

Misurazioni e rilievi fonometrici

Angelo Farina

Dip. Ing. Industriale, Università di Parma
Via delle Scienze, 43100 PARMA
[HTTP://pcfarina.eng.unipr.it](http://pcfarina.eng.unipr.it)

1. Introduzione

Le metodiche di rilevamento della rumorosità sono recentemente state definite tramite gli appositi decreti attuativi previsti dalla Legge 26 ottobre 1995, n. 447.

In particolare, la strumentazione e le metodologie di rilievo del rumore ambientale prodotto da specifiche sorgenti disturbanti, dal traffico ferroviario e da quello stradale sono state normate tramite il D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".

Nel seguito vengono discusse le principali problematiche tecniche connesse con l'applicazione della succitata legislazione, alla cui lettura integrale si rimanda comunque per garantire il puntiglioso rispetto delle prescrizioni di legge.

2. Definizione delle grandezze

Si riportano qui integralmente le definizioni delle grandezze contenute nel D.M. 16 marzo 1998.

1. **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico
2. **Tempo a lungo termine (T_L):** rappresenta un insieme sufficientemente ampio di T_R all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di T_L è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.
3. **Tempo di riferimento (T_R):** rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.
4. **Tempo di osservazione (T_O):** è un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
5. **Tempo di misura (T_M):** all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (T_M) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno
6. **Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A":** L_{AS} , L_{AF} , L_{AI} : esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{pA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
7. **Livelli dei valori massimi di pressione sonora** L_{ASmax} , L_{AFmax} , L_{AImax} : esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
8. **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A":** valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T , ha la medesima pressione

quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ è la pressione sonora di riferimento.

9. **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL ($L_{Aeq,TL}$):** il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine ($L_{Aeq,TL}$) può essere riferito:

a) al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo T_L , espresso dalla relazione

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,TR})} \right]$$

Essendo N i tempi di riferimento considerati.

b) al singolo intervallo orario nei T_R . In questo caso si individua un T_M di 1 ora all'interno del T_0 nel quale si svolge il fenomeno in esame. ($L_{Aeq,TL}$) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura T_M , espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TM})} \right]$$

Dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell' i -esimo T_R .

E' il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

10. **Livello sonoro di un singolo evento L_{AE} , (SEL):** è dato dalla formula

$$SEL = L_{AE} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{t_0} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

dove $t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento; t_0 è la durata di riferimento (1s)

11. **Livello di rumore ambientale (L_A):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM

2) nel caso di limiti assoluti è riferito a TR

12. **Livello di rumore residuo (L_R):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale enon deve contenere eventi sonori atipici.

13. **Livello differenziale di rumore (L_D):** differenza tra livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):

$$L_D = L_A - L_R$$

14. **Livello di emissione:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.
15. **Fattore correttivo (K_i):** è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:
- per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3$ dB
 - per la presenza di componenti tonali $K_T = 3$ dB
 - per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3$ dB
- I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.
16. **Presenza di rumore a tempo parziale:** esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 5 dB(A).
17. **Livello di rumore corretto (L_c):** è definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

3. Caratteristiche tecniche della strumentazione

La strumentazione si compone essenzialmente di 4 parti. Di fianco a ciascuna di esse viene indicata la normativa tecnica cui la stessa deve sottostare:

- A) Fonometro Integratore - EN 60651/1994 ed EN 60804/1994 - Classe 1
- B) Calibratore - CEI 29-14, IEC 942/1988 - Classe 1
- C) Filtri per analisi in frequenza - EN 61260/1995 (IEC 1260)
- D) Eventuale registratore - la sola risposta in frequenza deve essere conforme alla norma EN 60651/1994

Fin qui è tutto abbastanza chiaro. L'unica parte poco sufficientemente specificata è la catena di registrazione, in quanto l'unico requisito ad essa richiesto è quello di fornire una risposta in frequenza sufficientemente piatta ed un campo dinamico "adeguato al fenomeno in esame". Ciò renderebbe possibile apparentemente anche l'impiego di registratori analogici a cassette (di fascia "alta", cioè dotati di VU-meters e controllo manuale del livello di registrazione) o di sistemi di registrazione digitale a compressione (MiniDisc, DCC, Mpeg3 encoders).

