

## Distribuciones de megafonía en grandes espacios

*M. Siguero, J. Pfretzschner, F. Simón*

*Instituto de Acústica. (CSIC). Serrano, 144. Madrid.*

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas de sonorización y megafonía se encuentran distribuidos en multitud de recintos y en los lugares más inesperados, tomando conciencia de su existencia al sentirnos abruptamente invadidos por su presencia sonora. La gama de mensajes emitidos puede abarcar gran parte del espectro audible aunque, en la mayoría de tales recintos, su contenido sea preferentemente palabra (avisos y/o publicidad); en definitiva voces amplificadas con las limitaciones características del rango de frecuencias de la telefonía.

Otro tipo de emisión muy habitual es la música de ambiente con limitaciones menos acusadas que para palabra, acercándose al espectro de la Radio de Onda Media. Los timbres, gongs y en general las señales de aviso que reclaman atención del público antes del mensaje forman parte también de la tipología, no debiendo olvidar que ocasionalmente puedan ser emitidos mensajes o señales de alarma a través del mismo sistema de sonorización.

El presente trabajo pretende estudiar cuáles son las condiciones del campo sonoro generado por un conjunto de altavoces (no columnas) de un gran sistema de sonorización convencional para, posteriormente, poder analizar la influencia de este campo sobre los niveles de presión sonora en el propio recinto y el ruido residual producido sobre edificios colindantes.

### ANTECEDENTES

Tratando de buscar una caracterización del tema se deben tener en cuenta dos consideraciones importantes en todo sistema de megafonía:

Megafonía Útil: Para oyentes predispuestos.  
Megafonía Residual: Para oyentes involuntarios.

Denominamos megafonía útil a la generadora de señales sonoras que busca la recepción de mensajes dirigidos a los usuarios del recinto. Aquí debe valorarse con exactitud la adecuada distribución de los *NPS* en el área a sonorizar, porque van a influir considerablemente en el proceso de audición. Este cálculo incidirá, junto a otras variables, en la recepción de mensajes "cómodos" para el oyente; es decir, señales nítidas, no distorsionadas y con un grado de sonoridad adecuado. En definitiva, un estudio previo hecho con rigor, redundará en unos adecuados coeficientes de inteligibilidad que a su vez mejorarán la premisa anterior.

Los parámetros que deberán tenerse en cuenta son:

- Número de altavoces y sus características: Potencia nominal y directividad.
- Cobertura de cada unidad e influencia de los adyacentes.
- Control de la radiación trasera.
- Coeficientes de absorción introducidos por el público.
- Nivel suficiente para superar (>10 dB) el ruido de fondo.
- Potencia acústica emitida (y eléctrica requerida).

Denominamos megafonía residual al conjunto de mensajes hablados, música ambiental y señales de aviso que han dejado de cumplir su función informativa para pasar a la categoría de polución sonora, siendo el receptor usuario involuntario por proximidad.

La influencia de los mensajes amplificados por determinados sistemas de sonorización es notoria en recintos públicos al aire libre tales como estaciones de autobuses, estaciones de trenes, grandes almacenes, etc. En cuanto a instalaciones no permanentes, como estadios y plazas de toros de uso estacional, proyectan altos niveles de presión sonora en viviendas colindantes. Otro caso similar serían los campamentos de verano de colonias de estudiantes donde, por las características de propagación del lugar, por lo general un valle junto al pueblo cercano, se incrementan los niveles de mensajes (voz y música) no deseados por sus habitantes. Respecto al área de audiencia, esta puede dividirse básicamente en dos tipos de recinto: cerrados y abiertos, sin excluir la posibilidad de diferentes combinaciones de ambos. Para cada tipo de recinto o área a sonorizar deben plantearse distintas soluciones electroacústicas, así pueden encontrarse: distribución longitudinal de altavoces lo largo del recinto; grandes agrupaciones de altavoces centralizados; altavoces integrados en la decoración, etc.

