



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TESINA DE MÁSTER

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA DE MATERIALES EN CÁMARAS DE ENSAYO “ A ESCALA ”

Estudiant/s: Sola Pérez, Maica
Director/s: Lacasta Palacio, Ana
Rodríguez Cantalapiedra, Inma
Convocatòria: Marzo 2010

Resumen

El objetivo principal de esta tesina es avanzar en el análisis acústico de los materiales a escala de laboratorio. Se plantea el diseño y la ejecución de un equipo formado por dos cámaras, una emisora y otra receptora, donde poder realizar ensayos de aislamiento acústico de materiales utilizados en construcción, fundamentalmente láminas densas.

El equipo está formado, como se ha mencionado, por una cámara receptora, otra emisora, y un amplificador instrumental asociado, fuente de sonido, amplificador, altavoz, micrófonos, sistema de adquisición de datos, software....

Entre las dos cámaras se dispone un panel divisorio donde se colocará la muestra a ensayar. Las dimensiones de las muestras serán de 15x15 o 30x30 cm. En el diseño y ejecución del equipo se han seguido en la medida de lo posible las indicaciones de la norma referente a ensayos normalizados en laboratorio. No obstante, dadas las menores dimensiones del equipo ha sido necesario establecer sus limitaciones especialmente a bajas frecuencias.

Una vez finalizada la puesta a punto del equipo, se ha ensayado una serie de muestras correspondientes a diferentes materiales y espesores. Los resultados obtenidos se han comparado con los indicados en la fichas de características de los materiales, cuando se ha dispuesto de ellas.

Con los ensayos realizados podemos afirmar que, para muestras de 30x30, las especificaciones técnicas son coincidentes a los valores obtenidos con el equipo. Tal como es de esperar cuanto mayor es el espesor de la lámina, mayor es el valor del aislamiento acústico del material. Así mismo comparando el mismo espesor de materiales de diferentes marcas comerciales (base de cauchos o de polímeros termoplásticos) se obtiene un valor de aislamiento casi similar.

Todos estos ensayos han permitido verificar, en un cierto rango de frecuencias, el correcto funcionamiento del sistema y del protocolo de medida. Un equipo de estas características puede ser de gran utilidad, por ejemplo, en la fase de desarrollo de nuevos materiales previo a una posible certificación final.

ÍNDICE	Pág
Introducción.....	3
1 Fundamentos de acústica y normativas.....	4
1.1 Acústica arquitectónica y su historia.....	4-5
1.2 Conceptos de acústica.....	6-7
1.3 Aislamiento y absorción acústica.....	8-9
1.4 Índice de medida de aislamiento acústico.....	10-11
1.5 Normativas.....	12
1.5.1 CTE.....	12-16
1.5.2 UNE-ISO-140-1 / UNE ISO- 140-3.....	17-20
2 Diseño y puesta a punto del equipo para ensayo “ a escala “.....	21
2.1 Diseño.....	21-22
2.2 Características generales.....	23
2.3 Equipos.....	24-25
2.4 Determinación de la absorción de la cabina receptora.....	26-28
2.5 Acondicionamiento de la cabina emisora.....	29
2.6 Procedimiento de medición de aislamiento.....	30-31
2.7 Determinación del aislamiento del panel ciego.....	32-33
3 Materiales a ensayar.....	34-39
4. Resultados y comparativas.....	40
4.1 Asfaltex 3,5 – 5 – 10 (30x30).....	40-41
4.2 Asfaltex 3,5 – 5 – 10 (15x15).....	42-43
4.3 Texsa 35- 50 -75- 100 (30x30).....	44-46
4.4 Texsa 35- 50 -75- 100 (15x15).....	47-49
4.5 Yeso 5 -10 (15x15).....	50
4.6 Sistemas compuestos.....	51
4.6.1 Lana roca + lámina densa – lana roca – lámina densa.....	51
4.6.2 Panel DM – panel DM + lámina densa.....	52
5. Conclusiones.....	53-54
6. Bibliografía.....	55-56
7. Agradecimientos.....	57
A. Anexo – Fichas de ensayo	

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de esta tesina es avanzar en el análisis acústico de los materiales a escala de laboratorio. Para ello se ha planteado el diseño y ejecución de un equipo donde realizar ensayos de aislamiento acústico de materiales utilizados en construcción, fundamentalmente láminas densas.

El equipo, que está formado por dos cámaras, una emisora y otra receptora, se ubica en el “Laboratori d’Acústica i Estalvi Energètic” de la EPSEB, cosa que permitirá seguir contando con él en futuros estudios.

La ejecución y puesta en marcha de un equipo de estas características, comprende no solo el diseño de las cabinas, sino la selección e instalación de todo el instrumental asociado: fuente de sonido, amplificador, altavoz, micrófonos, sistema de adquisición de datos, software...

Una vez realizada la puesta a punto del equipo es necesario establecer un protocolo de trabajo para realizar las mediciones de aislamiento. No hay que olvidar que el objetivo final del equipo es poder ensayar diferentes materiales de acústica utilizados en construcción.

La fase final de la tesina consiste en ensayar diferentes materiales, especialmente láminas densas, a fin de realizar una comparativa entre ellas. En algunos casos se podrá comparar los resultados obtenidos con lo especificado en las fichas técnicas de cada material, y así validar el equipo y el procedimiento.

Actualmente, las directivas europeas y españolas sobre edificación exigen a los fabricantes la caracterización técnica de sus productos. Concretamente, en materia acústica, se deben proporcionar datos sobre el aislamiento y el coeficiente de absorción de dichos materiales. Para que estos datos puedan ser considerados como válidos, deben de obtenerse a partir de ensayos realizados en cámaras de ensayo acústico normalizadas.

En el apartado de protección contra el ruido el cumplimiento, tanto de la actual CTE DB-HR protección frente al ruido como de la anterior NBE-CA-88, exigen que los fabricantes proporcionen información técnica sobre las características acústicas de sus materiales. Asimismo, el carácter prestacional del CTE precisa no solo la descripción del comportamiento acústico de cada material por separado si no también de los sistemas constructivos completos. El cumplimiento de todas estas exigencias está condicionado a la disponibilidad de infraestructuras de medición fiables, concretamente, de cámaras de ensayo acústico normalizadas.

Para conocer los requisitos mínimos que deben cumplir las cámaras de ensayo normalizadas, se dispone de la norma UNE-EN –ISO 140-1. Dicha norma sirve de referencia para la construcción de Cámaras de ensayo de aislamiento acústico a ruido aéreo, sin transmisiones indirectas.

Éstas cámaras normalizadas son de grandes dimensiones (volumen de 50m³ como mínimo). En Europa, y especialmente en España, apenas existen cámaras con estas características debido a lo complejo que resulta su construcción. Las cámaras de menores dimensiones como la planteada en esta tesina, pueden resultar de gran utilidad en el análisis de materiales individuales durante la fase de investigación y desarrollo de nuevos materiales.

1. FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA Y NORMATIVAS

1.1 ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA Y SU HISTORIA

El estudio científico de los fenómenos acústicos en arquitectura es relativamente reciente, y se remonta a mediados del siglo XIX.

Ya, con anterioridad se habían conseguido resultados positivos, basados en la aplicación de criterios prácticos en diversos tipos de construcciones públicas como, teatros griegos, catedrales y edificios dedicados al culto religioso.

En el siglo I a.C. se atribuyen a Marco Vitrubio Polio los escritos sobre acústica más antiguos, entre ellos muestran diseños para la mejora de acústica de los antiguos teatros romanos,

Durante la edad media se sitúa una marquesina sobre el púlpito en iglesias y catedrales con el fin de evitar que el sonido se perdiese por las bóvedas. Estas medidas tuvieron un notable éxito.

En el siglo XIX el diseño acústico era totalmente práctico. Se trataba de imitar las salas existentes que estaban funcionando correctamente.

La primera consideración objetiva en temas acústicos fue a cargo del norteamericano Joseph Henry en 1856, cuando intentó encontrar alguna correlación entre los fenómenos observados en la realidad y los conocimientos en ciencias físicas de que disponía.

En 1895 la universidad de Harvard acabó el museo del Arte Fogg. En esta obra singular se incluía un auditorio que se mostró prácticamente inutilizable. Ante la imposibilidad de sacar rendimiento a la inversión realizada, la universidad apeló a su equipo científico encargando al profesor Sabine el estudio del problema. La investigación se prolongó por más de dos años, durante los cuáles se realizaron ensayos sobre auditorios existentes en todo el mundo que llevaban años funcionando satisfactoriamente.

Después de este tiempo de estudio se aclararon algunos principios relativos a los fenómenos de ruido aéreo y propagación de ondas sonoras que hasta el momento nunca habían sido tenidos en cuenta.

El profesor Sabine eliminó el exceso de reverberación colocando unos paneles absorbentes a base de fieltros de pelo animal en paredes y techos. A partir de entonces, diversas compañías norteamericanas empezaron a producir materiales absorbentes mejorando continuamente la presencia y la efectividad de los mismos.

Tras el éxito llevadas a cabo en el museo de Fogg, Sabine estableció una fórmula para la predicción de la reverberación real del local, inaugurado en el año 1900. Fue muy criticado por las discrepancias entre su fórmula y la reverberación real del local, aunque posteriormente y con avances técnicos se ha demostrado la corrección de los cálculos de Sabine.

La utilización de tratamientos acústicos con la finalidad de reducir el nivel de ruido se extendió progresivamente a restaurantes, bancos, escuelas y hospitales, entre otros tipos de edificios.

Durante su crecimiento la industria acústica se ha encontrado con diversos problemas como son la transmisión de ruido de pared a pared y la transmisión por vía sólida de

ruidos y vibraciones. Para reducir las molestias provocadas por estos fenómenos se han ido desarrollando diferentes tipos de soluciones para cada tipo de problema.

La investigación continúa en diversos campos así como la aparición de nuevos materiales, y sobretodo con la entrada en vigor el pasado año del código técnico para la edificación.

1.2 CONCEPTOS DE ACÚSTICA

A continuación mencionaremos algunas de las definiciones relativas a acústica.

Entendemos por sonido u onda sonora, la variación de la presión ambiental que se propaga en forma de ondas. Más científicamente se puede definir como: “fenómeno vibratorio que, a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce, se propaga, en ese medio, bajo la forma de una variación periódica de presión”.

Cuando la onda llega al oído, causa una vibración de las partículas de aire situadas delante del tímpano. Estas variaciones de presión, son amplificadas por el oído y transformadas en una señal eléctrica que el cerebro interpreta como una sensación sonora. Así mismo llamaremos ruido al sonido que origina molestias o incluso lesiones en el oído.

La presión sonora: representa el incremento de presión respecto a la presión atmosférica debido a la presencia de la onda acústica, es dependiente de la distancia a la fuente y de las condiciones del lugar en que ésta se encuentre. La presión sonora se expresa en pascales i/o N/m².

El oído percibe las variaciones de presión en forma de sonido cuando su periodicidad está entre las 16 y 16.000 variaciones por segundo, es decir, cuando su frecuencia está entre 16 y 16.000 Hz.

Esta banda de frecuencias audibles se descompone generalmente en tres regiones: frecuencias graves, medias y agudas.

A continuación se muestra el funcionamiento del oído ante los estímulos.

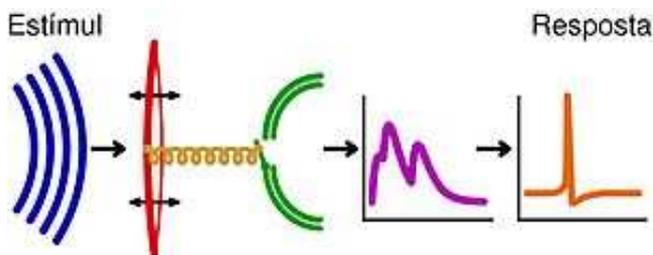


Figura 1.1
Representación esquemática del oído. (Azul: ondas sonoras. Rojo: tímpano. Amarillo: Cóclea. Verde: células de receptores auditivos. Púrpura: espectro de frecuencia de respuesta de lo oído. Naranja: impulso del nervio.)

Llamamos decibelio a la unidad de medida del nivel de presión acústica. Se indica como dB y decibelio A la unidad de medida del nivel de presión acústica ponderado por el oído humano. Su símbolo es dBA.

La frecuencia es el número de ciclos completos realizados por unidad de tiempo o, también, el número de veces que la partícula pasa por una misma posición en el mismo sentido en la unidad de tiempo. Así la frecuencia sonora, es un parámetro íntimamente relacionado con el movimiento de vibración de las partículas respecto a su posición inicial de equilibrio que indica la rapidez con que se producen las variaciones de presión y que se puede definir como el número de variaciones de presión de la onda en un segundo. La frecuencia se expresa en Herzt.

En acústica Arquitectónica se usan dos tipos de bandas de frecuencia:

- bandas de octava
- bandas de tercios de octava

Octava es el intervalo comprendido entre dos frecuencias en relación 2 a 1.

Una banda de tercios de octava es la tercera parte de una banda de octava, es decir, cada octava se divide en tres bandas de frecuencias.

Existen diferentes tipos de ruido:

El ruido blanco que es el Ruido que contiene todas las frecuencias con la misma amplitud. Su espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, es una recta de pendiente 3 dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

El ruido rosa: es el ruido cuyo espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, consiste en una recta de pendiente 0 dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

1.3 AISLAMIENTO Y ABSORCIÓN ACÚSTICA

La temática de acústica en edificación tiene que iniciarse dedicando un tratamiento especial a sus dos conceptos principales: el aislamiento y el acondicionamiento acústicos.

Cuando una onda acústica incide sobre una superficie, la energía que posee (E_i) da lugar a tres componentes principales:

- energía reflejada (E_r): la parte de la energía que, en función de las propiedades de los materiales de acabado de la partición, vuelve en mayor o menor medida hacia el mismo lado de procedencia de la onda incidente (local emisor, poseedor de la fuente de ruido).
- Energía absorbida (E_a): la que, en función de las propiedades de los materiales de acabado de la partición, se disipa, sobre todo, como energía calorífica.
- Energía transmitida (E_t): la energía que, debido a la vibración que induce en la partición la onda incidente, se propaga al local vecino.

Entonces, aislar consistirá en aplicar medidas encaminadas a la disminución de la energía transmitida entre locales, mientras que con el empleo de materiales absorbentes se pretenderá actuar sobre la componente del sonido reflejado, y de este modo adaptar las características acústicas de los locales a su futuro uso (docencia, conferencias, salas de reuniones, etc)

Si la energía acústica reflejada tarda mucho en extinguirse o en hacerse inaudible, las nuevas palabras o los nuevos sonidos se mezclan con los anteriores que aún no se extinguieron, lo cual genera una mala inteligibilidad y, por tanto, un deficiente confort acústico. Así, se define tiempo de reverberación a una frecuencia determinada como el tiempo en segundos que transcurre desde que el foco emisor cesa en su emisión hasta el momento en que el nivel de presión sonora desciende 60 dB respecto a su valor inicial.

Existen varias expresiones que permiten estimar el Tiempo de reverberación, siendo la fórmula de Sabine la más empleada:

$$T_r = \frac{0.161 V}{A}$$

Donde V representa el volumen del local (m^3) y A el área de absorción equivalente del mismo (m^2)

El CTE contempla tres sumandos respecto al área de absorción equivalente:

$$A = \sum S_i \alpha_i + \sum A_{oj} + 4mV$$

S_i = superficie del elemento i del local (normalmente suelo, techo, paredes, ventanas y puertas) en m^2 .

α_i = coeficientes de absorción del elemento i .

A_{oj} = área de absorción equivalente del objeto j , en m^2 .

El sumando $4mV$ representa la absorción acústica inducida por el aire del local (en función del volumen del mismo). Este factor, que equivale a menos del 1% del total de la fórmula, sólo se utiliza para los grandes recintos y para frecuencias superiores a los 2000Hz.

Cuando sobre una superficie incide energía acústica (E_i), la partición irradia también una cierta energía acústica (E_t) en el local opuesto. El coeficiente de transmisión puede definirse entonces como E_t/E_i . Los materiales aislantes del ruido aéreo tienen por objeto disminuir la energía sonora transmitida (E_t), es decir, minimizar la energía acústica que los atraviesa.

Los materiales con propiedades aislantes se caracterizan por su pérdida de transmisión (PT) o índice de aislamiento acústico o ruido aéreo (R), expresado en dB, que se define como:

$$PT = R = 10 \log \frac{1}{t} = 10 \log \frac{E_i}{E_t}$$

T= coeficiente de transmisión

E_i = energía acústica incidente

E_t = energía acústica transmitida

Por tanto, este índice supone una medida de la reducción de la energía acústica que consigue un determinado material cuando lo atraviesa el ruido (a mayor pérdida de transmisión, mayor aislamiento)

Existen dos métodos para determinar el aislamiento acústico:

- mediante la medida de presión acústica.
- mediante la medida de intensidad acústica.

En la bibliografía se indican trabajos, tanto de un método como del otro, nosotros emplearemos el primero.

1.4 ÍNDICES DE MEDIDA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

Existen diferentes índices de medida para evaluar el aislamiento acústico. Algunos de ellos se tienen en cuenta en la reverberación de la sala receptora de la cabina. Este es un punto importante ya que una reverberación elevada en la sala receptora, puede dar lugar a un nivel en la sala, superior al causado por el paso del sonido a través de la pared separadora, dando por tanto un aislamiento inferior al real.

Es adecuado por tanto corregir este efecto. A continuación se definen algunos de los índices referidos.

Se define diferencia de niveles, D: a la diferencia en decibelios, del promedio espacio-temporal de los niveles de presión sonora producidos en los recintos por una o varias fuentes de ruido situadas en uno de ellos:

$$D = L_1 - L_2$$

Donde

L_1 es el nivel de presión acústica medio en el recinto interior, también llamado L_e

L_2 es el nivel de presión acústica medio en el recinto receptor, también llamado L_r .

Diferencia de niveles estandarizada, D_n es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un área de absorción de referencia en el recinto receptor:

$$D_n = D - 10 \log \frac{A}{A_0} \text{ dB}$$

Donde

D es la diferencia de niveles, en decibelios;

A es el área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, en metros cuadrados

A_0 es el área de absorción de referencia, en metros cuadrados (para recintos en viviendas o recintos de tamaño comparable: $A_0 = 10 \text{ m}^2$)

Diferencia de niveles estandarizada, D_{nT} es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el recinto receptor:

$$D_{nT} = D + 10 \log \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

Donde

D es la diferencia de niveles,

T es el tiempo de reverberación en el recinto interior,

T_0 es el tiempo de reverberación de referencia para viviendas $T_0 = 0,5 \text{ s}$

Índice de reducción sonora aparente R' , es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia acústica W_1 incidente sobre la pared en ensayo y la potencia acústica total transmitida al recinto receptor si, además de la potencia sonora W_1 transmitida a través del elemento separador, es significativa la potencia sonora W_3 transmitida a través de elementos laterales o de otros componentes, se expresa en decibelios:

$$R' = 10 \log \frac{W_1}{W_2} + W_3$$

Donde

D es la diferencia de niveles,

S es el área del elemento separador

A es el área de absorción acústica equivalente en el recinto receptor.

