

DATI COPERTINA E PREMESSA DEL PROGETTO

UNI1609844

Lingua

Italiana

Titolo Italiano

Acustica - Criteri per la classificazione della qualità acustica delle sale cinematografiche

Titolo Inglese

Acoustics - Criteria for acoustic classification of movie theaters

Commissione Tecnica

Organo Competente

UNI/CT 002/GL 40 - Comfort acustico delle sale cinematografiche

Coautore

Sommario

La specifica tecnica fornisce criteri di classificazione dei livelli sonori percepiti dal pubblico nelle sale cinematografiche al fine di uniformare i criteri di valutazione dell'esposizione sonora del pubblico, in relazione alle differenti categorie di soggetti fruitori delle sale cinematografiche.

La presente specifica tecnica definisce:

- i parametri acustici di una sala cinematografica che permettano di poter eseguire una corretta taratura del sistema;
- le modalità e la strumentazione di taratura, controllo e monitoraggio periodico degli impianti di diffusione sonora a servizio della proiezione cinematografica;
- i parametri significativi per la valutazione dei livelli sonori percepibili proiettando in una sala tarata il contenuto audio delle proiezioni.

I destinatari di questo documento sono invitati a presentare, insieme ai loro commenti, la notifica di eventuali diritti di brevetto di cui sono a conoscenza e a fornire la relativa documentazione.

Questo testo NON è una norma UNI, ma è un progetto di norma sottoposto alla fase di inchiesta pubblica, da utilizzare solo ed esclusivamente per fini informativi e per la formulazione di commenti. Il processo di elaborazione delle norme UNI prevede che i progetti vengano sottoposti all'inchiesta pubblica per raccogliere i commenti degli operatori: la norma UNI definitiva potrebbe quindi presentare differenze -anche sostanziali- rispetto al documento messo in inchiesta.

Questo documento perde qualsiasi valore al termine dell'inchiesta pubblica, cioè il:

2024-09-15

UNI non è responsabile delle conseguenze che possono derivare dall'uso improprio del testo dei progetti in inchiesta pubblica.

Relazioni Nazionali

Relazioni Internazionali

Premessa

La specifica tecnica viene riesaminata ogni 3 anni. Eventuali osservazioni sulla UNI/TS numero

devono pervenire all'UNI entro dicembre 2026.

La presente specifica tecnica è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI Acustica e vibrazioni

© UNI - Milano. Riproduzione vietata.

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto di UNI.

Introduzione

Lo sviluppo delle tecnologie audio in uso nelle sale cinematografiche ha portato negli ultimi anni ad un crescente interesse nei confronti dell'eccessiva esposizione acustica durante la proiezione dei film. In particolare, si è rivolta l'attenzione verso i possibili effetti sull'apparato uditivo degli spettatori, nonché al "fastidio" o malessere sempre più spesso lamentato dagli spettatori per l'eccessivo livello sonoro in sala.

Il problema del livello sonoro dei programmi televisivi è stato oggetto negli ultimi anni di grande interesse sia a livello normativo, sia a livello legislativo. Il passaggio al "digitale" ha rivoluzionato gli standard di qualità e ha portato alla definizione di specifiche regole per la produzione, trasmissione e diffusione del segnale audio, sia a livello nazionale che in ambito internazionale. Alla base di queste innovazioni vi è la ormai consolidata definizione della misura di "loudness", ovvero della sensazione sonora percepita, che trova nella raccomandazione ITU-R BS.1770-4 la sua definizione operativa nell'industria televisiva.

Viceversa, il settore della cinematografia è sprovvisto di indicazioni in materia, ad eccezione delle limitazioni previste per gli audiovisivi a carattere pubblicitario contenute nella UNI ISO 21727.

L'eccessivo livello sonoro in sala può causare effetti avversi sulla salute degli spettatori, e in particolare bambini e donne in gravidanza (per gli effetti avversi sul nascituro). Può inoltre risultare fastidioso o del tutto insopportabile per soggetti particolarmente sensibili, quali per esempio individui ipoacusici/iperacusici o portatori di protesi acustiche, come approfondito nell'appendice A.

È noto che reazioni avverse anche gravi, di tipo neurologico o comportamentale, possono essere indotte da eccessive esposizioni a rumore nel caso di disabilità di tipo neurologico, tipicamente nel caso di individui con disturbi dello spettro autistico, con sindrome di Down o altre disabilità inerenti alle funzionalità uditive e del linguaggio, soprattutto nel caso di bambini e adolescenti (vedere appendice A).

Segnalazioni in tal senso vengono sempre più frequentemente registrate anche dagli organi preposti al controllo dell'inquinamento acustico, soprattutto in relazione ad effetti avversi riscontrati nel corso di proiezioni cinematografiche da parte di soggetti particolarmente sensibili (vedere appendice A).

La qualità dell'ascolto in sala dipende in modo determinante dal trattamento acustico della sala e dall'ottimizzazione del sistema di riproduzione sonora. Mentre sul primo elemento è possibile intervenire con un'attenta progettazione acustica delle sale, sul secondo elemento esistono alcune criticità che la presente specifica tecnica intende affrontare.

È possibile affermare che la tendenza attuale da parte dei produttori cinematografici è quella di produrre film con livelli sonori sempre più elevati, grazie allo stato dell'arte delle tecnologie digitali disponibili e ai nuovi sistemi di ascolto multicanale immersivi. Le sale cinematografiche ricevono i film su supporto audiovisivo digitale così come questo è stato registrato in sede di produzione, e hanno una limitata possibilità di intervenire sul volume finale in fase di proiezione in sala: per esempio abbassare il volume di proiezione in sala per limitare livelli sonori eccessivi in particolari scene del film (es. esplosioni, effetti speciali ecc.) potrebbe compromettere la percezione dei dialoghi e del sonoro di altre parti del film, soprattutto se il sistema audio non è ben allineato con i valori standard di riproduzione. Va considerato al riguardo che gli standard UNI ISO in vigore nel settore della cinematografia sono principalmente finalizzati a garantire la fedeltà della riproduzione in sala alla qualità acustica prevista in sede di registrazione del film, e non prevedono specifiche limitazioni del livello di pressione acustica in sala, con eccezione della UNI ISO 21727.

Il rispetto di tali standard in fase di installazione e dei controlli periodici degli impianti audio presso le sale cinematografiche, congiuntamente al rispetto di appropriati e specifici requisiti acustici passivi indicati nel presente documento, rappresentano comunque una condizione imprescindibile ai fini di un'ottimale regolazione del volume di proiezione senza compromettere l'ascolto del parlato.

