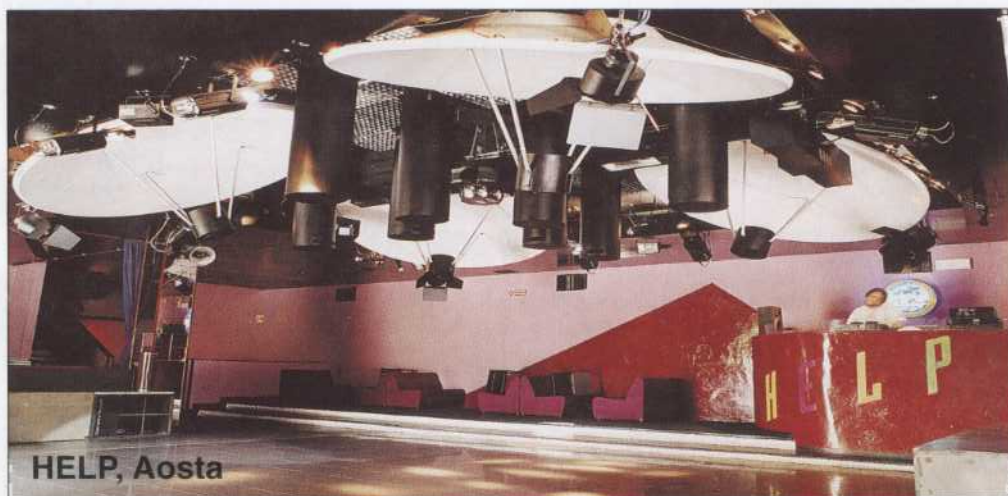


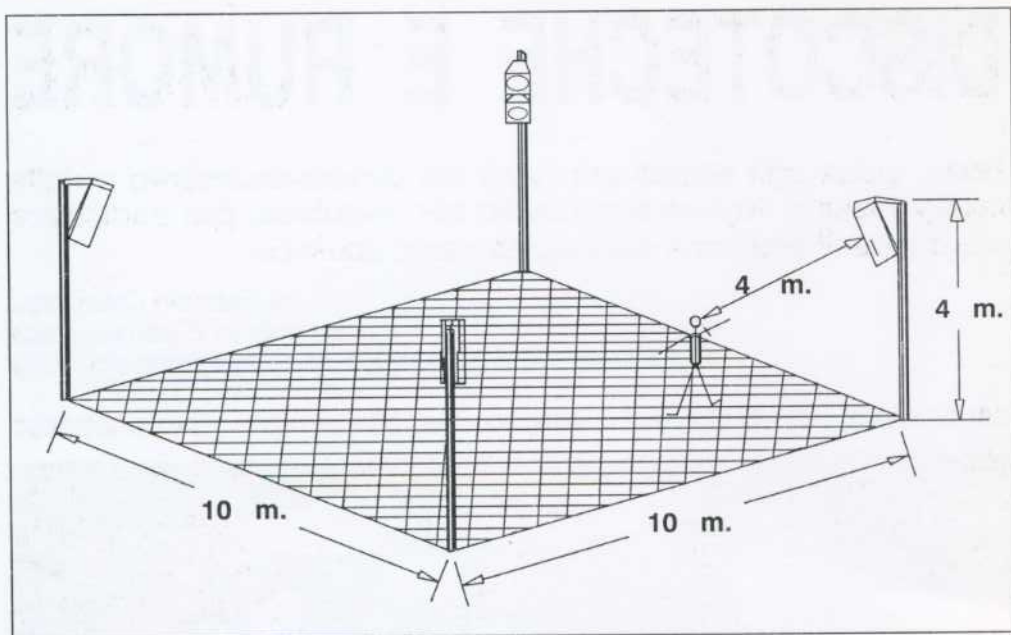
DISCOTECHES E RUMORE

Breve guida agli aspetti principali del dimensionamento e della configurazione degli impianti audio per discoteca, con particolare attenzione al problema dell'inquinamento acustico.

*di Fabrizio Calabrese
Consulente in Elettroacustica
Consigliere Nazionale dell'Audio Engineering Society*

00195 Roma - Via R. Grazioli Lante, 70 - Tel. 06/3201424 - Fax 06/3207857





QUANTI DIFFUSORI E CON QUALE POTENZA?

