



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A153

Etudio parámetros eléctricos y acústicos asociados a la determinación del rango dinámico para un sistema de megafonía en grandes centros comerciales

Andrés Alcaíno ^(a),
Miguel Sánchez ^(b),

(a) Departamento de Ingeniería, SPEVI Ltda. Malaquias Concha #086, Santiago, Chile. E-mail: andres.alcaino@spevi.cl.

(b) Departamento de Ingeniería, SPEVI Ltda. Malaquias Concha #086, Santiago, Chile. E-mail: msanchez@spevi.cl.

Abstract

One of the problematic that is present in the commercial centres, has to see with the high reverberation time (RT) and the variable background noise (BN). (BN) depend of quantity of public inside of mall. This kind of building posses different couples spaces that affect your (RT). From the levels delivered by the loudspeaker net, the reverberant field and the background noise of room, we can take the electric power needed to obtain the right dynamic range. For this goal, we were measured of reverberation time, background noise and sound level pressure by sine wave in octave band. And plus we have generated a three – dimensional model of place to can show of graphic way, the coverage of the audible field of the systems.

Resumen

Una de las problemáticas que presentan los centros comerciales, tiene que ver con el alto tiempo de reverberación (TR) y un ruido de fondo (RF) variable. El RF depende de la cantidad de público que se encuentre en el interior del recinto, y además este tipo de edificaciones poseen distintos volúmenes de aire acoplados que afectan el TR. A partir de los niveles entregados por la red de parlantes, el campo reverberante y el RF del recinto, se puede determinar la potencia eléctrica necesaria para obtener un rango dinámico adecuado. Para esto se realizaron mediciones de reverberación del recinto, del ruido de fondo, y medición de nivel de presión sonora de tonos puros en bandas de octava. Además se generó un modelo tridimensional del recinto para poder mostrar de manera gráfica, la cobertura del campo sonoro del sistema.

1 Introducción

El objetivo del sistema de audio, para este tipo de locales, es lograr un cubrimiento lo más homogéneo posible con una inteligibilidad de la palabra óptima para emitir mensajes hablados al interior del recinto. Desde el punto de vista acústico, la problemática que presenta este tipo de recinto tiene que ver con un tiempo de reverberación alto y un ruido de fondo variable, producto de los materiales constructivos utilizados en esta clase de recintos y a la cantidad de público variable que circula en el interior del recinto dependiendo de los períodos de afluencia. Aumentando la complejidad del problema, este tipo de edificaciones poseen distintos volúmenes de aire acoplados, con cielos a diferente altura. Lo anterior sumado a los requerimientos del usuario, plantean características propias que deben tener las redes de parlantes que cumplirán con los requisitos. Para obtener los objetivos de homogeneidad e inteligibilidad se necesita estimar un cierto NPS que debe ser capaz de entregar este sistema en un área determinada. La disposición, tipo de parlante y número de fuentes, puede ser estimado conociendo las características de impedancia de la red de altavoces, la constante de sala y el nivel de ruido de fondo en las peores condiciones, ya que, una cierta energía eléctrica suministrada a la red debe ser capaz de emitir un cierto NPS en el recinto.

El objetivo de esta investigación es establecer estos parámetros, considerando las pérdidas inherentes a la red de transmisión y la transducción que debe hacer la fuente en un ambiente acústico determinado. Para ello, desarrollaremos una serie de medidas tanto eléctricas como acústica en el interior de un centro comercial sobre un sistema de parlantes instalados. Como parte de una primera etapa de este estudio, nos concentraremos en una zona en particular del recinto a la cual aplicaremos nuestras medidas.

2 Descripción del sistema de megafonía

La zona en estudio posee un sistema de audio compuesto por dos redes de parlantes, alimentado por amplificadores QSC de la serie CX. El corazón del sistema es una matriz digital marca Nexia, modelo SP que maneja las entradas de programa y alimenta un grupo de amplificadores de forma directa. La primera red de parlantes trabaja en el primer nivel y está compuesta por doce parlantes de muro marca PENTON, modelo JD20XT conectados a 20 watts, más ocho parlantes de cielo marca PENTON, modelo RCS6XT72 conectados en 8 watts. Esta red está alimentada por un canal del amplificador marca QSC, modelo CX602V con salida directa a 70,7 V. La otra red de parlantes que trabaja a nivel del cielo del segundo nivel está compuesta por parlantes de cielo marca PENTON, modelo RCS8XT72 conectados a 8 watts, alimentados por un canal del amplificador marca QSC, modelo CX204V con salida directa a 70,7 V.

