

Acústica para Diseño de Estudios de Grabación

¹E. Tristán Hernández, M. Llanas Arana, H. Martínez Flóres,²I. Campos-Canton,
Facultad de Ciencias,
Laboratorio de Acústica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P. CP-78000.
TEL: +(444) 826 23 17 Fax (444) 826 23 18,
correo-e: ¹eddieliz@lycos.com, ²icampos@galia.fc.uaslp.mx,

Resumen — Hoy en día el éxito de una producción musical o cinematográfica depende en gran medida de la buena acústica de la sala donde se realice así como del equipo utilizado. En este trabajo se diseñó un estudio de grabación el cual está en proceso de construcción. Se tomaron en cuenta los siguientes aspectos de la acústica: Absorción, Reverberación, Aislamiento Sonoro así como el Control de ruido y vibraciones [1], todo esto tomando en cuenta una de las dos principales tendencias actuales en el diseño de estudios de grabación (LEDE)[8]. Con el fin de reducir los costos y llevar a la práctica todos estos conceptos, paralelamente se está construyendo una pequeña sala en donde se experimenta con diferentes alternativas de materiales de construcción y acondicionamiento acústico. Los valores fueron tomados de algunas normas de acústica como NBE[2], UNE[3] e ISO, relativas al comportamiento frente al ruido de distintos materiales de construcción, aislamiento y absorción acústica. Ya que este tema es tan extenso, es un poco difícil incluir todos los detalles a fondo, pero se desglosaron los más importantes para comprender bien este trabajo.

Abstract — Now a day, the film or music production's succeed, depends a lot on the adequate acoustical features of the room where it takes place and of the equipment that is being used. In this research a recording studio was designed which is under real construction. The following acoustical features were taken into account: Absorption, reverberation, sound isolation, noise control and vibrations., all this taking in count one of the two principal current trends in the recording studios's design, (LEDE). In order to reduce costs as a goal of this work and putting in practice all proposed concepts, in a parallel way, an small room is under construction where the materials alternatives and acoustic up grading are being experiment. The values were taken of some acoustics standards like NBE, UNE and ISO, relative behavior in front of the different noises from the material construction's, isolation and acoustic absorption. Since this topic is very extensive, is a little complicated to include all the details thoroughly, but the most important will be break down for the well understanding of this research.

Palabras clave —Acústica, Diseño, Estudios, Grabación.

I. INTRODUCCIÓN

Un estudio de grabación se divide en dos secciones: Sala de Grabación y Sala de Control. Además del equipo adecuado se requiere de un tiempo determinado de reverberación (reverberation time –RT), una adecuada difusión del sonido, un aislamiento del ruido externo y un aislamiento entre las salas. En el proceso de diseño se hizo un recorrido por diferentes estudios de grabación en el país, encontrándose que un alto porcentaje, no tiene bases científicas ni cumplen los requerimientos acústicos, sino que enfocan su diseño en alguno ya construido. Muchos de los

estudios de grabación son diseñados por músicos, dando las características acústicas que ellos creen agradables a sus oídos. Las salas de grabación de empresas importantes, cuentan con el diseño adecuado. Con el buen diseño acústico de este estudio de grabación, se busca obtener los mejores resultados a la hora de la grabación, edición y mezclas de cualquier producción musical.

II. MODELO

El diseño del estudio de grabación está basado en la necesidad de dar una calidad competitiva a las grabaciones, así mismo, ofrecer una excelente imagen y ambiente, la cual forma parte también fundamental para el desarrollo del ejecutante durante su grabación.

Se va a construir en un terreno con una superficie de 30m de largo por 16m de ancho. Consiste de una sala de control compartida para tres salas de grabación. La sala de control tiene basado su diseño en la tendencia LEDE[8] e incluye difusores RPG (Reflection Phase Grating) del tipo QRD (“Quadratic Residue Diffusor”)[1], ésto para crear un campo sonoro más difuso.

Aproximadamente, la primera sala de grabación de aprox. 20m², está enfocada a percusiones específicamente, debido a que, una percusión emite frecuencias de resonancia diferentes a las de una voz humana o instrumentos de aire y cuerdas, por lo tanto, es necesario una mayor absorción y tiempo de reverberación RT más controlado. La segunda, de 52m² es una sala general con un grado de absorción y tiempo de reverberación RT medio, tanto para voces como para instrumentos.

