

Dr Ing DUILIO MARZORATI
STUDIO DI INGEGNERIA

20141 MILANO V. BOTTONI PIERO, 1
dumarzor@libero.it
fax e tel. 02-57.40.76.88
p.ta IVA 10.38.55.90.152
cod. fisc. MRZ DLU 45B28 F205N

ACUSTICA APPLICATA srl

Via Roma 79, GALLICANO (LU)

Risonatore “POLIFEMO”

Relazione tecnica di prova

16 novembre 2009

Ordine Ingegneri Prov. Milano: iscritto al n° 15051
Prevenzione incendi: elenco Ministero Interno MI-15051-I-22048
Radiazioni non ionizzanti: elenco esperti Ordine Ingegneri Prov. Milano
Cantieri temporanei e mobili: coordinatore della sicurezza - D.L. 494/96
Acustica ambientale: elenco tecnici competenti della Regione Lombardia L.447/95
Igiene e sicurezza del lavoro: elenco esperti Ordine Ingegneri Prov. Milano D.L. 626/94
Sicurezza impianti elettrici e antincendio: verificatore C.C.I.A. Sez.a) e g) - D.L.6.04.00
Associazione Italiana di Acustica: associato n° 92011 aderente al Gruppo Acustica Ambientale

INDICE

- 1. SCOPO**
- 2. MODALITÀ DI PROVA**
- 3. PROVE NELL'AMBIENTE NON TRATTATO**
- 4. PROVE IN SALA D'ASCOLTO**
- 5. RISULTATI**
 - 5.1 Effetto risonante
 - 5.2 Effetto equalizzante
- 6. GIUDIZIO**

1. SCOPO

A seguito dello sviluppo da parte del Committente di un apparato chiamato "Polifemo" atto ad intervenire sull'acustica degli ambienti di ascolto, ci è stato commissionato il rilievo sperimentale delle sue caratteristiche in opera.

L'apparato, nuovo nel settore, consiste in un risonatore a frequenza variabile nel campo delle basse frequenze 20÷60 Hz ove gli altri dispositivi acustici presenti sul mercato hanno scarsa o nulla efficacia.

Sommariamente, esso consiste in un tubo verticale in Plexiglass di media rigidità dotato di due aperture sui fondi superiore ed inferiore e di una apertura principale sul fronte detta Iris per la sua somiglianza all'iride dell'occhio umano. L'apertura superiore è fissa, mentre quella inferiore e quella frontale sono regolabili. Una membrana intermedia permette di definire il volume risonante sotteso dall'apertura centrale, oppure lasciare che i volumi sottesi dalle tre aperture si definiscano automaticamente.

L'insieme si presenta come una apparecchiatura a doppio effetto: la superficie tondeggiante diffrange e riflette le onde acustiche diffondendo il suono in ambiente, mentre le aperture danno luogo ad un risonatore complesso nel campo delle basse frequenze per via dei grandi volumi interni e dei diametri delle aperture.

L'accertamento richiesto riguarda:

- la capacità del "Polifemo" di migliorare l'acustica ambientale;
- l'effetto delle regolazioni sulla frequenza principale a cui risona.

2. MODALITÀ DI PROVA

Si è scelto di effettuare verifiche in tipi diversi di ambienti: un ambiente acusticamente "nudo", ed un ambiente corretto acusticamente con un consistente trattamento acustico.

Nell'ambiente nudo si vuole verificare l'effetto quantitativo grossolano dovuto alla presenza del "Polifemo".

Nell'ambiente finemente trattato si vuole invece verificare se il "Polifemo" riesce ancora ad agire, come, ed in che misura.

Ciascun ambiente viene eccitato con un segnale sonoro contenente tutte le frequenze (rumore bianco) rilevandone la risposta nel punto di ascolto.

La situazione dell'ambiente senza il "Polifemo" costituisce il termine di paragone con le situazioni che si creano in successione introducendo la coppia di "Polifemo" e variandone le aperture.

L'indagine si estende da 20 a 600 Hz, curando in particolare il dettaglio del campo 20÷160 Hz.

3. PROVE NELL'AMBIENTE NON TRATTATO

Le prove sono state eseguite in un garage vuoto di dimensioni circa 6x4,5 m altezza 3 m, con pareti in laterizio intonacato e serranda in acciaio. L'acustica di tale ambiente è ovviamente pessima a causa del riverbero incontrollato delle onde sonore.

