



Acústica Arquitectónica: "Difusión, Absorción y Acondicionamiento Acústico" Laboratorio de Investigación y Desarrollo, Ingeniería de Sonido.

Los tiempos modernos han llevado a los científicos a estudiar en profundidad ciertos fenómenos acústicos, entre ellos la predicción de las ondas estacionarias, nuevos parámetros acústicos que reflejen la calidad sonora de un recinto, más fuentes de distorsión, etc., hasta llegar a una (relativamente) nueva herramienta acústica: las superficies difusoras.

Clásicamente las herramientas acústicas se dividían en sólo dos clases:
Los reflectores y los absorbentes.

Si bien se conocían las propiedades de re-direccionamiento del sonido que presentaban algunas superficies, se optó por considerar el fenómeno resultante como eso, sólo una re-distribución del sonido dentro de un recinto debido al uso de difusores, lo que supuestamente genera un campo sonoro homogéneo en función del espacio.

Es así como surgieron (desde hace tiempo ya) los famosos difusores "policilíndricos" o simplemente "cilíndricos", los que sí se comportan pura y exclusivamente según el pensamiento clásico. En la década el 60 aproximadamente, el profesor Manfred Schoeder descubre propiedades acústicas de difusión en ciertas secuencias numéricas. Aquí nacen los difusores numéricos, los que no sólo diseminan la energía en el espacio sino que también lo hacen en el tiempo, concepto que dimos en llamar "memoria de una superficie".

Adelantándonos con conceptos acústicos muy modernos, se ha descubierto que dos de los parámetros acústicos más importantes de una sala son la *espacialidad* y el *envolvimiento* que la misma genera y que el oyente percibe. Estas propiedades dependen fuertemente de la *decorrelación binaural*, tanto en la parte temprana de la respuesta al impulso del recinto como en la porción tardía de la misma. Esta propiedad es obtenible y/o maximizable con difusión, o sea utilizando difusores acústicos.

Pero, mejor comencemos con aquellas preguntas que comúnmente se hacen para luego avanzar sobre el tema.

Qué es la Difusión?

Según las teorías (y afirmaciones) clásicas, la difusión es el efecto de redistribuir espacialmente la energía acústica que incide sobre una superficie denominada "difusor". En *Ingeniería de Sonido* creímos que este concepto describía de forma incompleta el funcionamiento de un Difusor debido a que en el año 1996 evidenciamos en diferentes pruebas de campo y laboratorio la existencia de redistribución temporal en cierto tipo de difusores. Por ello en el 1er Congreso Latinoamericano de AES (realizado en Santiago de Chile en Septiembre del 2003) nuestro laboratorio de investigación presentó una nueva y más completa definición del fenómeno Difusión: "es el efecto de diseminar la energía acústica incidente sobre una superficie en tanto el espacio y en el tiempo".

Cómo se comparan las superficies difusoras entre sí?

Existen 2 (dos) formas de evaluar una superficie difusora. Una es mediante el patrón polar de la reflexión sobre la misma desde varios ángulos de incidencia. Aquella superficie que produzca una figura semejante a una semicircunferencia será la que "supuestamente" posee mejores características de diseminación de la energía en el espacio. Otra forma es evaluando el coeficiente de difusión, el cual es aquella porción de energía que *no es absorbida ni reflejada en forma especular* desde la superficie bajo prueba para varios ángulos de incidencia. Ambos parámetros no tienen todavía el consenso generalizado de la comunidad científica, porque presentan diferentes tipos de errores en su concepción o medición.

Ninguno de las anteriores magnitudes físicas evalúa el efecto del Difusor sobre el campo acústico (cuestión que en Ingeniería de Sonido.com creemos primordial e imprescindible). Para llenar este vacío teórico – práctico nuestro laboratorio presentó en el año 2000 en el 1er Congreso de ASA – FIA – IMA en Cancún el *coeficiente de difusividad sonora subjetiva en un punto del campo acústico* (SFD), el cual permite evaluar el grado de difusión existente en el mismo, para así poder reproducirlo en otros recintos.



Qué es un absorbente?

Es una superficie que, gracias a consumir energía sonora dentro de ella, la energía que refleja es menor que la energía que incide sobre ella. Formalmente, un absorbente exhibe el denominado *coeficiente de absorción* que es el resultado del cociente entre la energía absorbida y la energía incidente sobre la superficie bajo prueba.

Qué tipos de difusores hay?

La Difusión sobre una pared, placa o superficie es un efecto producto de la existencia de "gradientes de impedancia acústica superficial", o sea, describiéndolo más simplemente, se obtiene con sólo colocar superficies con diferentes coeficientes de absorción una al lado de otra.

Parecería que la solución está al alcance de la mano, pero ¿Cuál será el patrón de reflexión que presentará un difusor "hecho en casa"? ¿Generará algún tipo de focalización o refuerzo sonoro indeseado en algún punto del recinto?, etc, etc...

En definitiva, lo que se desconoce de ese difusor es su patrón polar o cuán optimizado está (cuánto se asemeja a una semicircunferencia). Es por esto que podemos dividir la gran familia de Difusores existentes en No Optimizados y Optimizados.

Los primeros devienen de formas irregulares aleatorias, de la colocación de materiales con diferentes coeficientes de absorción uno al lado de otro y de aquellas formas geométricas que diseminan la energía mayoritariamente en el espacio y minoritariamente en el tiempo; estos últimos son los Difusores conocidos como *Cilíndricos* y/o *Policilíndricos*.