Purtroppo invece tali sistemi a compressione, pur avendo eccellenti caratteristiche di risposta in frequenza e campo dinamico se testati con un singolo tono puro a diverse frequenze, si comportano molto male se vengono impiegati per registrare rumori complessi con spettro in banda larga: intere porzioni dello spettro non vengono infatti riprodotte, e pertanto questi apparecchi non sono idonei alla successiva analisi in frequenza dei rumori registrati. E' pertanto opportuno che, se si fa impiego di un sistema di registrazione, questo sia costituito da un sistema digitale privo di compressione (registratore DAT, CD-recorder, Hard-Disk recorder).

Il D.M. 16/3/98, inoltre, consente anche l'impiego di altri elementi (non meglio precisati) posti a completamento della catena di misura, pur non essendo gli stessi previsti nelle norme tecniche citati alle voci A), B) e C) suddette. Tali elementi aggiuntivi, comunque, debbono assicurare il rispetto dei limiti di tolleranza della classe 1. E' opinione comune che fra questi elementi aggiuntivi siano compresi cavi, protezione antivento o parapigioggia per il microfono, sistemi di supporto dello stesso. E' invece molto controverso considerare il Personal

Computer, che spesso accompagna la restante strumentazione di misura, come parte di questi elementi di completamento.

E' richiesta la verifica periodica di conformità (almeno ogni due anni) di tutta la catena strumentale (non della sola parte fonometrica). Non tutti i laboratori autorizzati SIT, tuttavia, sono attrezzati in modo da verificare la risposta in frequenza del registratore, la conformità dei filtri per l'analisi in frequenza, nè l'effetto delle parti accessorie di cui sopra.

Altro punto poco chiaro è la scelta del tipo di microfono da utilizzare. Infatti si prescrive l'utilizzo di un microfono per campo libero, orientato verso la sorgente di rumore, allorchè la stessa è unica e ben identificabile. Viceversa, allorchè la stessa non è ben definita, si prescrive l'impiego di un microfono per campo diffuso, con il brillante risultato che bisognerebbe possederli entrambi, e magari sostituirli nel corso dei rilievi.

Viene poi prescritto di collocare il microfono "su apposito sostegno", collegato al fonometro mediante cavo di lunghezza adeguata, onde consentire all'operatore di mantenere una distanza di almeno tre metri dal microfono. Non è chiaro se sia valido mantenere il microfono fissato al fonometro, e controllare lo stesso in remoto, tramite un PC, connesso con cavo di lunghezza adeguata: a rigore, se il fonometro è omologato in classe 1 con il microfono installato sullo stesso, non vi è motivo di installare il cavo di prolunga fra microfono ed apparecchio (cavo che facilmente può captare disturbi esterni, o comunque degradare il segnale). Parrebbe che la prescrizione abbia il precipuo scopo di mantenere lontano l'operatore, e questo risultato può essere raggiunto anche mediante un "remote control" del fonometro stesso.

4. Misure entro gli ambienti abitativi

All'interno degli ambienti abitativi solitamente occorre effettuare soltanto la verifica dei limiti differenziali. Si deve però anche effettuare la misurazione del livello assoluto, onde stabilire se il criterio differenziale sia da applicare o meno.

Il microfono della catena fonometrica deve essere posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti. Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono deve essere posizionato a 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono deve essere posto in corrispondenza del massimo di pressione sonora più vicino alla posizione indicata precedentemente. Nella misura a finestre chiuse, il microfono deve essere posto nel punto in cui si rileva il maggior livello della pressione acustica.

Sia la misura del rumore ambientale, sia quella del rumore residuo vanno corrette per l'eventuale presenza di componenti impulsive, tonali o a bassa frequenza.

La durata del rilievo del rumore ambientale deve solitamente essere di durata relativamente breve, in corrispondenza del funzionamento della specifica sorgente disturbante di cui si vuole fare la valutazione del rispetto del limite differenziale. Più problematico è definire la durata del rilievo del rumore residuo: prendendo alla lettera la definizione dello stesso, occorrerebbe protrarre anche tale rilievo per un tempo "identico" a quello impiegato per la misura del rumore ambientale, ma escludendo eventi sonori atipici.

L'individuazione di un tale intervallo di tempo può essere problematica nel caso di rumore di fondo variabile, causato ad esempio da traffico veicolare molto basso. Meglio sarebbe in questi casi poter definire su base statistica il rumore residuo, ma ciò non è consentito dalla vigente normativa. L'unica soluzione, dunque, consiste nel campionamento di una storia piuttosto lunga del rumore residuo stesso, e nella successiva estrazione da essa della porzione di lunghezza opportuna e contenente un campione rappresentativo della variabilità del rumore stesso.