L'intento della presente specifica tecnica è anche quello di informare il pubblico dell'eventuale pericolosità derivante dall'esposizione al rumore durante una proiezione cinematografica. Per poterlo fare, sono stati valutati ed individuati dei metodi di misura durante la proiezione in sala e una serie di analisi "offline" del contenuto audio che generalmente avviene in fase di postproduzione e mastering dell'audiovisivo, nel medesimo modo in cui vengono effettuati i controlli per le versioni broadcast.

Da queste analisi e verifiche si possono stabilire dei criteri per valutare la criticità dell'esposizione al rumore del contenuto audio specifico nella sala cinematografica, garantendo la possibilità di informare il pubblico con una classificazione acustica.

1 Scopo e campo di applicazione

La presente specifica tecnica fornisce criteri di classificazione dei livelli sonori percepiti dal pubblico nelle sale cinematografiche al fine di uniformare i criteri di valutazione dell'esposizione sonora del pubblico, in relazione alle differenti categorie di soggetti fruitori delle sale cinematografiche.

La presente specifica tecnica:

- i parametri acustici di una sala cinematografica che permettano di poter eseguire una corretta taratura del sistema;
- le modalità e la strumentazione di taratura, controllo e monitoraggio periodico degli impianti di diffusione sonora a servizio della proiezione cinematografica;
- i parametri significativi per la valutazione dei livelli sonori percepibili proiettando in una sala tarata il contenuto audio delle proiezioni.

Sulla base dei punti precedenti, la specifica tecnica stabilisce una classificazione sonora al fine di quantificare l'esposizione sonora e stabilire criteri di tutela del pubblico, ivi inclusi soggetti particolarmente sensibili. (vedere appendice B).

La presente specifica tecnica si applica alle sale cinematografiche definite secondo il punto 3.4, e alle sale destinate, anche occasionalmente, all'attività di proiezione cinematografica e audiovisiva.

I criteri individuati dalla presente specifica tecnica sono valevoli per le attività di proiezione cinematografica e audiovisiva in luogo chiuso che presentino i requisiti acustici passivi descritti nel punto 4 del presente documento. Per le sale non conformi a tali requisiti acustici, i criteri valutativi ivi descritti potrebbero non essere adeguati alla classificazione del comfort acustico oggetto della presente specifica e potrebbero non garantire i livelli di protezione del pubblico e di qualità dell'ascolto previsti.

2 Riferimenti normativi

La presente specifica rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente specifica tecnica come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

UNI 11532-1	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 1: Requisiti generali
UNI 11532-2	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 2: Settore scolastico
UNI EN ISO 717-1	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea
UNI ISO 2969	Cinematografia - Risposta elettroacustica della catena B delle sale di controllo cinematografico e teatri al coperto - Specifiche e misurazioni
UNI ISO 9568	Cinematografia - Livelli di rumore di fondo in cinema, sale di controllo e proiezione, sale missaggio
UNI ISO 21727	Cinematografia - Metodo di misurazione dell'intensità sonora percepita (Loudness) per contenuti audio cinematografici di breve durata

UNI ISO 22234	Cinematografia – Livelli di pressione sonora relativi e assoluti per sistemi audio multicanale cinematografici – Metodi di misurazione e livelli applicabili all’audio cinematografico fotografico analogico, all’audio digitale per pellicole fotografiche e all’audio D-cinema
IEC 60942	Electroacoustics - Sound calibrators
ITU BS.1770-4	Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level

3 Termini e definizioni

Ai fini della presente specifica tecnica si applicano i termini e le definizioni della UNI ISO 2969 e della UNI EN ISO 717-1 e le definizioni seguenti:

3.1

Curve Noise Criteria (NC)

(Curva NC)

curve di valori in dB in bande d’ottava lineari definite in appendice A della UNI 11532-2.

Nota I valori in banda d’ottava relativi alla curva NC di riferimento, sono utili al fine della valutazione previsionale dello STI.

[FONTE: UNI 11532-2:2020, punto 3.9]

3.2

Potere fonoisolante apparente; R' :

dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora W_1 , che è incidente su un elemento tecnico sottoposto a prova e la potenza sonora totale trasmessa nell’ambiente ricevente se, in aggiunta alla potenza sonora W_2 trasmessa attraverso l’elemento sottoposto a prova, è significativa la potenza sonora W_3 trasmessa dagli elementi laterali o da altri componenti.

$$R' = 10 \lg \frac{W_1}{W_2 + W_3}$$

e il potere fonoisolante apparente è valutato utilizzando la formula [sottostante]

$$R' = D + 10 \lg \frac{S}{A}$$

dove

S è l’area della partizione comune, in metri quadrati;

A è l’area di assorbimento equivalente dell’ambiente ricevente, in metri quadri.

Nota 1 R' è espresso in decibel.

Nota 2 In genere, la potenza sonora trasmessa nell'ambiente ricevente è la somma di diversi componenti da elementi differenti (pareti, pavimento, soffitto, ecc.).

Nota 3 R' può essere utilizzato per confrontare le misure in opera con misurazioni di laboratorio del potere fonoisolante, R . Rispetto a D_{nT} ha un collegamento più debole all'impressione soggettiva dell'isolamento acustico per via aerea.

Nota 4 Quando R' è determinato nelle bande di 50 Hz, 63 Hz e 80 Hz utilizzando il procedimento a bassa frequenza il collegamento alla potenza sonora nella [prima] formula non è esatto.

Nota 5 Nel caso di ambienti sfalsate o a gradini, S è l'area della partizione comune a entrambi gli ambienti. Se l'aria comune è 0 m^2 , il potere fonoisolante apparente non è definito e pertanto è logico utilizzare l'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione. Se è necessario citare il potere fonoisolante apparente (per esempio a fini legislativi) gli ambienti sfalsati o a gradini quando l'area comune è maggiore di 0 m^2 ma minore di 10 m^2 , è possibile utilizzare la seguente procedura. Calcolare $V/7,5$, dove V è il volume, in metri cubi, dell'ambiente ricevente, che deve essere più piccola dell'ambiente di origine a meno che la sorgente e gli ambienti riceventi abbiano volumi identici. Se l'area comune è più grande di $V/7,5$, allora S è uguale all'area comune, altrimenti è uguale al valore, $V/7,5$.

[FONTE: UNI EN ISO 16283-1:2018, punto 3.14]

3.3

Rumore di fondo

rumore ambientale privato del contributo dovuto al rumore intrusivo e privo di eventuali fenomeni occasionali non facenti parte del normale contesto sonoro oggetto di accertamento.

Nota 1 Il rumore di fondo, unitamente al rumore intrusivo ad esso complementare, è parte integrante del rumore ambientale: pertanto non è misurabile in modo diretto e separato dal rumore ambientale.

Nota 2 Il rumore di fondo è il rumore prodotto dall'insieme delle immissioni sonore diverse da quella/e che sono causa di lamentele ed è contemporaneamente presente al rumore prodotto da questa/e ultima/e. Il rumore di fondo è contemporaneo al rumore intrusivo.