10 mt. X 10 mt.: questa è la dimensione più comune per le piste da ballo in discoteca. Piste più piccole richiedono potenze minori, mentre le più grandi richiedono diffusori ed amplificatori di potenza e numero proporzionati.

Quattro diffusori, sospesi a 3-4 metri di altezza ed ai vertici della pista sono la configurazione più comune di impianto audio: la distanza media tra diffusori ed ascoltatori è di 4 metri (il doppio al centro pista, ma qui arrivano le emissioni di 4 diffusori ed il livello resta lo stesso).

I diffusori professionali sono specificati per un valore di "efficienza" in deciBel ad un metro di distanza e con un watt di potenza: si va dai 93 ai 99 dB/1W/1mt. ed i diffusori più efficienti sono di regola i più ingombranti o richiedono un subwoofer per la riproduzione delle più basse frequenze.

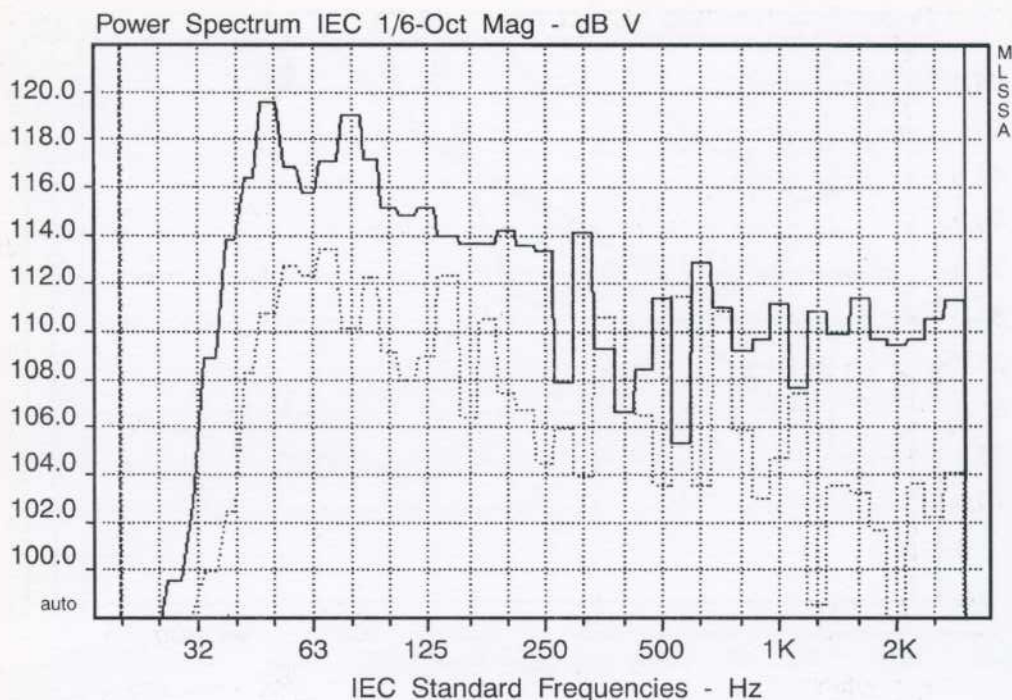
Due regole da tenere a mente: il livello di pressione sonora **diminuisce di 6 (sei) deciBel per ogni raddoppio di distanza ed aumenta di 3 (tre) deciBel per ogni raddoppio di potenza o di numero dei diffusori.**

Quanti dB in pista? L'esperienza ha mostrato che **livelli medi** di pressione sonora in pista di 95 dB"A" sono da considerare il minimo accettabile. Le nuove norme contemplano questo stesso valore come massimo praticabile (da cui le numerose proteste) ma la massima parte degli impianti audio sono dimensionati per **valori medi** da 100 dB"A" ad anche oltre 110 dB"A".

La potenza degli amplificatori e dei diffusori non si valuta, però, in termini di valori medi: sono i picchi, seppure brevissimi, a dover essere riprodotti indistorti e senza danni per amplificatori e diffusori. **I picchi superano in media di almeno 14 deciBel (25 volte) il valore medio a lungo termine.**

Ricapitolando: con un diffusore da 96 dB/1W/1mt avremo (con un watt) 90 dB a 2 mt. e 84 dB a 4 mt. -cioè in pista-: occorreranno 12,6 Watt per avere 95 dB medi in pista e 315 watt **di picco** indistorti per avere una resa adeguata, naturalmente il tutto da moltiplicare per i quattro diffusori necessari.

