

INQUINAMENTO ACUSTICO DELLA CITTÀ DI FIRENZE

Piero Battini - Andrea Poggi *

Le varie campagne di rilevamento sull'inquinamento acustico della città di Firenze sono nate in un quadro di collaborazione tra il Dipartimento Ambiente della legione Toscana, Comune di Firenze ed U.S.L. 10/A.

Le indagini sono state condotte quindi dalla U.O. di Fisica Ambientale del Servizio Multizonale di Prevenzione della suddetta U.S.L..

La prima campagna di rilevamento iniziò il giorno 09/03/87 e terminò il giorno 14/04/87, mentre la seconda campagna ebbe inizio il giorno 25/05/87 e finì il 17/10/87. Una terza campagna di rilevamenti ha impegnato la U.O. dall'inizio dell'anno 1989 fino al luglio dello stesso anno. Durante l'anno 1988 furono inoltre controllate alcune zone in cui era entrata in vigore la zona a traffico limitato.

Metodologia di rilevamento

I punti di prelievo della rumorosità furono scelti seguendo il criterio ideale di racchiudere la città di Firenze entro due zone concentriche e di considerare le direttrici a grande traffico di accesso e uscita dalla città.

Pertanto seguendo questo modello furono scelte posizioni significative di rilevamento nelle seguenti zone:

- centro storico con traffico limitato;
- zona intermedia individuata nei Viali di circonvallazione;
- grandi vie di accesso alla città.

L'Assessorato al Traffico del Comune di Firenze fornì le indicazioni necessarie per evitare di scegliere posizioni di rilevamento dove era prevista l'effettuazione di lavori di manutenzione stradale o deviazioni di traffico prevedibile a breve scadenza. Inoltre le posizioni di rilevamento furono scelte accuratamente per evitare di inficiare la funzionalità delle misure (vegetazione degli alberi, vicinanza di semafori ecc.).

Per tutte le campagne di rilevamento è stata usata la seguente strumentazione:

- a) mezzo mobile del Servizio Multizonale di Prevenzione;
- b) analizzatore statistico Bruel & Kjaer mod. 4427;
- e) microfono da esterni Bruel & Kjaer mod. 4921.

Il microfono è sempre stato posizionato sul mezzo mobile in modo che esso avesse un'altezza di 4 metri dal suolo stradale.

L'analizzatore statistico è sempre stato programmato per rilevare i seguenti dati statistici su base oraria:

LI, L10, L50, L90, Leq, Leq(A), deviazione standard, TN1, NPL.

Inoltre l'indicatore Leq(A) è stato rilevato in periodi diurni 7-15, 15-22 e nel periodo notturno 22-7. Lo stesso indicatore acustico è stato rilevato per tutto l'arco delle 24 ore.

Fu inoltre impostata la funzione speciale che segnalava gli eventi speciali superiori a 87 db(A) con durata superiore a due secondi.

Postazioni di misura

Le postazioni di rilevamento furono fissate in: Piazza Duomo, Via Cavour, Via dei Servi, Piazza di Porta Romana, Viale Aleardi, Viale Spartaco Lavagnini, Piazza Signoria, Piazza S.Felice, Viale Gramsci, Viale Europa, Via Senese, Piazza Dalmazia, Viale Talenti, Via Ponte alle Mosse, Piazzale di Porta a Prato. In alcune postazioni di misura è stato rilevato anche il numero dei transiti orari degli autoveicoli.

Infine furono richieste all'Azienda dei Trasporti Autolinee F.ne, la percorrenza oraria e giornaliera dei mezzi di trasporto che interessavano direttamente le postazioni di misura (v. tabella O).

Durante la prima campagna di rilevamento l'autolaboratorio del Servizio Multizonale di Prevenzione ha stazionato al minimo 48 ore consecutive nella stessa postazione di rilevamento mentre nelle campagne successive i rilevamenti sono stati protratti per almeno 168 ore consecutive in ogni postazione.