Si è indagato l'effetto della presenza di due "Polifemo" in un punto corrispondente alla posizione tradizionale d'ascolto di una sala, emettendo rumore bianco tramite una cassa amplificata di discreta qualità.

Dopo la prova iniziale ad ambiente vuoto, sono state eseguite 3 prove con "Polifemo" ad Iris aperto come segue:

- aperto anche sopra
- aperto anche sotto
- aperto anche sopra e sotto

Quindi, con volume particolarmente alto sono stati effettuati rilievi di vibrazioni con un accelerometro sulla superficie curva di uno dei "Polifemo", al fine di riscontrare eventuali corrispondenze tra le risonanze nel suono e nelle vibrazioni.

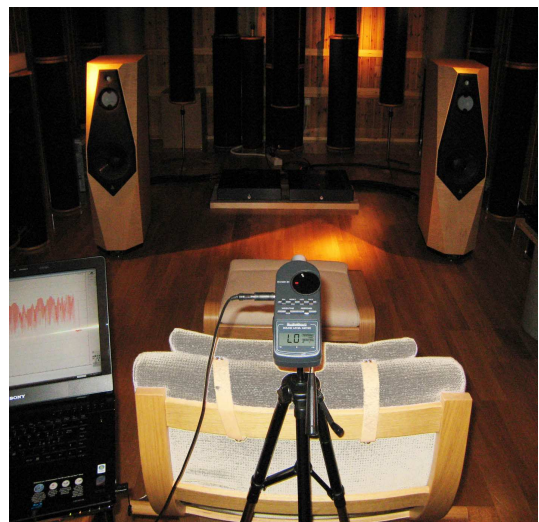
4. PROVE IN SALA D'ASCOLTO

La sala d'ascolto è dotata di un consistente e raffinato trattamento acustico, realizzato con successivi miglioramenti (vedi figura dimostrativa).

Le caratteristiche acustiche positive della sala come pure i suoi difetti sono ben noti, pertanto essa si presta per una analisi di dettaglio degli effetti dei "Polifemo".

I "Polifemo" sono stati posizionati tra le casse che si vedono e le pareti, circa nella posizione della riflessione laterale; si è quindi misurata la risposta dell'ambiente eccitato con rumore bianco emesso dalle casse in dotazione, operando tutte le variazioni consentite dai risonatori, come segue:

- sola apertura dell'Iris
- sola apertura sopra



- sola apertura sotto
- varie combinazioni delle tre aperture
- effetto delle tre posizioni della membrana

I "Polifemo" sono quindi stati spostati negli angoli alle spalle dei diffusori, e sono state ripetute le prove che erano risultate più significative nella prima posizione.

Individuate così le risonanze alle basse frequenze, le prove sono state ripetute eccitando l'ambiente non più con un rumore contenente tutte le frequenze, bensì solo con le frequenze da indagare (risonanze) per poter misurare con precisione l'effetto quantitativo di fonoassorbimento.

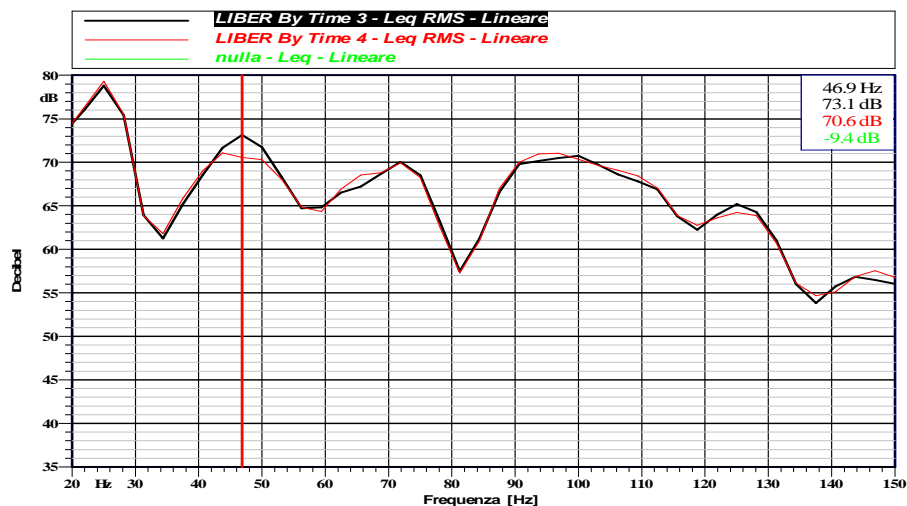
5. RISULTATI

Vengono qui sintetizzati gli esiti delle prove, che definiscono l'interazione dei "Polifemo" con l'ambiente modificandone l'acustica. I successivi commenti sono documentati da alcuni dei tracciati più significativi.