[FONTE: UNI 11844:2022, punto 3.1.5]

3.4

Sala Cinematografica:

Luogo confinato, semiconfinato o all'aperto in cui avviene la riproduzione audiovisiva con pubblico presente.

4 Requisiti acustici per le sale cinematografiche

4.1 Isolamento

Il presente punto fornisce delle linee guida sui requisiti acustici passivi generici per una sala cinematografica. Affinché sia possibile effettuare una valutazione dell'efficacia dell'isolamento acustico, deve essere effettuata una valutazione considerando le possibili sorgenti di rumore limitrofe e progettando le opere in modo tale che non comportino un sostanziale trasporto di rumore da e verso gli ambienti esterni.

In particolare, il rumore di fondo in sala misurato secondo la UNI ISO 9568 non deve superare la curva NC-25 (vedere appendice A). Le misurazioni devono essere eseguite con tutte le attrezzature accese e tutte le sorgenti di rumore continue e discontinue presenti, ovvero tutti gli impianti di condizionamento e aerazione, impianti elettrici, impianti meccanici e con il rumore proveniente da eventuali sale limitrofe.

Per quantificare le immissioni nelle altre sale (per i cinema multisala) e nei locali adiacenti, deve essere valutato l'indice di potere fonoisolante con fattori di correzione (C , C_{tr}) come definiti nella UNI EN ISO 717-1.

In fase previsionale si dovrebbero utilizzare i fattori di correzione C_{tr} definiti dalla UNI EN ISO 717-1 nella valutazione dei coefficienti di isolamento acustico per avere un controllo più efficace delle basse frequenze, che in queste applicazioni sono critiche in particolare per la presenza del subwoofer.

I valori finali di riferimento minimi, con misure in opera, valutati su un tempo di misura di 10 minuti mediando i risultati di almeno 4 punti di misura, devono essere i seguenti:

- Livello di rumorosità misurato a sala vuota con tutti gli impianti accesi (HVAC, audio, illuminazione) senza alcun tipo di emissione da parte di sale adiacenti: $L_{sc} < \text{curva NC-25}$;
- Livello di rumorosità misurato a sala vuota con emissione della sala adiacente (utilizzando come segnale di prova i livelli delle misure della fase di taratura ed equalizzazione): $L_{sc,m} < \text{curva NC-25}$;
- Livello di rumorosità misurato negli spazi adiacenti (corridoi, spazi comuni esterni alle sale, foyer) con emissione del sistema audio e con tutti gli impianti in funzione: $L_{ext} < \text{curva NC-45}$. È escluso il rumore antropico.

4.2 Criteri pratici per il conseguimento dei valori di isolamento

Ai fini del conseguimento dei requisiti di cui al punto 4.1, un valore identificativo dell'indice del potere fonoisolante apparente con correzione C_{tr} , misurato in sito, tra sala e sala, dovrebbe essere:

$$R'_w + C_{tr} > 65 \text{ dB.}$$

Per le altre partizioni verso gli spazi comuni adiacenti, l'esterno e il pavimento si dovrebbero considerare prestazioni di $R'_w + C_{tr} > 60 \text{ dB}$.

Le porte sono una criticità tipica dell'involucro fonoisolante, e inoltre rappresentano il possibile punto di trasporto del rumore nei momenti in cui vengono occupate per il passaggio degli spettatori. Per ottenere un risultato soddisfacente di isolamento acustico tra esterno e interno e per mantenere una performance elevata anche durante il passaggio di persone, si dovrebbe progettare una bussola con sistema di doppie porte fonoisolanti. Ogni porta dovrebbe avere un $R_w > 42 \text{ dB}$ e l'interno della bussola dovrebbe essere rivestito da materiale fonoassorbente in modo da evitare risonanze di cavità.

Nel caso di porte singole si possono considerare valori di $R_w > 55 \text{ dB}$ ma, in qualsiasi caso, si riscontrano problemi durante il passaggio delle persone.

Ai fini del conseguimento degli obiettivi acustici del presente punto, si dovrebbero prendere in considerazione le trasmissioni laterali ed in particolare quelle che avvengono attraverso il pavimento. Si dovrebbe costruire un intero involucro fonoisolante per ciascuna sala, che sia disaccoppiato meccanicamente dalla struttura esistente e dagli involucri adiacenti.

In fase di progettazione si dovrebbe mantenere sempre un margine di tolleranza di almeno 3 dB.

4.3 Acustica di sala

In fase di progettazione si deve tener conto delle caratteristiche acustiche dei materiali di rivestimento delle superfici al fine di raggiungere i valori dei parametri acustici coerenti con quelli espressi nel presente punto. I parametri acustici per le sale cinematografiche tengono conto anche delle basse frequenze. Questo accade in quanto lo spettro di emissione dei sistemi audio cinematografici è *fullrange*¹ e le basse frequenze rappresentano sempre una zona critica dello spettro sonoro, sia per l'isolamento che per il trattamento interno nelle sale.

L'acustica della sala deve essere valutata tenendo conto anche della presenza degli arredi (per i coefficienti di assorbimento, vedere la UNI 11532-1), in particolare modo delle sedute, e dovrebbe essere verificata a sala piena e vuota.

I tempi di riverberazione in sala devono essere misurati utilizzando come sorgente sonora i diffusori rettoschermo (scegliendone uno per volta). I valori ottimali del tempo di riverberazione a 500 Hz sono riportati in Figura 1².

Dopo aver fissato il tempo di riverberazione a 500 Hz sui parametri ottimali per il volume della sala, basandosi sulla Figura 1, i rapporti tra il tempo di riverberazione nelle altre bande di ottava e quello a 500 Hz devono rientrare nella maschera di riferimento rappresentata nella Figura 2³. In particolare, le basse frequenze devono rientrare entro i valori stabiliti dalla maschera, che accetta tempi di riverberazione più alti a bassa frequenza rispetto a quelli misurabili a 500 Hz. Tali valori si raggiungono solitamente soltanto usando materiale poroso con piccolo spessore e applicato in aderenza delle superfici rigide.