Si deve qui illustrare il meccanismo di assegnazione delle penalizzazioni per rumore con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza. Si rammenta che ciascuna di queste tre penalizzazioni vale 3 dB(A), e che esse sono applicabili sia al rumore residuo, sia al rumore ambientale.

4.1 Verifica della componente impulsiva

Il rumore è considerato avente componenti impulsive quando sono verificate le condizioni seguenti:

- l'evento è ripetitivo;
- la differenza tra $L_{AI_{max}}$ ed $L_{AS_{max}}$ è superiore a 6 dB;
- la durata dell'evento a -10 dB dal valore $L_{AF_{max}}$ è inferiore a 1 s.

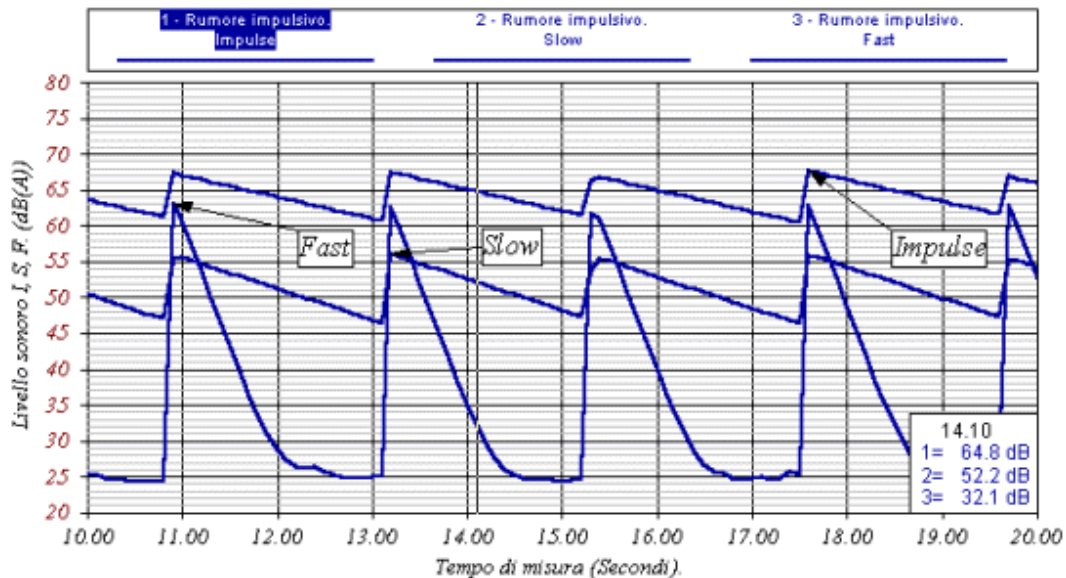
L'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno.

La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello L_{AF} effettuata durante il tempo di misura T_M .

E' pertanto necessario disporre di un registratore grafico, o di un opportuno sistema di data-logging (incorporato nel fonometro o realizzato su un PC collegato allo stesso) in grado di fornire il tracciato grafico del livello sonoro istantaneo con cost. di tempo Fast. Inoltre è richiesta la capacità di misurare simultaneamente anche i valori massimi con costanti di tempo Slow ed Impulse.

Nella pratica, solo i più moderni fonometri basati su DSP sono in grado di effettuare tutto simultaneamente. Chi dispone di fonometri "normali" può comunque fare ricorso alla possibilità di registrazione dell'intera misura, cui seguiranno tre successive restituzioni, impostando successivamente le tre costanti di tempo sullo strumento.

La seguente figura mostra il tracciato grafico di un successione di eventi sonori impulsivi, restituita tramite le costanti di tempo Slow, Fast ed Impulse. Si è "zoomato" un segmento temporale ristretto, onde rendere meglio visibili le diverse risposte delle tre costanti di tempo.