Durante la seconda campagna fu allestito un mezzo mobile del Comune di Firenze con strumentazione identica al primo e con la stessa altezza del microfono rispetto al suolo. Con questo autolaboratorio fu possibile avere un "grigliato" fine della zona sotto indagine in quanto, mentre l'autolaboratorio dell'S.M.P. stava campionando in continuo per 168 ore consecutive in una postazione, l'altro veniva spostato in zone limitrofe permanendovi al minimo per 24 ore consecutive, rilevando in continuo gli stessi indicatori acustici.

In tabella 1 sono stati riportati i valori dell'indicatore Leq(A) rilevati nelle 24 ore e relativi alle 16 postazioni di misura prese in esame dalla campagna di rilevamento, mentre nella tabella 2 sono riportati i Leq(A) rilevati in alcune postazioni con il secondo autolaboratorio.

Nella prima campagna di rilevamento, in cui il mezzo mobile era posizionato in una postazione di misura per 48 ore consecutive, fu rilevato che un campionamento di questa durata temporale era troppo breve per tenere conto della periodicità dell'inquinamento acustico. Infatti fu evidenziato che durante il sabato e la domenica la rumorosità diminuiva per poi riprendere valori costanti negli altri giorni. Per questo scopo fu deciso di effettuare campionamenti per periodi di 168 ore consecutive per ogni singola postazione di misura.

Indicatori acustici

Ciò che i nostri strumenti misurano in realtà non è rumore, è suono, il suono è un fatto fisico ben determinato, mentre il rumore è una entità psicologica dipendente dalla nostra

percezione del suono. Va detto che resta ancora difficile capire che cosa del suono percepiamo come rumore: durante la notte, ad esempio, sembra che gli agenti disturbanti siano le fluttuazioni del livello sonoro più che il livello medio (1), o almeno il disturbo è molto correlato con i livelli di picco ed il loro numero. Inoltre sono evidenti influenze, a parità di livello equivalente, della tipologia del rumore, così il rumore impulsivo è nettamente più disturbante di quello continuo (2); ma anche altri più complessi fattori psicologici e culturali influiscono sulla nostra percezione del suono come rumore per cui per esempio è ormai certo che il rumore del treno a parità di livello equivalente è meglio tollerato di quello da traffico (3).

Si apre qui una ricerca su quale indice possa meglio rappresentare il disturbo associato ad una certa tipologia acustica. Per il rumore da traffico sono stati proposti due indici specifici che compensano il livello equivalente con informazioni sulla variabilità di rumore: in particolare il TNI (Traffic Noise Index) e NPL (Noise Pollution Level). Soprattutto l'NPL pare sia ben correlato col disturbo notturno (1).

Nel grafico vediamo l'andamento di questi due indici in viale S.Lavagnini a confronto con i livelli equivalenti. Vediamo che entrambi durante la notte anziché diminuire aumentano; questo perché la riduzione del rumore di notte non è ottenuta riducendo i singoli eventi sonori: il passaggio di un'auto di notte rumoroso quanto e forse più che di giorno, la riduzione, dicevamo, è ottenuta per rarefazione degli eventi e quindi dilatando la variabilità del livello sonoro. È una riduzione di livello sonoro a cui probabilmente si associa una modestissima riduzione del disturbo.

In tab. 3, 4, 5 e 6 sono riportati i grafici relativi a campionamenti effettuati durante la seconda campagna. Tali grafici riportano l'andamento dei $Leq(A)$ in funzione delle ore.

Si deve notare che nella elaborazione dei dati si è tenuto conto delle condizioni meteorologiche avverse che eventualmente si erano verificate nei periodi di rilevamento.

Senza entrare nei dettagli, si riscontra che con evidente periodicità la popolazione è sottoposta ad un'alta rumorosità per circa 18-20 ore nell'arco della giornata.