3 Mediciones en terreno

El escenario que hemos elegido para hacer nuestro juego de mediciones, es una zona particular del centro comercial MPN, el cual está ubicado en AV. Américo Vespucio # 1737 de la comuna de Huechuraba en la ciudad de Santiago. La zona de prueba es un pasillo lateral del centro comercial, conocido con el nombre de Pasillo Poniente, el cual tiene dos niveles, pero que al ser un espacio abierto se comporta como un solo volumen de aire. El volumen de este sector es de: 17.654 m³, la superficie es de: 6.765,92 m².

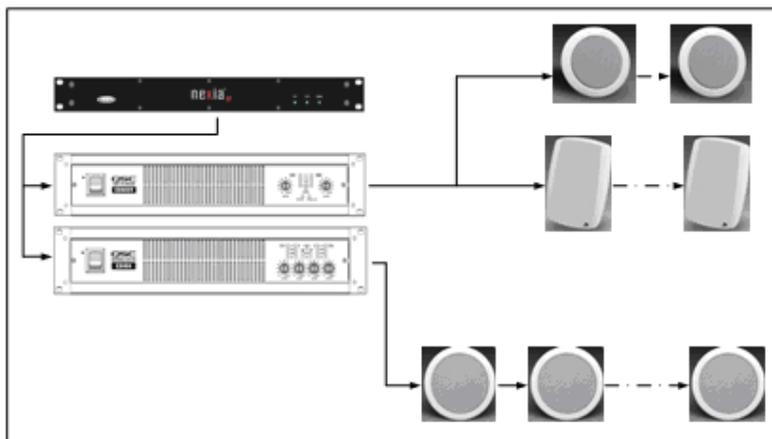


Figura 1. Diagrama en bloque sistema de audio primer y segundo nivel pasillo Poniente MPN.

3.1 Medición de Parámetros eléctricos

3.1.1 Impedancia eléctrica de la red de parlantes

La medición de éste parámetro eléctrico fue realizado con un analizador de Audio Toolbox, marca Terrasonde, en su sección “Generador de Señales” parte medidor de impedancia. Las medidas se hicieron conectando directamente el instrumento a la red de parlantes ajustado a 70 volt según las instrucciones de medidas de impedancia en el rango completo de frecuencias en tercios de octava. Cada una de las redes de parlantes se midió por separado con todos los parlantes que la componen funcionando a la potencia mencionada en (2) descripción del sistema de megafonía.

3.1.2 Voltajes de salida desde el amplificador a la red de parlantes

Esta medida se hizo por medio de tonos puros normalizados a 1 Vrms, reproducidos desde el disco de pruebas “SRD Studio Reference Disc” del fabricante “PROSONUS”, a través del reproductor de discos compactos del sistema de audio, que se introdujo a la matriz digital y desde ahí al amplificador correspondiente con su nivel al máximo. Se utilizaron los tonos puros en frecuencias desde 125 Hz hasta 8 kHz en bandas de octava y se midió el voltaje a través de un osciloscopio marca GOLDSTAR, modelo OS-9020G y se confirmó con un multímetro marca JTW, modelo DT- 830D.

En la figura 2 se pueden ver las impedancias obtenidas de las dos redes de parlantes utilizados en este estudio. Se observa en la primera gráfica que la impedancia presenta dos resonancias típicas de cajas con masa acústica, lo que revela la presencia de parlantes de dos vías con dos tubos de resonancia. En la segunda es evidente la presencia de parlantes de cielo que posee solo una frecuencia de resonancia.