Una tercera sala específicamente solo para voz con un RT corto mide 20m².

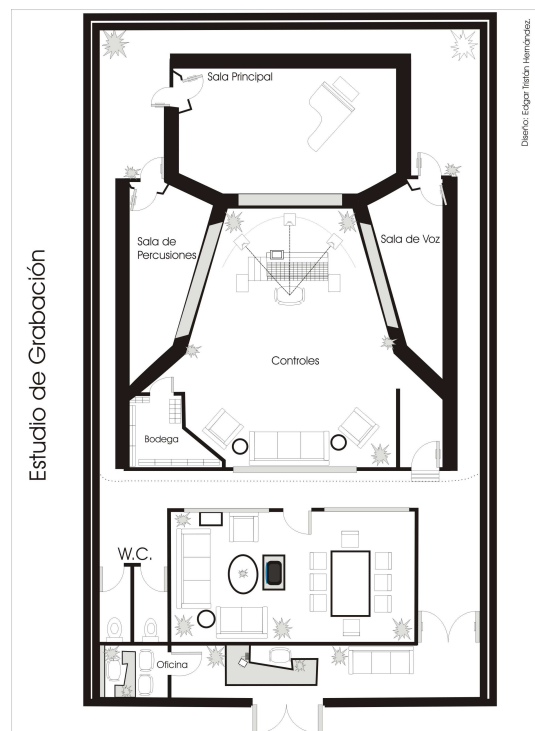


Figura 1. Plano del estudio de grabación propuesto.

En la tabla I, se muestran los tiempos de reverberación deseados para cada sala[1].

TABLA I
TIEMPOS DE REVERBERACIÓN DESEADOS

Tipo de Sala	RT _{mid} en seg.
Sala 1 (Percusión)	0,4 - 0,6
Sala 2 (General)	0,7 - 1,0
Sala 3 (Voz)	0,2 - 0,4
Sala de Control	0,2 - 0,4

Los muros tanto externos como internos, son dobles con un espacio de aire entre estos de 2cm., revistiéndolos con fibra de vidrio de 1 ½”, el cual nos servirá como aislante. [1,2,3]

III. ANÁLISIS DE PARÁMETROS.

En esta sección se presenta la técnica de análisis para la obtención de parámetros.

A. Reverberación

El tiempo de reverberación (RT) es el tiempo que transcurre (en segundos) desde que el foco emisor se detiene hasta el momento en que el nivel de presión sonora (SPL) cae 60 dB con respecto a su valor inicial (Figura 2).

Para controlar el tiempo de reverberación aumentamos la absorción, además, nos basamos en la siguiente fórmula para determinar dicho tiempo:

$$RT = 0,161 \frac{V}{A_{tot}}$$



(1)

Donde:

V= volumen total del recinto (en m³)

A_{tot}= absorción total del recinto

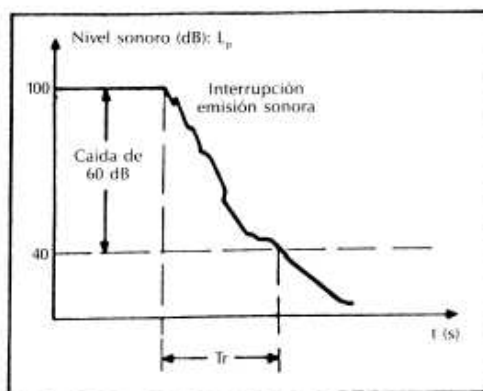


Figura 2. Tiempo de reverberación

B. Absorción

Podemos definir la absorción como la energía que incide en un obstáculo y no es devuelta al medio de transmisión, sino que se transforma en calor.

El grado de absorción se puede especificar como el cociente entre la energía absorbida y la incidente:

$$\alpha = \frac{\text{Energía absorbida}}{\text{Energía incidente}}$$

Por lo tanto:

$$A_{tot} = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n \quad (2)$$

Donde

S= Superficie

La absorción sonora se extiende desde 0 (reflexión total) hasta 1.00 (absorción total).