A conferma di ciò, con una iniziativa collaterale, un Vigile Urbano del Comune di Firenze fu dotato di un apparecchio personale per il rilevamento della dose di rumore. Tale strumento (dosimetro) debitamente tarato e sistemato in modo tale che il microfono non subisse interferenze da onde di diffrazione e riflessione fu fatto indossare al vigile per un periodo di 4 ore consecutive. I dati dosimetrici furono rilevati in 6 zone diverse del centro nel periodo dal 15/08 al 04/09/87. I valori riscontrati andavano da 80 a 83 dB(A) per 4 ore. Nei grafici delle tabelle sono riportati solo i $Leq(A)$ mentre nella tabella 7 sono invece riportati i valori assunti dagli indicatori statistici L1, L10 e L90.

Infine, si è detto all'inizio della relazione che era stato rilevato anche il rumore di eventi che superavano gli 87 dB(A) e che avevano una durata superiore ai due secondi. Tali eventi speciali sono conteggiati negli indicatori acustici mediati nel tempo di osservazione nelle singole ore e sui periodi più lunghi. Essi hanno offerto quindi una informazione che sarebbe sfuggita se avessimo tenuto conto solo dei $Leq(A)$ o degli altri indicatori statistici. Sono stati misurati nel centro urbano eventi con un Leq pari a 93 dB(A). Da notare che lo strumento da noi usato è in grado di precisare oltre che il livello

della rumorosità raggiunto anche l'ora e la durata dell'evento.

L'andamento dei livelli massimi e minimi è circa uguale dal lunedì al venerdì e il sabato e la domenica si abbassano leggermente i valori massimi ma subiscono un contemporaneo aumento i valori minimi.

Per quanto attiene i risultati ottenuti con l'entrata in vigore della zona a traffico limitato possono essere tratte alcune considerazioni rilevabili dai grafici 9-10-11 -12 relativi ai rilevamenti effettuati in Via La Pira e Piazza S.Felice. Si evidenzia che in una strada di scorrimento come Via La Pira si ottiene una diminuzione di 1-2 dB dell'indicatore statistico $Leq(A)$ nelle ore in cui è in vigore la ZTL, mentre nelle stesse ore, in una zona interessata da un traffico con andamento più complesso, dove confluiscono i fornitori dei molti negozi presenti in zona o dove è notevole il traffico di motorini per la presenza di scuole, si nota una riduzione del livello del rumore di fondo rappresentato dall'indicatore acustico L_{90} e corrispondentemente un aumento delle punte di rumorosità (L_{10}). L'indicatore acustico $Leq(A)$ si mantiene su valori costanti.

In conclusione, esaminate anche tutte le altre posizioni in cui sono stati effettuati tali rilevamenti, pare che l'effetto principale della ZTL, dal punto di vista dell'inquinamento acustico, sia quello di aumentare la variabilità del rumore riducendo la densità dei transiti ma lasciando inalterate le punte del livello sonoro (L_{10}). Ciò è peggiorato dal fatto che la ZTL seleziona mezzi pubblici di trasporto e motorini che sono le sorgenti più rumorose. A nostro avviso non è possibile con provvedimenti di limitazione parziali del traffico di questo tipo ottenere una seria riduzione di $Leq(A)$ e tanto meno di disturbo dovuto a rumore generato dal traffico.

Effetti del rumore

Ci dobbiamo ora domandare perché vogliamo misurare il rumore, perché lo vogliamo diminuire, cioè in sostanza quali sono gli effetti indesiderati che vogliamo eliminare.

Il più noto effetto del rumore è lo spostamento permanente della soglia uditiva: la tipica sordità professionale degli esposti a lavorazioni rumorose. Sappiamo oggi che la soglia di assoluta sicurezza per gli effetti uditivi del rumore è intorno ai 75 dB(A) (4) per otto ore continuative di esposizione. Quindi i livelli medi che si riscontrano per il rumore da traffico non sono tali da produrre effetti di questo tipo in maniera massiccia su tutta la popolazione. Se però prendiamo in considerazione gli 80-83 dB(A) di esposizione per 4 ore del vigile urbano, possiamo dire che alcune categorie sono a rischio anche per gli effetti uditivi del rumore da traffico.