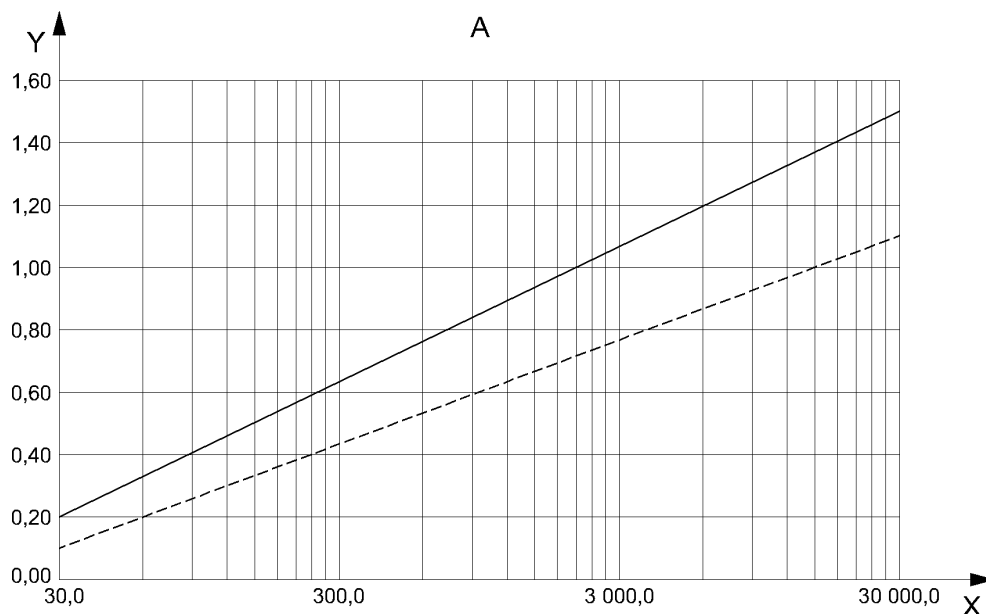
La maschera prevede una tolleranza anche nelle alte frequenze, in considerazione dell'assorbimento dell'aria che nelle sale più grandi è più importante. Anche l'allineamento in frequenza delle sale ha una certa tolleranza a medio-alta frequenza basata sulla Curva-X secondo la UNI ISO 2969.

Visto l'aumento del contributo delle basse frequenze nei film moderni (non solo i film d'azione), se la sala a bassa frequenza non rientra all'interno della maschera rappresentata nella figura 2, risulta più difficile tarare l'impianto audio per poter riprodurre fedelmente un contenuto. In questo caso, comunque vada la taratura, anche nel caso in cui si riuscisse a seguire la Curva-X, la frazione del suono riverberato sarebbe nettamente maggiore di quella del suono diretto, risultando in una perdita di definizione e precisione sonora delle basse frequenze per lo spettatore.

¹ Tutti i subwoofer commerciali per cinema arrivano almeno a 30Hz, molti di questi si spingono effettivamente fino a 20 Hz.

² La maschera del tempo di riverberazione in Figura 1 è ripresa dalla SMPTE EG18 (withdrawn), "*Recommended reverberation time for motion-picture theatres*".

³ La variazione in frequenza del tempo di riverberazione è ripresa dalla Technical Guidelines for Dolby Stereo Theatres, 1994 "Reverberation scaling curve for audio bandwidth".

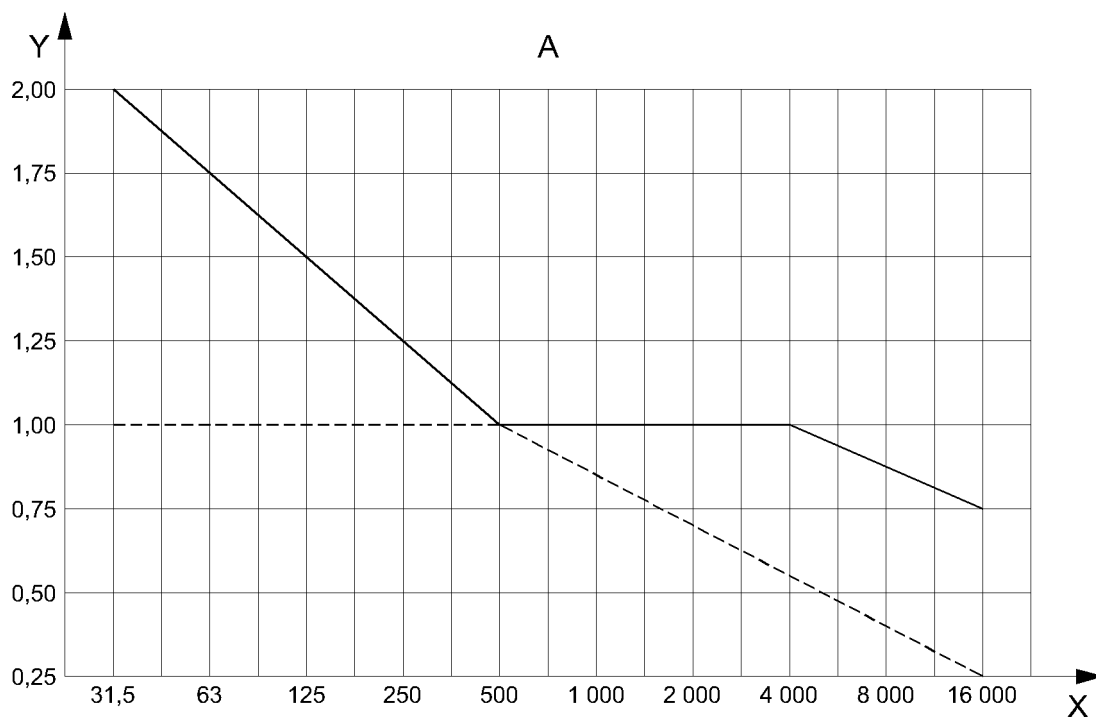


_____ Limite superiore del tempo di riverberazione ottimale a 500 Hz.

----- Limite inferiore del tempo di riverberazione ottimale a 500 Hz.

Asse X	Volume della sala cinematografica, espressa in m3
Asse Y	Tempo di riverberazione, espresso in s

Figura 1 — Maschera per il tempo di riverberazione ottimale a 500 Hz per sale cinematografiche espresso in funzione del volume



_____ Limite superiore del rapporto tra il valore del tempo di riverberazione relativo alla banda considerata e quello nella banda dei 500 Hz

_ _ _ _ Limite inferiore del rapporto tra il valore del tempo di riverberazione relativo alla banda considerata e quello nella banda dei 500 Hz

Legenda

Asse X	Frequenza, espressa in Hz
Asse Y	Rapporto tra il valore del tempo di riverberazione relativo alla banda considerata e quello nella banda dei 500 Hz

Figura 2 — Maschera per l'andamento in frequenza del rapporto fra il tempo di riverberazione nelle bande di ottava e il tempo a 500 Hz

5 Taratura degli impianti di diffusione sonora

5.1 Generalità

L'impianto audio delle sale cinematografiche deve essere tarato valutando la risposta in frequenza ed in livello di pressione sonora, secondo la UNI ISO 2969, la UNI ISO 22234 e la UNI ISO 9568. Ciò al fine di consentire un'uniformità globale nella produzione e nella fruizione del contenuto audio, presupponendo che la sala cinematografica abbia i requisiti acustici passivi idonei e verificati come specificato al punto 4.