El término de corrección de la ecuación anterior (R'), que contiene el área de absorción equivalente, se evalúa a partir del tiempo de reverberación medido de acuerdo con la Norma ISO 354, y se determina utilizando la fórmula de Sabine:

$$T_r = \frac{0.161 V}{A}$$

donde

A es el área de absorción acústica equivalente, en metros cuadrados

V es el volumen de recinto receptor, en metros cúbicos

T es el tiempo de reverberación del recinto receptor, en segundos

1.5 NORMATIVAS

Actualmente la normativa de obligado cumplimiento referente a la protección contra el ruido es el Código Técnico de la Edificación Documento Básico de protección contra el ruido (CTE DB-HR).

Esta normativa anula a la anterior Norma Básica de la Edificación Condiciones acústicas de los edificios. NBE-CA-88.

1.5.1 CTE

El objeto de este documento es establecer unas reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico “protección frente al ruido”.

El objetivo del requisito básico “protección frente al ruido”, consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El documento básico DB HR Protección frente al ruido, especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles de calida propios del requisito básico de protección frente al ruido.

Introducción del DB-HR en el CTE

El DB-HR será una de las partes del CTE que más afectarán al sector de la construcción. Comporta dos ejes principales: visión global acústica del edificio y la imposición como método de comprobación de las medidas in situ. El CTE considera el edificio acabado como un producto. Por lo tanto, se exigen las prestaciones acústicas al edificio en su conjunto y no a cada uno de sus elementos constructivos, como lo hacía hasta ahora la NBE CA-88.

Se tiene que tener en cuenta la problemática acústica desde el principio de la realización del proyecto, porque nos condicionará muchas de las posibles soluciones y la colocación de los materiales correspondientes.

El DB-HR nos obliga a proyectar y construir los edificios considerando:

- Aislamiento acústico al ruido aéreo.
- Aislamiento acústico al ruido de impacto.
- Control del ruido y de las vibraciones de las instalaciones.

El DB-HR quiere cuantificar la protección entre usuarios ya que el problema es de índole social y no tiene que ver con la fatiga de los materiales. El DB-HR caracteriza y cuantifica las exigencias con valores limitados, pero también explica como diseñar y dimensionar los diferentes sistemas para tener los aislamientos necesarios. Para obtener los nuevos valores de aislamiento, no lo solucionaremos dándoles más

espesor a los materiales sino cambiando los sistemas constructivos. Con el DB-HR, dejamos de hablar de aislamiento entre particiones para hablar de aislamiento entre recintos, pues tenemos en cuenta las transmisiones laterales.

Necesitamos nuevas herramientas de predicción para saber si, con los elementos que estamos construyendo, cumplimos con los niveles acústicos exigidos. Es por esta razón que el DB-HR nos presenta dos caminos para proyectar las soluciones acústicas: el método simplificado con soluciones ya estipuladas o el método general en el que se ha de calcular cada paramento.

En el cálculo simplificado el procedimiento radica en escoger en el siguiente orden los diferentes cierres:

1. los tabiques que necesitamos
2. los elementos de separación horizontales y verticales
3. las medianeras
4. las fachadas

Una vez realizado el recorrido obtenemos todos los paramentos necesarios sin calcular nada. Justificaremos esta solución simplificada en el proyecto a través de los ensayos de los fabricantes y empleando unas fichas justificativas parecidas a las de la NBE CA-88. Sin embargo, de momento los ensayos de los fabricantes sólo dan sus primeros pasos y si los comparamos, los resultados conseguidos son muy diferentes para elementos similares. Como mínimo serán necesarios tres años para lograr sistemas constructivos probados y fiables de acuerdo con el DB-HR, por lo que se deja la puerta abierta a otras soluciones constructivas justificadas mediante el cálculo.

Índices de aislamiento

Una de las grandes diferencias con respecto a la NBE CA-88 es la definición de los diferentes índices para cada tipo de ruido y situación. La ventaja de dichos índices es poder calcular y comprobarlos una vez acabado el edificio.

En comparación con la NBE CA-88, el DB-HR incrementa los índices de aislamiento para responder a las demandas de confort acústico. A la hora de comprobarlos, con medidas in situ, nos permite aplicar tolerancias de 3 dB. A continuación se muestra una tabla comparativa, para recintos protegidos con los niveles exigidos por la NBE CA-88, el DB-HR y el DB-HR con las tolerancias que nos permite a la hora de medir.

Receptor	Emisor	NBE CA-88	DB-HR	DB-HR tolerancias de las medidas
		R_a	D_{nTA}	D_{nTA}
Usuario	Recintos protegidos	> 45 dBA	> 50 dBA	> 47 dBA
	Recintos habitables	> 45 dBA	> 45 dBA	> 42 dBA
	Local de instalaciones a recinto protegido	> 55 dBA	> 55 dBA	> 52 dBA
	Local de instalaciones a recinto habitable	> 55 dBA	> 45 dBA	> 42 dBA
	Zonas comunes sin oberturas	> 45 dBA	> 45 dBA	> 42 dBA
	Zona común con oberturas	> 45 dBA	oberturas > 20 dBA mur > 54 dBA	> 17 dBA
	Locales comerciales	> 45 dBA	> 55 dBA	> 52 dBA
Medianeras	Solar vecino sin edificar	--	$D_{2m,nT Air} > 40$ dBA	--
	Solar vecino edificado	--	> 50 dBA	--
	Ruido aéreo exterior	NBE CA-88	DB-HR	DB-HR tolerancias
		a_p	$D_{2m,nT Air}$	$D_{2m,nT Air}$
Fachadas	ruido de tráfico	> 30 dB	> 30 a 47 dB	> 27 a 43 dB

Figura 1.2
Tabla comparativa

Es sorprendente observar como, en el caso de que tengamos que tomar medidas para comprobar el aislamiento, no se ha aumentado tanto como parece la protección respecto a la NBE CA-88. En el caso más común de pared entre vecinos y zonas comunes el incremento sólo es de 2 dB; para un local de instalaciones, se reduce en 3 dB el aislamiento para un recinto protegido y 13 dB para un recinto habitable. No tiene ningún sentido que desde la cocina o el baño estemos oyendo perfectamente como sube el ascensor, ya que el aislamiento de los otros recintos no servirá para nada: el ruido pasará por la junta de la puerta del baño o de la cocina hacia los otros recintos.

Observamos como el aislamiento mínimo exigido entre diferentes usuarios (vecinos) y entre usuarios y zonas comunes aumenta 5 dBA. En cambio, cuando tenemos un recinto habitable se mantiene el nivel y si le aplicamos las tolerancias de las medidas, ¡obtenemos una disminución del 3 dB con respecto a la NBE CA-88!

En lo que al aislamiento de fachadas se refiere, se mantienen los niveles del actual NBE CA-88 que podemos considerar como bajos.

A pesar de tener índices de aislamiento diferentes, son comparables y por lo general el RA tiende a ser igual o 1 dB por encima de DnTA. Se trata de una diferencia poco importante porque el índice RA no tiene en cuenta las transmisiones laterales. El RA caracteriza el elemento constructivo y el DnTA el elemento y sus condiciones de contorno.

Hay que aislar más las paredes vecinas que las fachadas, porque el ruido que puede llegar a generar un vecino supera el que procede de la calle. El vecino puede tener la televisión con un volumen alto, hablar chillando, tocar el piano o dedicarse al bricolaje los domingos por la mañana. Genera un ruido discontinuo que molesta más que el sonido del tráfico que es más continuo. Así pues, nos tenemos que proteger del vecino.

El DB-HR también pide el control de la reverberación en las zonas comunes. Los acabados superficiales y los revestimientos de las zonas comunes deberán tener una absorción mínima de 0,2 m², ya que así el sonido que se genera en los pasillos no será excesivo. La transmisión de ruido de las zonas comunes es elevada a través de la puerta de entrada y sobre todo, a través de la junta inferior de la puerta con el pavimento.

Valores límite de *tiempo de reverberación*

Mientras que la NBE-CA-88, normativa relativa a las condiciones acústicas de los edificios, sólo se refiere a los tiempos de reverberación en términos de valores recomendados sin especificar una obligación expresa de valores límite, el CTE establece en uno de sus apartados la necesidad de adaptar los tiempos de reverberación de los locales a sus futuros usos reflejando unos valores límite (aunque se aconseja reducirlos) para:

- aulas
- salas de conferencias
- comedores y restaurantes

En este sentido, aunque el Tiempo de reverberación varía para las distintas frecuencias que componen el ruido evaluado en cada caso, a efectos de requisitos del Código Técnico, el tiempo de reverberación se establece mediante un único valor en función de la media de los correspondientes a las bandas de 500,1000 y 2000 Hz.

Exigencias del Código Técnico respecto a los tiempos de reverberación

Locales	Tr
Aulas	Tr ≤ 0,7 s (para local vacío y volumen < 350 m ³)
Salas de conferencias	Tr ≤ 0,7 s (para local vacío y volumen < 250 m ³) Tr ≤ 0,5 s (incluidas butacas y 250 m ³ < volumen < 350 m ³)
Restaurantes y comedores	Tr ≤ 0,9 s (para cualquier volumen)

Figura 1.3. Tiempos de reverberación

Como se puede apreciar el Código Técnico indica unos tiempos de reverberación para aulas y salas de conferencias cuando su volumen no exceda de 350 m³, ya que un recinto de volumen superior necesita para su acondicionamiento un estudio acústico específico que no esté exclusivamente basado en una evaluación de este parámetro.

Como ya hemos mencionado, existen varias expresiones que permiten estimar el Tiempo de reverberación, siendo la fórmula de Sabine la más empleada

$$T_r = \frac{0.161 V}{A}$$

Donde V representa el volumen del local (m³) y A el área de absorción equivalente del mismo (m²).

Ruido de impacto

Tabla de ruido de impacto:

Ruido de impacto	NBE CA-88	CTE
	L_{nT}	
Entre recintos	< 80 dBA	< 65 dB
Local comercial	--	< 60 dB
Local de instalaciones	< 80 dBA	< 60 dB
Cubierta transitable	< 80 dBA	< 65 dB

Figura 1.4. Tabla comparativa ruido de impacto

El ruido de impacto no se cuantifica como el aéreo. El ruido aéreo es el nivel de aislamiento que nos da una pared o un forjado. En cambio, el ruido de impacto es la cantidad de ruido que deja pasar el forjado. Si damos un golpe al forjado, el recinto inferior tiene que recibir un nivel inferior a 65 dB, por lo tanto se tiene que incrementar en 15 dB la protección.

Ya hemos visto los índices y como aumentado ligeramente la protección del usuario. A la solución al ruido de impacto la llamamos de corte elástico porque colocamos un elemento elástico y amortiguador entre el forjado y el pavimento, un suelo flotante desvinculado del forjado con lana mineral de alta densidad o con polietileno reticulado de 5 a 20 mm de grosor. Y por encima, una capa de mortero armada de 5 cm para recibir el pavimento.

Comparativa con Europa del ruido
impacto:

País	D_{nT}
Holanda	56
Finlandia	56
Austria	54
Alemania	54
Bélgica	54
Francia	53
Polonia	52
Reino Unido	51
Italia	51
Portugal	51
Grecia	50
España CTE	50
España NBE	45

Comparativa con Europa del ruido de
aéreo:

País	L_n
Austria	50
Alemania	53
Finlandia	53
Polonia	58
Portugal	60
Francia	60
Bélgica	60
Holanda	61
Reino Unido	62
Italia	63
Grecia	64
España CTE	65
España NBE	80

Figura 1.5. Tablas comparativas ruido impacto

Las comparaciones nos muestran que a pesar del salto cualitativo del DB, seguimos a la cola en la protección contra el ruido. Más bien parece un primer intento para adquirir poco a poco la costumbre de construir mejor y conseguir mejores niveles en el futuro. Además de no asustar los promotores con elevados niveles de aislamiento y sus grandes repercusiones a la hora de construir.

Medidas de aislamiento acústico

Las medidas in situ de aislamiento acústico ha sido la parte más comentada del DBHR y no es obligatoria. En un primer momento se preveía que los agentes implicados en el proceso edificatorio pudieran pedir las, pero en el último momento se han eliminado, ya que uno de los agentes son los compradores de las viviendas y podrían reclamar un ensayo. Ahora sólo se realizarán cuando “sea exigido por la legislación aplicable o esté previsto en el proyecto”.

Después de especular sobre si los ayuntamientos lo pedirían, el Ministerio de la Vivienda hizo público que las Comunidades Autónomas son las que tendrán la potestad para decidir sobre este asunto. Sin embargo, hay ayuntamientos que antes de la licencia de primera ocupación piden la verificación de los diferentes elementos constructivos.

1.5.2 Normas UNE EN ISO sobre aislamiento acústico

Objeto

El procedimiento de medición de aislamiento acústico tanto in-situ como en laboratorio, está regulado mediante las normas UNE EN ISO 140. En concreto las partes 1 y 3 proporcionan especificaciones relativas a las instalaciones de laboratorio para la medición del aislamiento acústico de elementos de construcción. El resto de partes hacen referencia a las mediciones in-situ. Se aplica a instalaciones de laboratorio sin radiación por parte de los elementos de flanqueo, y/o aislamiento estructural entre las cámaras emisora y receptora.

Las instalaciones de laboratorio consisten en dos cámaras reverberantes adyacentes, con una apertura de ensayo entre ambas en la cual se inserta la probeta.

Requisitos de las cámaras

Los requisitos de aplicación para cámaras de ensayo de cerramientos verticales, en cuanto a su construcción y dimensiones, vienen indicados en las normas UNE EN ISO 140-1: 1998 y UNE EN ISO 140-3:1995. A la hora de validar los requisitos mínimos que deben tener las dimensiones de las cámaras, se comprobarán que cumplen los siguientes requisitos mínimos:

- Los volúmenes y correspondientes dimensiones de las dos cámaras no deben ser las mismas.
- La diferencia entre los volúmenes y/o dimensiones lineales debe ser de al menos un 10%.
- Los volúmenes de las cámaras de ensayo deben ser de al menos 50 m³.
- La apertura de ensayo debe ser de aproximadamente 10 m² con la longitud de la arista más corta no inferior a 2'3 m.
- Las proporciones entre las dimensiones de las cámaras deben elegirse de forma que las frecuencias modales en las bandas de baja frecuencia estén separadas tan uniformemente como sea posible. Deben evitarse ondas estacionarias dominantes.

Requisitos de medida

Además de tener en cuenta los requisitos de la norma UNE EN ISO 140-1:1998, que plantea los requisitos mínimos en cuanto al dimensionamiento de las cámaras, también se deberán tener en cuenta las distancias contempladas en la norma UNE EN ISO 140-3: 1995 sobre las distancias que hay que cumplir para poder realizar los ensayos. Estas distancias son las siguientes:

- Distancia entre posiciones de micrófono: 0'7 m. Nota: Ha que medir al menos en 5 posiciones de micrófono.
- Distancia entre cualquier posición de micrófono y los bordes del recinto: 0'7 m.
- Distancia entre cualquier posición de micrófono y la fuente sonora: 1'0 m.
- Distancia entre cualquier posición de micrófono y la muestra: 1'0 m.
- La distancia de la fuente hasta la muestra y hasta cualquier micrófono será no menor de:

$$d_{\min} = 0,1 (V/\pi T)^{1/2}$$

donde:

V es el volumen del recinto, en metros cúbicos,

T es el tiempo de reverberación, en segundos.

- Deberán existir al menos dos posiciones de fuente separadas al menos 1'4 m.
- La distancia entre los bordes del recinto y el centro de la fuente no será menor que 0'7m.
- Las posiciones de altavoz no serán simétricas respecto a los ejes o planos centrales del recinto emisor.
- Las diferentes posiciones de altavoz no deben situarse en el mismo plano paralelo a las paredes del recinto. La distancia mínima entre planos será de 0'1 m.

Validación del aislamiento acústico de las cámaras

El aislamiento acústico exterior de las cámaras debe ser el suficiente para que se cumpla la siguiente condición:

- El nivel de ruido de fondo en la cámara receptora debe ser lo suficientemente bajo como para permitir la medición del sonido transmitido desde la cámara emisora, manteniendo en cuenta la potencia de salida en la cámara emisora y el aislamiento acústico de la muestra. Es recomendable que en la cámara receptora el nivel sonoro transmitido esté al menos 15 dB por encima del ruido de fondo en todas las bandas de frecuencia, y siempre por encima de 6 dB.

Ese ruido de fondo puede provenir del ruido que sale al exterior desde la cámara emisora y que entra desde el exterior a la cámara receptora.

Para ello, las cámaras, tanto la emisora como la receptora, deben tener el suficiente aislamiento acústico respecto al exterior para evitar que los niveles sonoros transmitidos al exterior desde la cámara emisora no influyan en los que llegan al interior de la cámara receptora a través de la muestra.

Para la validación del correcto aislamiento acústico de las cámaras se empleará la siguiente metodología:

- Se emitirá en la cámara emisora un nivel muy elevado, próximo a 100 dB en todas las bandas de frecuencia entre 100 y 5000 Hz.
- Se medirá, en el exterior de la cámara receptora, el nivel sonoro más elevado procedente de la emisión en la cámara emisora.
- Posteriormente, se medirá el aislamiento acústico a ruido aéreo existente entre la cámara receptora y el exterior.
- A continuación, y para cada banda de frecuencia entre 100 y 5000 Hz, se calcula el nivel que llegaría a la cámara receptora procedente del nivel sonoro existente en el exterior debido a la emisión en la cámara emisora. Para ello, se restará al nivel sonoro que se midió en el exterior de la cámara receptora, procedente de la cámara emisora, el aislamiento acústico de la cámara receptora.
- El valor resultante será el ruido de fondo que existirá en la cámara receptora. A partir de dicho dato se podrá estimar si el ruido de fondo influirá en los resultados cuando se lleve a cabo una medida de aislamiento acústico de una muestra entre cámaras. Para ello se restará del valor en recepción de dicha medida el valor obtenido mediante los cálculos indicados anteriormente. Si la diferencia en alguna banda de frecuencia es menor de 6 dB, se puede considerar que el ruido de fondo tendrá influencia y se recomendará mejorar el aislamiento acústico de las cámaras.

Validación del acondicionamiento acústico de las cámaras

En la norma UNE EN ISO 140-1 se contempla lo siguiente:

- El tiempo de reverberación en bajas frecuencias en el interior de las cámaras debe cumplir que:

$$1 \text{ s} = T = 2,3 (V / 50)^{0,1667} \text{ s}$$

donde V es el volumen de la cámara en metros cúbicos y T es el tiempo de reverberación en segundos

En este punto, se deberá tener en cuenta el volumen de cada una de las cámaras de ensayo. A modo de ejemplo, los volúmenes mínimos, y sus tiempos de reverberación asociados deberían ser los siguientes:

- Volumen cámara emisora: 55 m³. Requisito: $1 \text{ s} = T = 2,13 \text{ s}$
 - Volumen cámara receptora: 50 m³. Requisito: $1 \text{ s} = T = 2 \text{ s}$
- $$1 \text{ s} \leq T \leq 2 \text{ s}$$

Para realizar la validación se medirá el tiempo de reverberación existente en el interior de cada una de las cámaras, al menos en las bandas de baja frecuencia. Para ello, en la apertura entre las cámaras deberá colocarse un material con un coeficiente de absorción bajo.