4.2 Verifica della componente tonale

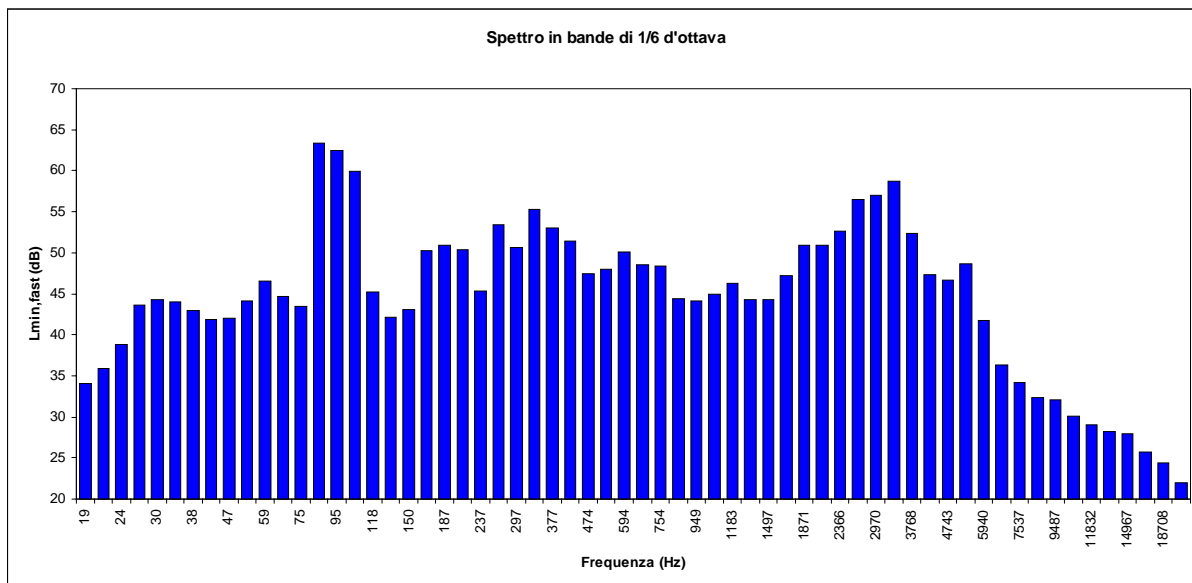
La base dell'individuazione di componenti tonali (CT) nello spettro del rumore è il riconoscimento di una singola banda di 1/3 d'ottava, il cui livello superi di almeno 5 dB il livello delle due bande adiacenti. Tuttavia è necessario che lo spettro su cui si effettua la ricerca delle componenti tonali riporti, a ciascuna frequenza, il livello **minimo**, con costante di tempo Fast, verificatosi a tale frequenza nel corso del periodo di misura, in quanto è richiesto che le componenti tonali abbiano carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. L'ululato di una sirena, ad esempio, avendo frequenza variabile, non dà luogo a componente tonale penalizzabile ai sensi del D.M. 16/3/98.

Va precisato, a scanso di equivoci, che qui si parla dello spettro in dB lineari, senza la ponderazione "A" inserita.

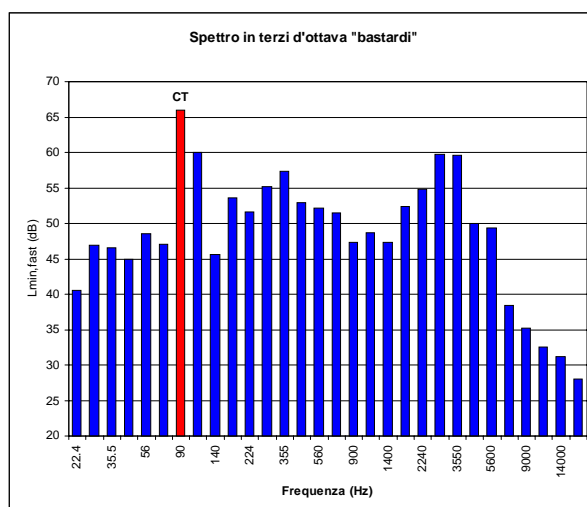
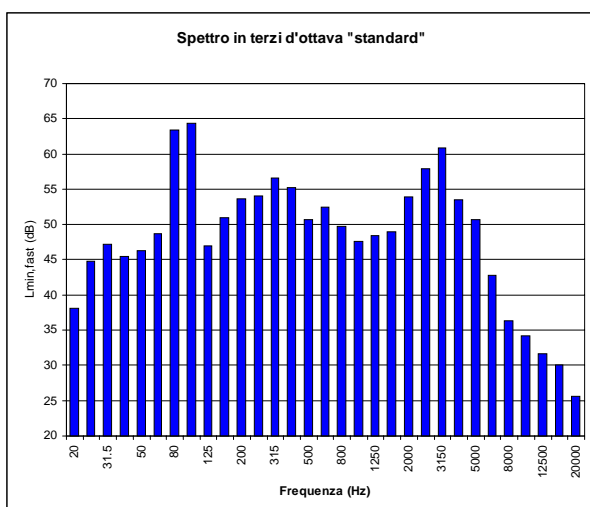
Esiste poi la possibilità che il tono puro caschi nella "zona d'incrocio" fra due filtri di 1/3 d'ottava adiacenti, e produca dunque il significativo innalzamento di entrambi, senza che nessuno dei due superi di almeno 5 dB i livelli delle bande adiacenti. A tale scopo, la norma prevede due possibili metodiche: o l'esecuzione di due analisi con bande di 1/3 d'ottava (la prima con centri-banda conformi alle norme IEC, la seconda con centri banda "bastardi", cioè traslati di mezza banda in modo da coincidere con le frequenze di incrocio dei primi), o l'esecuzione di una singola analisi con filtri a banda percentuale più stretta (quindi perlomeno filtri di 1/6 d'ottava, ma anche filtri di 1/12 o 1/24 d'ottava). In questo secondo caso, accorpando opportunamente i livelli delle bande con maggior risoluzione, si possono ricostruire i due spettri in 1/3 d'ottava di cui al primo metodo.