Il personale che effettua le regolazioni ed il controllo dell'impianto audio dovrebbe essere qualificato ai sensi della vigente normativa di tutela acustica e competente sui temi di elettroacustica, in particolare sulla taratura degli impianti di diffusione sonora. In questo caso, la suddetta taratura deve essere effettuata utilizzando la strumentazione e le procedure riportate nei seguenti punti, che si riferiscono principalmente alla UNI ISO 2969.

5.2 Strumentazione necessaria

Per l'acquisizione audio, si dovrebbe utilizzare un sistema con almeno 4 canali di input in parallelo che permetta l'analisi in tempo reale della risposta in frequenza come definita dalla UNI ISO 2969 in terzi di ottava mediata su tutti i canali di acquisizione composto da:

- Set di microfoni omnidirezionali secondo la UNI ISO 2969;
- Calibratore almeno in classe 2 secondo la IEC 60942 tarato con periodicità almeno biennale.

5.3 Metodo di misura

5.3.1 Controlli preliminari sistema

Il sistema deve essere verificato secondo la UNI ISO 2969 e in particolare devono essere effettuati i seguenti controlli:

- verifica polarità altoparlanti;
- verifica che gli altoparlanti siano abbastanza vicini allo schermo per evitare qualsiasi effetto di eco;
- integrità moduli e catena audio.

5.3.2 Caratterizzazione e calibrazione elettroacustica impianto

Per la misura deve essere utilizzato un segnale di prova (wide-band pink noise, -20 dBFS(dB Full Scale), 0 VU, secondo la UNI ISO 2969). Ogni canale deve essere calibrato regolando il guadagno dei finali di sistema in esame. Ogni canale deve riprodurre l'SPL di riferimento (85 dB(C) e 95 dB(C)) per il subwoofer, misurati con costante di integrazione SLOW⁴. I processi di taratura e controllo sono i seguenti:

- definizione Curva-X e tolleranze in frequenza (terzi d'ottava) secondo la UNI ISO 2969;
- aggiustamento della frequenza del crossover per eventuale canale Low Frequency Effect (LFE) secondo la UNI ISO 22234;
- aggiustamenti di tipo acustico e psicoacustico secondo la UNI ISO 2969.

5.3.3 Postazioni di misura

Le postazioni di misura devono essere definite in conformità alla UNI ISO 2969, quindi in relazione alla funzionalità ed al volume della sala e con riferimento alla regola dello scarto massimo di 3 dB per ogni banda di frequenza considerata tra differenti punti di misura dello stesso canale.

5.3.4 Misura ed equalizzazione del sistema

Dopo aver effettuato la calibrazione della catena di misura, per valutare la risposta elettroacustica della catena B (*B-Chain*) tramite l'adozione di segnali *wide band pink noise*, secondo il punto 5.3.2, si deve effettuare la valutazione dei livelli sonori in almeno 4 punti della sala. Il segnale deve essere generato e applicato a ogni canale del sistema separatamente, misurando e valutando i valori mediati spazialmente in bande di un terzo d'ottava rispetto alla curva di riferimento (Curva-X secondo la UNI ISO 2969). Si dovrebbe utilizzare un sistema di acquisizione con più ingressi microfonici ed eseguire questa valutazione in tempo reale. In caso questo non sia possibile, si può utilizzare un sistema con un unico ingresso e computarne a posteriori la media spaziale. Tale soluzione è teoricamente percorribile, ma complica sostanzialmente l'analisi e il fine tuning dell'impianto.

Dato che la fase di equalizzazione avviene durante il processo di misura, si dovrebbe utilizzare un sistema di acquisizione multicanale perché è l'unico metodo che fa notare in tempo reale la variazione della risposta in frequenza su più punti della sala.

5.4 Rapporto misura

Nel rapporto di misura devono essere espressi i seguenti dati:

- descrizione della sala (volume, numero di posti, funzionalità);
- descrizione dell'impianto (catena audio e monitor);
- livello di riferimento SPL broadband, con indicazione del livello del processore scelto durante la taratura;
- report dei punti di misura;
- report del metodo e configurazione finale di equalizzazione.

⁴ Ogni singolo canale può emettere un SPL di 85 dB(C) + 20 dB (chiamata *headroom*). Per il canale del subwoofer si considerano 10 dB aggiuntivi.

5.5 Periodicità

La verifica del mantenimento delle prestazioni previste in sede di collaudo dovrebbe essere effettuata da parte di personale qualificato (vedere punto 5.1) applicando lo stesso protocollo descritto nel punto 5.3, con periodicità almeno annuale, qualora non intervengano modifiche sostanziali all'impianto o manutenzioni significative, e comunque tenendo conto di quanto indicato dal produttore/installatore del sistema audio.

6 Criteri di valutazione del contenuto

6.1 Generalità

La qualità acustica delle sale cinematografiche dovrebbe essere classificata tramite il cosiddetto "metodo indiretto", il quale consiste nel mantenere un cinema tarato e controllato periodicamente. Conoscendo i valori di loudness dei contenuti da riprodurre, è possibile valutare la classe acustica associata alla proiezione del contenuto audiovisivo ed eventualmente provvedere a modificare i livelli di riproduzione per rientrare in una classe acustica differente.

Nel caso in cui l'impianto in sala non sia controllato oppure non si abbiano informazioni sul contenuto da riprodurre, l'unico metodo per poter valutare i livelli di esposizione è quello della misura diretta in sala. Questa modalità, chiamata "metodo diretto", presenta maggiori criticità in quanto è più difficile da gestire durante una proiezione. In questo caso, con un fonometro si può prevedere soltanto un punto di misura, risultando in un controllo meno accurato dei livelli di rumore in sala.

I criteri di scelta del metodo per la classificazione della qualità acustica delle sale cinematografiche sono illustrati nella figura 3.