Una vez obtenidos los resultados, se comprobará que se cumplen con los requisitos indicados anteriormente. En caso contrario, deberán modificarse las condiciones acústicas en el interior de las cámaras hasta adaptar su tiempo de reverberación, en cada banda de frecuencia, a los requisitos expresados anteriormente.

Validación de la eliminación de transmisiones por vías indirectas.

En la norma UNE EN ISO 140-1 se contempla lo siguiente:

- El sonido transmitido entre cámaras por vías indirectas debe ser despreciable frente al transmitido a través de las muestras.

Para poder validar la eliminación de transmisiones por vías indirectas, se deben evaluar dos factores:

- La estanqueidad del conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora.
- La eliminación de conexiones rígidas del conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora.

Para evaluar la estanqueidad, un método de validación puede consistir en generar una luz muy fuerte en una de las cámaras y ver si al exterior, o en las uniones con la muestra, o en la otra cámara, puede observarse dicha luz. En ese caso, se comprobará que no existe un hermetismo perfecto en el conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora, y deberán llevarse a cabo las medidas correctoras necesarias para evitar transmisiones por vías indirectas debidas a este motivo.

Para evaluar si puede haber transmisiones indirectas por la rigidez de las conexiones del conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora, lo que se hará, tras comprobar visualmente que no existen a priori conexiones directas, será instalar

acelerómetros tanto en la muestra como en la cámara receptora y realizar la siguiente secuencia: En primer lugar, golpear con un martillo de goma en todas las paredes, suelo y techo que conforman la cámara emisora y comprobar si varía el nivel de la velocidad de la aceleración en diversos puntos ubicados en la muestra y el marco que la sostiene. A continuación se repetirá el proceso midiendo en varios puntos en la cámara receptora. Por último, se golpeará con el martillo sobre la muestra y se medirá la variación del nivel de la velocidad de la aceleración en varios puntos de la cámara receptora. Si en alguno de estos casos se comprueba que los niveles de la velocidad de la aceleración difieren representativamente respecto a los existentes cuando no se golpea con el martillo, puede considerarse que existe alguna conexión rígida en las uniones cámara emisora – muestra, cámara emisora- cámara receptora o muestra-cámara receptora, y por tanto es posible que existan transmisiones indirectas debido a la rigidez de las uniones. En estos casos se hace necesario llevar a cabo acciones correctoras.

Validación de la difusividad de las cámaras

Las cámaras deben diseñarse de forma que en su interior se cree un campo lo más difuso posible. Para ello, en el diseño debe tenerse en cuenta que las proporciones entre las dimensiones de las cámaras deben ser tal que las frecuencias modales en las bandas de baja frecuencia estén separadas tan uniformemente como sea posible.

Para realizar la validación se generará ruido rosa o blanco en la cámara y se tomarán medidas en todas las bandas de frecuencia de interés en varios puntos distribuidos uniformemente en la cámara y cumpliendo las distancias indicadas en la norma UNE EN ISO 140-3. Este proceso se repetirá para varias posiciones de fuente sonora. Si se comprueba que existen grandes variaciones del nivel de presión sonora entre las distintas posiciones de micrófono ubicadas en la cámara, deberán instalarse difusores en las cámaras.

Validación del aislamiento máximo que pueden medir las cámaras

En la norma UNE EN ISO 140-3 se contempla que para que el resultado de aislamiento acústico de un cerramiento pueda darse como R , debe cumplirse que el aislamiento medido, R' , sea menor o igual que $R'_{\max} - 15$ dB.

El valor de R'_{\max} que puede medirse en unas cámaras de ensayo debe comprobarse en función de los elementos constructivos que se pretenden ensayar en dichas cámaras. Para ello, la norma UNE EN ISO 140-1, establece una serie de procedimientos en función del tipo de cerramientos.

Para validar el máximo aislamiento acústico que se puede medir en las cámaras, lo que se hará será ensayar una muestra compuesta por un cerramiento de gran masa el cual se trasdosará por ambas caras con sistemas compuestos por placas de yeso laminado y lanas minerales. Se irán añadiendo trasdosados hasta el momento en que se constate que el aislamiento no aumenta aunque se añadan más trasdosados. En ese momento, el valor del aislamiento obtenido será el valor del R'_{\max} de las cámaras.

2. DISEÑO Y PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO PARA ENSAYO A ESCALA DE LABORATORIO

2.1 DISEÑO

El objetivo, como se ha mencionado con anterioridad, es diseñar y construir un equipo de doble cabina para la realización de ensayos de aislamiento acústico a escala de laboratorio.

El grupo de investigación DIOPMA de la Facultad de Química de la Universitat de Barcelona, ha colaborado con el Laboratori d'Acústica i Estalvi Energètic de la EPSEB en el proceso de diseño, ya que este departamento utilizará el equipo para ensayar algunos de los materiales que está desarrollando.

Tal y como se ha explicado anteriormente la norma UNE-ISO 140-1, nos indica que las instalaciones para realizar ensayos de aislamiento acústico normalizados consisten en dos cámaras reverberantes adyacentes con una apertura de ensayo entre ambas en la cual se inserta la probeta o muestra. Por esto cuando realizamos el diseño de la cabina, intentamos reproducir las indicaciones que nos da la norma y aplicarlas a nuestra propia cabina aunque con dimensiones más reducidas.

Los volúmenes y las correspondientes dimensiones de las dos cámaras de ensayo no deberían ser exactamente las mismas. Se recomienda una diferencia entre los volúmenes y/o las dimensiones lineales de al menos un 10%. Los volúmenes de las cámaras de ensayo deben ser de al menos 50m³. Ésta indicación de la norma también ha sido aplicada en nuestro diseño.

Así pues después de consultar las normas indicadas, se prosigue al diseño de las cabinas. Para ello, se analizan los diferentes materiales posibles para su ejecución, así como el instrumental que será necesario adquirir.

Se decide que la cabina emisora, tenga unas dimensiones de 1.00m x 0.83m x 0.83m y un volumen de 0.70m³, mientras que la cabina receptora, siguiendo las indicaciones de la norma, tenga unas dimensiones un 10% superior a la emisora. Se escogen los valores de 0.73m x 0.83 x 0.83 y un volumen de 0.50 m³.

Una vez realizado el diseño, después de consultar las normas correspondientes, se consulta con diferentes proveedores para encargar la producción de la cabina. Finalmente se decide que sea Deco quien la realice. Se trata de una empresa ubicada en Lleida que se dedica a la distribución de materiales para la construcción, además ofrecen un asesoramiento y un control técnico del proceso en el que intervienen.

La cabina emisora es importante que tenga un considerable aislamiento acústico. Por ello se ha construido con dos paneles de DM de 4 cm de espesor con una lámina densa colocada entre ellos, como se puede observar en las siguientes figuras 2.1 – 2.2. La cabina receptora no necesita tener un aislamiento tan elevado, por lo que se ha utilizado un panel simple de 4cms. Esta cabina tiene que tener una absorción acústica. Para ello se le ha incorporado un revestimiento llamado PD Blanco, compuesto de PVC, perforado y espuma de poliuretano absorbente (Ver figura 2.3-2.4).



Figuras 2.1 - 2.2. Lámina densa colocada en la cámara emisora entre la doble pared.

En el interior de la cabina receptora se incorpora un aislamiento acústico absorbente como se ha especificado con anterioridad.



Figura 2.4. Interior de la cámara receptora

Figura 2.3. Interior cámara receptora mientras se construye. Se visualiza el material absorbente.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Como se ha mencionado en el proyecto y diseño de la cabina, se trata de dos cámaras una emisora, y otra receptora. Entre las dos cabinas se coloca un panel divisorio de dimensiones 74x74 cm, en el cual se colocará la muestra o probeta a ensayar.

Disponemos de tres tipos de panel, ya que las muestras que se ensayaran serán de dos dimensiones diferentes. Por ello existe un panel para muestras de tamaño 15x15, otro para ensayos de muestras 30x30, y otro sin abertura para determinar el aislamiento del material que constituye la parte ciega.

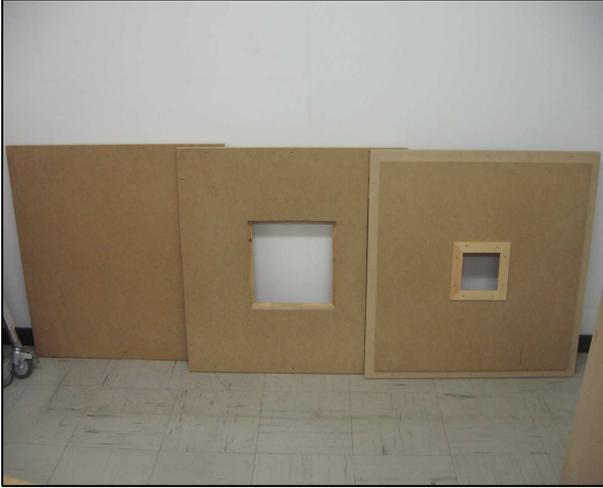


Figura 2.5. Vista de los tres paneles divisorios



Figura 2.6 .Ambas cabinas emisora - receptora

Tanto la cabina emisora como la receptora, disponen de ruedas para así facilitar su movimiento dentro del laboratorio.

Disponen de cierres tipo bisagra uno en su cara superior, y dos en sus caras laterales, para así asegurar el cierre de ambas cámaras. También tienen incorporadas en sus caras traseras dos tiradores, elementos que facilitan la apertura de las cabinas.

En los centros de las caras superiores de cada una de las cámaras se les ha realizado un orificio para poder introducir los micrófonos, tal y como se descubrirá más adelante, desde los que se grabarán los sonidos emitidos desde la cámara emisora.

También en el centro de la cara posterior o trasera de la cámara emisora se han realizado cuatro agujeros para poder sostener el altavoz.



Figura 2.7. Tipo de cierres para asegurar el cierre de las cámaras

2.3 EQUIPOS

Se ha realizado un estudio de distintos tipos de equipos a fin de escoger los más adecuados para el tipo de ensayos a realizar. Se disponía de algunos de los equipos y otros son de nueva adquisición.

Dividimos los equipos en los referentes a la emisión del sonido y los de recepción del sonido. A continuación definiremos las características de cada uno de ellos.

La fente de sonido, será la que nos generará en nuestro caso el ruido rosa. Se ha utilizado un generador de ruido Brüel & Kjaer, tipo 1405.

Un amplificador que es todo dispositivo que, mediante la utilización de energía, magnifica la amplitud de un fenómeno. El amplificador que utilizaremos en este equipo ya existía en el laboratorio, por lo tanto le haremos las conexiones oportunas entre la fuente de sonido y el altavoz.



Figura 2.8. Fuente de sonido y amplificador

El altavoz transforma la energía eléctrica en mecánica y luego la energía mecánica en acústica. Las partes básicas son: la electromagnética, constituida por el imán y la bobina móvil y la mecánica formada por el cono y su suspensión.

Se ha escogido un altavoz con la respuesta en frecuencia lo más plana posible y de tipo coaxial. Los altavoces coaxiales consisten en la reunión de dos o tres altavoces en una sola unidad, montados sobre un mismo eje. El más pequeño reproduce los tonos agudos y el grande reproduce los graves. Así se consigue una reproducción de una mayor gama de frecuencias en un espacio reducido. Reproducen de manera completa toda la gama de audiodfrecuencias, mejor que con altavoces elípticos y en un espacio mucho más reducido que con el uso de diferentes altavoces. En concreto se ha adquirido el modelo INTEGRA OVATION XO5.



Figuras 2.9-2.10. Modelo de altavoz que se utilizará para emitir sonido en la cámara receptora

El soporte del altavoz es la cara posterior de la cámara emisora. Mediante cuatro tornillos, lo fijamos a la pared trasera. Una vez acabado de colocar se aísla con tapones las posibles fugas de sonido o puentes acústicos.

Los dos micrófonos son de tipo MI 17 de $\frac{1}{4}$ y sensibilidad de 50 mV/Pa.

La posición es en el centro de las cámaras tanto emisora como receptora, concretamente a 37 cm, se les coloca las dos bolas antiviento, para evitar los posibles ruidos provocados por movimiento.

El sistema de adquisición de datos es un datalogger de cuatro canales de la marca RION, DA-20 desde el cual se recogen los datos de los micrófonos. A través de una tarjeta de memoria, podemos traspasar los datos al ordenador.

Los datos se pueden visualizar con el software Rion DA-20PA1.



Figura 2.11. Sistema de adquisición de datos RION

2.4 DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE LA CABINA RECEPTORA

Se define Tiempo de reverberación (T_r) como se ha mencionado anteriormente, a una frecuencia determinada como el tiempo en segundos que transcurre desde que el foco emisor cesa en su emisión hasta el momento en que el nivel de presión sonora desciende 60 dB respecto a su valor inicial.

Para determinar correctamente el aislamiento es necesario realizar una corrección que tenga en cuenta la absorción de la cámara receptora (ver apartado 1.4 de la memoria) Para ello se ha determinado el tiempo de reverberación de la cabina receptora. Se utiliza el panel con el marco de 15x15 se pasan los cables necesarios a través de la abertura y se ciega con una pieza de 15x15.

Dentro de la cámara receptora tenemos colocados dos altavoces conectados a un ordenador portátil que mantendremos fuera de las cabinas donde podamos manipularlo. También tenemos un micrófono colocado correctamente sobre un trípode como se indica en la fotografía (figura 2.17). Éste micrófono no es uno de los utilizados en el resto de ensayos, sino que es el micrófono de un sonómetro Cesva SC-310 ya que debido a las prestaciones que tiene nos facilitaba en gran medida el proceso de determinación de los tiempos de reverberación para todas las bandas de tercio de octava.

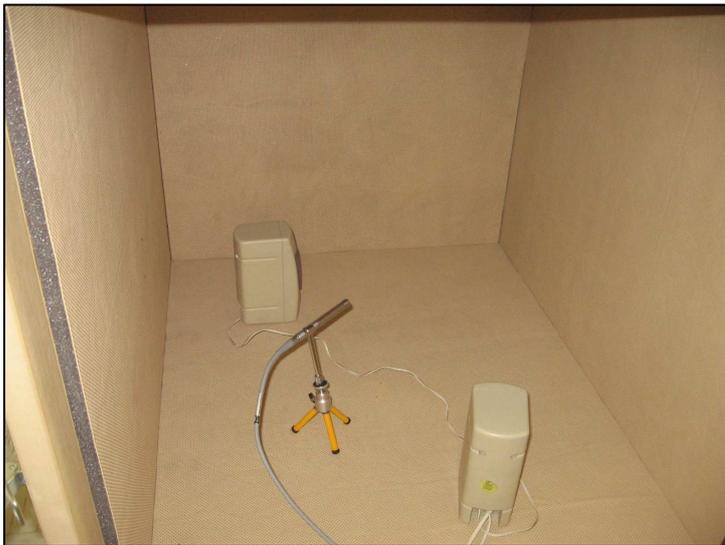


Figura 2.12. Posición de los altavoces y micro en el interior de la cámara receptora.

Una vez cerrada con el marco y pasados todos los cables, se aísla correctamente cada uno de los posibles puntos de fuga del sonido que se emitirá dentro de la cámara emisora.

Desde fuera mediante el ordenador portátil se emite el ruido rosa. A través del instrumento de medida CESVA se pueden tomar los diferentes registros.

Con este sonómetro se mide en bandas de tercio de octava. Primero se mide el ruido de fondo de la cámara, a continuación se emite el ruido rosa, y mediante el control del reproductor del sonido se para el sonido bruscamente. A partir de aquí el sonómetro mide automáticamente la caída del sonido correspondiente a 60 dB, para así dar los resultados del tiempo de reverberación correspondiente.



Figura 2.13. Posición micro interior cámara emisor

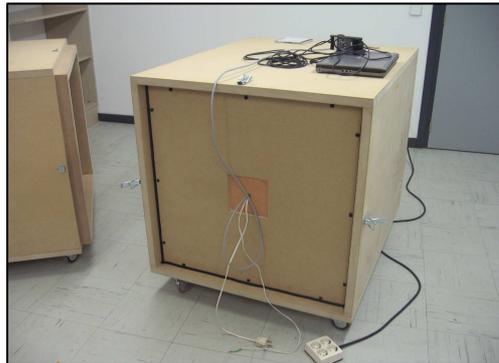


Figura 2.14. Salida de los cables correspondientes desde el interior

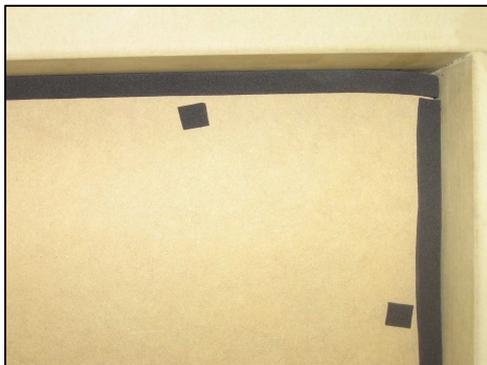


Figura 2.15. Detalle del aislamiento



Figura 2.16 Detalle salida cables



Figura 2.17. Ordenador donde reproducimos ruido rosa



Figura 2.18. Sonómetro CESVA

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos para diferentes registros. Se observa que se trata de tiempos enormemente bajos, esto es debido a las reducidas dimensiones de la cabina así como el hecho de que cinco de sus seis caras están recubiertas de material absorbente. En vista de estos resultados se ha decidido no tener en cuenta la corrección del tiempo de reverberación en las medidas de aislamiento.