La seconda strada pare la più pratica, in quanto non è facile reperire analizzatori di spettro capaci di effettuare analisi con terzi d'ottava "bastardi", mentre sono disponibili analizzatori capaci di analisi in 1/6 e/o 1/12 d'ottava. Inoltre con il primo metodo è comunque necessaria la preventiva registrazione del segnale e la successiva rianalisi va eseguita due volte, mentre il secondo metodo consente l'effettuazione "in tempo reale" della misura, senza necessità di registrazione della stessa.

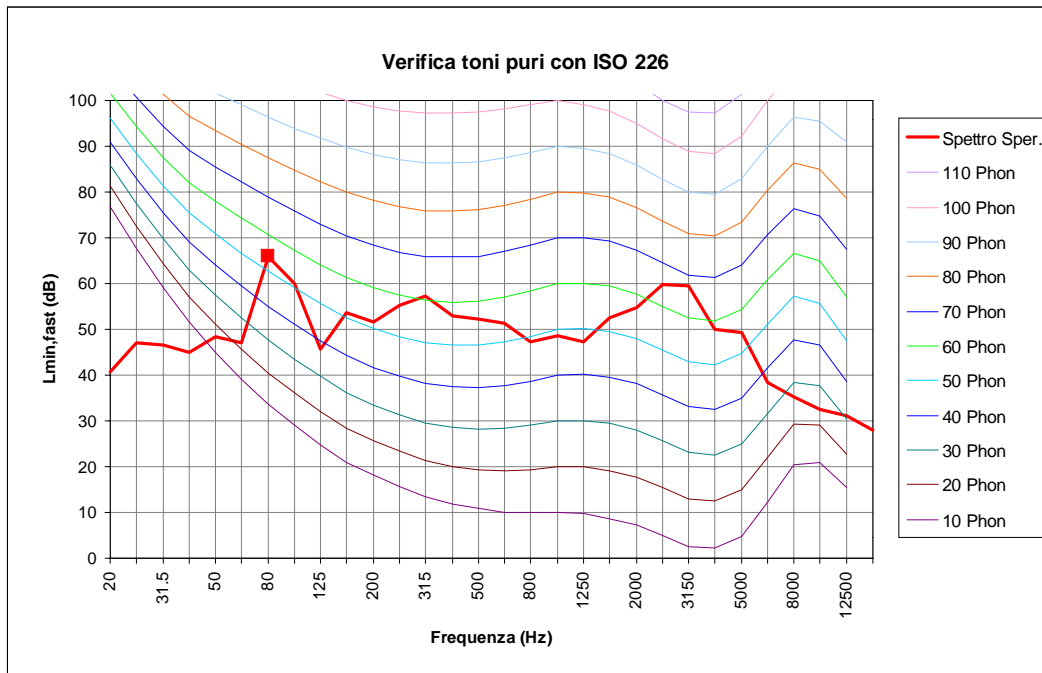
Ad esempio, la seguente figura mostra il risultato di una analisi con bande di 1/6 d'ottava, in cui è già stato memorizzato il livello minimo di ciascuna banda.