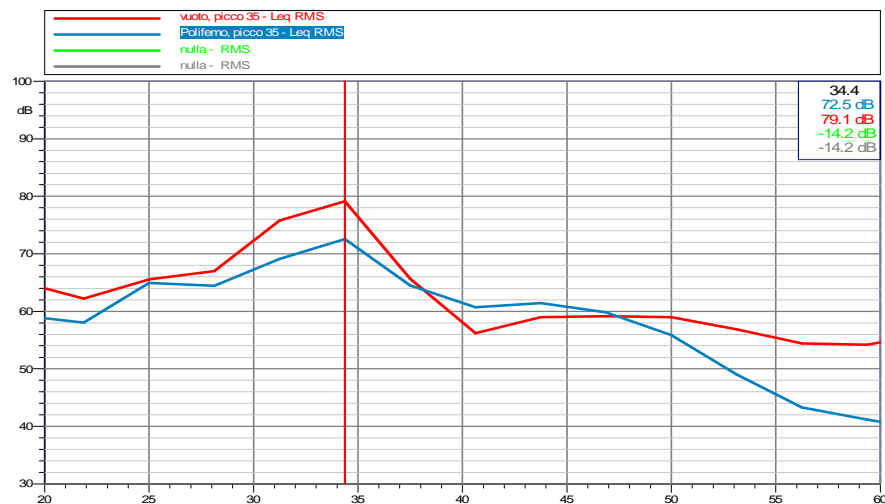
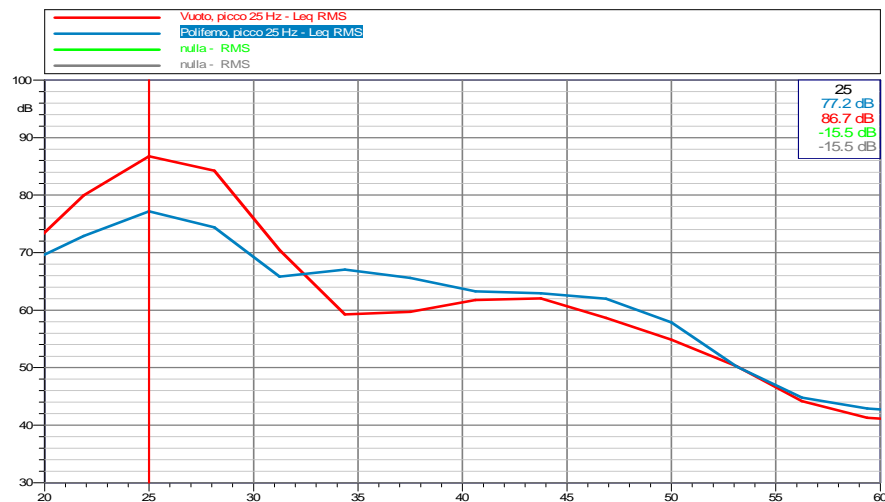
5.1 EFFETTO RISONANTE

L'effetto risonante di soppressione in un ristretto campo di frequenza si manifesta non come un tono puro bensì in un campo ristretto di frequenze; al momento il risonatore non agisce sulla larghezza di tale campo di azione ma solo sulla sua frequenza centrale; sarà facile in futuro (se ve ne sarà necessità) agire anche sulla larghezza del campo ristretto di azione.

Viene qui mostrata la risposta della sala non trattata senza (curva nera) e con il "Polifemo" (curva rossa). Si noti l'effetto della risonanza a 42 Hz, ottenuta aprendo il foro sotto: la soppressione per risonanza avviene in una banda larga circa 4 Hz.