C. Aislamiento.

Las pérdidas por transmisión indican la capacidad de una pared para no transmitir las ondas sonoras. Estas pérdidas dependen sobre todo de su masa por unidad de área, su rigidez y el amortiguamiento en el material. En las construcciones típicas, estas pérdidas varían entre 30 y 70 dB de tal manera que el aislamiento sonoro, consiste básicamente en dividir mediante barreras físicas preferentemente con cierres totales, el sector que contiene a la(s) fuente(s) sonora(s) del que se desea proteger. Se mide el aislamiento acústico en diferentes frecuencias, normalmente 100-3150 Hz. en normas ISO con la siguiente relación:

$$R = L_{p1} - L_{p2} \quad (3)$$

siendo, L_{p1} y L_{p2} los niveles de presión acústica SPL de un ruido que se propaga a través de un obstáculo. Se recomienda un aislamiento acústico entre salas adyacentes de 45 a 50 dB para conseguir una privacidad razonable entre salas.

Para calcular la pérdida de transmisión usamos la siguiente relación:

$$TL = 10 \log 1/\tau \quad (4)$$

Siendo

$$\tau = W_t/W_i$$

donde, W_t es la energía sonora transmitida y W_i la energía sonora incidente.

En la tabla 3 se asocian diferentes valores de aislamiento a la percepción de una conversación mantenida en un tono elevado:

TABLA II
VALORES DE AISLAMIENTO Y MOLESTIA

AISLAMIENTO (dB)	GRADO DE MOLESTIA
30	Se oye claramente
35	Se oye y se entiende
40	Se oye pero no se entiende
45	Se oye ligeramente
> 50	No se oye

Se precisará un aislamiento mayor al recomendado en la norma NBE-CA88, donde el nivel de emisión de ruido recomendado es de 40 dBA durante el día, y 30 dBA durante la noche.

D. Difusores.

Consisten en una serie de ranuras paralelas de forma rectangular, de igual anchura y diferente profundidad. Cuando una onda sonora con una dirección cualquiera incide sobre una de sus ranuras, ésta se propaga por su interior siguiendo un camino paralelo a las paredes de la ranura hasta alcanzar el fondo de la misma.

Para el diseño de los difusores se siguió el sistema descrito por Peter D'Antonio (Journal of the Audio Engineering Society, JAES, Vol. 32, n°4, de abril de 1984)[9]. Se utilizarán difusores RPG del tipo QRD, los que nos ayudaran a tener buena difusión sonora, desde 344 Hz hasta 8.6 Khz. Las configuraciones se muestran en la Tabla III.

TABLA III.
CONFIGURACIÓN Y GRADOS DE FRECUENCIA DE LOS DIFUSORES QRD UTILIZADOS

Modulo Periodo	θ	f_{\max} (Hz)	f_{\min} (Hz)
QRD 11		688	344
QRD 41		4300	430
QRD 19		7233	506
QRD 31		8600	1228

La secuencia de profundidades necesaria para conseguir que dicha distribución de energía reflejada sea lo más uniforme posible (en todas las direcciones del espacio y por tanto, que el difusor QRD actúe efectivamente como tal), se obtiene de la siguiente expresión:

$$S_n = n^2 \text{ mod } p \quad (5)$$

donde:

p=numero primo (3, 5, 7, 11...)

n=numero entero que va desde 0 hasta p-1

mod=operación matemática módulo.

IV. EXPERIMENTO

Se construyó una sala de dimensiones mucho más pequeñas que el propuesto (26.4m³) construido de ladrillo y con piso de madera. Está ubicada en una avenida muy conflictiva en cuanto a tránsito vehicular, donde el nivel de SPL llega a tener hasta 81dB. El tiempo de reverberación medido en el recinto vacío después de hacer 10 veces la medición, apoyados de un sonómetro y promediando fue: **RT** \approx **2.2 seg.** Matemáticamente se obtuvo un resultado de **RT = 2.0 seg.** Esta diferencia entre resultados es dada por el grado de absorción de los materiales que citan algunos autores, que no siempre será igual, debido a que no siempre son construidos de igual forma y con las mismas características de densidad y masa. Entonces, podemos saber que la absorción total del recinto, dado por la fórmula de Absorción total, teniendo 4 muros de ladrillo, piso de madera y techo de cemento. fue de **A_{tot}=2.124** (ver Tabla 3).