Con diffusori da 93 dB/1W/1mt sarà necessaria una potenza doppia (2500 Watt totali), mentre con diffusori da 99 dB/1W/1mt sarà possibile sonorizzare tutta la pista a 100 dB medi con 2000 Watt.



BASSI, MEDI, ALTI e dB“A”

Agli alti livelli di ascolto sono le frequenze medie ed alte a dare il maggiore fastidio ed a causare gli eventuali danni; ai bassi livelli di ascolto l'orecchio umano avverte molto meno le basse frequenze.

Per questi due motivi i fonometri, cioè gli strumenti con cui si misura il livello di pressione sonora, impiegano, secondo le norme, una “curva di pesatura -A-” che filtra -e molto- le basse frequenze.

E' dunque naturale una certa difficoltà a tradurre i livelli di potenza degli amplificatori (che sono lineari) nei dB“A” dei fonometri, che leggono molto meno le basse frequenze.

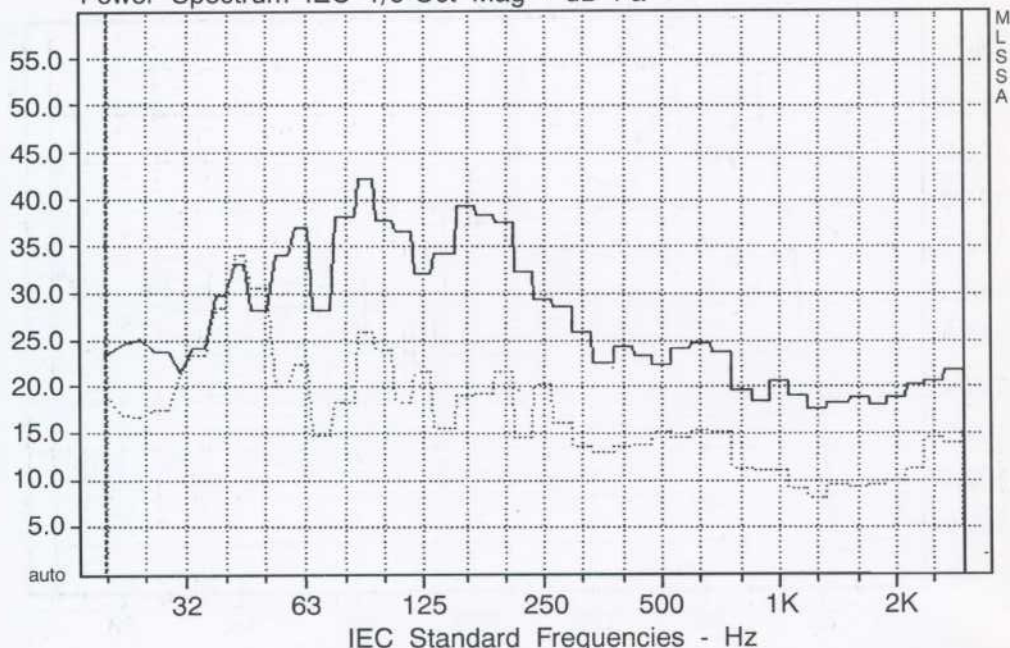
Il grafico in alto mostra gli spettri di due campioni di brani di musica da discoteca: in entrambi i casi le frequenze basse prevalgono e **tra i 40 Hz ed i 200 Hz è concentrato almeno l'ottanta per cento** della potenza degli amplificatori. A queste frequenze i fonometri con la pesatura “A” leggono dai 10 ai 30 dB in meno, cioè **dalle dieci alle mille volte in meno**, in potenza.

Alcuni tecnici -errando- tagliano le frequenze più basse allo scopo di diminuire il disturbo verso le abitazioni circostanti la discoteca: in pratica non ottengono quasi nulla alle misure con i fonometri (che a 63 Hz attenuano 26 dB), ma la sensazione di livello sonoro in pista diminuisce veramente di molto ed il suono diventa fastidioso e mal tollerabile per lunghi tempi, allontanando gli avventori dal locale.