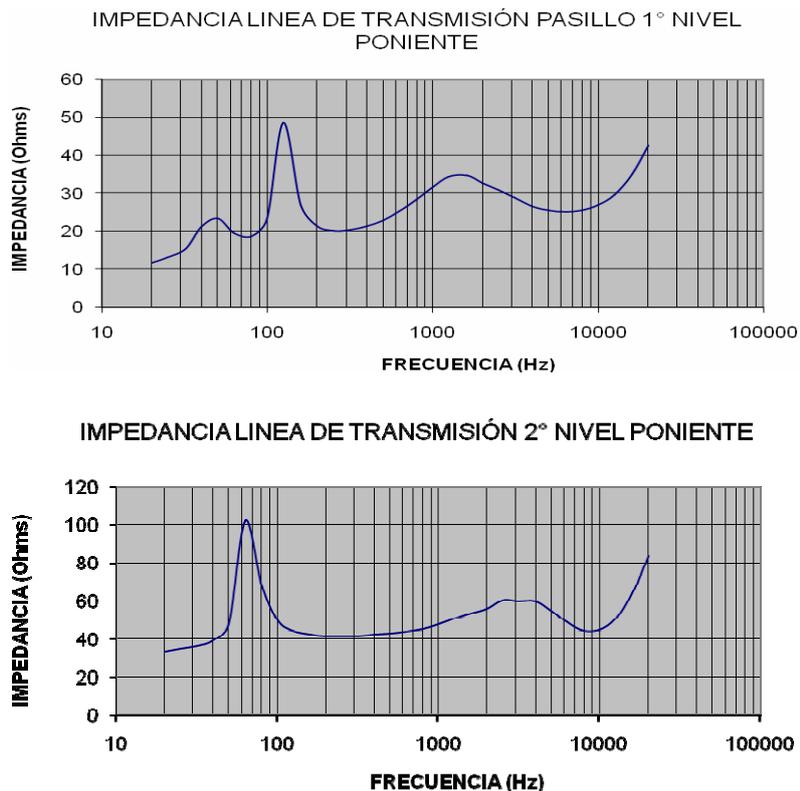


Figura 2. Resultados de la medición de las impedancias en las redes de parlantes correspondientes a pasillo Poniente primer y segundo nivel respectivamente.

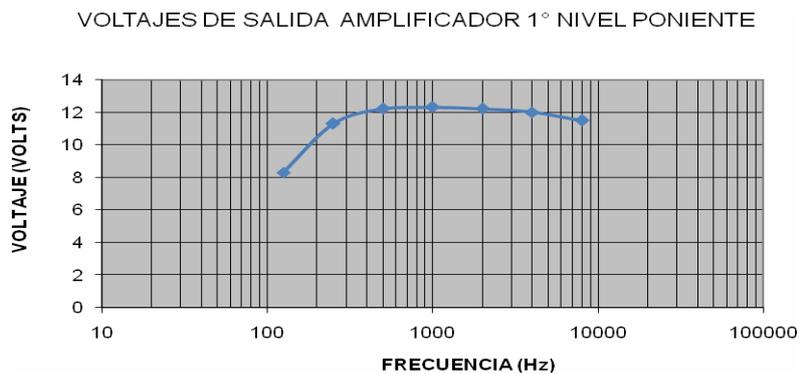


Figura 3. Voltajes de salida para el amplificador que alimenta la red de parlantes del primer nivel pasillo Poniente.

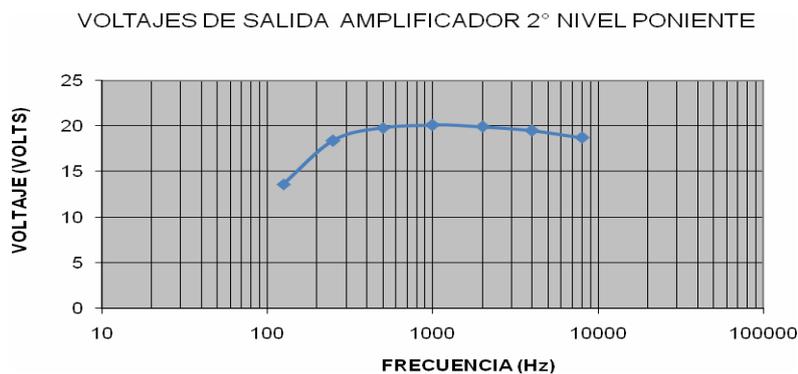


Figura 4. Voltajes de salida para el amplificador que alimenta la red de parlantes del segundo nivel pasillo Poniente.

