

Osservazioni sul Criterio della Normale Tollerabilità nel Campo dell'Acustica (Valutazione del Disturbo da Rumore)

Milano, giugno 2015 – Nota redatta da:

Dr. Paolo L. Gatti (pljgatti@tin.it)

Fisico; libero professionista. Consulente nei campi di:

- Vibrazioni Meccaniche e Strutturali – Vibration Testing

- Acustica

- Analisi Statistica dei Dati

Autore di:

• Gatti, P.L., “*Applied Structural and Mechanical Vibrations: Theory and Methods*”, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton (FL, USA), 2014.

• Gatti P.L., “*Probability Theory and Mathematical Statistics for Engineers*”, Spon Press (Abingdon, UK), 2005.

Oggetto di questa breve nota sono alcune – possiamo definirle così – ‘inadeguatezze’ del criterio giurisprudenziale della normale tollerabilità (la cui origine, come è certamente ben noto a chi legge, è l’art. 844 c.c.) spesso utilizzato nelle operazioni peritali di CTU e CTP per valutare l’eventuale disturbo da rumore acustico nei rapporti tra privati. Chi scrive, sia chiaro, non è il primo che affronta l’argomento né tantomeno ha soluzioni e/o rimedi ‘preconfezionati’, ma si prefigge il solo scopo di mettere in luce alcuni aspetti non ben definiti del criterio che possono talvolta creare più problemi di quanti ne risolvano. Si vuole, in buona sostanza, semplicemente ‘lanciare un sasso nello stagno’ e sollevare un argomento di discussione. Poi, se chi legge questa nota – tecnico o magistrato che sia – riterrà che sia il caso, l’argomento potrà essere eventualmente ampliato e discusso nelle appropriate sedi.

La Forma Generale del Criterio

In estrema sintesi, il criterio della normale tollerabilità richiede di valutare una differenza tra due livelli sonori (espressi in dBA). Tale differenza ha la forma generale

$$L^{(S)} - L^{(F)} \quad (1)$$

dove gli apici ‘S’ e ‘F’ stanno per ‘Sorgente’ e ‘Fondo’ poiché $L^{(S)}$ è misurato con la sorgente lamentata come ‘disturbante’ attiva mentre $L^{(F)}$, il cosiddetto ‘rumore di fondo’, è misurato a sorgente disturbante inattiva. Entrambi i livelli, come noto, devono essere rilevati con opportuna strumentazione (fonometro di classe 1) e acquisiti con costante di tempo ‘fast’. Il criterio è rispettato – e le immissioni rumorose sono considerate ‘tollerabili’ – se la differenza (1) è minore o uguale a 3 dBA; non è rispettato se la differenza è maggiore di 3 dBA.

Premettendo che nelle osservazioni che seguono non verranno considerati aspetti che hanno a che fare con le modalità di acquisizione dei dati (aspetti che in diverse occasioni sono stati essi stessi oggetto di discussione) e si darà per scontato il fatto che le misurazioni siano in ogni caso eseguite in modo operativamente corretto da operatori esperti e dotati di opportuna strumentazione, tre sono i punti sui quali si vuole focalizzare l'attenzione:

- l'indeterminatezza del livello sonoro da utilizzarsi per arrivare a concludere se la sorgente lamentata come 'disturbante' lo sia effettivamente,
- la non esistenza di un limite inferiore di applicabilità del criterio,
- l'incidenza dell'ineliminabile incertezza di misura nella valutazione dell'eventuale superamento del limite di 'tollerabilità' (cioè i summenzionati +3 dBA sul rumore di fondo).

Osservazione 1 – Indeterminatezza di $L^{(S)}$

Una considerazione preliminare prima dell'osservazione è che nel corso di una misurazione la strumentazione acquisisce una serie di dati relativi al fenomeno acustico in esame. In particolare, lo strumento acquisisce diversi livelli sonori, tra i quali i principali sono il livello equivalente L_{Eq} e i livelli statistici L_N . Il primo rappresenta una media energetica calcolata sul tempo di misura, mentre i livelli L_N hanno natura statistica perché indicano i livelli sonori che vengono superati nella frazione $N\%$ del tempo di misura. Così, ad esempio, L_{95} è il livello superato per il 95% del tempo di misura, L_{50} è quello superato per il 50% del tempo di misura e L_{10} è superato per il 10% del tempo di misura.