Il problema delle basse frequenze è che esse, se potenti, mettono facilmente in vibrazione porte e condotti del condizionamento: nei locali al chiuso si creano facilmente punti di concentrazione di energia, che un vero progettista o installatore di impianti audio per discoteca deve assolutamente saper prevedere ed evitare.

Nei locali al chiuso le basse frequenze concentrate presso i bar, i tavoli dei privé o le uscite sono una vera sciagura, sia per il fastidio che arrecano agli avventori che per la facilità con cui si propagano oltre il locale: nuove tecnologie consentono di eliminare radicalmente il problema ed a costi accettabili, come verrà trattato meglio di seguito.

Power Spectrum IEC 1/6-Oct Mag - dB Pa



COSA ARRIVA ALLE ABITAZIONI

Nelle incisioni musicali da discoteca l'**80 per cento** dell'energia è concentrato sulle **basse frequenze**, tra i 40 ed i 200 Hz.

Rilevando i livelli **in pista**, con un fonometro e con la curva di pesatura "A" la maggiore importanza finiscono per averla le **componenti medie ed alte**, le frequenze tra 300 e 3000 Hz: circa il **90 per cento** di quel che legge il fonometro è concentrato in questa banda.

A distanza sono però le basse frequenze ad arrivare più facilmente: le due ottave attorno a 125 e 250 Hz raccolgono il **60 per cento** dell'energia rilevata da un fonometro con pesatura "A", il restante 40 per cento è posto a frequenze superiori.

Questo avviene perché in ogni caso, anche all'aperto, esiste un contributo di attenuazione causato dai movimenti atmosferici, dagli ostacoli naturali, dalle asperità del terreno e dal fogliame: tutti elementi che causano attenuazione solo a frequenze medie ed alte.

Nel grafico in alto possiamo osservare il confronto tra lo spettro delle emissioni di una discoteca ed il rumore di fondo rilevati nella stessa abitazione, a finestre aperte e ad un centinaio di metri di distanza: si tratta di un caso particolarmente favorevole, per via dei dislivelli e degli ostacoli naturali presenti, ma il rumore di fondo (la curva tratteggiata, più in basso) è veramente minimo.

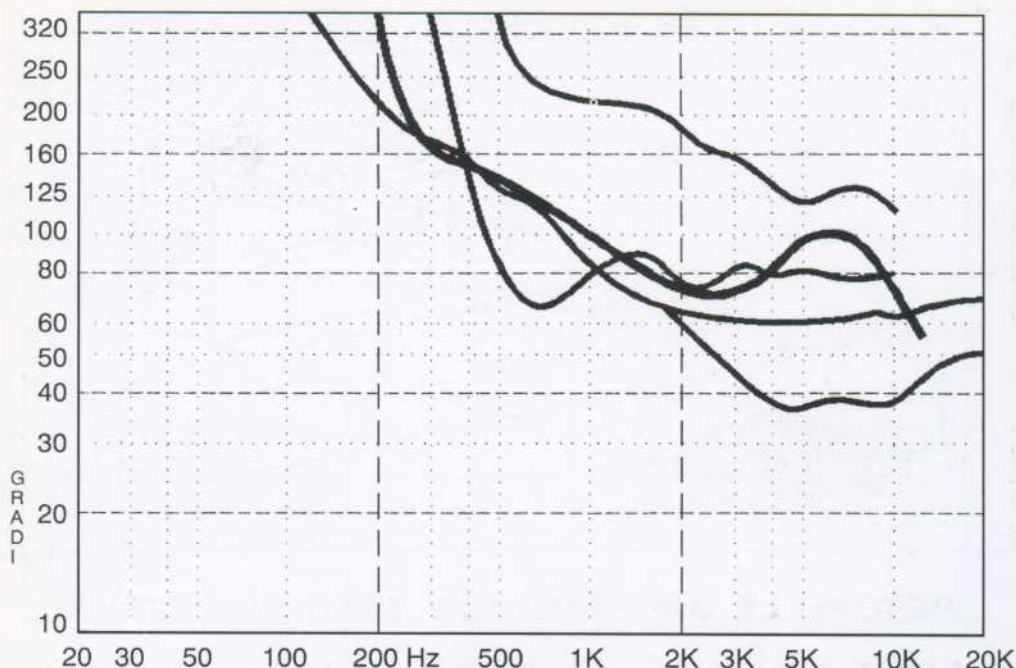
Se non vi fossero ostacoli, ritornando all'esempio di pag.2, con 95 dB"A" in media su una pista di 100 mq. (e dunque a 4 metri in media dai diffusori), rileveremmo 89 dB ad 8 metri, 83 dB a 16 mt., 77 dB a 32 mt., 71 dB a 64 mt., **65 dB a 128 mt., con un solo diffusore**, 68 dB con due diffusori, **71 dB con quattro diffusori**.