Nelle due seguenti figure, accorpando a due a due i livelli dello spettro precedente, vengono ricostruiti i due spettri con bande di 1/3 d'ottava. In quella di sinistra, con frequenze di centro-banda "normali", non si evidenzia la presenza della componente tonale, mentre essa appare distintamente nella figura di destra, con centri-banda "bastardi".



La verifica della presenza di componenti tonali non è però terminata a questo punto. Infatti, affinché si applichi la penalizzazione prevista, è necessario che la componente tonale individuata tocchi una linea isofonica (secondo ISO226/1987) eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro. La seguente figura illustra tale verifica per lo spettro di cui alle figure precedenti, dalla quale si evince che la componente tonale precedentemente localizzata a circa 90 Hz **non** è da penalizzare, in quanto intercetta una isofonica molto più bassa di quella più elevata raggiunta dallo spettro del rumore analizzato.



4.3 Verifica della componente spettrale in bassa frequenza

Se l'analisi in frequenza svolta con le modalità di cui al punto precedente, rivela la presenza di CT tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo K_T nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche la correzione K_B , così come precedentemente definita, esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

5. Misure in esterno

Normalmente in esterno si effettua la verifica dei soli limiti di rumorosità assoluta (limiti di emissione e di immissione). A parte questo, per la valutazione del rumore emesso da specifiche sorgenti disturbanti, si ha la sostanziale modifica di dover riferire la misura ad un tempo di integrazione pari all'intero periodo di riferimento (T_R), cioè alle 16 ore del periodo diurno ed alle 8 ore del periodo notturno.

Può dunque capitare di effettuare un rilievo di durata relativamente breve (diciamo 5 minuti), perchè comunque il rumore emesso dalla sorgente è stazionario e molto stabile. Questo tempo di misura (T_M) sarà compreso nel periodo complessivo di funzionamento della sorgente (T_O), che ad esempio potrebbe essere di 4 ore. Supponiamo che il periodo di riferimento (T_R) sia quello diurno, pari dunque a 16 ore.

Per operare correttamente la "diluizione" del rumore prodotto dalla sorgente sull'intero periodo, occorre anche aver determinato il rumore residuo L_R , mediante un opportuno rilievo eseguito mentre la sorgente stessa non era in funzione. Con tali dati, si ottiene:

$$L_A = L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \lg \left[\frac{T_O \cdot 10^{0.1 \cdot L_{Aeq,TM}} + (T_R - T_O) \cdot 10^{0.1 \cdot L_R}}{T_R} \right]$$

Ovviamente anche in questo caso si applicano le eventuali penalizzazioni per presenza di componente tonale ed impulsiva. A rigore, per coerenza con quanto visto al capitolo precedente, la verifica di applicabilità delle tre penalizzazioni deve essere effettuata separatamente per il rumore prodotto dalla sorgente specifica e per il rumore residuo, prima del calcolo del livello del rumore ambientale complessivo con la formula soprastante.

6. Misura del rumore ferroviario

Essendo stato recentemente emanato lo specifico decreto che fissa i limiti per il rumore ferroviario, è già entrata in utilizzo la parte del D.M. 16/3/98 che definisce le modalità di rilievo del rumore ferroviario.

In coerenza con il decreto che fissa i limiti per lo stesso, del rumore ferroviario si calcola unicamente la rumorosità causata dal transito dei convogli, "depurata" del rumore di altra origine eventualmente presente nel sito di misura. Questo risultato viene ottenuto "spalmando" l'energia sonora complessiva dei soli transiti ferroviari, ottenuta dalla somma energetica dei SEL dei singoli passaggi, sull'intero tempo di riferimento diurno o notturno:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \lg \left[\frac{\sum_{i=1}^N 10^{0.1 \cdot SEL_i}}{T_R} \right]$$

In cui compaiono i valori dei SEL i-esimi degli N passaggi di convogli verificatisi nel tempo T_R (intero periodo diurno o notturno).

E' dunque necessario disporre di una idonea catena strumentale, in grado di campionare il profilo temporale degli eventi sonori (con costante di tempo Fast), ed estrarre dallo stesso gli "eventi" costituiti dal passaggio dei convogli, calcolando il SEL di ciascuno di essi.