Ciò premesso, l'argomento dell'osservazione è questo: se da un lato è ormai prassi comune assumere $L^{(F)} = L_{95}^{(F)}$ (ossia valutare il rumore di fondo per mezzo del livello sonoro che, a sorgente inattiva, viene superato per il 95% del tempo di misura), dall'altro non viene specificato quale sia il livello $L^{(S)}$ da utilizzare nell'equazione (1) per valutare l'eventuale superamento del limite dei 3 dBA sul rumore di fondo.

Questa 'indeterminatezza', va specificato, non è di per sé una lacuna del criterio, ma è dettata dalla ragionevole considerazione che la specifica scelta di $L^{(S)}$ vada fatta caso per caso in funzione della tipologia e della natura del rumore 'disturbante'. Così, ad esempio, se il rumore è di tipo uniforme e continuo si opera generalmente la scelta $L^{(S)} = L_{95}^{(S)}$, mentre si sceglie $L^{(S)} = L_{10}^{(S)}$ (o anche $L^{(S)} = L_{Max}^{(S)}$) se il rumore evidenzia marcate componenti impulsive inequivocabilmente attribuibili alla sorgente disturbante. Con queste due tipologie di rumore, di conseguenza, la relazione (1) si esplicita operativamente nel calcolo della differenza $L_{95}^{(S)} - L_{95}^{(F)}$ nel primo caso e della differenza $L_{10}^{(S)} - L_{95}^{(F)}$ (oppure $L_{Max}^{(S)} - L_{95}^{(F)}$) nel secondo.

Diversamente, se il rumore non ha marcate componenti impulsive ma non è neppure classificabile come uniforme e continuo perché presenta variazioni e fluttuazioni nel tempo (si pensi, a titolo di esempio, alla musica o al vociare di un

gruppo di persone in un locale pubblico), spesso viene operata la scelta $L^{(S)} = L_{Eq}^{(S)}$, dove $L_{Eq}^{(S)}$ è il livello sonoro equivalente a sorgente disturbante attiva. In questi casi, quindi, la valutazione del rispetto (o meno) del criterio si esplicita nel calcolo della differenza $L_{Eq}^{(S)} - L_{95}^{(F)}$.

Per quanto ragionevole quest'ultima scelta possa apparire a prima vista, essa può dare luogo a un inconveniente per nulla trascurabile. L'inconveniente consiste nel fatto che talvolta il livello equivalente $L_{Eq}^{(F)}$ registrato a sorgente disturbante inattiva (tipicamente nel corso della/e stessa/e misurazione/i da cui si determina il livello di fondo $L_{95}^{(F)}$) si colloca sul limite della normale tollerabilità o addirittura lo eccede. In tali casi si arriva al paradosso logico che già il rumore a sorgente disturbante inattiva è non tollerabile rispetto a sé stesso. Oltre a non avere logicamente senso, una tale circostanza conduce inoltre alla matematica certezza che il rumore della sorgente lamentata come disturbante, per quanto modesto possa essere, sarà in ogni caso non tollerabile. E ciò per il semplice motivo che dalla ovvia disuguaglianza $L_{Eq}^{(S)} \geq L_{Eq}^{(F)}$ segue $L_{Eq}^{(S)} - L_{95}^{(F)} \geq L_{Eq}^{(F)} - L_{95}^{(F)}$. Di conseguenza, se si verifica il summenzionato inconveniente che le misurazioni portano a determinare $L_{Eq}^{(F)} - L_{95}^{(F)} \geq 3$, necessariamente l'applicazione del criterio operata con la scelta $L^{(S)} = L_{Eq}^{(S)}$ condurrà alla conclusione $L_{Eq}^{(S)} - L_{95}^{(F)} \geq 3$ (cioè rumore della sorgente non tollerabile).

Fermo restando quindi il pieno e indiscutibile diritto del disturbato di non essere, per l'appunto, disturbato, appare comunque eccessivo che la valutazione del disturbo sia fatta – diciamo così – ‘truccando le carte a suo favore’.