### **RECINTOS CERRADOS**

Por regla general están bien resueltos y no suelen aparecer problemas salvo los resultados lógicos de una instalación defectuosa. Para un profesional experto no deberían representar dificultad alguna, siempre y cuando la geometría del recinto no sea complicada o de un gran volumen.

El número de altavoces y su cobertura es fácilmente calculable. La radiación trasera suele estar controlada al integrarse, en la mayoría de las instalaciones, en los falsos techos. Los niveles de presión sonora que emite el sistema, están habitualmente regulados por un control automático de ganancia del sistema electroacústico. El área de influencia de cada unidad radiante es reducida (generalmente 2 - 3 metros entre altavoz empotrado en el techo y área de escucha).

### **RECINTOS ABIERTOS**

La mayoría de este tipo de recintos no tienen bien resuelto el problema de la megafonía y mucho menos el de la influencia de los altos niveles de ruido emitidos sobre aledaños habitados.

En las estaciones de transporte (trenes, autobuses) debido al continuo trasiego de vehículos a motor los niveles de ruido son elevados (entre 60 y 80 dB(A)). Los mensajes emitidos por los sistemas de megafonía deben superar en 10-15 dB esos niveles de ruido de fondo. De estas circunstancias se deriva una tremenda influencia de niveles altos, no deseados, en los edificios habitados de los aledaños. Niveles de ruido que en su mayor parte no cesan al llegar la noche ni en días festivos.

El aspecto más significativo es que, en general, se producen carencias muy significativas de inteligibilidad debidos a razones en muchos casos evidentes:

- Gran número de altavoces.
- *NPS* globales elevados.
- Reverberación artificial.
- Acústica del recinto.
- Fallos de emisión en cabinas de mensajes, etc.

El tipo de altavoces que habitualmente se utilizan son: exponenciales, de gran rendimiento, bajo precio, herméticos y de material plástico para intemperie.