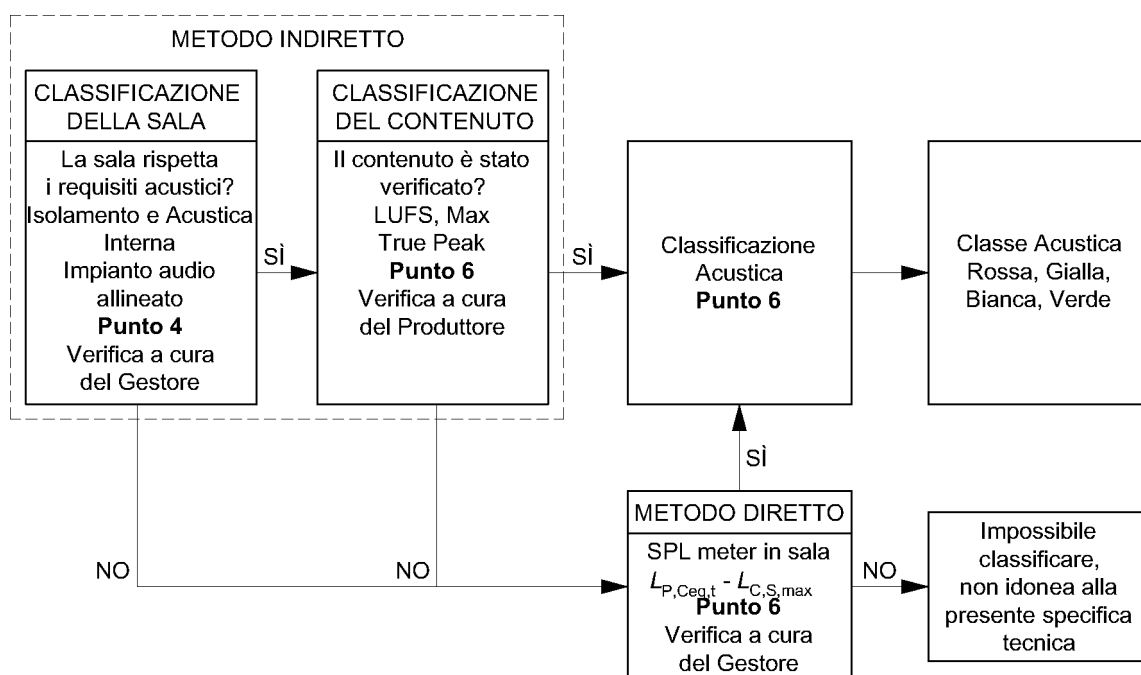


Figura 3 — Schema a blocchi per i criteri di valutazione (diretta o indiretta) del contenuto riprodotto in sala cinematografica

Sulla base di quanto definito al punto 5.3 in merito alle valutazioni da effettuare sia con il metodo diretto (misura in sala con $L_{Ceq,t}$ e $L_{C,S,max}$) sia con il metodo indiretto (valutazione della loudness con

LUFS e Max True Peak), si riporta al prospetto 1 la “Classe Acustica” delle proiezioni nelle sale cinematografiche.

Prospetto 1 — Classificazione Acustica delle proiezioni nelle sale cinematografiche considerando i parametri globali

Classe Acustica	Parametri globali ⁵		Parametri di picco	
	$L_{Ceq,t}$	LUFS	$L_{C,S,max}$	Max True Peak
Rossa	$85 < L_{Ceq,t}$	$-21 < LUFS$	$100 < L_{C,S,max}$	$2 < dBFS$
Gialla	$82 < L_{Ceq,t} < 85$	$-25 < LUFS < -21$	$94 < L_{C,S,max} < 100$	$0 < dBFS < 2$
Bianca	$78 < L_{Ceq,t} < 82$	$-29 < LUFS < -25$	$90 < L_{C,S,max} < 94$	$-2 < dBFS < 0$
Verde	$L_{Ceq,t} < 78$	$LUFS < -29$	$L_{C,S,max} < 90$	$dBFS < -2$
Nota Per i parametri globali, si considera $L_{Ceq,t}$ per il metodo diretto e LUFS, Loudness per il metodo indiretto. Per i parametri di picco, si considera $L_{C,S,max}$ per il metodo diretto e Max True Peak per il metodo indiretto.				

La Classe Acustica si riferisce ad una riproduzione con “livello standard”, ovvero livello di taratura⁶. Qualora si volesse riportare la proiezione ad una classe acustica inferiore, il gestore può abbassare il livello di riproduzione del processore, tenendo conto del fatto che alcuni dialoghi o suoni masterizzati a livelli inferiori potrebbero risultare non pienamente comprensibili. In questo caso, il prospetto 2 riporta le impostazioni del processore Dolby utili a soddisfare i parametri globali delle Classi Bianca e Verde in base ai parametri, in LUFS, del contenuto. Nel prospetto 3 sono riportati i valori di livello di pressione sonora in dB(C) attesi in una sala tarata conformemente a quanto descritto nella presente specifica tecnica utilizzando un rumore rosa al variare del livello del processore Dolby.

Prospetto 2 — Relazione tra i livelli dei processori Dolby e i valori di Loudness LUFS del contenuto riprodotto

LUFS FILM	LIVELLO DOLBY per CLASSE BIANCA	LIVELLO DOLBY per CLASSE VERDE
Tra -13 e -17	4	3.5
Tra -17 e -21	5	4
Tra -21 e -25	6	5
Tra -25 e -29	7	6

Prospetto 3 — Livelli sonori in dB(C) e livelli sul processore Dolby

Livello processore Dolby	Livello in dB(C)
--------------------------	------------------

⁵ Considerando i processori Dolby a livello 7 e concordi con le specifiche.

⁶ Sistema audio tarato a 85 dB(C) ovvero il livello 7 dei processori Dolby.

7	85
6.5	83.33
6	81.66
5.5	80
5	78.33
4.5	76.66
4	75
3.5	65
<p>Nota 1 Il livello in dB(C) è misurato considerando un rumore rosa emesso a -20 dBF.</p> <p>Nota 2 La taratura standard si effettua al livello Dolby 7, utilizzando per canale un rumore rosa⁷ emesso a -20 dBFS e tarando questa emissione a 85 dB(C) in sala. Il presente prospetto rappresenta di quanti dB si abbassa la riproduzione rispetto allo standard quando si modifica il livello del processore.</p>	

6.2 Azioni da intraprendere in funzione della Classe Acustica

6.2.1 Classe Acustica Rossa

Azioni previste:

- Cartelli di avvertimento per tutti (effetti sonori particolarmente elevati).
- Controindicazioni per bambini, donne in gravidanza e soggetti sensibili.
- Il cinema mette a disposizione ascolto in cuffia.

6.2.2 Classe Acustica Gialla

Azioni previste:

- Cartelli di avvertimento: controindicazioni per bambini, donne in gravidanza e soggetti sensibili.
- Il cinema mette a disposizione ascolto in cuffia.

6.2.3 Classe Acustica Bianca

Azioni previste:

- Il cinema mette opzionalmente a disposizione ascolto in cuffia da valutare soprattutto per i soggetti più sensibili.

⁷ Il rumore rosa generato dai processori e dai sistemi Dolby è in realtà leggermente differente (si parla di 1,6 dB circa) da un rumore rosa standard che si può generare nelle DAW o nei generatori di segnali audio hardware.

6.2.4 Classe Acustica Verde

Azioni previste:

- Il cinema mette opzionalmente a disposizione ascolto in cuffia da valutare soprattutto per i soggetti più sensibili.