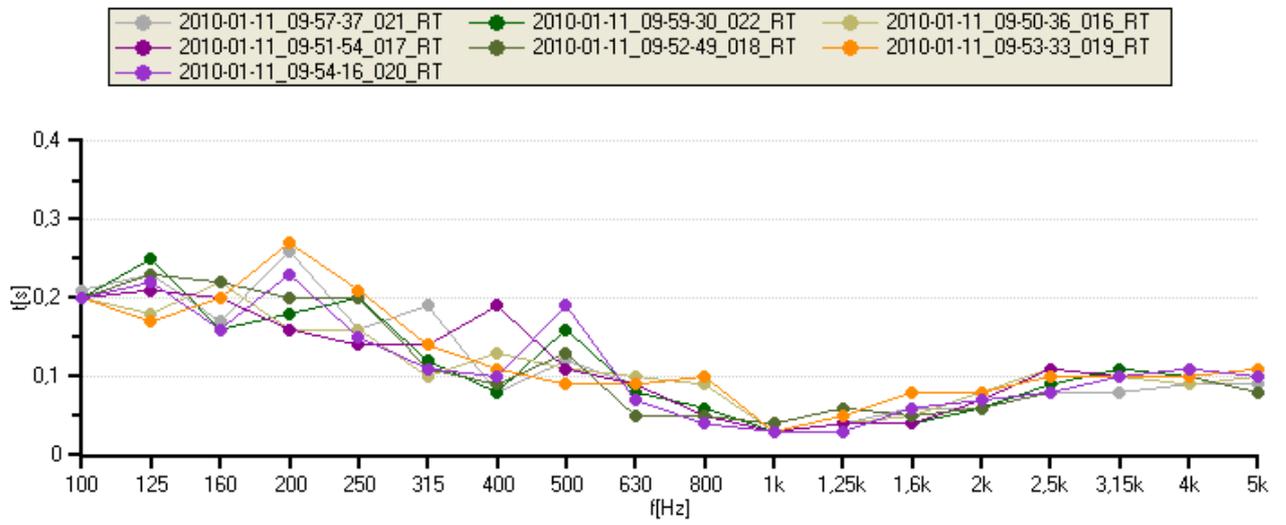


Figura 2. 19. Gráfica mediciones tiempo de reverberación

2.5 ACONDICIONAMIENTO DE LA CABINA EMISORA

Para evitar que el sonido que emite el altavoz pueda perderse por la parte de atrás del altavoz, cosa que no nos interesa porque el sonido es unidireccional y debe ser el máximo el que pase a la cámara receptora a través de nuestra muestra o probeta, se aísla toda la para pared posterior de la cámara emisora.



Figura 2.20. Cara posterior cabina emisora



Figura 2.21. Posición del altavoz, cabina emisora

Como se puede observar en la fotografía (figura 2.21) se aísla con lana de roca de la marca comercial Isover, concretamente, ARENA 80. Consideramos que colocar lana de roca nos ayudará a absorber sobretodo las frecuencias bajas.

El altavoz está colocado en una pieza de aislante acústico de lana de roca de Isover, de alta densidad.

Después de realizar algún ensayo se decide aislar con lámina densa por la parte delantera. Para ello es necesario un tablero de madera de espesor 1,5cm de dimensiones específicas, para adherir a él la lámina densa. Una vez adherida la lámina recortamos la silueta del altavoz, ya que el altavoz ya lo tenemos instalado. El resultado de dicha maniobra se puede observar en la siguiente fotografía (figura 2.23)



Figura 2.22. Aislamiento cara posterior cabina emisora



Figura 2.23. Aislamiento con lámina densa.

2.6 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE AISLAMIENTO

Una vez tenemos las cámaras, los accesorios, e incluso aislado el fondo de la cámara emisora, el siguiente paso es preparar todas las muestras que hemos obtenido en las medidas necesarias, 15x15 y 30x30 cm.

Previamente hemos tomado medidas con el panel sin abertura para poder encontrar el aislamiento de la parte ciega. Este valor es necesario para posteriormente determinar a partir del valor global (parte ciega + muestra) el valor del material de la muestra.

Una vez preparadas las muestras el procedimiento es el siguiente: Se coloca la muestra y se observa que quede bien fijada colocando por el lado exterior un marco de madera que presionará la muestra para evitar que, al cerrar la cabina, la muestra se desplace.

Antes de cerrar habremos comprobado que la posición de los micrófonos sea la correcta.

Cerramos las dos cámaras, emisora y receptora. Con silencio dentro del laboratorio, se enciende el sistema de adquisición de datos y se realizan tres registros de diez segundos cada uno. Con estos registros estamos midiendo el ruido de fondo en la propia cabina que a posteriori necesitaremos para encontrar L_r' , es decir para encontrar el sonido que llega a la cámara receptora, corregido con el sonido de fondo.

De los registros, solo necesitaremos los valores del micrófono situado en la cámara receptora, una vez grabados los tres registros se visualizan con el software instalado y se realiza la media de los tres registros, a lo que llamaremos Nivel ruido de fondo.

Cuando disponemos del ruido de fondo de la cabina, conectaremos la fuente de sonido y el amplificador. Con ruido rosa en posición PINK NOISE 50 KHz, emitiremos el sonido, dejaremos que suene unos segundos y a continuación realizaremos seis grabaciones de diez segundos cada registro. Cuando descargamos los datos en el pc, ahora si que necesitamos los datos que ha grabado tanto el micrófono emisor como el receptor. Con los seis registros del micro emisor, mediante una media obtendremos el nivel de emisión, L_e , y con los seis registros del receptor, nivel de inmisión L_r .

Para cada banda de tercios de octava se determina el promedio energético dado por la expresión FORMULA

Para realizar la corrección de ruido de fondo se utiliza la siguiente expresión:

$$L_r' = 10 \log$$

Con L_e y L_r' (encontrado con el nivel de ruido de fondo), obtenemos D que es el aislamiento bruto o diferencia de niveles.

$$L_e = 10 \log \frac{1}{6} \left(10^{\frac{L_{e,1}}{10}} + 10^{\frac{L_{e,2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{e,6+}}{10}} \right) dB$$

$$L_r' = 10 \log \frac{1}{6} \left(10^{\frac{L_r}{10}} - 10^{\frac{L_{r,f}}{10}} \right) dB$$

Este aislamiento D corresponde al sistema compuesto, es decir parte ciega más muestra. Puede calcularse el aislamiento de la muestra aplicando la fórmula correspondiente al aislamiento de un sistema en paralelo. De acuerdo a esta expresión el aislamiento global es:

$$D = 10 \log \frac{S_c + S_v}{\frac{S_c}{10^{D_c/10}} + \frac{S_v}{10^{D_v/10}}}$$

Donde S_c y S_v son la superficie de la parte ciega y de la ventana (muestra) y D_c y D_v son los aislamientos de los materiales que componen la parte ciega y ventana.

A partir de la expresión anterior despejando D_v se obtiene:

$$D_c = 10 \log \frac{S_c}{\frac{S_c + S_v}{10^{D/10}} - \frac{S_v}{10^{D_v/10}}}$$

2.7 DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO DEL PANEL CIEGO

A fin de incrementar el aislamiento acústico de la parte ciega, se ha añadido a los tres paneles de DM una lámina densa adhesiva Tecsound 100.



Figura 2.24. Panel ciego aislado con lámina densa



Figura 2.25. Panel para muestra 30x30.

Siguiendo el procedimiento establecido en el apartado anterior, se ha determinado el valor del aislamiento del panel de DM de 3 cm de espesor sin apertura, al que nos referiremos como panel ciego. En la tabla de la figura 2.26 se muestran los promedios de los valores correspondientes a la emisión, recepción y ruido de fondo, así como niveles corregidos por ruido de fondo (L_r') y el aislamiento (D).

Se muestra así mismo en la figura 2.26 dos gráficas. La de la derecha muestra los promedios de emisión y recepción (ya corregido), y la de la izquierda muestra el valor de aislamiento del panel ciego.

Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Nivel emisión L_e (dB)	72,9	70,8	69,6	69,6	82,7	77,5	81,7	91,9	84,8	95,2	97,5	96,6	95,9	94,4	93,0	90,5	91,1	91,7	89,6	88,9	89,8	86,8	82,1
Nivel imisión L_r (dB)	42,2	54,2	60,5	51,1	47,0	47,7	46,9	56,7	51,6	55,4	54,1	53,3	52,0	49,6	46,2	44,6	43,0	42,1	40,4	39,9	36,3	27,0	24,5
Fondo1	26,9	25,2	14,3	12,5	10,8	12,0	12,5	15,2	14,6	14,8	14,5	15,4	16,1	16,3	16,7	17,5	18,2	19,2	22,4	22,0	20,0	20,4	20,9
Fondo2	23,0	22,2	14,4	11,4	11,0	10,9	12,9	18,9	18,1	14,9	15,7	15,1	15,9	16,8	17,1	17,1	18,6	19,1	22,6	21,9	20,5	20,4	20,9
Fondo3	26,4	26,7	14,8	10,0	11,6	12,5	12,0	17,6	17,7	14,0	14,9	15,8	15,5	16,3	16,7	17,2	17,7	19,1	22,2	21,6	20,2	20,4	21,0
Nivel ruido fondo (dB)	25,7	25,1	14,5	11,4	11,1	11,9	12,5	17,5	17,1	14,6	15,1	15,4	15,8	16,5	16,8	17,3	18,2	19,1	22,4	21,8	20,2	20,4	20,9
L_r' (L_r corregido) (dB)	42,1	54,2	60,5	51,1	47,0	47,7	46,9	56,7	51,6	55,4	54,1	53,3	52,0	49,6	46,2	44,6	43,0	42,1	40,3	39,8	36,2	25,9	22,0
$D=L_e-L_r'$	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1

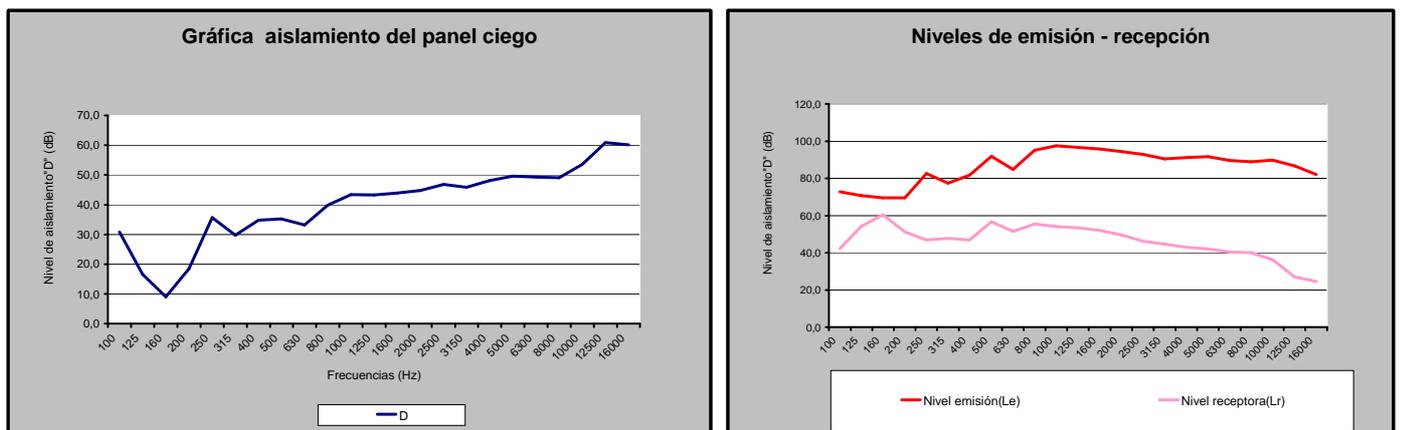


Figura 2.26. Tabla de valores de aislamiento panel ciego.

Se observa claramente como al aumentar la frecuencia aumenta el valor de aislamiento acústico. A frecuencias bajas, se muestra una bajada anómala en el aislamiento del panel ciego. Es bien conocido que para valores de frecuencias de

sonido del orden de la frecuencia de resonancia del elemento a ensayar, se produce una bajada de aislamiento.

Por ejemplo en paneles de yeso laminado, la frecuencia de resonancia se encuentra entre las bajas frecuencias 100-150 Hz en función de su espesor. Para materiales cerámicos la frecuencia de resonancia está por debajo de los 100 Hz, de manera que no es importante para la evaluación del aislamiento.

Se ha querido estimar el valor de la frecuencia de resonancia en nuestro caso, produciendo un sonido de impacto y registrando el valor de la presión acústica generada en la cabina receptora.

A continuación se muestra tanto el registro temporal como el resultado de un análisis FFT (Fast Fourier Transform). Este tipo de análisis permite conocer la presión para cada frecuencia y determinar por tanto, las frecuencias para las cuáles se produce resonancia y esto implica un menor valor de aislamiento en dichas frecuencias. La gráfica indica que la frecuencia fundamental está entorno a 160 Hz lo cuál es compatible con la figura de aislamiento mostrada anteriormente (Figura 2.27).

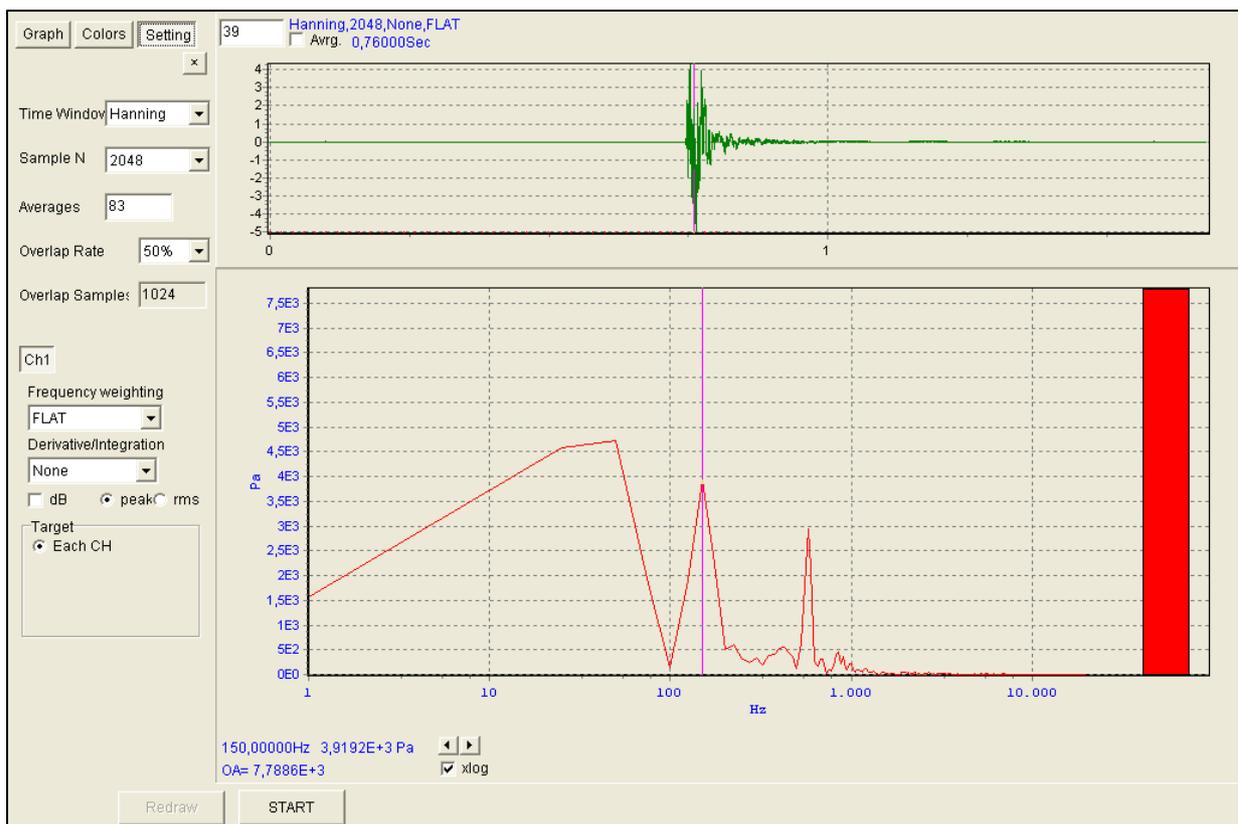


Figura 2.27. Gráfica del registro temporal y FFT (Fast Fourier Transform).

3. MATERIALES A ENSAYAR

Productos comerciales

Se analizan diferentes materiales de diversas marcas comerciales. Todos los que se comparan tienen características similares, en muchas ocasiones lo que los diferencia a uno de otros son su composición. Algunos de ellos están hechos a base de polímeros, mientras otros sus bases están hechas con cauchos.

Se preparan probetas facilitadas por empresas especialistas en este tipo de materiales, es decir en láminas densas. A continuación se muestran las características técnicas de cada uno de ellos. Dentro de su gama se han ensayado diferentes densidades, para así poder observar las mejoras acústicas referentes al cambio de masa.

Los diferentes materiales son los siguientes:

Asfaltex

Nombre: Jettfal

Densidades de 3,5, 5, 10

Tamaños 15x15 / 30x30

JETFAL 3,5						
Frecuencia(Hz)	100	125	160	200	250	315
R (dB)	7.0	8.0	10.0	11.0	13.0	15.0
Frecuencia(Hz)	400	500	630	800	1000	1250
R (dB)	16.0	18.0	20.0	21.0	23.0	25.0
Frecuencia(Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	27.0	28.0	30.0	32.0	33.0	34.0

Índice de aislamiento global al ruido rosa: 22.0 dBA

Figura 3.1. Valores aislamiento lámina densa 3,5.

JETFAL 5						
Frecuencia(Hz)	100	125	160	200	250	315
R (dB)	14.5	16.5	15.5	16.0	18.0	20.0
Frecuencia(Hz)	400	500	630	800	1000	1250
R (dB)	21.0	21.5	23.5	24.5	26.0	28.0
Frecuencia(Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	30.0	31.5	31.5	32.5	34.0	35.5

Índice de aislamiento global al ruido rosa: 26.3 dBA

Figura 3.2. Valores aislamiento lámina densa 5.

JETFAL 10						
Frecuencia(Hz)	100	125	160	200	250	315
R (dB)	19.0	21.5	20.5	20.5	22.5	24.0
Frecuencia(Hz)	400	500	630	800	1000	1250
R (dB)	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	32.0
Frecuencia(Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	33.5	33.0	31.5	31.0	34.5	35.5

Índice de aislamiento global al ruido rosa: 30.0 dBA

Figura 3.3. Valores aislamiento lámina densa 10.

Nombre: lana de roca
 Densidad:
 Tamaños 15x15 / 30x30

Nombre: lana de roca con lámina densa adherida
 Densidad
 Tamaños 15x15 / 30x30

INSOFLEX						
Frecuencia(Hz)	100	125	160	200	250	315
R (dB)	13.0	16.0	14.0	15.0	15.0	17.0
Frecuencia(Hz)	400	500	630	800	1000	1250
R (dB)	17.0	17.0	19.0	22.0	24.0	27.0
Frecuencia(Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	29.0	32.0	34.0	37.0	39.0	42.0

Índice de aislamiento global al ruido rosa: 23.0 dBA

Figura 3.4. Valores aislamiento lana de roca con lámina densa adherida.