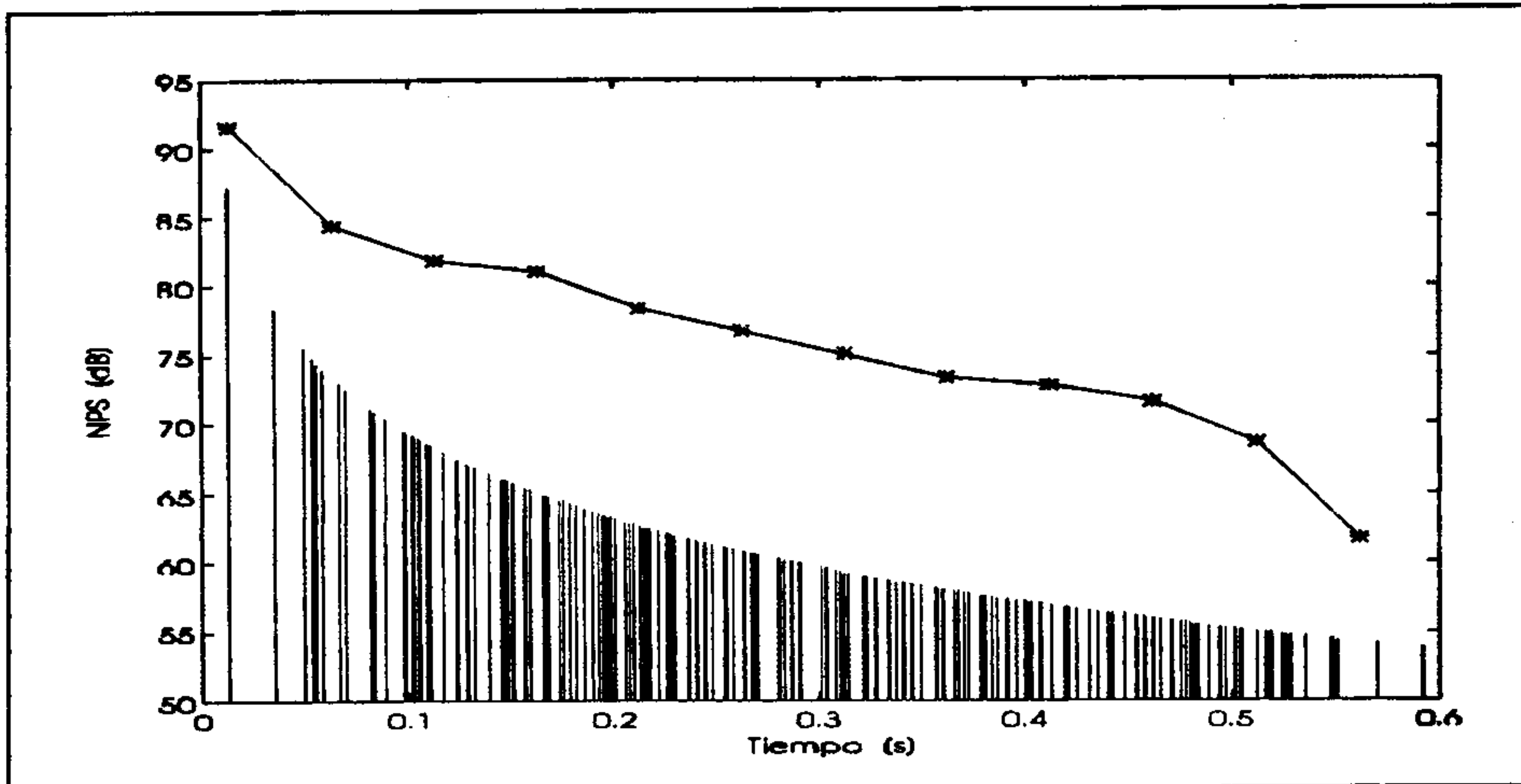
Comparándolos con las agrupaciones de altavoces en columnas (arrays de 4, 6, 8 elementos) su instalación es más versátil y su precio mucho menor; sin embargo los exponenciales no alcanzan el grado de potencia y control de directividad que permiten los primeros.

### **PROBLEMÁTICA**

En nuestra experiencia nos hemos encontrado que cuando se intenta sonorizar un área extensa, a partir de un elevado número de filas individuales, se producen altos niveles sonoros con una muy deficiente inteligibilidad que inutiliza el sistema y los fines para los que fueron diseñados, además de producir un alto impacto de polución sonora sobre las cercanías.

En general puede observarse (y medirse) altos tiempos de reverberación en *recintos al aire libre!*. Estos  $TR_{60}$  tienen su origen tanto en su distribución y número de altavoces como en sus características directivas. Se trata en realidad de un  $TR_{60}$  artificial producido fundamentalmente por el deficiente sistema electroacústico diseñado.

En este trabajo estudiaremos, mediante un procedimiento de cálculo realizado ex-ante, las deficiencias que suelen aparecer cuando se procede de forma habitual, como hemos podido estudiar en bastantes instalaciones en grandes recintos.



En general, lo habitual es encontrar una distribución simétrica en fuentes acústicas en forma de malla. Para cubrir el área a sonorizar es común usar una malla cuya celda unitaria sea de 8 x 8 metros aproximadamente, con altavoces tipo bocina exponencial de plástico (de reducida directividad) y respuesta en frecuencia adecuada al espectro de voz. El NPS emitido por cada fuente suele estar del orden de 10 dB por encima del ruido de fondo, para un receptor situado en el centro de una de esta mallas, lo que nos indica que el nivel total recibido, debido a los 4 altavoces más próximos, aumente 16 dB sobre el ruido de fondo. Sin embargo surge el problema más importante, producido por el resto de los altavoces del mallado general, sobre el punto de recepción, que llegan retrasados varios milisegundos y con suficiente nivel para producir el indeseado  $TR_{60}$  artificial. Por otra parte se conforma una fuente acústica "extensa" que produce elevados niveles acústicos de inmisión en las áreas perimetrales habitadas.