Sono noti per molti altri effetti del rumore detti extrauditivi a carico di vari sistemi dell'organismo che si manifestano a livelli sonori considerevolmente più bassi di quelli nocivi all'udito. Si va da alterazione del battito cardiaco, della pressione arteriosa, alla modifica dei cicli ormonali e così via (5): in ultima analisi niente del nostro organismo è indifferente al clima acustico circostante. E' per molto difficile quantificare questi effetti in termini di danno.

Gli studi su rumore da traffico si sono prefissi in genere un altro obiettivo: quantificare la correlazione tra rumore e disturbo (quello che gli inglesi chiamano annoyance). A questo

riguardo oggi si possono trarre alcune conclusioni certe anche se molto rimane da capire.

Bisogna intanto distinguere il giorno dalla notte. Durante il giorno il rumore interferisce soprattutto con le attività che richiedono concentrazione: la lettura, lo studio e inoltre con l'ascolto della radio, della tv, della musica, a volte anche lo svolgimento della conversazione.

Studi su base comportamentale, ad esempio quello dei francesi dell'I.R.T. CERNE (7), ci danno la seguente crescita di effetti:

- con un livello sonoro in dB(A) pari a 55 si chiudono le finestre;
- con un livello sonoro in dB (A) pari a 60-65 si spostano le attività più sensibili in zone più silenziose della casa;
- con un livello sonoro in dB(A) pari a 65-68 aumenta considerevolmente l'impegno per insonorizzare l'abitazione.

Parallelamente nella zona tra 60-68 dB(A) si ha la soglia oltre la quale si registra un aumento significativo nell'uso di farmaci: sia tranquillanti, sia farmaci per problemi cardiaci, sia per problemi di stomaco.

Per quanto riguarda la notte, l'interferenza del rumore col sonno è stata studiata sia da un punto di vista soggettivo sia con analisi fisiologiche in moltissimi lavori.

Pare ormai accertato che il disturbo del rumore sul sonno sia permanente, non vi sono cioè fenomeni rilevanti di assuefazione.

Gli effetti principali sono: un aumento del tempo di latenza prima di addormentarsi, un aumento dei movimenti e dei risvegli durante il sonno e pare anche una riduzione del periodo di sonno profondo (REM) così come è certo un aumento della frequenza cardiaca al crescere del livello sonoro.

Inoltre in conseguenza di una "notte rumorosa" il giorno seguente si registrano riduzioni statisticamente significative sia delle prestazioni degli individui, tipo tests di vigilanza o tempi di reazione, sia alterazioni negative del profilo dell'umore.

Le sorgenti del rumore

Cerchiamo ora di capire come è prodotto questo rumore per poter poi analizzare quali sono le possibilità di intervento per una limitazione di questo inquinante. Gli autoveicoli producono rumore essenzialmente tramite due meccanismi:

1. il motore, sia direttamente sia attraverso l'aspirazione, sia per le vibrazioni che trasmette alla carrozzeria.
2. Il rotolamento dei pneumatici sul manto stradale.

Quest'ultima o, nel caso delle automobili, diventa la sorgente preponderante, a velocità costante, intorno ai 50 Km/h ed quindi la fonte principale di rumore di tipo autostradale o da circolazione a scorrimento veloce.

Nella maggior parte delle strade di Firenze la sorgente principale è invece la prima, il motore, data la velocità raramente elevata e non uniforme.

Non tutti i mezzi di trasporto per sono ugualmente rumorosi.

Già in sede di omologazione sono consentite rumorosità molto diverse; ad esempio per un autobus e per un'automobile i livelli di omologazione differiscono di 8 dB; ma in realtà questo divario è oggi più ampio poiché la tecnologia corrente produce automobili con valori di rumorosità bene al di sotto del limite massimo consentito mentre esperienze recenti ci dicono che per gli autobus urbani in circolazione si "sfrutta" ancora tutta la rumorosità permessa.