Los segundos son aquellos generados por secuencias numéricas (basadas todas en números primos) que logran maximizar simultáneamente la diseminación espacial y la temporal dentro de un ancho de banda específico.

Qué conviene más, utilizar Difusores o Absorbentes?

Ambas herramientas acústicas (en su estado puro) son muy distintas y proveen diferentes resultados. No es mejor una que otra, sólo son distintas.

Si se pretende agrandar una imagen sonora, o darle un decay muy controlado a un recinto y que no coloree el sonido, lo que se precisa es difusión.

Si por otro lado, lo que se pretende es secar la sensación de escucha (condición muy lejana a la óptima) se necesita absorción.

Qué diferencia hay entre un Absorbente y un Difusor?

La absorción quitará energía acústica de dentro del recinto mientras que la difusión redistribuirá la energía en el espacio y en el tiempo. Este último funcionamiento, diseminación de la energía acústica en el tiempo, corregirá todas las imperfecciones de un decay, llámense ausencia de reflexiones en algunos instantes, existencia de reflexiones fuertes, irregularidad en las amplitudes del decay de una reverberación en un recinto, etc.. Pero además, espacialmente hablando, implicará distribuir uniformemente la energía dentro de una sala, ampliando los puntos de escucha, eliminando "dead spots", etc..

Qué superficie de Difusores se debe cubrir sobre cada pared?

La ubicación de los mismos depende del uso que se le de al recinto y fundamentalmente del *criterio de diseño del Profesional* y del *gusto del Cliente*.

Refiriéndonos sólo al uso del recinto, algunos valores orientativos pueden ser:

Controles de Estudio de Grabación:

Si el diseño del mismo es tipo L.E.D.E. (Live End Dead End), los difusores se sitúan en la pared trasera y en el cielorraso en la segunda mitad del control, la "viva". Las superficies aproximadas a ser utilizadas son el 70% de la pared trasera y el 50% de la porción *apropiada* de cielorraso.

Salas de Estudios de Grabación:

Se espera que la sala le provea a las captaciones estereofónicas de cierta espacialidad (enriquecimiento de la imagen acústica que amplía la sensación estéreo), o que por lo menos no se enturbie el sonido con reflexiones fuertes en el caso de tomas monofónicas. Para ello es recomendable utilizar Difusores en el cielorraso (cubriendo



un mínimo del 70% del mismo) y en las paredes laterales (cubriendo un mínimo del 50% de las mismas). Esto permitirá también utilizar al máximo la superficie de planta, acústicamente hablando) de la Sala pues será posible realizar captaciones microfónicas cerca de los difusores porque de ellos no deberían provenir reflexiones fuertes.

Controles de Radios:

La distribución uniforme de Difusores en el cielorraso permitirá una escucha más cercana a la existente en el mundo exterior, donde los recintos no son tan "sordos" como la tradición en la construcción de radios dicta. Sugerimos revestir con difusores un mínimo del 50% del cielorraso y un mínimo del 50% de la pared frontal del mismo (donde generalmente se encuentran también la ventana de observación y los monitores).

Salas de Locución de Radios:

Es fundamental evitar el cansancio de los locutores y una captación microfónica libre de comb filtering (debido a las reflexiones fuertes). Para esto se deberá cubrir no menos del 80% de la superficie del cielorraso y no menos del 50% de la superficie de las paredes laterales con difusores.

Estudios de TV:

Dado que los requerimientos en este caso son de tipo acústico y lumínico simultáneamente, sugerimos cubrir un mínimo del 80% del cielorraso del estudio de TV con difusores de color blanco. Esto asegurará el control acústico necesario y una excelente reflexión de la luz.

Salas de Cine:

Sugerimos revestir no menos del 70% del cielorraso del mismo para lograr una agradable sensación de envolvimiento sobre la audiencia.

Home Theaters:

Sugerimos revestir con difusores un mínimo del 40% del cielorraso y la colocación de unidades entre los parlantes L y LS, y R y RS, y el revestimiento del 40% de la pared trasera del recinto donde se ubique el Home Theater.

Salas de Concierto:

Sugerimos la colocación de difusores en:

El 90% de los bordes de los balcones, un mínimo del 70% de la superficie de las paredes traseras de cada nivel, en un mínimo del 60% de la superficie del cielorraso y un mínimo del 30% de las paredes laterales de la Sala.

Salas de Ensayo:

En este caso, si el estilo musical a ensayar está basado en instrumentos acústicos (cuerdas, percusiones, vientos, guitarras, ensambles acústicos, etc., sugerimos revestir un mínimo del 60% del cielorraso del recinto y un mínimo del 70% de las paredes laterales del mismo con difusores.

Cabe reiterar que los valores anteriores son orientativos y cada caso merece un estudio particular.

Qué beneficios se obtienen por el uso de Difusores?

Tanto en el rubro Radio como en el rubro música podemos discernir dos resultados:

Sobre los ejecutantes o locutores:

Todos se oirán apropiadamente debido a que el sonido está correctamente distribuido dentro del recinto y se minimizará el estrés o cansancio auditivo principalmente por no tener que utilizar altos niveles sonoros y por no sentirse los mismos en un ambiente "sordo".

Sobre los oyentes o Audiencia:

Percibirán una imagen sonora de mucha mayor espacialidad y envolvimiento debido a que los recintos aportarán una mejora al sonido reproducido en ellos, significando esto un mucho mayor aprovechamiento y/o disfrute de la sensación sonora y un complemento ideal a la sensación visual (es te es el caso de los Cines o Home Theaters).