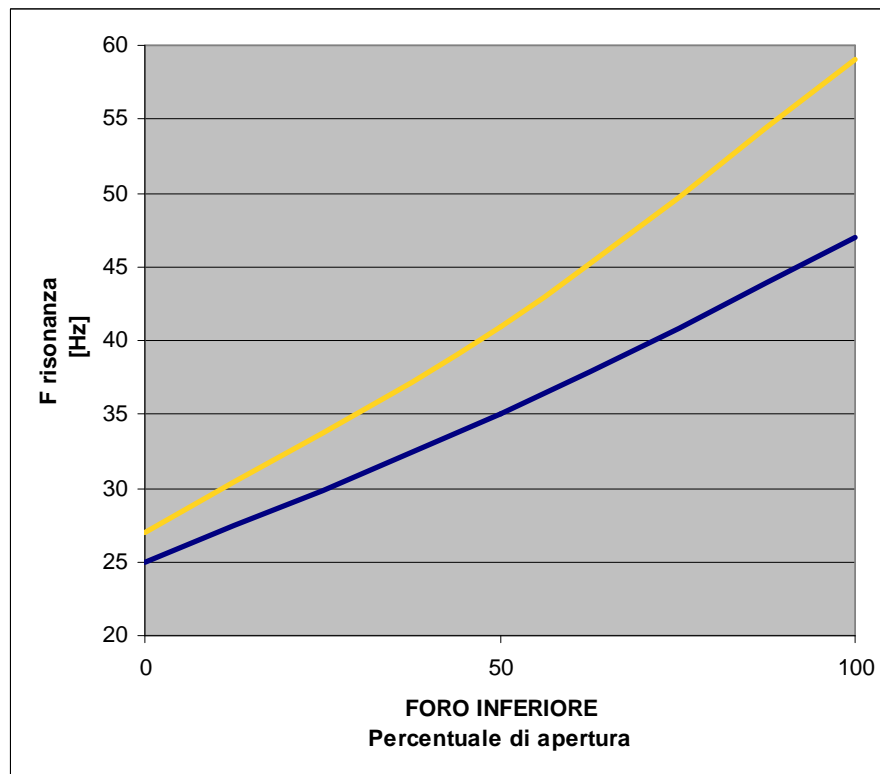
La successiva indagine è stata effettuata immettendo in ambiente rumore in banda stretta intorno alle frequenze di risonanza già individuate con le prove precedenti, così da isolare e misurare l'effetto risonante.



Le soppressioni ottenute (due delle quali sono evidenziate nei tracciati soprastanti) sono state poi riportate nel seguente grafico, che permette di trovare la frequenza di risonanza desiderata modificando manualmente l'apertura inferiore.

Esso vale per ambienti dotati di un buon trattamento acustico ambientale; più ci si allontana da questa situazione e più l'effetto risonante andrà ricercato sperimentalmente.

GRAFICO DI REGOLAZIONE DEL RISONATORE



A pari apertura del foro inferiore la frequenza può essere leggermente modificata agendo sulle altre regolazioni presenti; gli estremi di variabilità riscontrati nelle prove sono stati interpolati e rappresentati con le curve blu e gialla, definendo così il campo di azione possibile.

5.2 EFFETTO EQUALIZZANTE

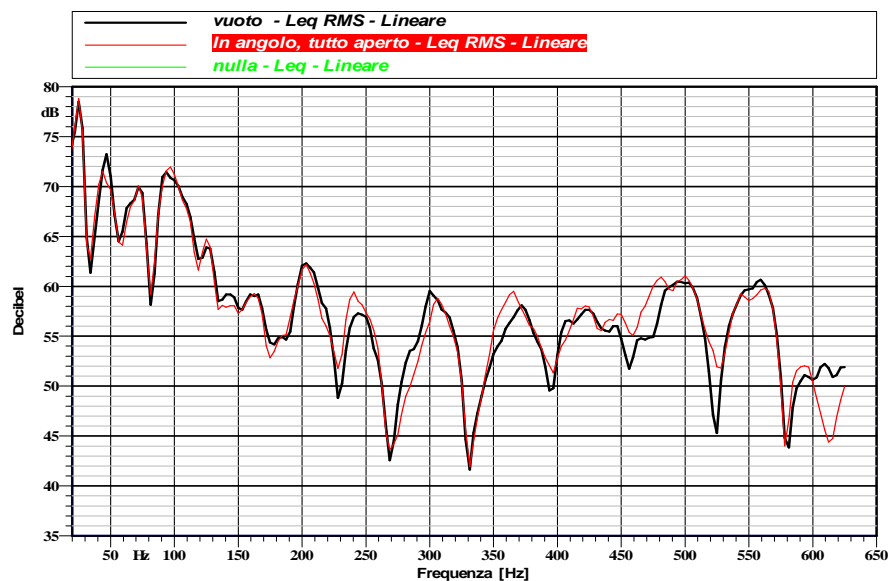
L'effetto equalizzante è invece presente, più o meno accentuato, in ogni tipo di ambiente ed in ogni combinazione di aperture.