Per i locali all'aperto accade -ma è raro- il caso in cui si creino riflessioni da pareti o altro, che siano dirette proprio verso le abitazioni vicine: dunque non sempre muri e barriere sono innocui.

Nel caso dei locali al chiuso le pareti moltiplicano in pratica l'energia emessa dai diffusori: le riflessioni rivolte verso uscite e condotti del condizionamento sono senz'altro da temere.

Per quanto ben costruito ed isolato, un locale al chiuso deve presentare aperture e condotti di aerazione tali da abbassarne l'isolamento a soli 30-40 dB.

Il costo degli interventi passivi atti a consentire un isolamento adeguato è spesso estremo.



LA VERA DIRETTIVITA' DEI DIFFUSORI

Molti ritengono che i diffusori per discoteca siano in qualche misura direttivi, e che dunque basta orientarli bene per ridurre le immissioni oltre il locale: **non è assolutamente vero.**

Il grafico in alto riporta, sovrapposte, le curve di dispersione di alcuni dei più comuni diffusori professionali. **Alle basse frequenze (sotto i 200 Hz) tutti irradiano su 360 gradi:** ricordiamo che **l'80 per cento dell'energia** è emessa dai diffusori proprio a queste frequenze.

Ma anche alle frequenze medie ed alte la situazione non è poi così differente: gli angoli di irradiazione difficilmente scendono al di sotto dei 60 gradi...

Proviamo ad immaginare quattro fasci luminosi di 60 gradi che incidano su una pista riflettente: rimbalzando la luce illuminerà tutta la stanza. Esattamente lo stesso avviene per il suono alle frequenze medie ed alte, a meno che la pista non sia completamente occupata e dunque assorbente (ma alle ore più tarde della notte questo non avviene mai).

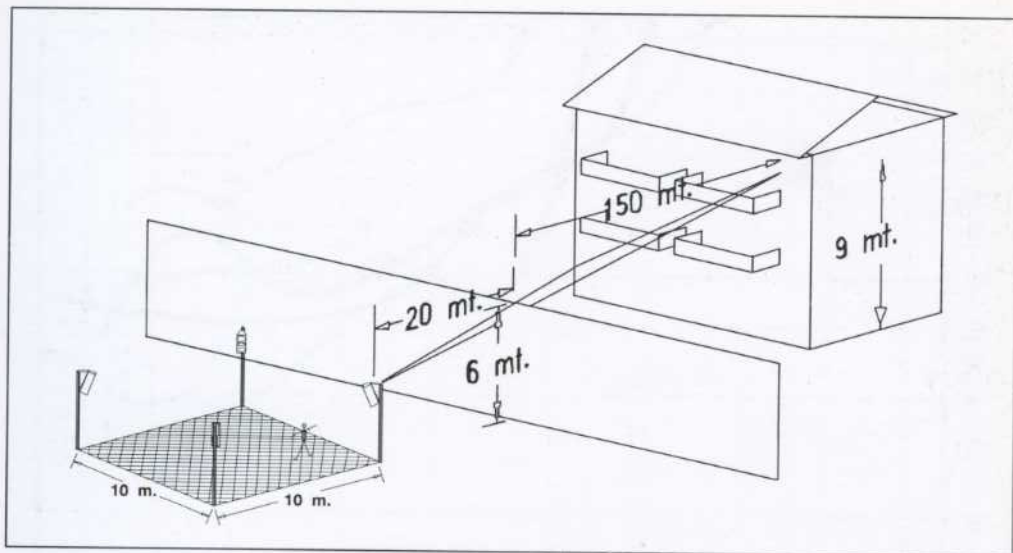
Una domanda spontanea: **ma perché mai non esistono in pratica diffusori veramente direttivi?**

Per tanti anni, il problema maggiore che si sono posti i progettisti di diffusori è stato quello di ottenere la maggiore dispersione possibile, in modo di sonorizzare omogeneamente tutta la pista da ballo.