3.2 Mediciones Acústicas

Se hicieron mediciones de tiempo de reverberación, ruido ambiente y niveles de presión sonora para tonos puros. El tiempo de reverberación y los NPS de tonos puros se hicieron en la zona de estudio, en cambio el ruido ambiente se midió en un punto estratégico del centro comercial durante un período prolongado.

3.2.1 Mediciones de ruido ambiente

Con el fin de conseguir una información clara sobre los niveles de presión sonora al interior de un centro comercial, realizamos una campaña de medición de dos semanas para verificar el rango dinámico en el que se desenvuelve el sistema. Así conocimos los horarios en que la contribución del flujo de público hace variar los niveles medidos.

Para obtener dichos valores se posicionó un Sonómetro Tipo 1 de la marca 01dB modelo Blue Solo en un lugar sin contribución de altavoces cercanos, realizando registros de integración cada 1 s durante una semana, obteniendo así los Niveles de Presión Continuo Equivalente en dBA como se muestra en la figura 5.

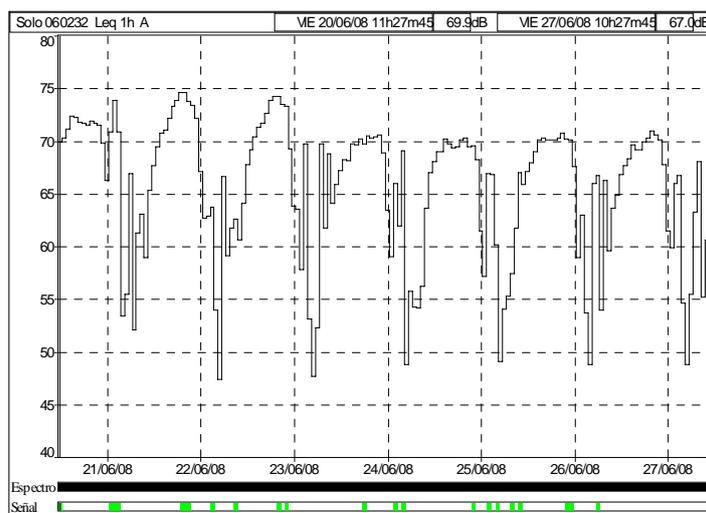


Figura 5. Niveles de Presión Continuo Equivalente en dBA. Para una semana de medición, en un gráfico con periodo de integración de una hora.

En la gráfica de la figura 5 se muestran los siete días de medición, partiendo del viernes 20 de Junio al 27 del mismo, el fin de semana representa los periodos de máxima variación, alcanzando los 74 dBA entre las 15:30 y las 20:30 horas del sábado y domingo. Los valores máximos para los días de la semana se acercan a los 70 dBA manteniéndose constante durante las 12 y las 21 horas. Los valores mínimos se observan desde las 3:00 a las 5:00 horas, para todos los días de la semana. Se decide graficar sólo una semana de monitoreo, ya que la segunda no presenta variaciones considerables de nivel.

3.2.2 Mediciones de Tiempo de Reverberación

Las mediciones de tiempo de reverberación se hicieron tiempo antes para otra investigación, sin embargo, y debido a que no han existido modificaciones arquitectónicas son válidas también en éste. El día 6 de Marzo de 2007, se registraron mediciones respaldadas por el protocolo de medición de la norma EN/ISO 3382 al interior del Mall Plaza Norte. Puntualmente en el pasillo bajo estudio se ubicaron 3 puntos de medición, con dos posiciones de micrófono en cada uno de ellos. Los valores promedio para el tiempo de reverberación por banda de 1/1 octava de frecuencia fueron los que se indican en la figura 6.