Esso si manifesta con una redistribuzione dell'energia sonora nell'ambiente, che aumenta il guadagno Q e tende a livellare l'energia alle varie frequenze. Il campo indagato va da 20 a 630 Hz.

Come si vede l'effetto non è limitato alle bassissime frequenze (come avviene per l'effetto risonante, che dopo i 60 Hz si perde) ma prosegue almeno fino alle medie frequenze.

L'equalizzazione è maggiore se i "Polifemo" sono collocati negli angoli; pertanto si ritiene che ad essa partecipi anche la diffusione in ambiente dell'onda sonora che impatta sulla superficie curva riflettente.

Il tracciato che segue mostra una situazione tipica tra quelle misurate, in cui la redistribuzione energetica avviene praticamente a tutte le frequenze mostrate, ma particolarmente dove serve.



6. GIUDIZIO

Il "Polifemo" modifica l'acustica dell'ambiente vuoto con un effetto risonante ed un effetto equalizzante.

L'effetto risonante consiste nell'assorbimento di energia acustica in un campo di frequenza ristretto; esso si manifesta prevalentemente nel campo da 20 fino a circa 60 Hz, dopo di che non è più apprezzabile.

Il "Polifemo" ha la possibilità di regolare la frequenza di risonanza agendo sull'apertura sul fondo, con una ulteriore piccola possibilità di aggiustamento agendo anche sull'Iris e sulla membrana; sarà pertanto importante l'esperienza che l'audiofilo farà direttamente sulla propria sala d'ascolto.

Gli abbattimenti per risonanza sono stati misurati: eccitando l'ambiente di prova con un segnale a banda strettissima e di frequenza variabile nel campo 25÷50 Hz, regolando le aperture del "Polifemo" sulla frequenza immessa, e misurando le risposte nel punto d'ascolto senza e con il "Polifemo" in sala. Sono stati ottenuti abbattimenti non inferiori a -2,2 dB con un massimo di -9,2 dB (vedi grafico precedente a 25 Hz).

Non è stato invece possibile produrre il relativo grafico in frequenza degli abbattimenti (come richiesto dal committente), in quanto gli stessi dipendono fortemente dalla posizione dei "Polifemo" nell'ambiente di ascolto.

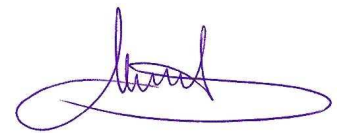
L'effetto **equalizzante** consiste nella redistribuzione dell'energia acustica in ambiente, dalle frequenze ove è in eccesso a quelle che ne sono carenti; esso si manifesta in un ampio campo di frequenze, almeno fino a 630 Hz (limite della presente indagine) e forse anche oltre.

Questo effetto è sempre stato presente, in misura più o meno accentuata, indipendentemente dal grado di trattamento acustico dell'ambiente di ascolto in cui erano collocati i "Polifemo".

L'equalizzazione avviene in modo indipendente dalla regolazione delle aperture presenti; è pertanto un effetto facile da ottenere anche da parte di persone inesperte che devono solo ricercare la posizione ottimale dei "Polifemo" per sfruttarne al massimo i vantaggi.

Per quanto riguarda i rilievi di vibrazioni sulla superficie del "Polifemo", non è stata rilevata alcuna correlazione con le frequenze acusticamente rilevanti.

Non solo, ma la vibrazione è limitata in ampiezza ed uniformemente decrescente con l'aumentare delle frequenze, come è tipico degli apparati neutri rispetto all'ambiente in cui si trovano. In termini stereofonici questo significa che l'introduzione dei "Polifemo" in una sala d'ascolto non colora il suono.



Ing Duilio Marzorati

Tecnico competente in acustica ambientale Regione Lombardia – DPGR 86/99
Associato A.I.A.n° 92011 – Gruppo di Acustica Ambientale