Nota 1: Nella seguente osservazione 2 si menzionerà il DPCM 14/11/1997, che richiede anch'esso la valutazione di una differenza tra livelli sonori formalmente simile all'equazione (1). Nel decreto, tuttavia, viene specificato che i livelli sonori da utilizzare nel calcolo sono livelli equivalenti, e precisamente che deve essere $L^{(S)} = L_{Eq}^{(S)}$ e $L^{(F)} = L_{Eq}^{(F)}$ (dove quest'ultimo termine – il livello equivalente a sorgente spenta – è spesso denominato ‘livello residuo’). Così facendo, le valutazioni fatte nei termini del DPCM non incorrono nell'inconveniente evidenziato poco sopra a proposito del criterio della normale tollerabilità.

Osservazione 2 – Limite Inferiore di Applicabilità

Le valutazioni del disturbo fatte da organi di controllo (ASL, ARPA, ecc.) e applicate dai progettisti acustici fanno riferimento al DPCM 14/11/1997, che prevede (art. 4, comma 2) dei limiti inferiori di applicabilità al di sotto dei quali “ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile”.

Così non è per il criterio della normale tollerabilità, che peraltro, diversamente dal DPCM, non fa distinzione tra periodo diurno e notturno. Tuttavia, per la stessa motivazione citata tra virgolette poco sopra, è opinione ampiamente condivisa tra i tecnici che un tale limite dovrebbe esserci.

Osservazione 3 – L'incertezza di Misura

Come è ben noto a chiunque operi professionalmente in un qualsiasi campo tecnico-scientifico, ogni misurazione – di qualsiasi tipo e natura, e indipendentemente dalla perizia dell'operatore – è affetta da un'ineliminabile incertezza strumentale intrinseca al processo stesso di misura; un'incertezza che, in ultima analisi, ha origine nel fatto che lo strumento perfetto e la misura perfetta non esistono (neppure nelle più controllate e quasi ideali condizioni di laboratorio).

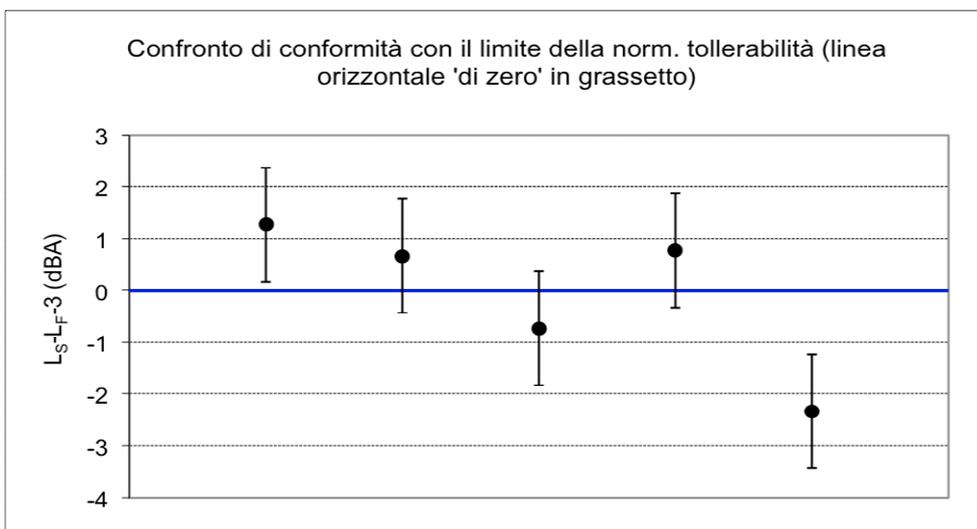
Quindi, nell'esposizione dei risultati e, soprattutto, nelle conclusioni che ne derivano si deve tenere conto di tale incertezza, un'operazione che tecnicamente viene messa in atto utilizzando opportune metodologie di natura essenzialmente statistica. L'argomento è vasto, non privo di aspetti delicati, e non a caso è oggetto di un gran numero di pubblicazioni a diversi livelli di approfondimento, tra le quali vale senza dubbio la pena di citare gli autorevoli (e relativamente recenti) documenti internazionali cosiddetti 'GUM' (acronimo per '*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*'), o anche l'altrettanto autorevole pubblicazione della NASA '*Measurement Uncertainty Analysis: Principles and Methods*' del luglio 2010.