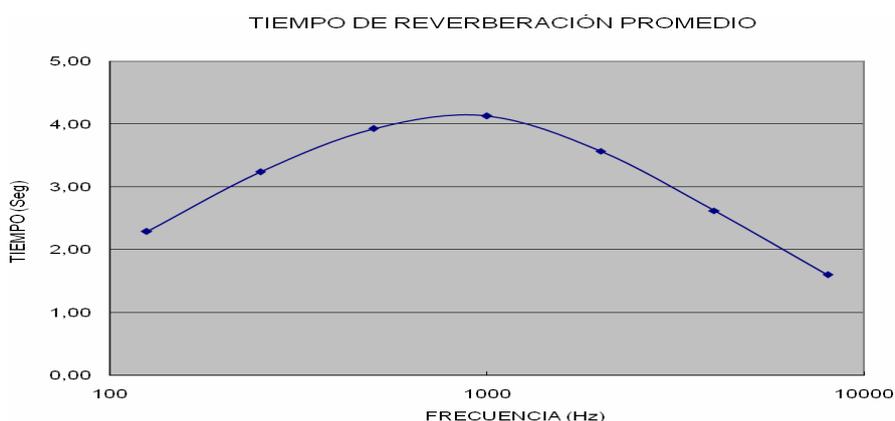


Figura 6. Tiempo de reverberación promedio por banda de 1/1 octava de frecuencia.

3.2.3 Mediciones de Niveles de Presión Sonora

Las mediciones fueron hechas reproduciendo los mismos tonos puros utilizados para obtener los voltajes de salida de los amplificadores que alimentan las dos redes de parlantes en las mismas condiciones. El nivel de presión sonora fue medido con el sonómetro tipo 1 marca 01dB, modelo “Blue Solo”. Se eligieron 7 puntos en la zona de prueba, 4 ubicados en el primer nivel y tres ubicados en el segundo nivel. Los resultados son los siguientes:

4 Modelación en tres dimensiones

Se realizó una modelación 3D del pasillo bajo estudio en el software de modelación acústica EASE v4.1, calibrando los materiales utilizados con el tiempo de reverberación medido in-situ. Se utilizaron los parlantes presentes marca Penton modelos RCS8XT,

RC6XT de cielos, y JD20XT para montaje en muros, ajustando sus características eléctricas de funcionamiento (Impedancia y Potencia por banda de 1/1 octava de frecuencia) que ya habían sido medidas. De ésta manera evaluaremos el Nivel de Presión Sonora en Campo Directo modelados en el software. Se muestra la gráfica para una frecuencia puntual, de 1000 Hz.

Para el primer Nivel los valores de Nivel de Presión Sonora en Campo Directo en 1000 Hz son los siguientes:

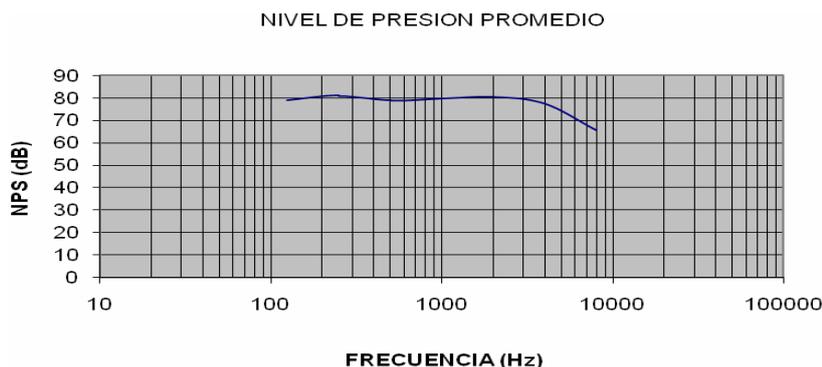


Figura 7. Niveles de Presión Sonora Promedio de todos los puntos de mediciones.