Con objeto de poner de manifiesto esta situación se ha modelado un ejemplo, extraído de un caso real, con el consiguiente cálculo que corresponde al proceso. Para ello se establece la malla cuyos nudos determinan la posición de los altavoces así como la posición de un micrófono receptor, bien dentro del área sonorizada o en el exterior de la misma. En el punto de recepción se calculará el nivel sonoro de una señal compuesta que partiendo de cada uno de los altavoces alcance dicha posición, así como los diferentes intervalos de tiempo que las señales tardan en llegar a dicho punto. El resultado presenta una serie de señales discretas que van alcanzando el punto de recepción en intervalos de tiempo muy próximos (refletoograma).

El objetivo es conocer cual es la variación temporal de niveles de presión acústica que mediríamos en ese punto mediante el proceso de ir superponiendo los niveles de las señales que llegan próximas. Para el cálculo del  $TR_{60}$  se ha elegido un tiempo de integración de 50 ms. La figura es un ejemplo significativo de esta relación entre niveles y tiempos que elige los datos correspondientes a la primera línea que aparece en la tabla posterior.

Ruido de fondo dB(A)	Nº de altavoces		Emplazamiento Centrada	NPS	Emplazamiento Cabecera	NPS
	Filas	Columnas				
82 (L=92)	46	8	40 m	74,9	40 m	72,3
			100 m	71,7	100 m	69,8
72 (L=82)	46	8	40 m	65,0	40 m	64,9
			100 m	51,8	100 m	51,8
82 (L=92)	23	8*	40 m	73,5	40 m	71,5
			100 m	69,7	100 m	68,6
82 (L=92)	23	4**	40 m	72,2	40 m	70,1
			100 m	68,1	100 m	66,8

\* equivale a reducir el "área radiante" a 1/2 de su superficie.

\*\* equivale a reducir el "área radiante" a 1/4 de su superficie.

De la figura puede deducirse que un observador centrado en el área sonorizada percibiría los mensajes con un tiempo de reverberación "artificial" de 2 segundos, lo que conlleva una pérdida de inteligibilidad. Esta situación se agrava si se considera que este tiempo de reverberación es independiente de la frecuencia.

En la tabla se presenta un ejemplo cercano a un caso real en una estación de trenes de grandes dimensiones, haciendo constar que los resultados de las medidas efectuadas coinciden prácticamente con estos cálculos de previsión. Aquí la distribución de la malla es de 8 hileras y 46 altavoces por hilera. Se han elegido dos puntos característicos de emplazamiento de micrófonos a dos distancias diferentes y significativas (40 y 100 m) respecto de la malla, en viviendas situadas a 15 metros del suelo (piso 4º aprox.). "L" son los niveles de cada fuente radiando 10 dB por encima del ruido de fondo.

### **CONCLUSIONES**

En el exterior del recinto. La estructura en malla de un gran número de altavoces conformando una fuente extensa no sigue las leyes de propagación teóricas para el caso de una fuente equivalente centrada en un punto, donde doblar la distancia o reducir el número de altavoces a la mitad implica una disminución de *NPS* en 3 dB, lo que no sucede en este caso. Además pasan a constituir fuentes generadoras de altos niveles de polución sonora en los alrededores, generalmente habitados.

En el interior del recinto. La inteligibilidad de los mensajes emitidos es prácticamente nula como resultado de un proceso añadido de reverberación artificial generada por el propio sistema electroacústico y la configuración elegida. La sensación percibida en la escucha es la de un recinto muy reverberante, aún cuando este hecho sea aparentemente incompatible con las condiciones de propagación acústica en un recinto al aire libre.