rumorosità ambientale. In questo lavoro viene presentato il protocollo per la definizione di una campagna di misure mediante smartphone finalizzata all'individuazione di punti ottimali per il monitoraggio acustico e la successiva installazione di centraline permanenti.

1. Introduzione

La misurazione partecipativa dei livelli sonori ambientali mediante applicazioni per smartphone ha riscosso notevole interesse negli ultimi anni. L'utilizzo di protocolli di misura semplificati di questo tipo ha l'immediato vantaggio di non richiedere apparecchiature specifiche o conoscenze particolarmente approfondite nell'impiego delle strumentazioni fonometriche. Tali protocolli sono necessari per ridurre l'inevitabile dispersione dei dati misurati mediante apparecchiature non specificamente concepite per questo scopo e si basano sulla riduzione delle condizioni aleatorie, sulla serialità delle acquisizioni e sul confronto interno di serie di dati per la successiva analisi statistica.

Gli stessi metodi possono tuttavia essere anche d'ausilio alla preparazione di attività di monitoraggio di lunga durata, ad esempio attraverso la raccolta di dati mirati all'individuazione dei punti ottimali per l'installazione di centraline permanenti o semi-permanenti.

2. Esigenze di analisi e protocollo operativo

La ricerca qui presentata costituisce solo una parte di un più ampio programma di indagine sul rumore ambientale in contesti urbani complessi, in cui il rumore da traffico costituisce solo uno degli elementi rilevanti al fine della caratterizzazione acustica e, in particolari situazioni che si manifestano con periodicità, non il più rilevante tra quelli presenti. Proprio a causa di questa commistione nell'ambito territoriale di analisi di sorgenti da traffico veicolare di superficie, da attività produttive (fisse e mobili) e di contributi antropici, lo scenario risulta molto complesso e la valutazione del contributo delle singole sorgenti può avvenire solo con metodi indiretti e non attraverso un'analisi puntuale.

In prospettiva dell'installazione di centraline di monitoraggio permanente e semipermanente, è stato elaborato un protocollo per l'individuazione di un numero congruo di possibili posizioni di misura in cui fosse chiaramente analizzabile il rumore da traffico veicolare di superficie in modo da poter procedere agevolmente al suo scorporo per evidenziare sia i contributi dovuti alle attività produttive, sia le componenti aleatorie imputabili ai contributi antropici.

Dovendo operare all'interno di un'area urbanizzata vasta (circa 8 km²), risulta evidente la necessità di un'indagine preliminare per l'individuazione di punti ottimali di monitoraggio basata sulla combinazione di diversi livelli di analisi, che vanno dalla distanza e distribuzione dei ricettori sensibili rispetto alle diverse tipologie di sorgente in esame, alla possibile influenza

della morfologia urbana, dall'accessibilità dei luoghi alla rappresentatività stessa dei punti di misura per la valutazione delle sorgenti specifiche, avendo come riferimento i contenuti delle norme UNI 10855 [1] e della norma UNI 11143-1 [2].

È stata quindi pianificata un'estesa campagna di misura mediante l'utilizzo di strumentazione a basso costo per poter effettuare una selezione dei punti individuati per l'installazione dei sistemi di monitoraggio attraverso la comparazione di indici rappresentativi del livello del rumore da traffico in relazione alla qualità acustica percepita.

3. Strumenti e metodi

Per le indagini sul campo è stato utilizzato uno smartphone Android dotato dell'applicazione OpeNoise [3,4], calibrato presso la camera riverberante del laboratorio di acustica LabAcus del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli studi di Padova per confronto con un fonometro integratore in Classe 1 nella misura di una sorgente sonora di riferimento conforme alle prescrizioni della norma ISO 6926 [5]. Il guadagno microfonico così ottenuto, pari a +10,1 dB, è stato mantenuto per tutte le successive misurazioni effettuate per mezzo dello smartphone. Nel corso delle misure lo smartphone è stato posizionato mediante un cavalletto a 1,2 m di altezza e disposto orizzontalmente in direzione della sorgente prevalente del sito analizzato. La durata prefissata dei rilevamenti è stata impostata su 15' per le misure di controllo e di 60' per le misure nei siti in cui era necessaria un'analisi estesa. Il parametro registrato è il livello continuo equivalente al secondo, $L_{Aeq,1s}$.