La rumorosità delle singole sorgenti è importantissima agli effetti del livello sonoro complessivo. Se esaminiamo ad esempio il caso del Viale Lavagnini e cerchiamo l'andamento della rumorosità al variare del numero di veicoli ci accorgiamo che per condizioni medie del traffico si ha un incremento di livello sonoro di 3 dB per ogni raddoppio del volume di traffico. Questo significa che per ottenere una riduzione di rumorosità complessiva pari alla differenza tra un'auto e un autobus, semplicemente agendo sui volumi di traffico occorrerebbe ridurre il numero dei Veicoli in circolazione ad un settimo di quelli oggi presenti. Non di meno oggi per intervenire con valore normativo sulle emissioni degli autoveicoli occorre agire a livello di C.E.E.. Questa è una considerazione importante agli effetti delle possibilità di interventi normativi tesi a controllare questo inquinante: qui vorrei introdurre l'ultimo argomento di questa relazione.

Quadro legislativo

Oggi in Italia non esiste una legge nazionale di limitazione del rumore, anche se esistono dei regolamenti di igiene comunale che disciplinano questa materia. In genere il rumore da traffico veicolare è comunque escluso dall'ambito di questi regolamenti.

Siamo a conoscenza di due proposte di legge, peraltro molto simili: una del Ministero della Sanità che si configura come schema di DPCM ai sensi dell'art. 4 della L. 833/78 Legge di Riforma Sanitaria che consente con DPCM di decretare i limiti massimi ammissibili per gli inquinanti negli ambienti di vita e di lavoro; e un'altra del Ministero dell'Ambiente che si configura come disegno di legge quadro in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico (luglio 1988).

Entrambe propongono dei limiti di livello equivalente di zona dai quali non è escluso il rumore da traffico autoveicolare. La tabella qui riportata è quella della proposta del Ministero della Sanità, anche se sostanzialmente equivalente a quella del ministero per l'Ambiente. Il limite proposto per la zona urbana sostanzialmente 65 dB(A) di giorno e 55 dB(A) di notte. Possiamo vedere che in città come Firenze nelle vie principali si supera il limite diurno anche nel cuore della notte e soltanto alcune zone particolarmente tranquille rispettano questi limiti. L'obiettivo del rispetto della legge richiede mediamente una riduzione del rumore superiore ai 10 dB: se dovessimo ottenere questo senza agire sulle sorgenti, cioè senza ulteriori limitazioni della rumorosità dei singoli veicoli ma agendo

soltanto sui volumi di traffico ciò significherebbe fermare almeno nove auto su dieci.

BIBLIOGRAFIA

1. Vallet, M., Gagneux J. M., Blanchet V., Favre B., Labiale G., Long Term sleep disturbance due to traffic noise, *Journal of Sound and Vibration*, 90 (2) 1983.
2. ISO/R 1996, Assessment of noise with respect to community response, 1971.
3. Ahrlin U., Activity disturbances caused by different environmental noises, *Journal of Sound and Vibration*, 127 (3) 1988.
4. Handerson D., Hamervik R. P., Dosanjh D. S., Milis J.H., (a cura di), *Effects of noise on hearing*, Raven Press, 1976.
5. I.E.N. Galileo Ferraris, Regione Piemonte, Assessorato Sanit 1986, Rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro, manuale di prevenzione 1601-1603 : Cenni su effetti e danni extrauditivi da rumore.
6. A.A.V.V. Inter-noise 1983, 1033-1148: Community response to noise.
7. Lambert J., Simonet F., Vallet M., Inter-noise, 1983, 1115-1124. Patterns of Behaviour in dwelling exposed to road traffic noise.
8. Jurrens A. A. et Al, An essay in european research collaboration: common result from the project on traffic noise and sleep In the home, *Inter-noise*, 1983,929-937.

*** Unità Operativa di Fisica Ambientale, USL 10/A, Firenze**