Texsa

Nombre: Tecsound
 Densidad: 3,5,5,7,5,10
 Tamaños 15x15 / 30x30

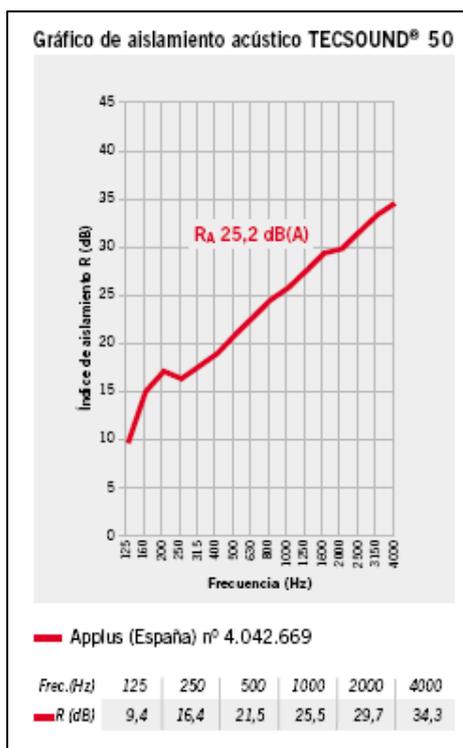


Figura 3.5. Valores aislamiento lámina densa Tecsound 50.

Nombre: FT 55 AL
 Densidad
 Tamaños 15x15 / 30x30

Nombre: FT55
 Densidad
 Tamaños 15x15 / 30x30

Materiales desarrollados en laboratorio

De forma complementaria a los materiales que se han descrito en el apartado anterior, se han preparado algunas probetas en laboratorio tanto con base de polímero como probetas de yeso.

A continuación se describe la manera de procesar las láminas con base polimérica en concreto los materiales en desarrollo por parte del grupo DIOPMA de la Universidad de Barcelona.

Las materias primas que se utilizan para la mezcla contienen polímeros termoplásticos y cargas minerales, entre ellos sulfatos de bario y carbonatos de calcio.



Figura 3.6. Materia prima de la mezcla

Primero se añaden los diferentes polímeros, pesando cada uno de ellos en su porcentaje necesario para la mezcla.

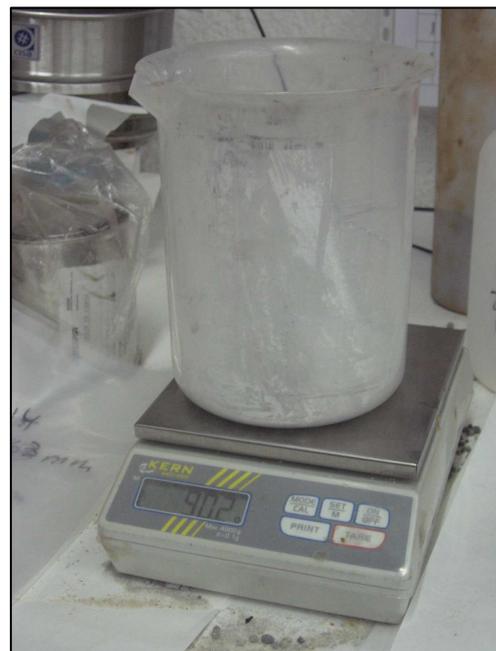


Figura 3.7. Báscula de medición.

La amasadora ya está en proceso de calentamiento, para ello se ha encendido previamente a una temperatura de 130°.

Una vez pesados los polímeros se añaden a la amasadora, durante 30 minutos. La amasadora mezclará todos los ingredientes.



Figura 3.8. Momento de añadir la mezcla.



Figura 3.9. Amasadora.

Después de esperar 30 minutos a que la amasadora disuelva bien la mezcla, en caliente se introduce la mezcla dentro de un marco de 15x15 y se introduce dentro de la prensa para poder conseguir el espesor necesario. El resultado de la muestra obtenida se puede ver en la figura 3.11.



Figura 3.10. Prensa.



Figura 2.11. Muestra tamaño 15x15.

Finalmente se han preparado probetas de yeso de 15x15. El objetivo es verificar el cumplimiento y rango de validez de la ley de masas. Es de esperar que esta ley se cumpla mejor en un material como el yeso que en lámina densa. La ley de masa, establece que la reducción de la intensidad acústica a través de un elemento es función del cuadrado del producto de la masa unitaria (m) por la frecuencia considerada (f).

$$a = 10 \log (f \cdot m)^2$$

De aquí se pueden deducir las siguientes consideraciones:

-La pérdida de transmisión aumenta 6dB por octava (doble de la frecuencia). Es decir, siempre será mucho más fácil aislar las altas frecuencias que las bajas. Esto tiene la ventaja adicional de que el oído humano es menos sensible a las bajas frecuencias, pero es nefasto en cuanto a las resonancias estructurales que en la edificación son importantes para bajas frecuencias, creando grandes amplificaciones que resultan difíciles de aislar.

- La pérdida aumenta 6 dB al duplicarse la masa superficial del panel. Esto nos llevaría a que para conseguir un buen aislamiento deberían ser las paredes lo más gruesas posible. Esto, que es lógico desde un punto de vista acústico, no lo es constructivamente. Este grosor se puede sustituir en cierto modo mediante paredes múltiples, lo cual suele dar un resultado muy aceptable.



Figura 3.12. Realizando la mezcla en el laboratorio



Figura 3.13. Instrumentos necesarios para realizar las probetas

Las probetas que se realizan son de 15x15. Se realizan tres probetas de diferentes espesores, para poder ensayar en la cabina y comprobar que a más masa más aislamiento. Los espesores son los siguientes: 2cm, 1cm y 0,5 cm.



Figura 3.14. Molde de silicona dimensiones 15x15 cm

Los moldes como he mencionado son de silicona y sus dimensiones son de 15x15 y 4 cm de espesor.

Las dosificaciones son las siguientes para los diferentes espesores.

Para un espesor de 0,50 cm → yeso 51,5 gr

→ agua 36,0 gr

Para un espesor de 1,00 cm → yeso 103,0 gr

→ agua 72,0 gr

Para un espesor de 0,50 cm → yeso 206,0 gr

→ agua 144,0 gr

Una vez realizadas las mezclas y colocadas cada una en su molde, dejamos cada molde que se enfríe, es decir que el yeso empieza a fraguar. Dejamos un tiempo previo al desmoldado.

Colocaremos las tres probetas en el horno durante dos días para que el yeso acabe de secarse correctamente.



Figura 3.15. Las tres probetas una vez sacadas de los moldes.

Los resultados obtenidos de realizar los ensayos en la cabina son los que se muestran en el apartado 4.5.

4. RESULTADOS Y COMPARATIVAS

4.1 ASFALTEX 3,5 - 5 -10 (30X30)

A continuación se muestran los ensayos correspondientes al muestreo de una lámina densa, correspondiente a la casa comercial Asphaltex 3,5-5-10 respectivamente. El tamaño de las muestras es de 30x30 cms, se trata de una capa pesada elastomérica a base de cauchos, plastificantes y cargas. Tiene una masa de 245 gr, 422,8 gr y 944 gr respectivamente. Los diferentes espesores son los siguientes 0,152 cm, 0,257 cm y 0,52 cm. Si dividimos su masa entre el volumen obtenemos las siguientes densidades 1,79 gr/cm³, 1,828 gr/cm³ y 2,017 gr/cm³. En cada gráfica se mostrará el valor de aislamiento del panel ciego, el valor del conjunto (parte ciega más muestra) y el valor de aislamiento de cada muestra. En el eje de las X se disponen las frecuencias con un rango desde los 500 Hz hasta los 8000 Hz, ya que son las frecuencias más utilizadas en gráficas de aislamiento. En el eje de las Y se muestran los valores de aislamiento en dB.

Después de analizar las tres gráficas del mismo material pero diferentes espesores, se puede observar una mejora de aislamiento. A más espesor más aislamiento de la muestra para todas las frecuencias.

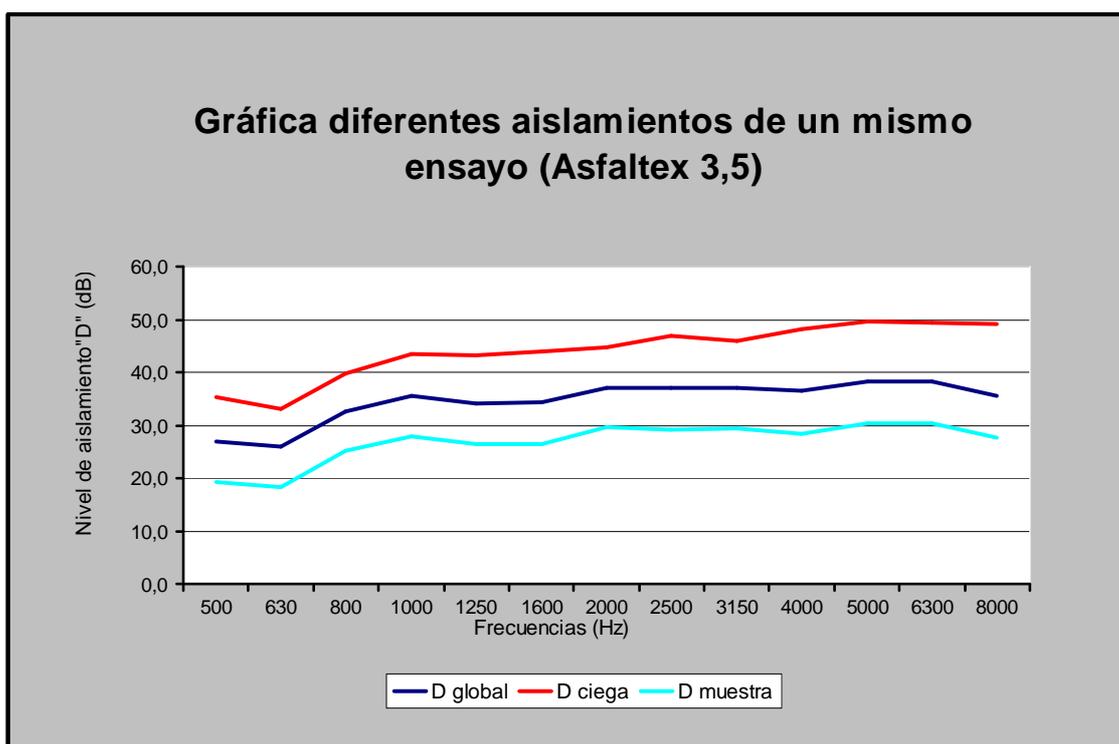


Figura 4.1. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Asphaltex 3.5.

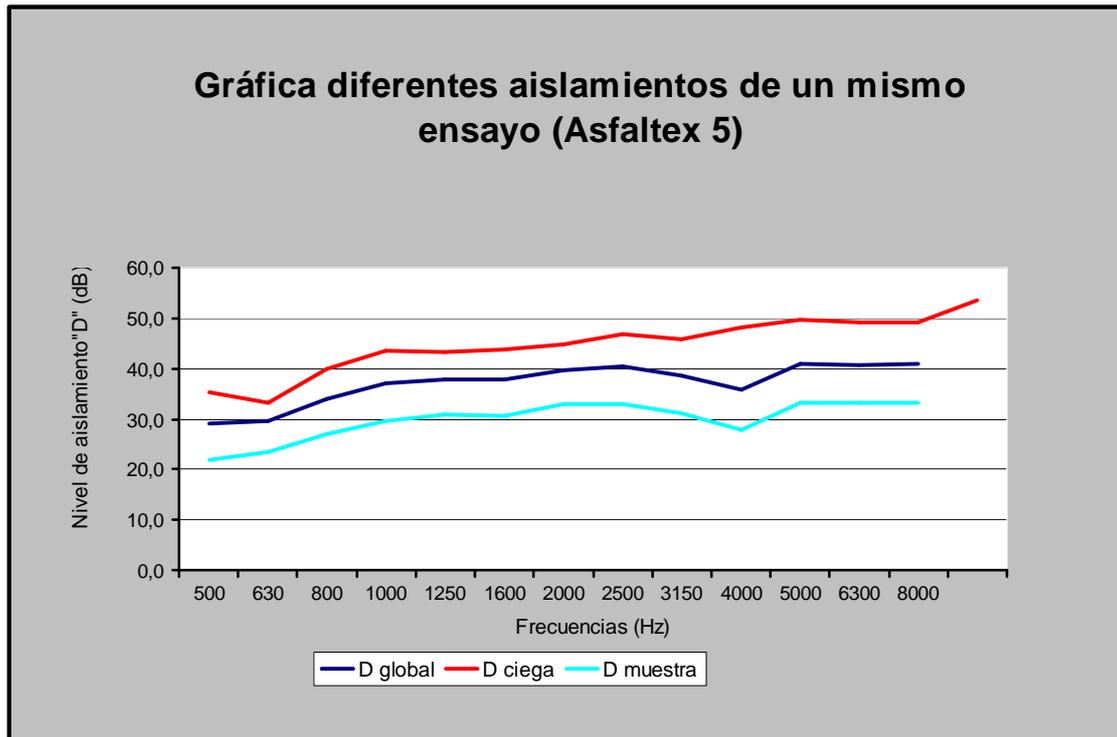


Figura 4.2. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Asfalte .5.

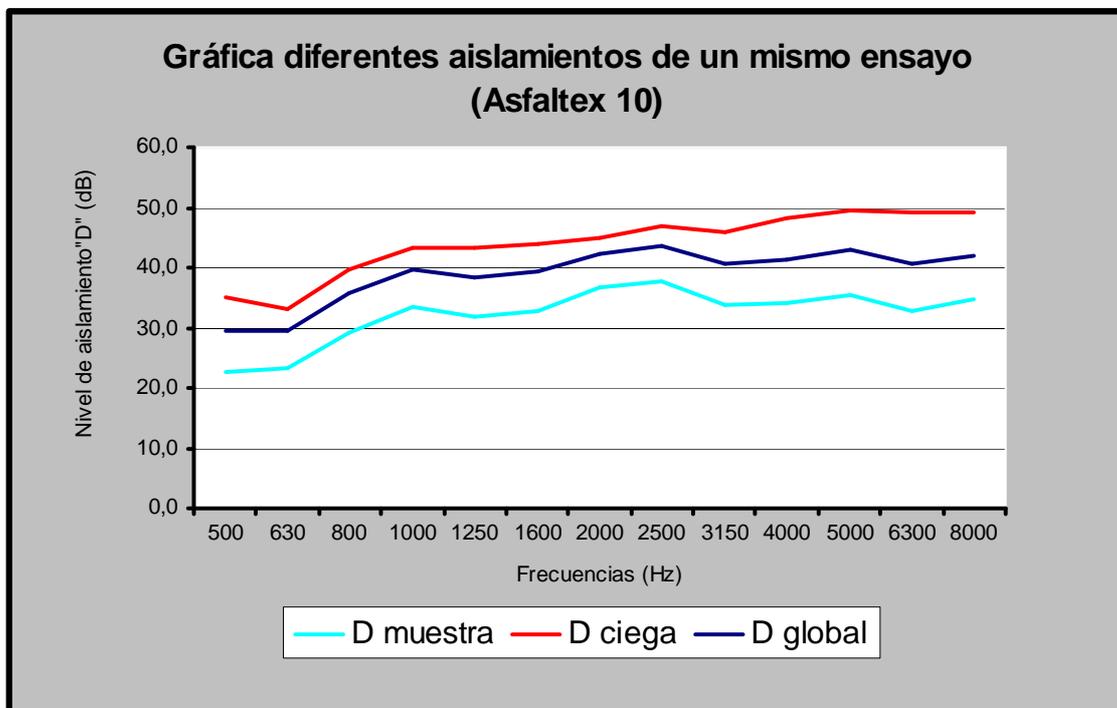


Figura 4.3. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Asfaltex 10.

4.2 ASFALTEX 3,5 - 5 - 10 (15x15)

A continuación se muestran los ensayos correspondientes al mismo tipo de material del apartado anterior, pero con dimensiones inferiores. En este ensayo las dimensiones de las muestras serán de 15x15 cm. Las probetas utilizadas tienen masas de 71,7 gr, 101,5 gr y 231,9 gr respectivamente. Los diferentes espesores son iguales a la muestra de 30x30 analizada anteriormente: 0,152 cm, 0,257 cm y 0,52 cm. Si dividimos su masa entre el volumen obtenemos las siguientes densidades 2,09 gr/cm³, 1,81 gr/cm³ y 1,98 gr/cm³.

Para estas dimensiones de muestra no se observa con claridad un incremento en el aislamiento acústico al incrementar su masa. La razón de este comportamiento es que, debido a la superficie tan pequeña de la muestra, y para este tipo de equipo, el aislamiento del conjunto en algunas frecuencias es similar al valor del aislamiento del panel ciego. Es por tanto muy difícil determinar correctamente el aislamiento de la muestra ensayada. Este inconveniente se repetirá para todos los ensayos de estas dimensiones de la muestra.

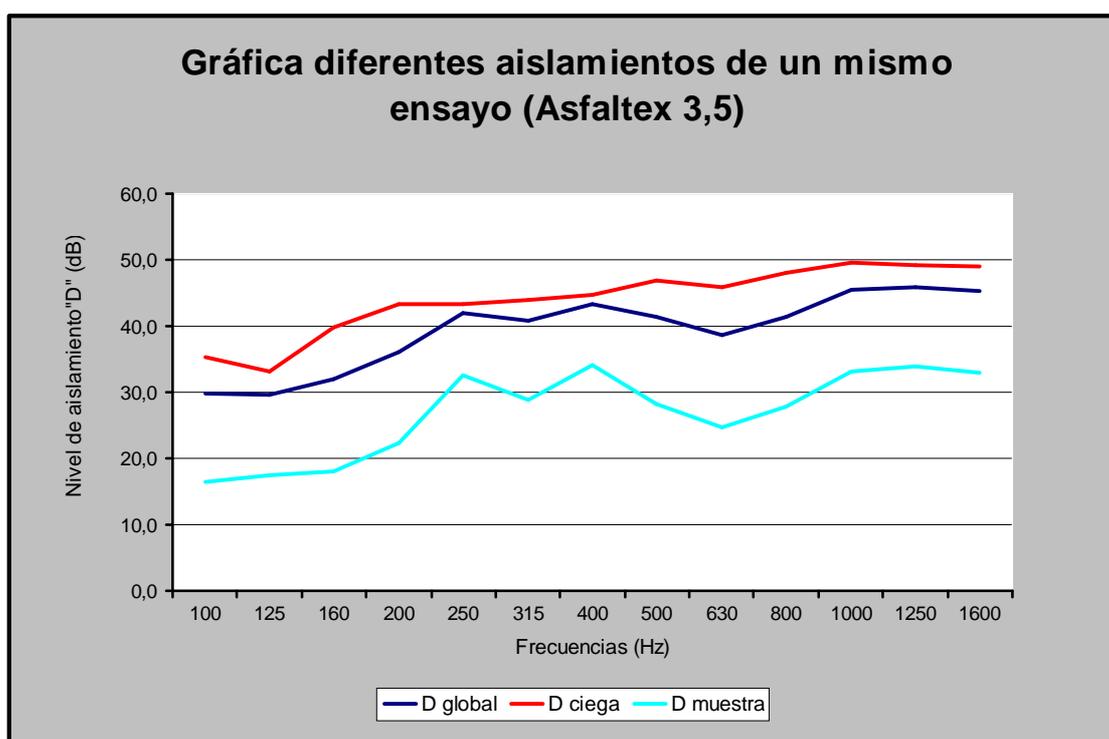


Figura 4.4. Gráfica correspondiente a la muestra 15x15 Asfaltex 3.5.