TABLA IV.
RESULTADOS DE ABSORCIÓN DE LA SALA

ANTES DEL AISLAMIENTO

Tipo de Material	Grado de absorcion	Superficie	Absorció n Total
Muros de Ladrillo	0.03	30.8 m ²	0.924
Techo de cemento	0.04	12 m ²	0.48
Piso de madera	0.06	12 m ²	0.72
Total	0.13	54.8 m³	2.124

Dada la mala ubicación de este local, buscamos tener un aislamiento con un nivel máximo de 30dB_A. Usamos la solución del tipo masa-resorte-masa, que no es otra cosa que combinar estructuras rígidas con absorbentes en medio, de forma que con mucho menos espesor y peso, mejora el grado de aislamiento (ver Figura 3).

Se construyó un muro con madera de 3cm., seguida de una cámara de aire. Para evitar que en el interior de la cámara aparezcan ondas estacionarias que tiendan a acoplar los dos elementos simples, colocamos fibra de vidrio de 1 ½” con coeficiente de absorción de 0.8 como resorte, y que a su vez tiene excelentes características de amortiguamiento acústico. De esta forma, el sonido se disminuye hasta casi su desaparición. La pared de ladrillo va cubierta por una capa de poliuretano de 4cm seguida de una capa de fibra de vidrio también de 1 ½ “.

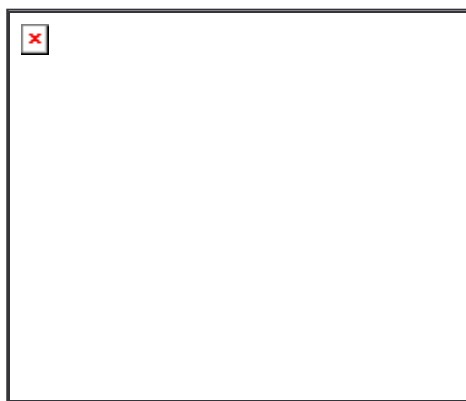


Figura 3. Sistema masa-resorte-masa

Los resultados obtenidos antes y después del aislamiento fueron los siguientes:

Antes del Aislamiento

SPL_{max} exterior= **89dB**

SPL_{max} interior= **64 dB**

Aislamiento total= **26dB**

Pérdida de transmisión TL= **-14.149 dB**

Después del Aislamiento

SPL_{max} exterior= **89dB**

SPL_{max} interior= **34 dB**

Aislamiento total= **55dB**

Pérdida de transmisión TL= **-17.40 dB**

Una vez llevado a cabo el aislamiento se midió 10 veces el tiempo de reverberación y su media fue: **RT≈ 0.4 seg.**

Matemáticamente ya obtenida la absorción total dentro de la sala (ver Tabla V), que es de $A_{tot}=73.85$ obtuvimos un tiempo de reverberación $RT=0.353$ seg.

TABLA V.
RESULTADOS DE ABSORCIÓN DE LA SALA
DESPUES DEL AISLAMIENTO

Tipo de Material	Grado de absorción	Superficie	Absorción Total
Muros de Ladrillo	0.03	30.8 m ²	0.924
Techo de cemento	0.04	12 m ²	0.48
Piso de madera	0.06	12 m ²	0.72
Fibra de Vidrio	0.8	61.6m ²	49.28
Poliuretano	0.52	30.8m ²	17.248
Muro de madera	0.40	30.8m ²	12.32
Total	1.75	1.78 m³	73.85

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra y se aplican conceptos acústicos, los cuales nos permiten manipular los valores que deseamos y sobre todo los más óptimos para un mejor desarrollo y calidad en una grabación. Así mismo se busca que en salas ya construidas se aplique este trabajo para así optimizar su rendimiento.

REFERENCIAS

- [1] CARRIÓN, Antoni, "Diseño acústico de espacios arquitectónicos", pp.63-220, 386-400.
- [2] Ewart A. Wetherill, "Encyclopedia of acoustics", pp.1189, 1191.
- [3] C. García, "Diseño y construcción de un estudio de grabación", 1996, Available: <http://perso.wanadoo.es/cgs2/>
- [4] Manual de aislamiento en la edificación", ISOVER Co., 2005, Available: <http://www.isover.net/asesoria/manuales/edificacion.htm>
- [5] Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88, (NBE), ISOVER Co., (1981, Septiembre).
Available: <http://www.isover.net/asesoria/manuales/nbeca88.htm>
- [8] Don Davis and Chip Davis, "Live End- Dead End (LEDE)", 1978
- [9] Peter D'Antonio (Journal of the Audio Engineering Society, JAES, Vol. 32, n°4, de abril de 1984)