Con i diffusori direttivi è molto più difficile ottenere questo risultato: occorre orientarli con cura e -oggi- stare molto attenti ai percorsi di rimbalzo (per non avere problemi di immissione ancora maggiori).

Un altro motivo per la loro mancanza sul mercato è che i diffusori direttivi sono ingombranti e di progettazione assai complessa: per le basse frequenze occorrono configurazioni sofisticate, che non sono alla portata dei comuni rivenditori ed installatori.

C'è poi chi spaccia per direttivi diffusori che non lo sono, ma basta poco per smascherarli: come per un faro, un diffusore direttivo illumina una zona di pista che è poco più grande del suo diametro... Se vi dicono di poter sonorizzare una intera pista con due oggetti larghi un metro o giù di lì, ormai sapete bene di avere davanti quanto meno un incompetente.



PERCHE' LE BARRIERE NON SONO SUFFICIENTI

Le barriere antirumore sono nate come (unica) soluzione per i problemi di rumore causati dal traffico: il fatto che la loro efficacia sia minima alle basse frequenze le rende pressoché inutili per risolvere i problemi di inquinamento acustico delle discoteche.

Una barriera che non copra alla vista la sorgente di rumore ha una efficacia pratica nulla a tutte le frequenze. Se l'abitazione si trova nella zona d'ombra l'effetto della barriera è tanto maggiore quanto più lungo è il percorso che il suono deve compiere per scavalcare la barriera, rispetto a quello che compierebbe in assenza di questa: dividendo (due volte) questa differenza per la lunghezza dell'onda sonora si ha un valore chiamato "Numero di Fresnel", crescendo il quale aumenta corrispondentemente l'attenuazione causata dalla barriera.

Il disegno in alto mostra un esempio pratico, con i percorsi del suono con o senza barriera: la pista è quella dell'esempio a pag.2, **con una barriera alta 6 mt. e posta a 20 mt. dalla pista, mentre l'abitazione più vicina è a 150 mt., alta due piani.**

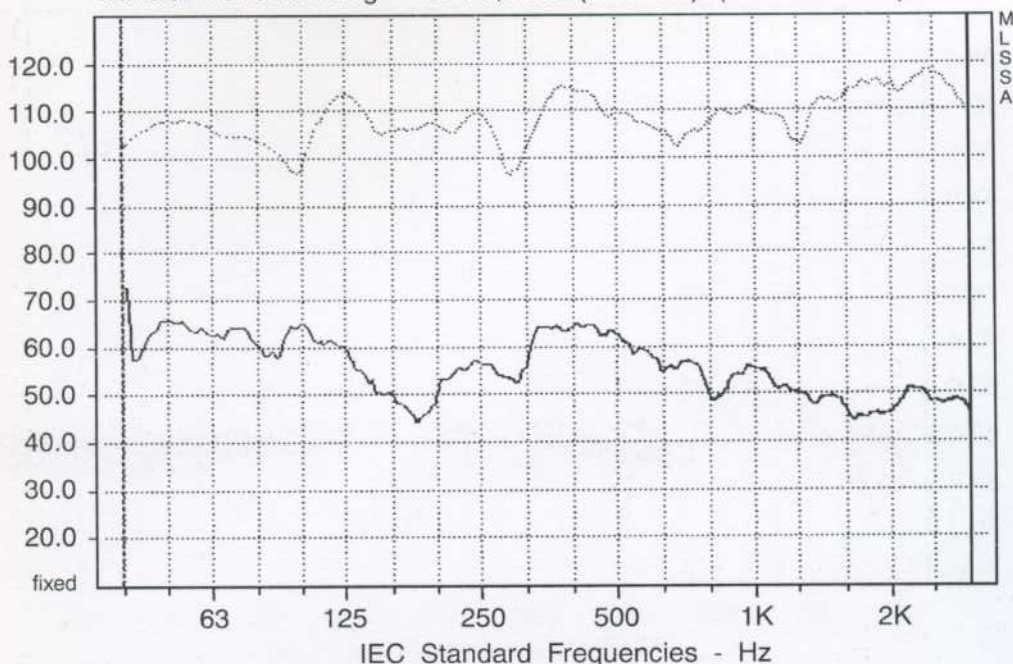
Per una barriera di queste proporzioni e di lunghezza infinita (che circonda il locale, in pratica) il "Numero di Fresnel" è di 1,12 a 2000 Hz e si dimezza a 1000 Hz e così via... **L'attenuazione prevista è di 13 dB a 2 KHz, 10 dB a 1000 Hz, 8 dB a 500 Hz, 5 dB a 250 Hz e così via, sempre meno verso le basse frequenze.**