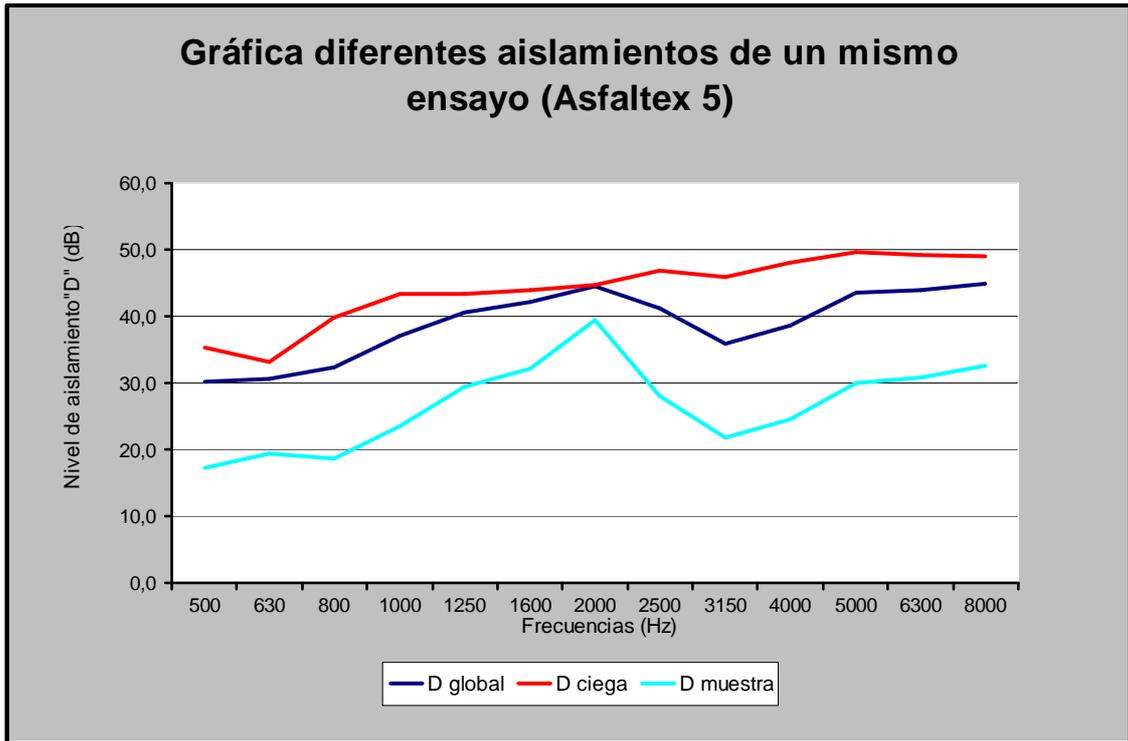


Figura 4.5. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Asfaltex 5.

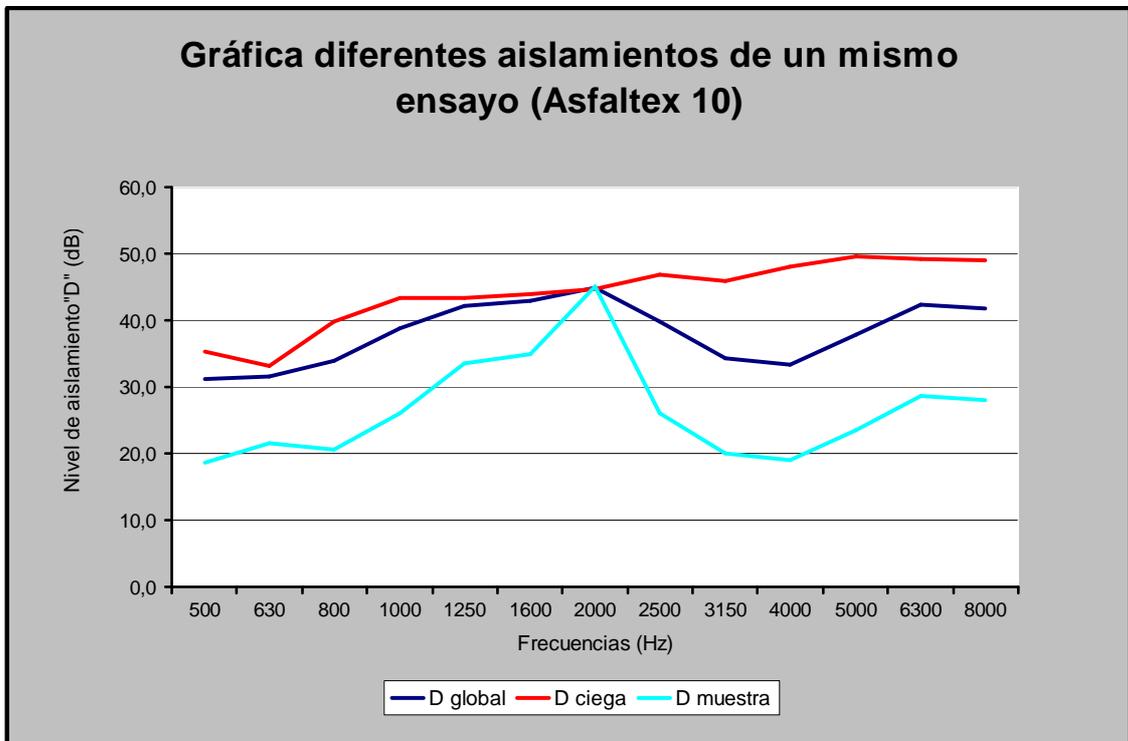


Figura 4.6. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Asfaltex 10.

4.3 TEXSA 35 - 50 - 75 - 100 (30X30)

Los siguientes ensayos corresponden al muestreo de una lámina densa, de la casa comercial Texsa 35-50-75-100 respectivamente. El tamaño de las muestras es de 30x30 cms, se trata de una lámina sintética insonorizante de alta densidad, sin asfalto. Tienen masas de 348,4 gr, 412,6 gr, 604,8 y 876,5 gr respectivamente. Los diferentes espesores son los siguientes 0,193 cm, 0,23 cm, 0,335 y 0,463 cm. Si dividimos su masa entre el volumen obtenemos las siguientes densidades 2,00 gr/cm³, 1,96 gr/cm³, 2,00 gr/cm³ y 2,103 gr/cm³. Al igual que en las gráficas anteriores se muestra el valor de aislamiento del panel ciego, el valor del conjunto y el valor de aislamiento de cada muestra. En el eje de las X se disponen las frecuencias con un rango desde los 500 Hz hasta los 8000 Hz, ya que son las frecuencias más utilizadas en gráficas de aislamiento. En el eje de las Y se muestran los valores de aislamiento en dB.

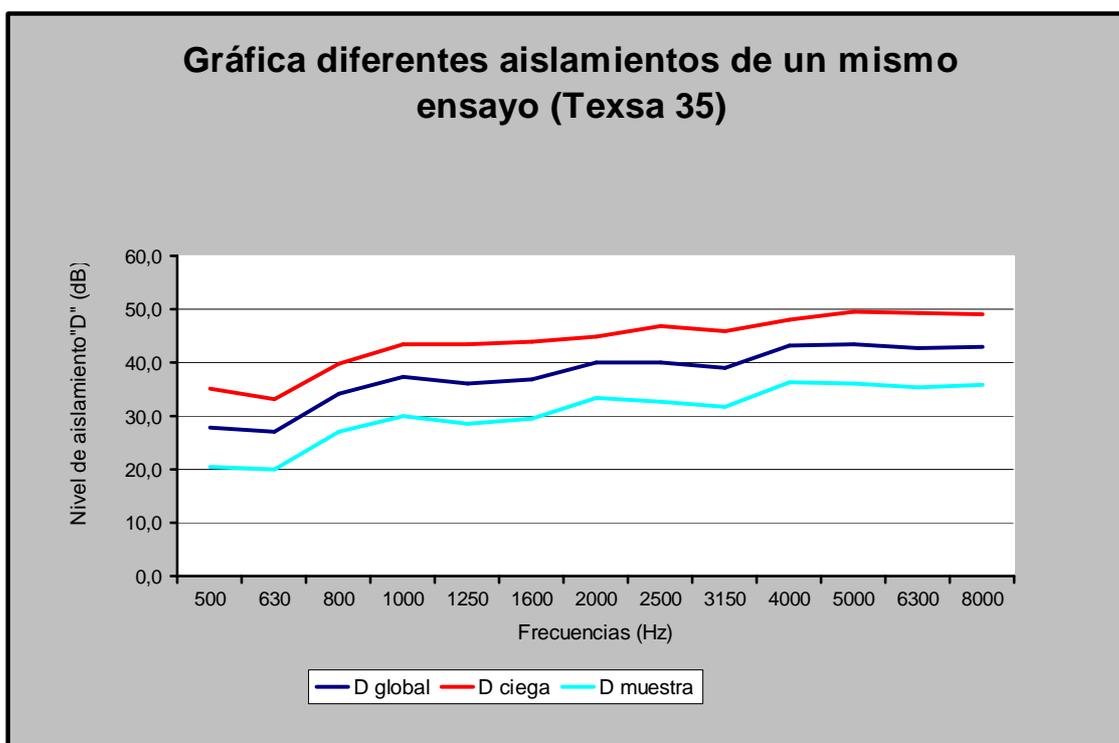


Figura 4.7. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Texsa 35.

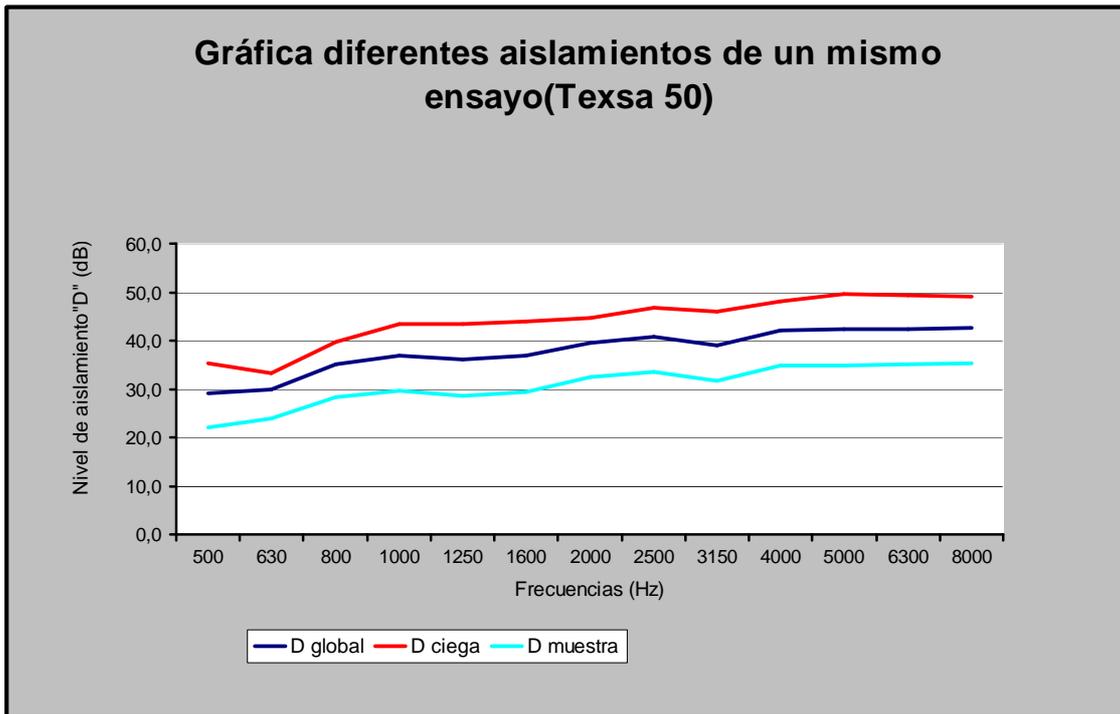


Figura 4.8. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Texsa 50.

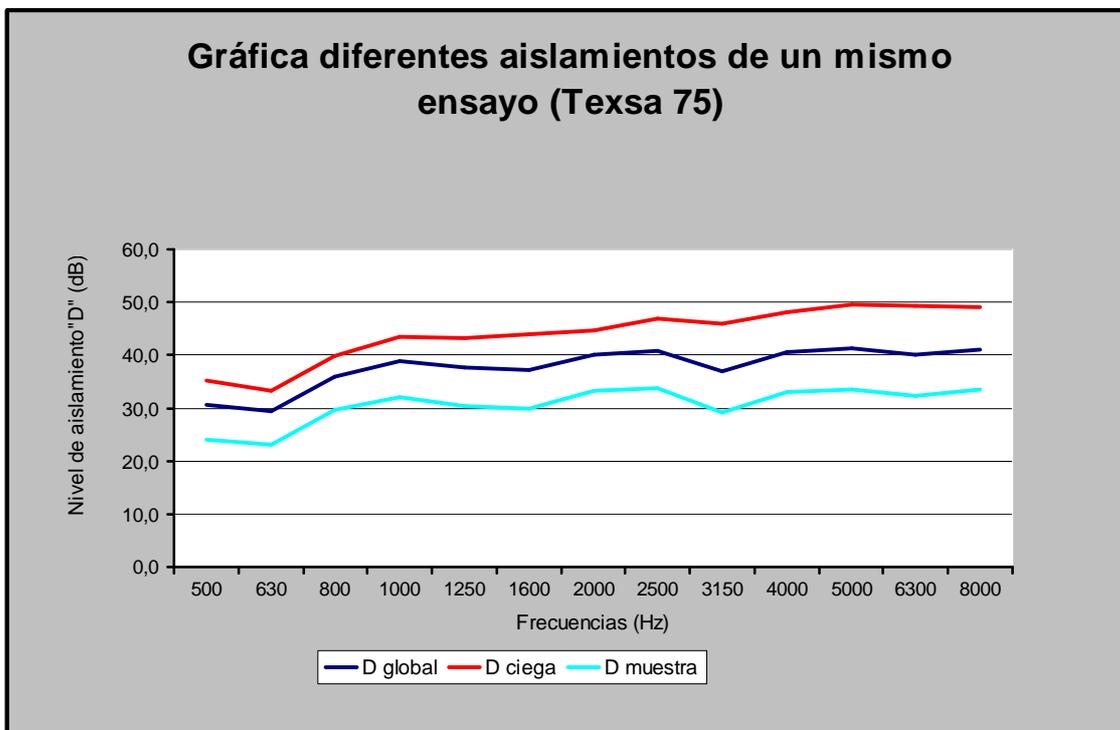


Figura 4.9. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Texsa 75.

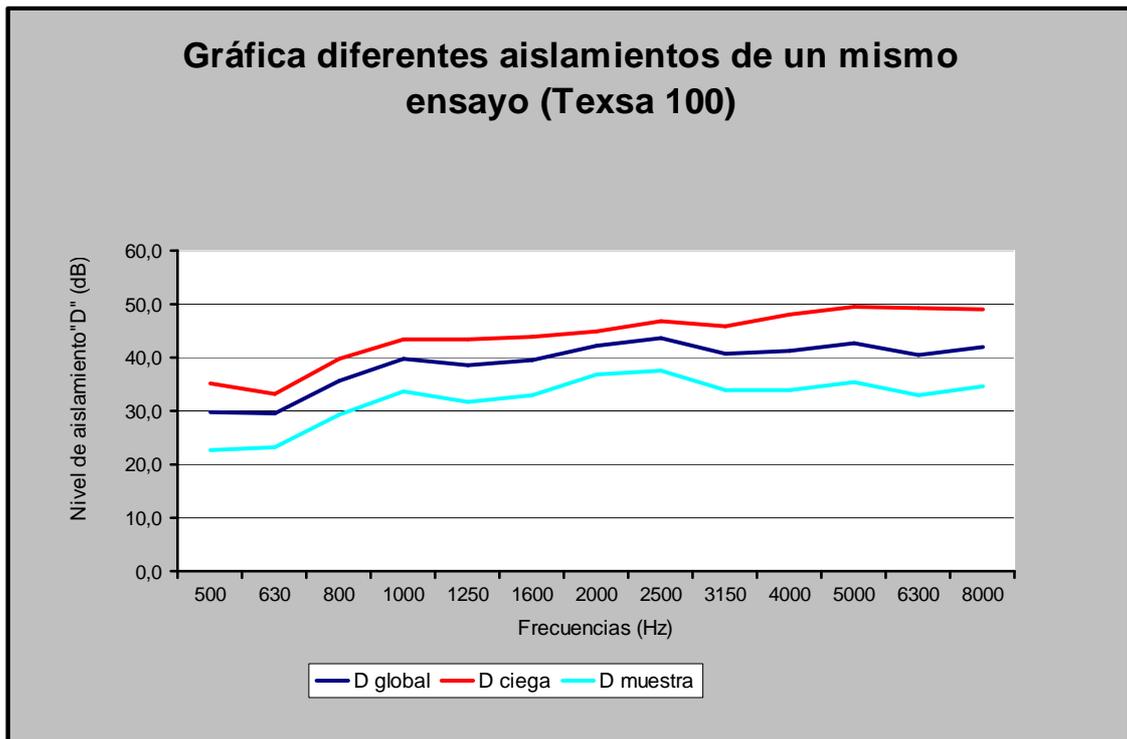


Figura 4.10. Gráfica correspondiente a la muestra 30x30 Texsa 100.

Después de analizar las cuatro gráficas correspondientes a los diferentes espesores de la muestra de 30x30 Tecsound, se puede apreciar que existe un ligero aumento de aislamiento de la muestra cuando aumentamos el espesor del material. Se observa que el valor del panel ciego se diferencia claramente en todas las gráficas del valor de aislamiento global. Así mismo el aislamiento de la muestra va en crecimiento conforme aumentamos las frecuencias tal como es previsible.

4.4 TEXSA 35 - 50 - 75 – 100 (15x15)

Los siguientes ensayos corresponden al muestreo de la una lámina densa de las mismas características del ensayo anterior pero de menor dimensión (15x15cm). Tienen masas de 89,3 gr, 110 gr, y 247,7 gr respectivamente. Los diferentes espesores son los siguientes 0,19 cm, 0,23 cm, 0,335 y 0,53 cm. Si dividimos su masa entre el volumen obtenemos las siguientes densidades 2,07 gr/cm³, 2,08 gr/cm³, 2,06 gr/cm³ y 2,077 gr/cm³.