4. Misure effettuate

Sono stati selezionati 11 siti nel medesimo contesto urbano ed effettuate 168 misure tra l'11 gennaio e il 28 marzo 2021, con una media di 15 misure per sito. 127 misure sono state effettuate in giorni feriali e 41 nel fine settimana. Del complesso delle misure effettuate, 117 sono di controllo (15') e 51 sono di durata estesa (60'). Tutte le misure sono state effettuate nel periodo diurno.

La campagna di misura si è svolta nel periodo di vigenza del DPCM 3/11/20 e s.m.i. per il contrasto della diffusione del virus COVID-19 [6] e che prevedeva l'istituzione di zone con diversi livelli di limitazioni nei movimenti degli individui e nello svolgimento di attività commerciali. Ne risulta che 58 misurazioni sono state effettuate in condizioni di zona "gialla", 58 di zona "arancione" e 52 di zona "rossa".

5. Analisi dei dati

Lo scopo principale dell'analisi è di individuare quali tra i siti selezionati presenti la migliore correlazione tra diversi parametri sintetici espressi in base oraria. Sono stati quindi calcolati gli indici HARMONICA (HRM) [7], Intermittency Ratio (IR%) [8], Traffic Noise Index (TNI) [9], Noise Pollution Level (NPL) [10]. Benché le misure siano state effettuate in condizioni controllate con uno smartphone calibrato, la comparazione tra i livelli continui equivalenti misurati non è significativa per la variabilità del contesto. L'indice HRM e le sue due componenti che descrivono il rumore di fondo (BGN) e l'incidenza degli eventi (EVT) sono stati assunti come riferimento per la percezione del disturbo da rumore e per il confronto con i parametri energetici e statistici misurati.

Nel periodo di osservazione e per l'insieme di tutte le misure effettuate, la variazione del L_{Aeq} è stata pari a 32,8 dB, quella di HRM pari a 6,8, la variazione dell'indice IR% pari al 77,8% a fronte di una variazione di 72,0 dB per l'indice TNI e di 35 dB per l'indice NPL. Si noti che le restrizioni imposte dal DPCM 3/11/20 non hanno sostanzialmente modificato lo scenario acustico caratteristico del particolare contesto urbano analizzato (Fig. 1). Particolarmente interessante è la valutazione dell'incidenza degli eventi rispetto al "rumore di fondo" nei diversi giorni della settimana (Fig. 2). Separando le due componenti dell'indice HRM risulta evidente la sostanziale stabilità dello scenario acustico nei giorni feriali e la forte influenza durante il fine settimana (ed in particolare la domenica) di singoli eventi non legati ad attività produttive e commerciali, a fronte di una marginale riduzione del contributo dovuto al traffico veicolare. Tale considerazione è confermata dal confronto con l'andamento giornaliero dell'indice IR%, calcolato nel periodo diurno su base oraria (Fig. 3).

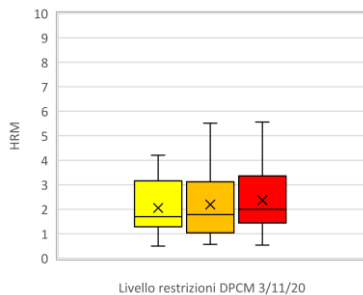


Figura 1 – Boxplot dei valori del parametro HRM al variare del livello di restrizioni agli spostamenti individuali e alle attività commerciali previste dal DPCM 3/11/20 [6].

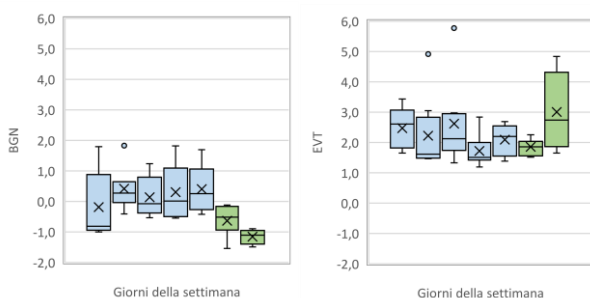


Figura 2 – Boxplot degli andamenti giornalieri del rumore di fondo (BGN) e degli eventi (EVT) nell'ambiente urbano.