Sottraendo questi valori di attenuazione ai livelli riscontrati in ogni banda di frequenze per i due spettri di brani musicali di pag.3 ed applicando la curva di pesatura "A", come nelle misure con i fonometri, si ottiene **una perdita compresa tra i 9 ed i 10 dB "A", causata dalla presenza della barriera.**

Un muro di sei metri di altezza che circonda una pista a venti metri di distanza è probabilmente un esempio estremo, ma proprio questo rende l'idea del pessimo rapporto tra il costo delle barriere e le loro prestazioni effettive.

L'efficacia di una barriera diminuisce con l'aumentare della distanza delle abitazioni e, moltissimo, in funzione dell'altezza di queste: per avere un qualche effetto una barriera deve esser lunga decine di metri oppure circondare la pista da tutti i lati, ma in questo caso la sua superficie interna deve essere assorbente per non causare rimbalzi.

Transfer Function Mag - dB Pa/volts (0.16 oct) (re: 2.00E-005)



UNA SOLUZIONE PER I LOCALI ALL'APERTO

Un nuova tecnologia consente oggi di produrre impianti audio per discoteca dalla emissione direttiva fino alle più basse frequenze, con livelli di riduzione delle emissioni verso l'abitato circostante che sono assai superiori a quelli comunque ottenibili, sia con barriere che con altri mezzi passivi.

I risultati sono documentati da decine di realizzazioni operanti da più stagioni, tutte sottoposte a rilievi acustici con i più sofisticati strumenti di misura, quali Analizzatori di Time Delay Spectrometry e sistemi MLS.

Il grafico in alto illustra il caso della discoteca "Oasi" di Viverone: la curva superiore -tratteggiata- mostra il livello di pressione in pista, per riferimento. La curva inferiore -solida- mostra invece lo spettro degli arrivi di energia al Campeggio, a circa **90 metri di distanza** e senza ostacoli interposti. In media vi sono **60 dB di differenza, contro i 27 dB teorici** (da 4 a 90 mt.) in campo libero: anche alle basse frequenze la differenza è mantenuta bene. La misura è stata effettuata nelle condizioni più impegnative, cioè a pista vuota (con il massimo di rimbalzi).

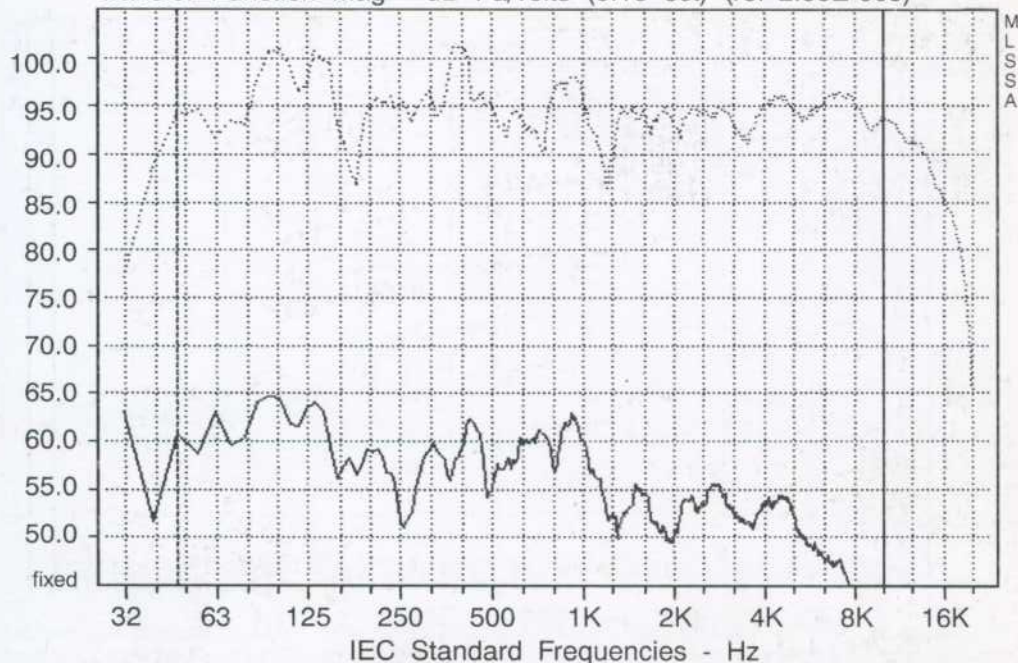
La gamma delle basse frequenze è riprodotta da otto subwoofers di forma cilindrica, mentre la gamma media è emessa da un sistema di trombe e riflettori a conversione di fronte d'onda; la gamma alta è riprodotta da trombe a direttività controllata.