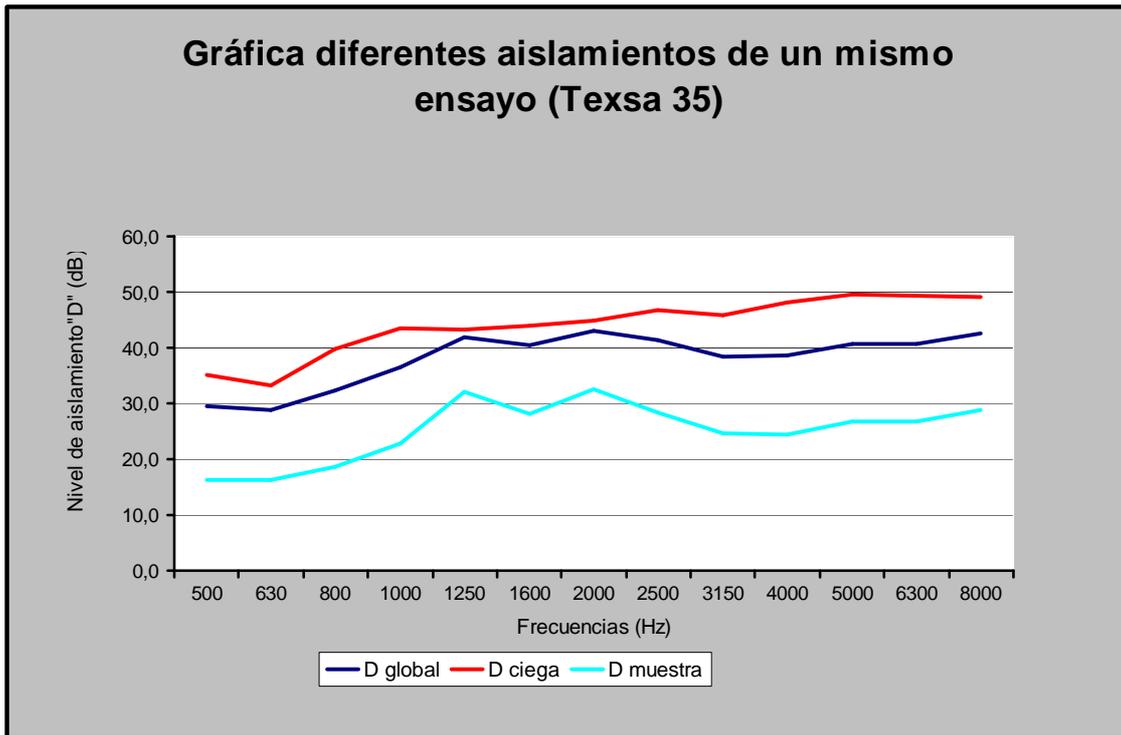


Figura 4.11. Gráfica correspondiente a la muestra 15x15 Texsa 35.

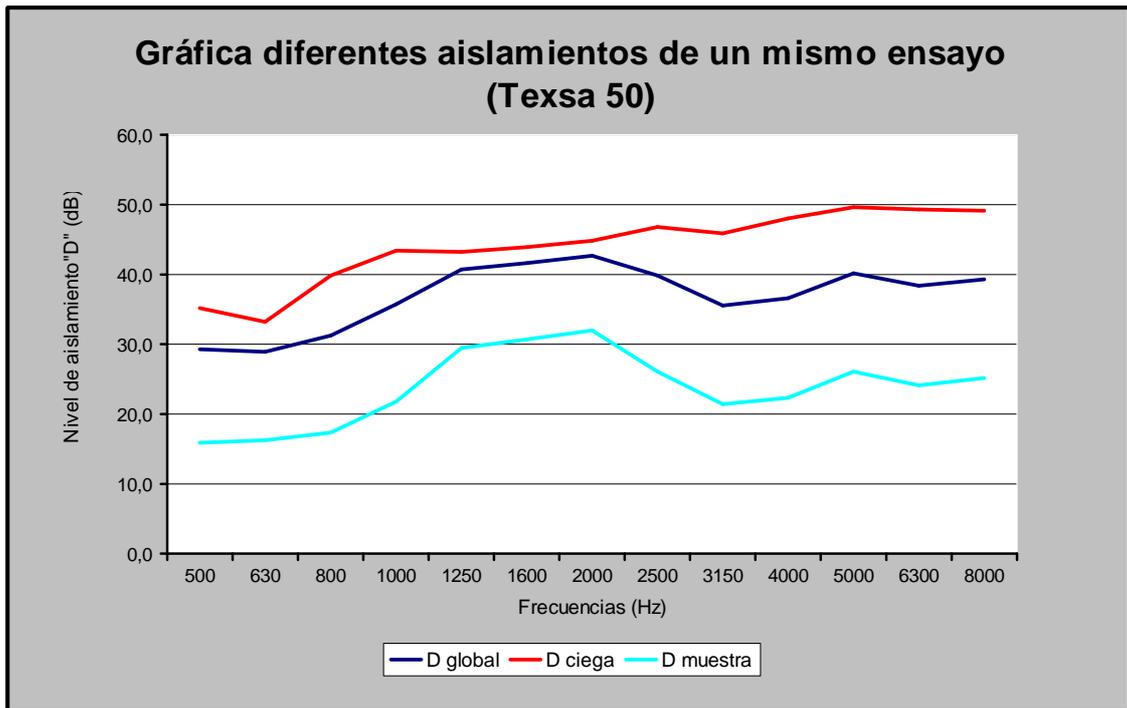


Figura 4.12. Gráfica correspondiente a la muestra 15x15 Texsa 50.

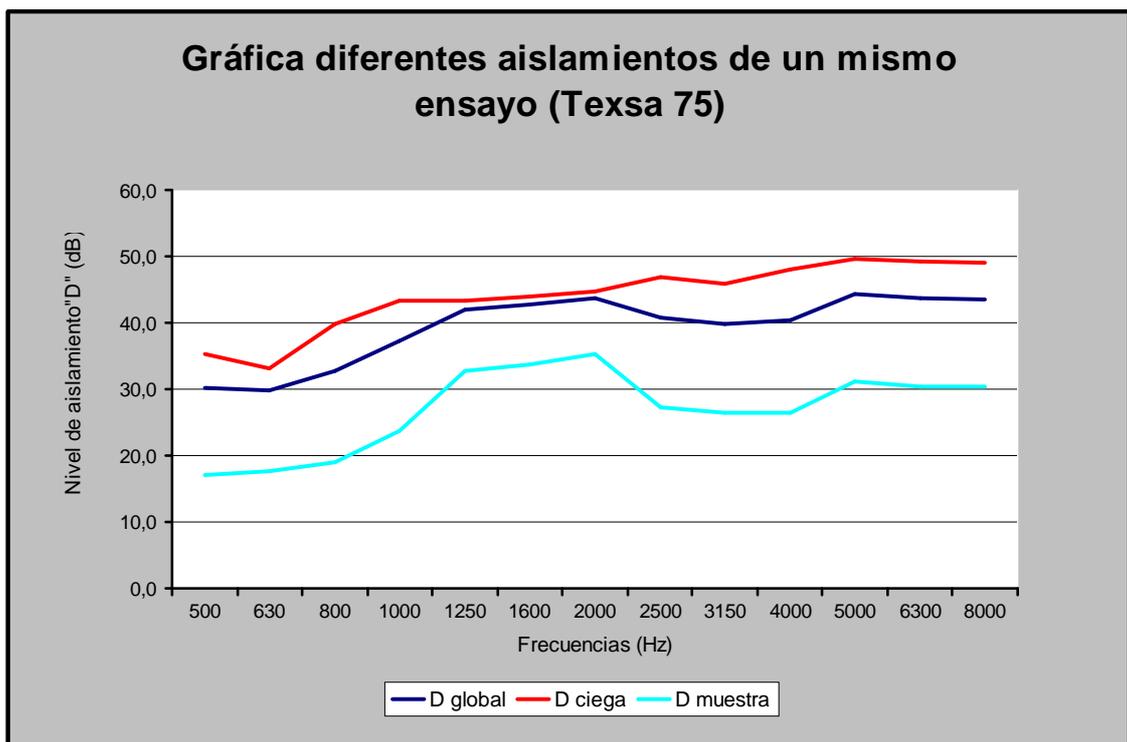


Figura 4.13. Gráfica correspondiente a la muestra 15x15 Texsa 75.

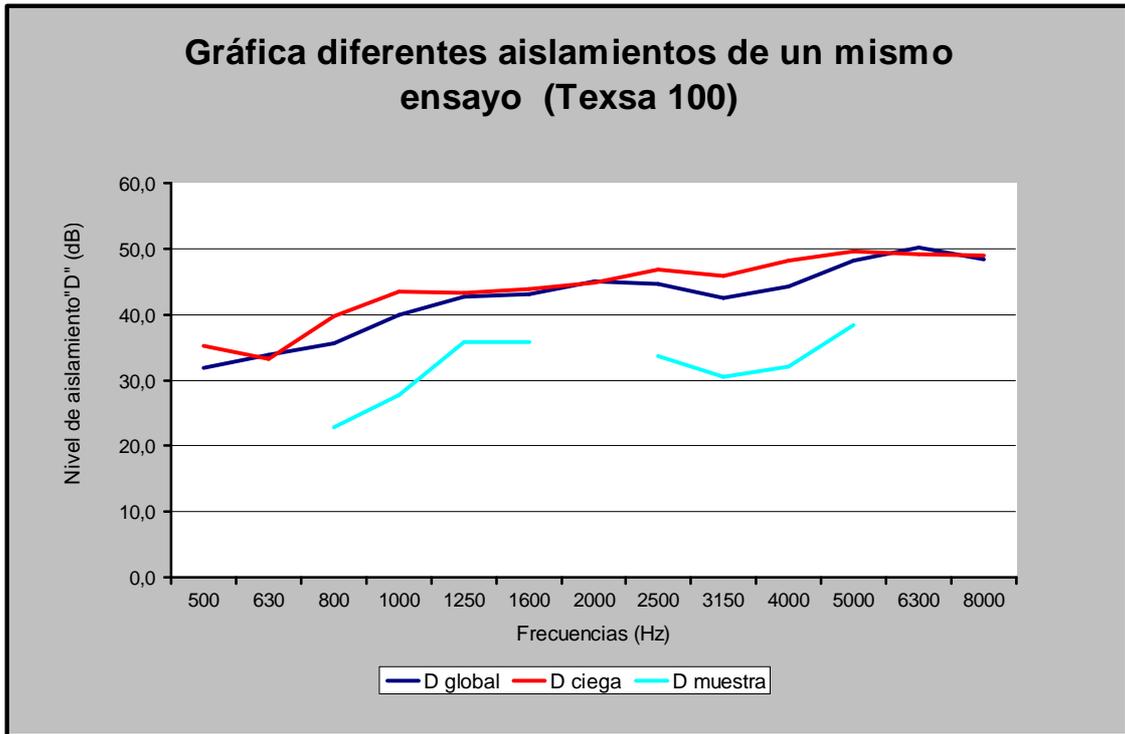


Figura 4.14. Gráfica correspondiente a la muestra 15x15 Texsa 100.

Al igual que ocurría en el apartado 4.2 debido a las pequeñas dimensiones de las probetas el aislamiento del conjunto es numerosas ocasiones similar al valor del aislamiento del panel ciego. En el caso de la probeta de Tecsound 100, en algunas frecuencias el valor es incluso superior, cosa que no es posible en la realidad, es decir el valor del panel de la ciega siempre debe ser superior a la del conjunto y por supuesto al aislamiento de la muestra. En las frecuencias en las que ocurre esto, no es posible determinar el valor del aislamiento y esta es la razón por la que la gráfica de Tecsound 100 presenta un aspecto discontinuo.

4.5 YESO 5 – 10

A continuación se muestra la gráfica de aislamiento acústico para las muestras de yeso realizadas en laboratorio.

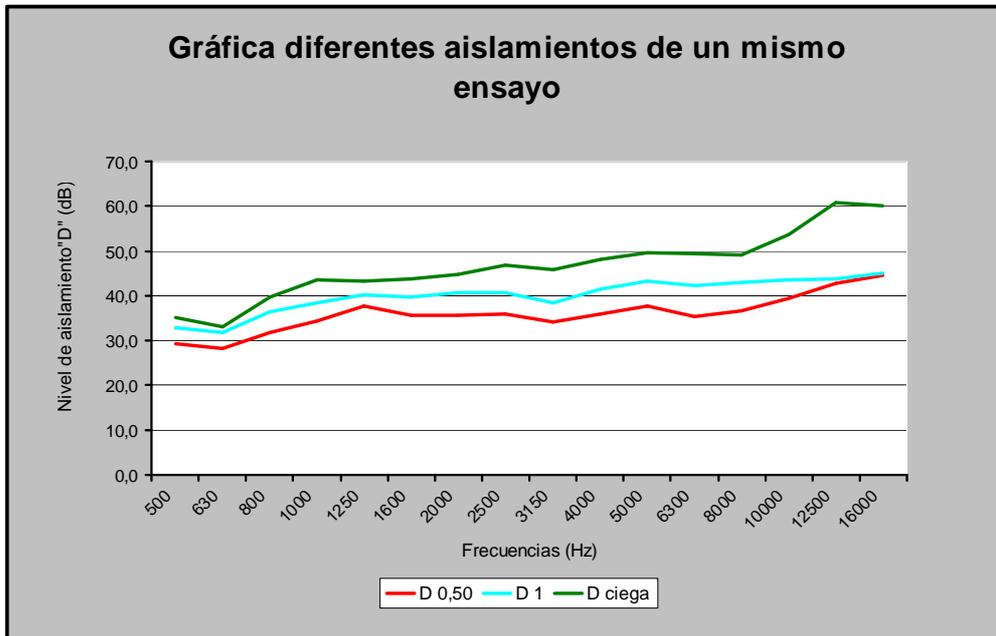


Figura 4.15. Gráfica correspondiente al ensayo de dos muestras de yeso.

Se comparan la probeta de 1 cm y la probeta de 0.50 cm de espesor, sus líneas de aislamiento se puede observar van paralelas. Así mismo el aislamiento mayor corresponde a la muestra de más masa.

4.6 SISTEMAS COMPUESTOS

4.6.1 LANA ROCA + LÁMINA DENSA – LANA DE ROCA – LÁMINA DENSA

A continuación se muestran una gráfica comparando tres muestras de materiales diferentes. Las tres muestras son las siguientes: por un lado un material compuesto por lámina densa Jettfal 50 y lana de roca y por otro los mismos materiales pero ensayados independientemente.

Se observa que el valor del aislamiento de la lana de roca es muy bajo, como era de esperar, dada su baja densidad. Cuando se adhiere a la lámina densa, se observa un ligero incremento de aislamiento del conjunto a partir de los 3000 Hz. A frecuencias inferiores no se aprecia ninguna mejora.

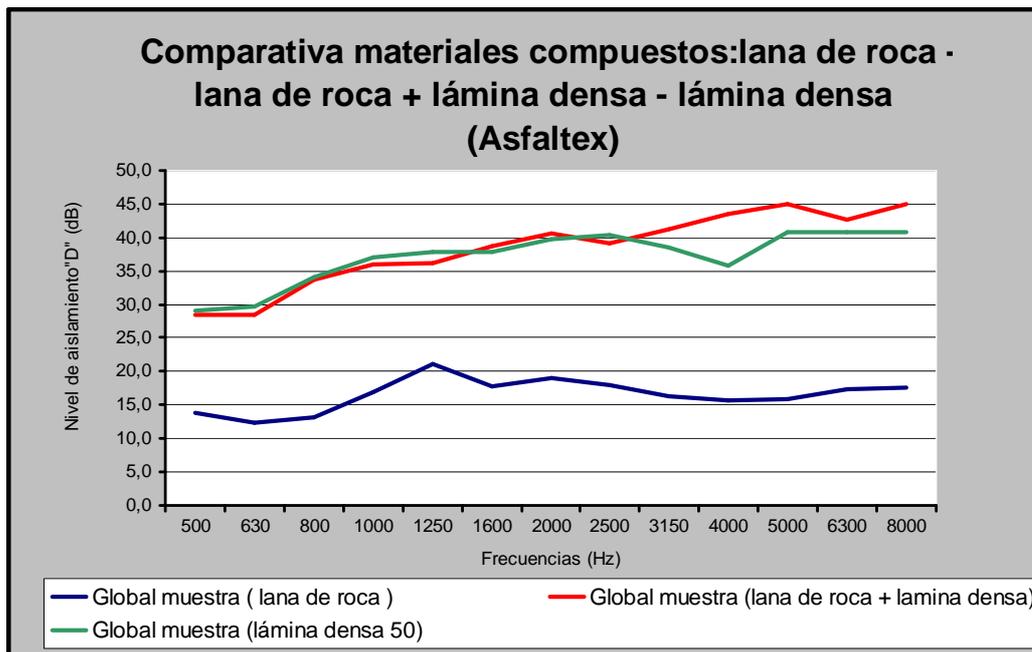


Figura 4.16. Gráfica comparativa de materiales compuestos.

4.6.2 Panel DM – panel DM más lamina densa

La siguiente gráfica muestra dos ensayos para determinar el valor del aislamiento acústico del panel ciego.

La gráfica verde nos indica el aislamiento del panel de DM de 3 cms de espesor, mientras que la gráfica azul muestra el valor de aislamiento del mismo panel anterior pero con una lámina densa adherida a él, en concreto una lámina Tecsound 100 S.

Como se observa para un rango determinado de frecuencias desde 315 a 2000 Hz mejora el valor del aislamiento al adherir al panel ciego la lámina densa.

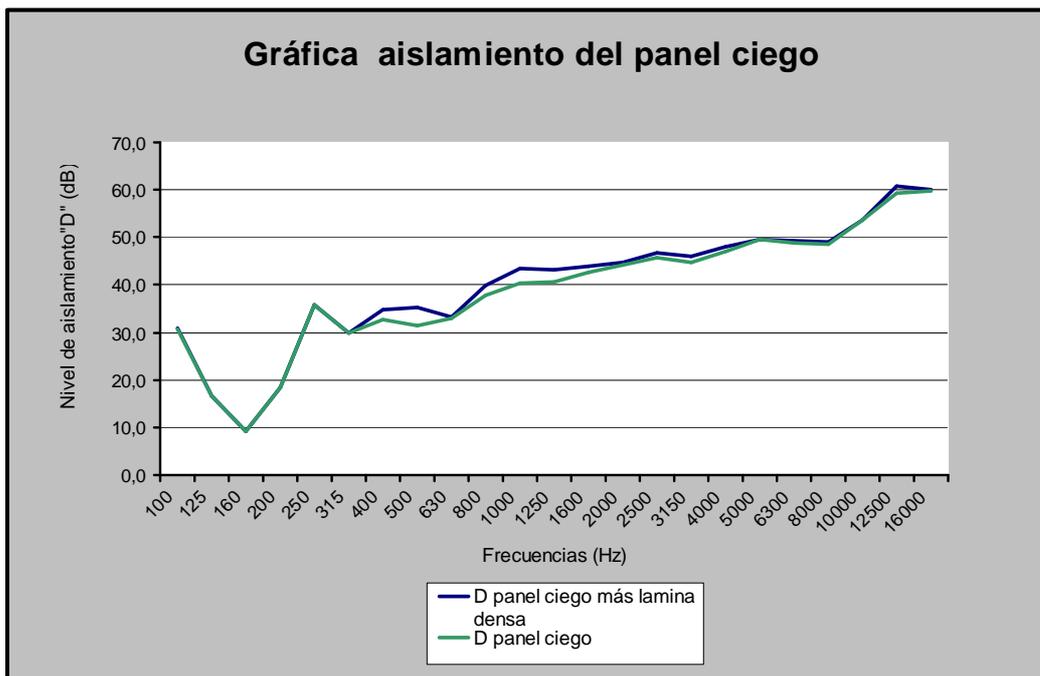


Figura 4.17. Gráfica comparativa del panel ciego.