A causa della scarsa rilevanza del parametro TNI per via delle particolari caratteristiche di composizione e velocità del

traffico veicolare la selezione finale dei punti di monitoraggio si è basata sulla migliore correlazione tra gli indicatori HMR e NPL (Fig. 4).

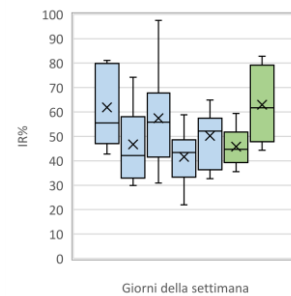


Figura 3 – Boxplot degli andamenti giornalieri dell'indice IR%.

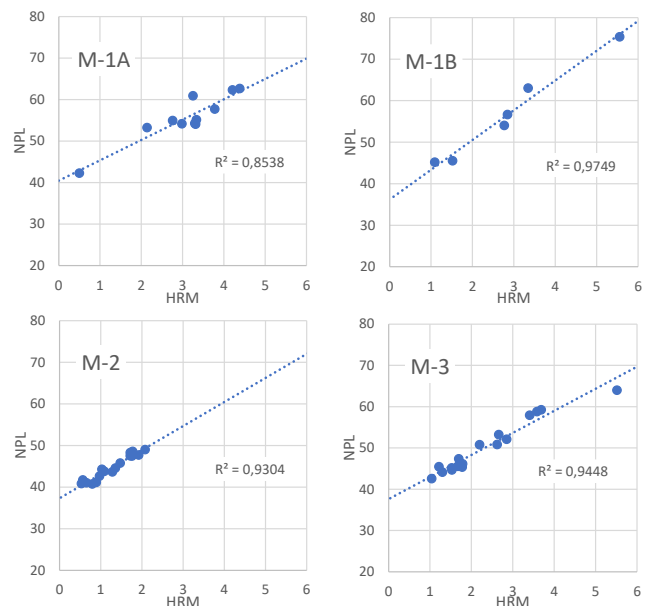


Figura 4 – Confronto tra gli indici HRM e NPL per i punti individuati per l'installazione dei sistemi di monitoraggio.

6. Conclusioni

Il metodo di selezione proposto, pur legato alle peculiarità del sito esaminato, si è dimostrato efficace e sufficientemente flessibile da essere applicato anche in altri contesti di analisi.

7. Bibliografia

- [1] UNI 10855:1999, *Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti*
- [2] UNI 11143-1:2005, *Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità*
- [3] <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/rumore/rumore/openoise-2>
- [4] Masera et al., Realizzazione di un sistema di monitoraggio del rumore a basso costo attraverso la nuova app Android "OpenNoise", *Rivista Italiana di Acustica*, **40** (2016), pp. 48-58
- [5] ISO 6926:2016, *Acoustics — Requirements for the performance and calibration of reference sound sources used for the determination of sound power levels*
- [6] DPCM 3/11/20, *Ulteriori disposizioni attuative del decreto-legge 25 marzo 2020...*, GU Serie Generale n.275 del 04-11-2020 - Suppl. Ordinario n. 41
- [7] <http://www.noiseineu.eu/en/20-the-harmonica-index/subpage>
- [8] Wunderli, J.M. et al., Intermittency ratio: A metric reflecting short-term temporal variations of transportation noise exposure. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, **26** (2015), pp. 575-585
- [9] F.J. Langdon, W.E. Scholes, *The Traffic Noise Index: A Method of Controlling Noise Nuisance*, Building Research Station Current Papers 38168, April 1968, pp. 2-3
- [10] D.W. Robinson, Towards a Unified System of Noise Assessment, *Journal of Sound and Vibration*, **14** (1971), pp. 279-98