Più nello specifico – e con diretta attinenza al caso in esame – la valutazione del rispetto o meno della normale tollerabilità rientra nella tipologia di analisi denominata con termine anglosassone 'conformance testing', che nel campo delle misurazioni acustiche è stata recepita dalla recente norma UNI/TS 11326-2 del gennaio 2015 (*Valutazioni dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica – Parte 2: Confronto con valori limite di specifica*). Alla luce di ciò, è convinzione di chi scrive che la norma possa essere di indubbio ausilio al fine di determinare su basi tecnicamente più solide se vi siano o meno accertati superamenti del limite, laddove il termine 'accertati' si riferisce per l'appunto al fatto che l'analisi dei dati debba essere mirata a valutare il mancato rispetto del limite tenendo in debito conto l'ineliminabile incertezza strumentale. Al proposito, inoltre, facendo riferimento alle pagg. 10, 13, 14 e 15 della norma, chi scrive ritiene che il criterio da applicarsi nella valutazione sia quello denominato 'di tipo B', che combina le regole di decisione cosiddette di 'accettazione allargata' e 'rifiuto stretto'.

A titolo di esempio esplicativo si riporta qui nel seguito un grafico di valutazione tracciato sulla base delle indicazioni fornite dalla norma UNI/TS. Il grafico illustra l'analisi di 5 misurazioni (i 5 pallini neri) con relativi intervalli di incertezza strumentale (le 'barre' verticali associate ai pallini), dove sull'asse delle ordinate del grafico sono riportati i valori di $L^{(S)} - L^{(F)} - 3$ (in modo tale cioè da collocare il limite sulla linea orizzontale di zero in grassetto blu).

Laddove un primo esame porterebbe ad asserire che tre delle cinque misure (la n. 1, n. 2 e la n. 4) superano il limite, l'analisi 'di tipo B', diversamente, mostra che solo la misura n. 1 dà luogo, entro l'incertezza strumentale, ad un superamento accertato (ed è di conseguenza 'non conforme' con il limite della normale tollerabilità), mentre le misure nn. 2, 3 e 4 sono da considerarsi – nella terminologia della norma – 'presumibilmente conformi'. Le misure 2 e 4, in particolare, non sono da valutarsi

come superamenti del limite, ma anzi come compatibili, entro l'incertezza strumentale, con il limite stesso. In altre parole, se la misura n. 1 non ci fosse e gli unici dati a disposizione fossero le misure nn. 2, 3, 4 e 5, l'analisi porterebbe a concludere che, entro l'incertezza strumentale, i risultati non hanno accertato il mancato rispetto del limite.



Nota 2. La norma fa riferimento anche al cosiddetto 'livello di fiducia' e alla 'probabilità di conformità', che non sono state citate nell'esempio. Nonostante questa lieve semplificazione, la sostanza delle valutazioni e delle conclusioni fornite nell'esempio è perfettamente in linea con le prescrizioni della norma.

Nota 3. Ovviamente, operando le opportune modifiche del caso, il suddetto confronto di conformità è perfettamente applicabile anche alle valutazioni fatte nei termini del DPCM 14/11/1997 citato nella Nota 1 e all'inizio della precedente osservazione 2.

Una Considerazione Finale

Infine, un'ultima considerazione di carattere generale – forse ovvia, ma comunque doverosa per completezza d'informazione – è che le tre precedenti osservazioni, e in particolare la prima e la terza, divengono particolarmente rilevanti nei casi in cui gli eventuali superamenti del limite siano di lieve o moderata entità (e cioè i casi forse più delicati da trattare).

E' chiaro, infatti, che in presenza di elevati superamenti del limite – ad esempio, come non di rado capita, di 6-7 dBA o più – la valutazione di conformità dell'osservazione 3 diviene praticamente inutile perché nulla può aggiungere al fatto, in questi casi evidente, che il rumore è certamente non tollerabile. Allo stesso modo e per la stessa ragione è chiaro che in tali circostanze diviene anche meno importante la scelta del parametro $L^{(S)}$ di cui si è discusso nell'osservazione 1.

Dr. Paolo L. Gatti