Appendice A

(informativa)

CURVE NOISE CRITERIA (NC)

A.1 Curve NC

Nel prospetto 1 si riportano le curve NC complete per banda di ottava (valori in dB) secondo la UNI 11532-2.

Prospetto A.1 Valori delle curve NC in bande di ottava

	<i>Frequenza centrale di banda di ottava, in (Hz)</i>									
	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NC-70	90	90	84	79	75	72	71	70	68	68
NC-65	90	88	80	75	71	68	65	64	63	62
NC-60	90	85	77	71	66	63	60	59	58	57
NC-55	89	82	74	67	62	58	56	54	53	52
NC-50	87	79	71	64	58	54	51	49	48	47
NC-45	85	76	67	60	54	49	46	44	43	42
NC-40	84	74	64	56	50	44	41	39	38	37
NC-35	82	71	60	52	45	40	36	34	33	32
NC-30	81	68	57	48	41	35	32	29	28	27
NC-25	80	65	54	44	37	31	27	24	22	22
NC-20	79	63	50	40	33	26	22	20	17	16
NC-15	78	61	47	36	28	22	18	14	12	11

Annex B Appendice B

(informativa)

Effetti dell'esposizione sonora sulla salute

B.1 Generalità

L'esposizione ad eccessivi livelli di rumore è una delle principali cause dei disturbi all'apparato uditivo in tutto il mondo^[6,10]. In media circa il 16% delle disabilità dovute a perdite uditive nella popolazione adulta è attribuita all'esposizione a rumore occupazionale, con punte che oltrepassano il 20% in differenti Paesi^[6]. In Europa dal febbraio del 2006 è in vigore una specifica direttiva ai fini della prevenzione del danno uditivo dei lavoratori esposti per motivi professionali a rumore, che è stata recepita in Italia con il D.lgs 81/08 Titolo VIII Capo II. Essa ha fissato un criterio di sicurezza - detto livello di azione - pari a 80 dB(A) per una durata espositiva giornaliera di 8 ore. Qualora si superino tali livelli espositivi è obbligatorio attuare specifiche misure di protezione e prevenzione per prevenire l'insorgenza dei danni uditivi. Il limite massimo il cui superamento è proibito su 8 ore di lavoro è fissato a 87 dB(A).

L'esposizione al rumore in ambito ricreativo è stata oggetto negli ultimi anni di crescente attenzione sia in relazione all'entità delle esposizioni ivi riscontrabili che per il crescente incremento del numero di soggetti esposti, soprattutto tra bambini e adolescenti^[2,5,7].

Da una recente stima pubblicata dal Comitato Schenhr della Commissione Europea, emerge che il numero di giovani esposti al rumore sociale è triplicato (fino al 19%) rispetto ai primi anni Ottanta del secolo scorso, mentre in questo stesso periodo l'esposizione a rumore occupazionale è diminuita, grazie all'entrata in vigore di specifiche direttive per la tutela dei lavoratori esposti a rumore^[10].

L'esposizione a rumore potenzialmente dannoso, soprattutto per adolescenti, bambini e soggetti sensibili, sia per effetti uditivi che per effetti extra uditivi è dovuta all'impiego di lettori musicali personal, all'ascolto di musica in cuffia o all'uso di videogiochi, in grado di riprodurre suoni a volumi molto elevati. Di non minore importanza sono i luoghi e gli eventi caratterizzati dalla presenza di livelli sonori elevati e perciò potenzialmente pericolosi, come discoteche, attività di intrattenimento musicale, cinema, ed eventi sportivi^[1,2].

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) afferma che circa il 40% di adolescenti e giovani adulti, compresi fra i 12 e i 35 anni, sono esposti a livelli di rumore potenzialmente dannosi durante la frequentazione di pub, discoteche, cinema, concerti o eventi sportivi^[4-5].

Le attività ricreative più comuni, come concerti, discoteche o l'ascolto di musica in cuffia, possono comportare esposizioni a livelli sonori eccessivamente elevati per periodi prolungati^[6].

Esistono numerose ricerche scientifiche che depongono a favore di una correlazione fra le attività ricreative e i potenziali danni all'udito ed effetti non uditivi. L'esposizione a livelli estremamente elevati in tali contesti, anche se per brevi periodi, può risultare estremamente dannosa, soprattutto in considerazione delle caratteristiche individuali e dell'ampia varietà di soggetti potenzialmente esposti: bambini, donne in gravidanza, individui particolarmente suscettibili all'esposizione^[2-5].

Una delle maggiori criticità relativa alla fissazione di criteri per la tutela della popolazione nell'esposizione al rumore nel tempo libero, è legata alla varietà di soggetti potenzialmente esposti. Il criterio della soglia espositiva di 80 dB(A) su 8 ore applicato per la tutela dei lavoratori dai danni uditivi non rappresenta un criterio generale adottabile nelle attività ricreative, considerata la presenza tra la popolazione esposta di soggetti vulnerabili, quali per esempio bambini, adolescenti, soggetti con

predisposizione individuale o familiare, soggetti con patologie a carico dell'organo dell'udito, Uso di farmaci ototossici (di seguito trattati)^[7].

Per i soggetti vulnerabili la possibilità di insorgenza sia di danni uditivi che di effetti ad altri organi ed apparati, può riscontrarsi a livelli ben minori degli 80 dB(A) (L_{eq}).

In accordo con quanto espresso dall'OMS, possono considerarsi "sicure" in relazione all'insorgenza di danni uditivi, per tutti gli individui della popolazione generale, esposizioni a livelli sonori minori di 70 dB(A) (L_{eq} 24 h)^[4].

Considerata la molteplicità di esposizioni sonore a cui gli individui della popolazione generale possono andare incontro quotidianamente, sia a livello ricreativo che per sorgenti di rumore come traffico e macchinari negli ambienti di vita, viene raccomandato di limitare le esposizioni sonore in ambito ricreativo, soprattutto in ambienti di vita frequentati da bambini, a livelli L_{eq} non maggiore di 70 dBA^[8].

Considerando la durata della fruizione dei contenuti proiettati nelle sale cinematografiche ed al fine di distinguere contenuti idonei alle differenti categorie di pubblico, alla classe verde è stato assegnato un livello massimo di $L_{Ceq,t} = 78\text{dBC}$.

B.2 Effetti su Bambini e Adolescenti

In letteratura è possibile reperire numerosi studi effettuati in ambito internazionale sull'esposizione ricreativa al rumore in bambini e adolescenti^[1-7].

L'American Academy of Otolaryngology afferma che tre milioni di individui con età minore di 18 anni presenta un deficit uditivo. Uno studio tedesco, basato su dati clinici, stima che un adolescente su dieci presenta un danno all'udito conseguente ad esposizioni nel tempo libero^[2].