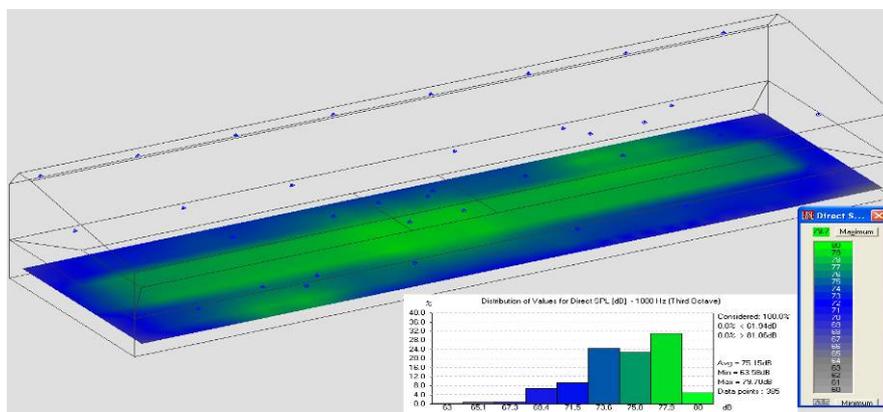


Figura 8. Nivel de Presión Sonora en Campo Directo para 1000 Hz, para el primer Nivel del Pasillo bajo estudio.

Para el segundo Nivel los valores de Nivel de Presión Sonora en Campo Directo en 1000 Hz son los que se indican en la figura 8.

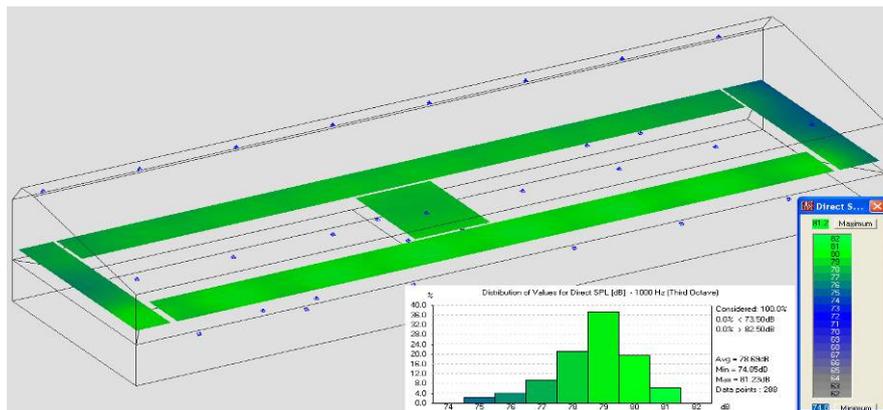


Figura 8. Nivel de Presión Sonora en Campo Directo para 1000 Hz, para el segundo Nivel del Pasillo bajo estudio.

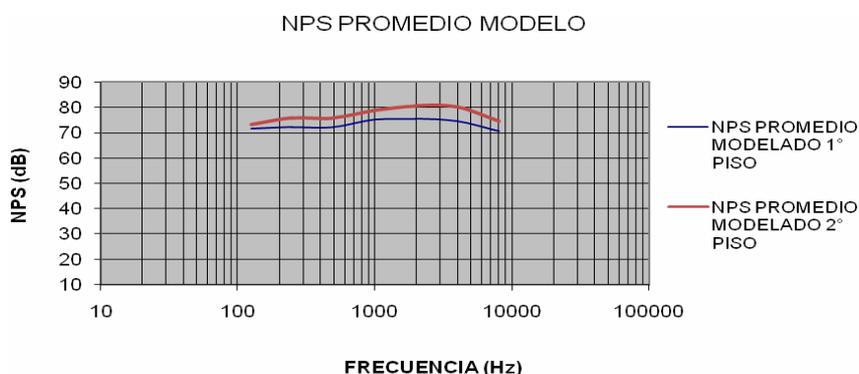


Figura 9. Nivel de Presión Sonora en Campo Directo Promedio por piso para todas las frecuencias bajo estudio involucradas (125 Hz – 8000 Hz).