Per una corretta determinazione dei SEL, occorre che i valori di L_{AFmax} siano almeno 10 dB(A) superiori al livello sonoro residuo.

Il tempo di misura T_M deve essere non inferiore a 24 h.

Sulla base dell'orario in cui si è verificato l'evento e dall'esame dei profili temporali devono essere individuati gli eventi sonori non attribuibili al transito dei treni oppure caratterizzati da fenomeni accidentali.

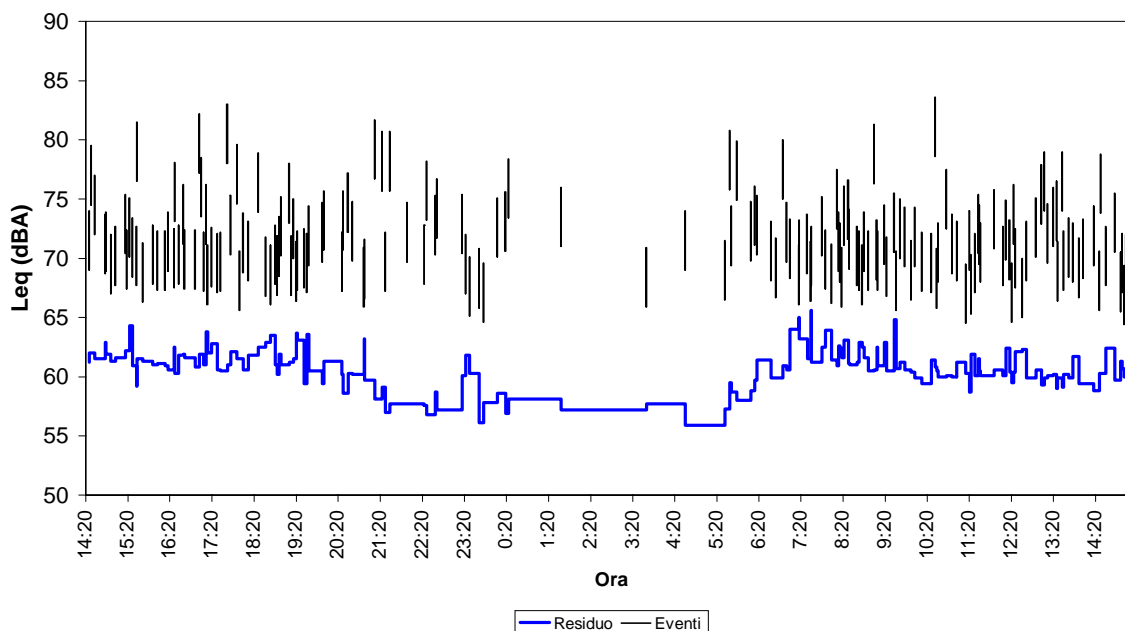
I valori di L_{AE} corrispondenti a transiti di convogli ferroviari invalidati da eventi eccezionali devono essere sostituiti dal valore medio aritmetico di L_{AE} calcolato su tutti i restanti transiti.

Ai fini della validità del valore di $L_{Aeq,TR}$ il numero di transiti di convogli ferroviari invalidati da altri fenomeni rumorosi, non deve superare il 10% del numero di transiti N.

Volendo rappresentare graficamente gli eventi sonori lungo il periodo di rilievo di 24 ore, si può ricalcolare da ciascun valore di Sel il corrispondente livello equivalente (ovviamente conoscendo la durata dell'evento), indi rappresentare gli

stessi sovrapposti all'andamento del livello equivalente del rumore residuo, misurato al di fuori degli eventi stessi. La seguente figura riporta un esempio di tale rappresentazione grafica.

Istogramma degli eventi sonori ferroviari e del rumore residuo



7. Misura del rumore stradale

In questo caso le prescrizioni del D.M. 18/3/98 non trovano ancora compiuta applicazione, poichè lo specifico decreto che fissa i limiti di rumorosità per le infrastrutture di trasporto stradale non è ancora stato emanato. Tuttavia, essendo imminente tale emanazione, è utile qui commentare già sulle metodiche di rilievo previste.

La prescrizione più significativa è quella di effettuare un rilievo di durata complessiva non inferiore ad una settimana.