Una recente ricerca condotta negli Stati Uniti, basata sui dati relativi alla perdita dell'udito causata da rumore su bambini in età scolare, definisce il rumore come la causa principale di perdita uditiva; inoltre afferma che gli effetti negativi in bambini e adolescenti sono in aumento, prevalentemente conseguenti ad "esposizioni volontarie" a suoni forti, come l'utilizzo di Mp3, o la frequentazione di concerti e discoteche^[9].

L'ipoacusia indotta dal rumore nei bambini è un fenomeno che merita molta attenzione. L'OMS presenta un modello per valutare e descrivere gli effetti uditivi, distinguendoli in: ipoacusia, definita come l'effettiva perdita della funzione sensoriale, la disabilità, nonché la limitazione delle possibilità uditive, e l'handicap, cioè una restrizione della partecipazione del bambino alle diverse attività^[4].

Oltre agli effetti strettamente uditivi, l'esposizione al rumore può condurre ad effetti non uditivi. In un bambino molto piccolo, deficit all'udito possono comportare difficoltà nell'acquisizione del linguaggio. Nei bambini e adolescenti la presenza di deficit uditivi può influenzare le capacità cognitive, alterare l'emotività del soggetto stimolandone, in alcuni casi, l'aggressività^[6].

È da tener presente che un'esposizione nociva al rumore in età adolescenziale può contribuire significativamente, con il passare degli anni, ad una difficoltà nella comunicazione. Alcune ricerche hanno definito gli effetti del rumore "cumulativi", in quanto comportano un aumento della suscettibilità e un'accelerazione del deterioramento cellulare in età avanzata^[8,9].

B.3 Donne in gravidanza ed effetti sul feto

Allo stato attuale esistono pochi studi sugli effetti del rumore sugli esiti della gravidanza e sullo sviluppo fetale.

Uno studio condotto recentemente ha evidenziato che le donne esposte durante la gravidanza a livelli sonori maggiori di 80 dB presentano un rischio significativo di avere un parto prematuro, un'ipertensione gestazionale e infine malformazioni del nascituro^[2].

Un ulteriore studio condotto in Svezia ha valutato la possibile associazione fra l'esposizione al rumore delle donne in gravidanza e la disfunzione uditiva nei bambini. I risultati ottenuti hanno portato a sostenere una possibile associazione ed a supportare il fatto che le donne in gravidanza non dovrebbero essere esposte a rumori forti per periodi prolungati, né in ambienti lavorativi, né ricreativi^[5].

B.4 Effetti neurologici e comportamentali su soggetti particolarmente sensibili

Esposizioni sonore elevate o improvvise possono indurre reazioni avverse anche gravi, di tipo comportamentale o neurologico, per soggetti con disturbi dello spettro autistico o con Sindrome di Down^[11-14].

Esistono evidenze che i bambini affetti da tali sindromi sono ipersensibili al suono: un'esposizione sonora eccessiva può scatenare comportamenti autodifensivi come coprire le orecchie, piangere, fuggire dalla zona, tremare, iperventilare e nei casi più gravi, auto lesionarsi^[11-14].

Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile la formulazione di criteri specifici mirati sia alla prevenzione del rischio uditivo che alla tutela dei gruppi vulnerabili.

È da tener presente che l'eccessiva esposizione acustica durante le proiezioni dei film, può causare danni all'apparato uditivo degli spettatori, in particolare bambini ed adolescenti. Inoltre, può rappresentare un impedimento alla fruizione dello spettacolo da parte di bambini o soggetti iperacusici, con possibili reazioni avverse di tipo neurologico o comportamentale anche gravi.

B.5 Conclusioni

In accordo con le raccomandazioni dell'OMS l'approccio da seguire è di tipo precauzionale: in genere in spettacoli destinati all'infanzia mantenere l'esposizione sonora ai livelli più bassi compatibili con la fruizione dello spettacolo, e, nel contempo, rendere consapevole il pubblico che partecipa ad intrattenimenti con livelli sonori particolarmente elevati della potenziale nocività di tali esposizioni.

Bibliografia

- [1] Warszawa A, Sataloff RT, 2010. Noise exposure in movie theaters: a preliminary study of sound levels during the showing of 25 films. Ear Nose Throat Journal
- [2] WHO, 2015. Hearing Loss due to Recreational Exposure to Loud Sounds: A Review. WHO; Geneva, Switzerland
- [3] WHO, 2004. The Global Burden of Disease. WHO, Geneva, Switzerland.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43942/9789241563710_eng.pdf
- [4] WHO, 2023. Make listening safe. WHO, Geneva, Switzerland.
https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/mls-brochure-english-2021.pdf?sfvrsn=bf19b448_5
- [5] WHO, 2018. Monograph on Make Listening Safe: Noise exposure limit for children in recreational settings: review of available evidence. <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-noise-exposure-limit-for-children-in-recreational-settings.pdf>
- [6] WHO, 2011. Burden of disease from environmental noise. WHO, Geneva, Switzerland.
- [7] WHO, 2008. Children Are Not Little Adults. WHO, Geneva, Switzerland.
http://www.who.int/ceh/capacity/Children_are_not_little_adults.pdf.
- [8] SCENIHR, 2008. Potential Health Risks of Exposure to Noise from Personal Music Players and Mobile Phones Including a Music Playing Function. European Commission; Brussels, Belgium.
- [9] Benjamin Roberts and Richard L. Neitzel, 2019. Noise exposure limit for children in recreational settings: Review of available evidence The Journal of the Acoustical Society of America 146, 3922. doi: 10.1121/1.5132540
- [10] Coordinamento Tecnico Regioni e Province Autonome, 2021- INAIL _ ISS Linee di Indirizzo per la Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a RUMORE
https://www.portaleagentifisici.it/fo_normative_e_documentazione.php?lg=IT
- [11] Kanakri S.M., Shepley M., Varni J.W., Tassinary L.G., 2017. Noise and autism spectrum disorder in children: An exploratory survey. Research in Developmental Disabilities.
- [12] Kargas N., López B., Reddy V., & Morris P., 2015. The relationship between auditory processing and restricted, repetitive behaviors in adults with autism spectrum disorders, Journal of Autism and Developmental Disorders
- [13] McLaren S.J., Page W.H., 2015. Noise and the implications for children with Autism Spectrum Disorder in mainstream education, Austin Journal Neurol Disord. Epilepsy
- [14] Tomcheck S. D., Huebner R. A., & Dunn W., 2014. Patterns of sensory processing in children with an autism spectrum disorder, Research in Autism Spectrum Disorders
- [15] UNI EN ISO 16283-1:2018 Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea

- [16] UNI/TS 11844:2022 Procedure per la misurazione e l'analisi del rumore intrusivo
- [17] UNI 11367:2023 Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera

Copyright

Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto dell'UNI.