5 Análisis de Resultados

Las mediciones de los parámetros eléctricos nos muestran que las impedancias características de las redes de parlantes concuerdan con los modelos de parlantes utilizados. Incluso apreciamos muy bien la combinación de dos tipos de parlantes diferente en el caso de la red del primer piso que se compone de un modelo con caja tipo “Bass Reflex” y otro del tipo parlante de cielo que es del tipo montado en sonodifusor infinito. Si comparamos los datos técnicos entregados por el fabricante de los parlantes y calculamos la carga según el número de parlantes y las potencias en que se conectaron, observaremos que la impedancia nominal de la red debería ser menor a lo observado, esta diferencia se explica por la longitud del cable que alimenta la red ya que se trata de tramos mayores a 500 metros en un calibre AWG 14. La red de parlantes del segundo piso nos muestra una curva característica de un diafragma montado en un sonodifusor infinito ya que presenta una sola frecuencia de resonancia. Las medidas de los voltajes que alimentan las redes de parlantes nos permitieron calcular la potencia entregada a los parlantes, dato que se suministro al programa de modelación para calcular los niveles de presión sonora, así como, los datos de tiempo de reverberación que se obtuvieron en mediciones anteriores. La potencia que llega a los parlantes es menor a 1 watts en cada uno de ellos.

La figura 10 nos muestra los NPS promedio para los resultados medidos y aquellos obtenidos con la modelación, observamos que los niveles coinciden en gran parte del espectro, sobre todo en las bandas entre 500 Hz y 4 kHz. Las modelaciones nos muestran que el nivel de presión sonora obtenida tiene contribuciones tanto de la red de parlantes instalada en el piso superior como aquella instalada en el primer piso, lo que confirma la hipótesis de tomar el volumen de aire de ambos niveles de pasillo como un todo, ya que el sonido de los parlantes se refleja en todas las superficies que componen este espacio, haciendo que todas las fuentes contribuyan al campo sonoro total.

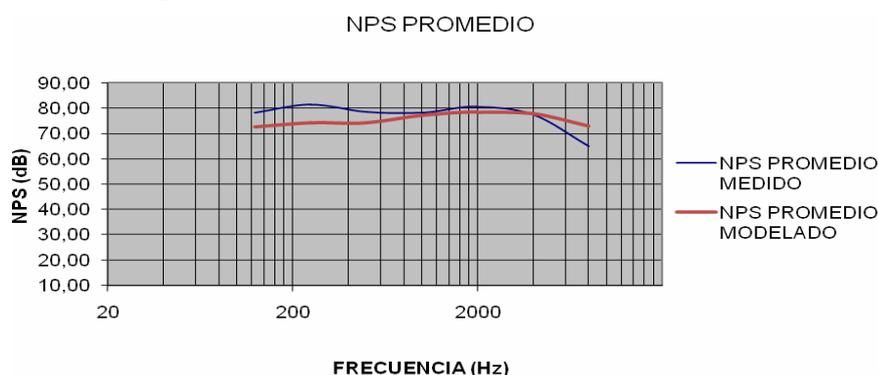


Figura 10. Nivel de Presión Sonora Promedio por nivel para todas las frecuencias bajo estudio involucradas (125 Hz – 8000 Hz) medido versus obtenido en las modelaciones.

6 Conclusiones

Un rango dinámico de 10 dB referidos al nivel 0 dB de los medidores RMS de la matriz NEXIA, es suficiente para producir un NPS adecuadamente alto en la peor de las condiciones de ruido ambiente en el interior del centro comercial. Hecho que se produce los fines de semana. Sin llevar al sistema a su saturación.

Al utilizar los valores de tiempo de reverberación, de impedancia de las líneas y la potencia eléctrica real medida, para calibrar nuestro modelo tridimensional, se obtienen en ambos niveles del modelo generados valores muy cercanos entre el NPS modelado y el medido.

Es evidente que en este tipo de sistemas, se requiere una gran cantidad de energía. Está energía en gran parte se pierde por la transmisión desde un punto centralizado, lo que hace a estos sistemas poco eficiente, en tiempos en que el ahorro energético debería ser una preocupación primordial.

Referencias

- [1] ISO/DIS 3382:1997. Acoustics - "Measurements of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters".
- [2] Wolf, S; Smith, R. (1992). "Guía Para Mediciones Electrónicas y Practicas de Laboratorio". Prentice Hall.
- [3] Eargle, J. (1989). "Handbook of Sound System Design". ELAR Publishing Company Inc.