In tale periodo deve essere rilevato il livello continuo equivalente ponderato "A" per ogni ora su tutto l'arco delle 24 h: dai singoli dati di livello continuo orario equivalente ponderato "A" ottenuti si calcola:

- a) per ogni giorno della settimana i livelli equivalenti diurni e notturni;
- b) i valori medi settimanali diurni e notturni.

Il microfono deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a 4 m.

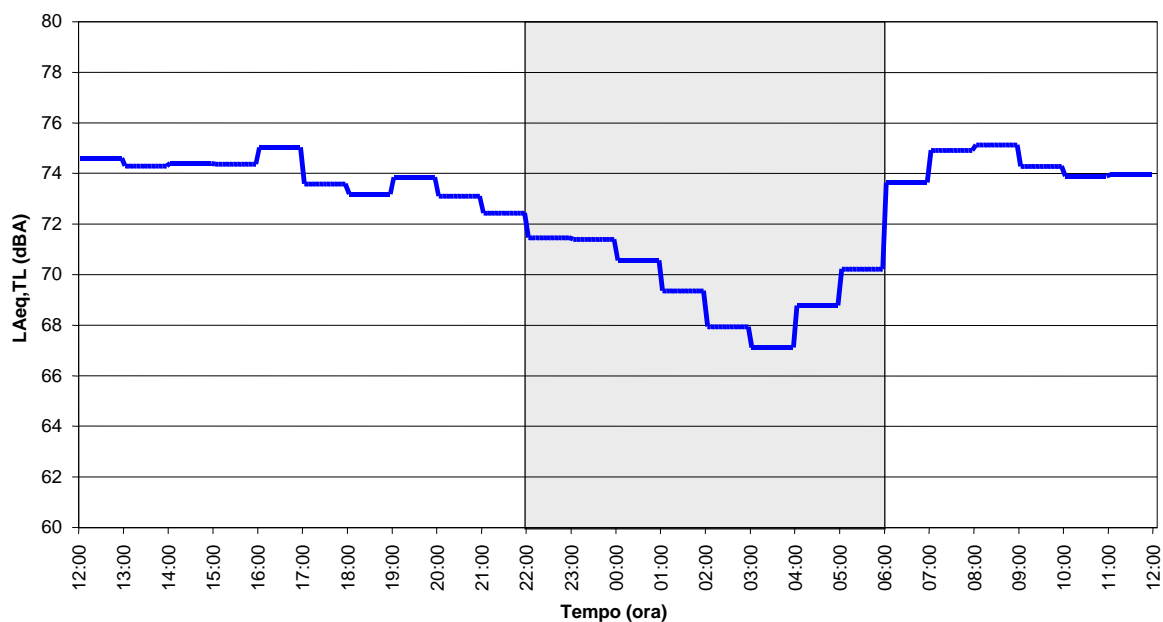
In assenza di edifici il microfono deve essere posto in corrispondenza della posizione occupata dai recettori sensibili.

In pratica, dunque, sebbene inizialmente i moderni sistemi di rilevamento catturino un quantitativo di dati estremamente vasto (ad esempio la storia temporale dei livelli equivalente su breve periodo, con tempo di integrazione di 1 minuto), alla fine si deve presentare una semplice tabellina contenente 16 numeri, organizzata come la seguente:

Periodo	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Medio
Diurno	67.3	64.5	65.4	66.5	66.7	63.7	62.2	65.5
Notturno	61.6	60.6	62.4	60.6	60.4	60.9	58.9	60.9

Volendo mostrare l'evoluzione temporale del fenomeno nel corso delle 24 ore, sulla base della definizione dei livelli sonori equivalenti relativi al tempo di lungo termine ($L_{Aeq,TL}$), si opera il calcolo del livello medio per ciascuna ora lungo l'intera settimana. Si ottiene così un diagramma della rumorosità ora per ora, quale quello qui riportato:

Livello Equivalente orario di lungo periodo



Si rammenta che il valore massimo (diurno e notturno) di tale diagramma rappresenta il valore che deve essere confrontato con i limiti d'attenzione.

8. Conclusioni

Si è qui forzatamente compattata la descrizione delle metodiche di misura e di calcolo dei principali descrittori acustici risultanti dal quadro legislativo recentemente delineatosi. Sono state altresì evidenziate alcune problematiche emerse nel corso dell'applicazione di tali nuovi dispositivi di legge.

Mediante alcune esemplificazioni, è infine stato mostrato come operare praticamente le elaborazioni e le rappresentazioni grafiche richieste.