Contrariamente ad altre realizzazioni, questa configurazione di impianto non è affatto meno efficiente e potente rispetto ad un impianto tradizionale: pilotato a fondo il sistema raggiunge i 107 dB"A" medi ed i 127 dB di picco in pista, con appena 1000 watt complessivi di amplificazione.

Il fatto che i trasduttori -specie quelli del medi- siano poco sollecitati li rende affidabili e, soprattutto, contiene ogni forma di distorsione al di sotto di quella emessa da diffusori convenzionali: maggiore direttività significa infatti maggiore rendimento e minori necessità di potenza di amplificazione.

Il rimbalzo di energia dalla pista eventualmente vuota è previsto e diretto verso una zona centrale della copertura, resa assorbente da un opportuno trattamento: in pratica le prestazioni del sistema migliorano appena a pista piena.

Transfer Function Mag - dB Pa/volts (0.16 oct) (re: 2.00E-005)



UNA SOLUZIONE PER I LOCALI AL CHIUSO

Per i locali al chiuso che confinano direttamente con abitazioni la necessità di dotarsi di impianti audio direttivi anche alle basse frequenze non è affatto inferiore a quella dei locali con piste all'aperto. Anche se le abitazioni sono distaccate, bastano le fuoriuscite di energia acustica dalle porte o dai condotti dell'aria condizionata per creare seri problemi con il vicinato.

Nel grafico in alto è riportato il caso della discoteca "Help" di Aosta: la curva in alto (tratteggiata) mostra il livello di pressione in pista, per riferimento. La curva in basso (solida) mostra invece lo spettro rilevato qualche metro fuori al locale, con le uscite di sicurezza completamente spalancate ed un impianto audio direttivo.

Con un abbattimento delle emissioni in media di circa 45 deciBel, perfettamente mantenuto fino alle più basse frequenze, è divenuto possibile operare il locale -in estate- a porte aperte e senza superare i limiti di immissione nelle camere dell'adiacente Hotel Etoile du Nord, anche con le finestre delle camere aperte.

Si tratta di un impianto di potenza estrema: in pista sono stati rilevati, con il pubblico, fino a 111 dB"A" medi (Leq.) e 132 deciBel di picco (Lin.) con una amplificazione di circa 3000 Watt.

Anche per questo impianto il rimbalzo di energia a pista eventualmente vuota è calcolato e diretto verso una zona centrale in alto, resa assorbente da un trattamento di limitata superficie ma grande efficacia: se l'impianto non fosse stato veramente direttivo, questo non sarebbe stato di certo possibile. L'abbattimento delle emissioni al banco del bar ed ai tavoli interni è tale non solo da porre facilmente in regola i livelli di esposizione dei dipendenti, ma anche da rendere più piacevole la permanenza nel locale, con possibilità di conversare anche in presenza di elevatissimi livelli di pressione sonora in pista.

Sia questo impianto che quello per la discoteca "Oasi" non necessitano di limitatori per il corretto impiego entro i limiti di immissione: per quanto ben realizzato, un limitatore pregiudica sempre la qualità dell'audio, se non altro per i tentativi dei D.J. di far esprimere il massimo di energia all'impianto, saturando le uscite o gli stadi intermedi del mixer.