5. CONCLUSIONES

Podemos mencionar varias conclusiones de esta tesina. Una de las más relevantes es haber conseguido el objetivo de incorporar un equipo de medición de aislamiento acústico al *Laboratori d'Acústica i Estalvi Energètic de l'EPSEB*. Esto ha sido posible después de un largo proceso. La puesta en marcha de la cabina ha sido la etapa que más dedicación y tiempo ha requerido. Analizar cada instrumento que hemos adquirido para extraer las máximas posibilidades de él, y realizar innumerables ensayos, hasta obtener los resultados óptimos, son algunos de los trabajos realizados.

Se han determinado las limitaciones del equipo debidas a las dimensiones de las dos cabinas. Hay que recordar que los ensayos normalizados requieren recintos con volúmenes muy superiores a los de nuestro equipo. Estas limitaciones afectan a las bajas frecuencias. Se ha establecido que los valores correspondientes a frecuencias inferiores a 500 Hz pueden no ser determinados correctamente.

Se han realizado numerosas pruebas preliminares destinadas a testar el equipo, y de alguna manera “calibrarlo” adecuadamente. Esto nos ha permitido optimizar, tanto el propio equipo, como el procedimiento de ensayo.

Una vez finalizada la puesta a punto del equipo, se han ensayado una serie de muestras correspondientes a distintos tipos de materiales, obteniendo las siguientes conclusiones.

- Se ha constatado que los resultados obtenidos para los materiales comerciales en probetas de 30x30 cm, son coincidentes con las especificaciones técnicas de cada material.
- Se ha obtenido un incremento de aislamiento al incrementar el espesor de los materiales.
- Cuando se comparan dos materiales de diferente marca comercial, pero mismo espesor, se observa que el aislamiento es casi idéntico.
- Las probetas de dimensiones 15x15 cm, especialmente para muestras de mayor espesor, dan resultados poco fiables debido a que el valor del aislamiento del conjunto es muy similar en algunas frecuencias al valor del aislamiento del panel ciego.
- Se observa que el valor del aislamiento acústico en materiales compuestos por lana de roca más lámina densa o los mismos componentes ensayados independientemente, es muy similar, lo que indica que el valor del aislamiento de la lana de roca no incrementa el aislamiento del conjunto significativamente.
- Como aumenta el aislamiento de un panel de DM de 3 cm, cuando se le adhiere una lámina densa a él, la mejora en un rango determinado de frecuencias puede llegar a los 4 dB de aumento.

Se podrían indicar mejoras para en un futuro poder aplicar al equipo. Una de estas mejoras, sería la mencionada con anterioridad, aumentar el tamaño de las muestras, con dimensiones compatibles a las dimensiones de la propia cabina.

Otra mejora a poder realizar sería el soporte de colocación de las muestras o probetas, ya que el que se diseñó en la fase previa no asegura cien por cien para según que tipos de materiales la posición de la muestra. Se puede pensar en otro

sistema de presión de la muestra asegurando que en los movimientos obligados de apertura y cierre de la cabina, la muestra no sufra alteraciones.

6. BIBLIOGRAFIA

Cortés, A; Vázquez, M; Eguiguren, J.L. (1997). *Nuevas instalaciones de laboratorio para la determinación de las características acústicas de elementos constructivos*. XXVIII Jornadas Nacionales de Acústica y encuentro Ibérico de Acústica, Oviedo.

[http:// www.sea-acustica.es/4355rg.html](http://www.sea-acustica.es/4355rg.html)

Díaz Sanchidrián, C, Pedrero González, A. (2001). *Mediciones in situ del aislamiento acústico al ruido aéreo y de impacto entre locales superpuestos*. XXXII Congreso Nacional de Acústica – Tecniacústica

[http:// www.sea-acustica.es/4355rg.html](http://www.sea-acustica.es/4355rg.html)

Díaz Sanchidrián, C, Pedrero González, A. (2000). *Comparación de los resultados de las mediciones in situ del aislamiento acústico al ruido aéreo de fachadas, mediante la utilización de los métodos globales con altavoces y con ruido de aviones*. II Congreso Iberoamericano de Acústica.

<http://www.sea-acustica.es/publicaciones/4355rg014.pdf>

Esquivel-Delgado, A. Pérez-Matzumoto, A. E, Pérez Ruiz, S. J (2008). *Importancia de las Variables Experimentales en la Estimación del Índice de Reducción Sonoro por la Técnica de Intensidad Acústica*. Simposio de Metrología, SM2008-S2D1-1187.

[http:// www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/.../SM2008-S2D1-1187.pdf](http://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/.../SM2008-S2D1-1187.pdf)

Frutos B, Olaya, M. (2002). *Contribución al aislamiento acústico de proyecciones de espuma rígida de poliuretano*. Revista de acústica VOL. XXXIII, N.1-2, 2002

[http:// www.sea-acustica.es/4355rg.html](http://www.sea-acustica.es/4355rg.html)

López Quílez, A; López Quílez, E (2006). *Estimación de la incertidumbre de medida en ensayos de aislamiento acústico en la edificación*, Tecniacustica.

<http://www.sea-acustica.es/Gandia06/RDO004.pdf>

Munueras S. G. (2008) Universidad Politécnica de Cartagena. *Técnicas Avanzadas de Medida en Intensimetría Acústica para la Caracterización de materiales aislantes*. Departamento de Ingeniería Mecánica..

Rodríguez Rodríguez J.F, de la Puente Crespo, J (2006); *Guía acústica de la construcción*, Editoriales Dossat 2000, S.L

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico Frente al ruido CTE-DB HR (2009)

UNE EN 140-1 Norma Española. *Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas*.

UNE EN 140-3 Norma Española. *Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción*.

UNE EN 140-4 Norma Española. *Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Medición “in situ” del aislamiento al ruido aéreo entre locales*.

Catálogos y manuales:

Manual de Aislamiento en la Edificación, Isover, Roclaine

Sistemas de aislamiento acústico Asfaltex.

Catálogo de soluciones acústicas y térmicas para la edificación. Edición actualizada, Mayo 2009. Elementos constructivos con placa de yeso laminado y lana mineral. Asociación Afelma

Jornada Técnica en el Colegio de Arquitectos, Aparejadores y Ingenieros Técnicos de Barcelona sobre CTE-DB HR. Ponentes Espai Empresa/Afelpa: Elementos constructivos con placa de yeso.

7. AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar para dejar constancia de mi especial agradecimiento a las directoras del proyecto que han colaborado activamente resolviendo los diversos problemas planteados durante la tesina.

Agradecer la colaboración de las empresas que me han facilitado la aportación de muestras para poder realizar todos los ensayos, Asfaltex, Isover, Ursa, y en especial a Lluís Rigau de Texsa.

También dar las gracias a Josep Culí por su ayuda técnica en la fase de implantación de equipos y a Maria Niubó con quien he colaborado estrechamente a lo largo de toda la tesina.

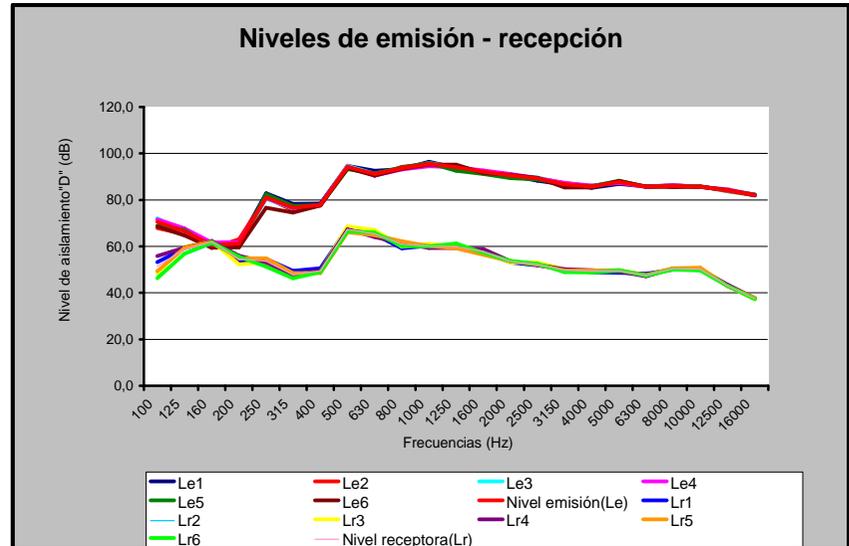
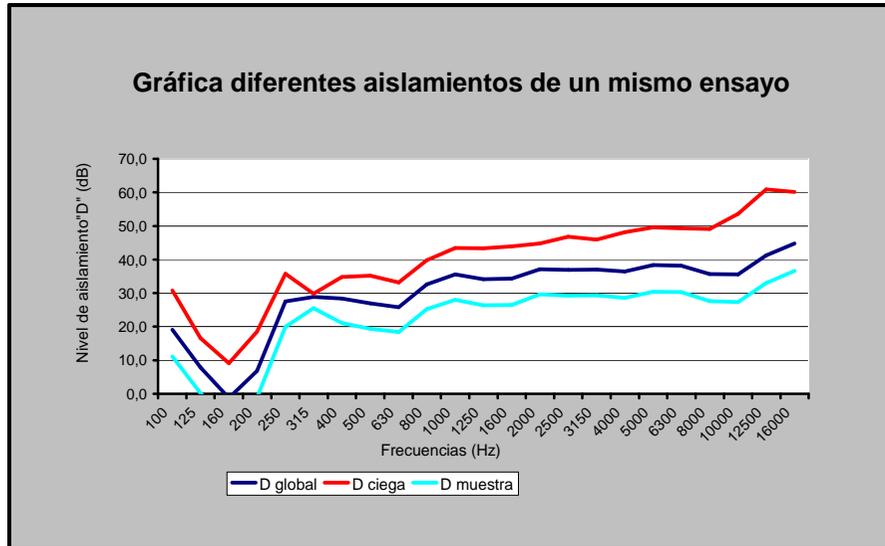
A. Anexo – Fichas de ensayos

- A1 Tabla Asfaltex Jetfal 3,5 tamaño de la muestra 30x30
- A2 Tabla Asfaltex Jetfal 5 tamaño de la muestra 30x30
- A3 Tabla Asfaltex Jetfal 10 tamaño de la muestra 30x30
- A4 Tabla Asfaltex Feltroflex tamaño de la muestra 30x30
- A5 Tabla Asfaltex Insoflex tamaño de la muestra 30x30
- A6 Tabla Asfaltex Jetfal 3,5 tamaño de la muestra 15x15
- A7 Tabla Asfaltex Jetfal 5 tamaño de la muestra 15x15
- A8 Tabla Asfaltex Jetfal 10 tamaño de la muestra 15x15
- A9 Tabla Asfaltex Feltroflex tamaño de la muestra 15x15
- A10 Tabla Asfaltex Insoflex tamaño de la muestra 15x15
- A11 Tabla Texsa Tecsound 3,5 tamaño de la muestra 30x30
- A12 Tabla Texsa Tecsound 50 tamaño de la muestra 30x30
- A13 Tabla Texsa Tecsound 75 tamaño de la muestra 30x30
- A14 Tabla Texsa Tecsound 100 tamaño de la muestra 30x30
- A15 Tabla Texsa Tecsound FT 55 tamaño de la muestra 30x30
- A16 Tabla Texsa Tecsound FT 55 AL tamaño de la muestra 30X30
- A17 Tabla Texsa Tecsound 3,5 tamaño de la muestra 15x15
- A18 Tabla Texsa Tecsound 50 tamaño de la muestra 15X15
- A19 Tabla Texsa Tecsound 75 tamaño de la muestra 15X15
- A20 Tabla Texsa Tecsound 100 tamaño de la muestra 15X15
- A21 Tabla Texsa Tecsound FT 55 tamaño de la muestra 15X15
- A22 Tabla Texsa Tecsound FT 55 AL tamaño de la muestra 15X15

FECHA 10/03/210
 MATERIAL JETFAL 35 ASFALTEX
 TAMAÑO 30x30
 DENSIDAD 1,79 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

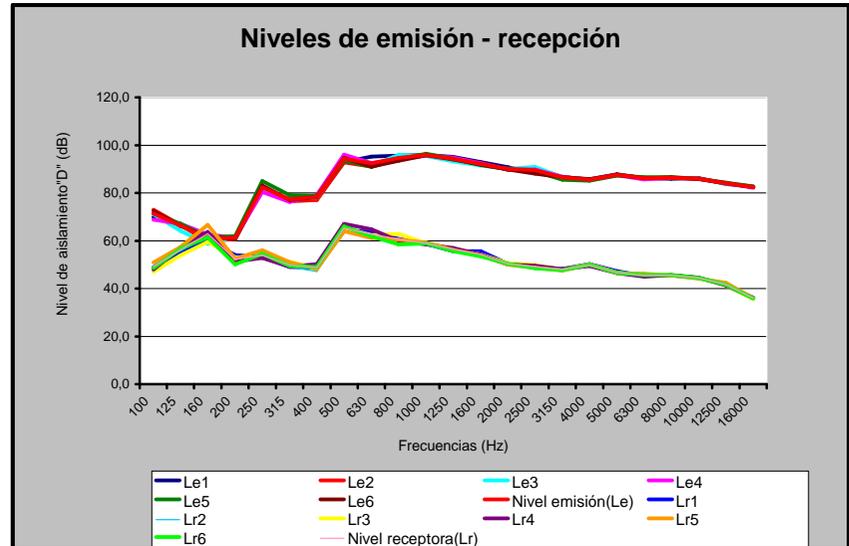
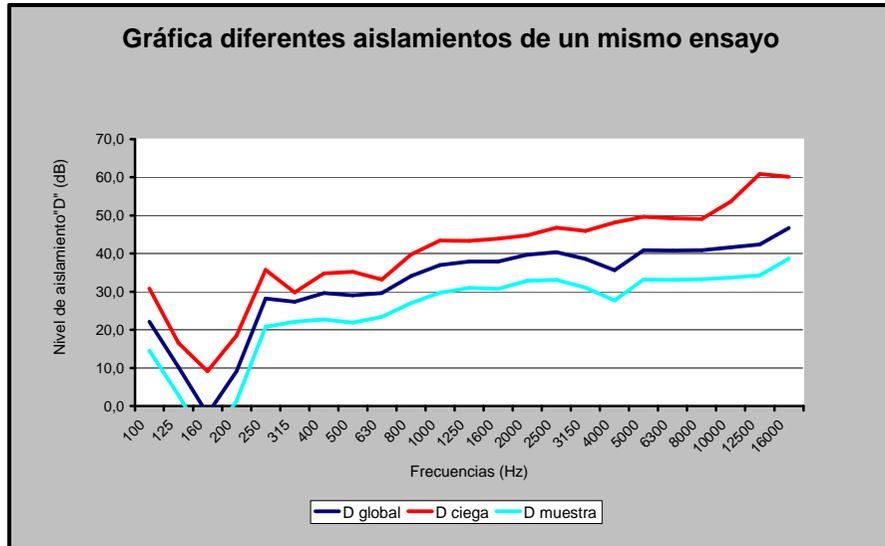
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	71,7	67,0	61,4	61,7	82,9	78,3	78,4	94,7	92,6	93,3	96,4	93,8	92,3	90,5	88,3	86,7	85,2	86,9	85,7	86,3	85,6	84,1	82,3
Le,2	68,0	65,3	59,3	63,0	81,1	75,5	77,6	94,9	90,5	94,2	95,7	93,6	92,3	91,0	89,3	87,3	85,7	88,0	85,6	86,0	85,9	83,8	82,1
Le,3	72,1	66,3	61,1	60,5	80,5	76,4	77,7	94,7	91,3	93,5	95,9	94,3	92,2	90,2	89,7	87,1	86,0	87,9	85,5	86,1	85,7	84,0	82,0
Le,4	71,6	67,7	61,7	61,8	80,8	76,5	77,8	94,4	90,5	93,2	94,5	94,1	92,7	91,2	89,5	87,3	86,1	87,3	85,6	86,3	85,6	84,6	82,2
Le,5	68,8	67,1	59,5	60,0	82,5	77,5	77,7	93,2	91,4	94,0	95,9	92,6	91,2	89,3	88,8	86,5	86,0	88,3	85,6	86,0	85,7	84,1	82,1
Le,6	68,6	64,7	59,5	59,6	76,6	74,5	77,5	93,6	90,5	93,4	95,3	95,2	91,6	90,7	89,6	85,4	85,4	88,1	85,7	85,5	85,6	84,3	81,9
Nivel emisión Le (dB)	70,5	66,5	60,5	61,3	81,2	76,6	77,8	94,3	91,2	93,6	95,7	94,0	92,1	90,5	89,2	86,8	85,7	87,8	85,6	86,0	85,7	84,1	82,1
Lr,1	53,2	59,2	62,4	53,0	54,5	49,5	50,6	67,8	65,2	59,1	60,3	60,1	57,9	53,1	51,9	50,0	49,0	48,7	48,1	50,1	50,0	43,0	37,6
Lr,2	47,2	56,5	60,9	54,4	54,0	46,3	49,3	67,1	64,2	62,2	59,8	59,2	57,8	53,6	51,7	49,4	49,2	49,8	47,2	50,8	50,1	42,7	37,4
Lr,3	48,4	59,8	62,1	52,3	53,2	47,8	49,4	68,5	67,1	59,8	61,1	60,0	58,3	52,9	53,0	50,2	49,2	49,5	47,4	50,5	50,2	43,0	37,1
Lr,4	55,8	59,5	62,1	55,9	53,1	47,6	49,6	67,4	64,0	61,4	59,4	59,3	59,0	53,6	52,1	50,2	49,8	49,2	47,1	50,4	50,1	43,5	37,6
Lr,5	49,4	59,2	61,9	54,8	54,8	48,5	48,6	66,2	64,9	62,2	60,2	59,2	56,4	53,7	52,1	49,6	49,6	49,8	47,6	50,6	50,9	42,8	37,7
Lr,6	46,2	56,9	61,7	55,6	51,3	46,3	48,9	66,5	66,0	60,1	60,0	61,2	57,3	53,8	52,5	49,0	48,9	49,8	47,3	50,0	49,6	43,0	37,3
Nivel inmisión Lr (dB)	51,5	58,7	61,9	54,5	53,6	47,8	49,4	67,3	65,4	61,0	60,1	59,9	57,8	53,4	52,2	49,8	49,3	49,5	47,5	50,4	50,2	43,0	37,5
Fondo1	30,4	37,6	18,8	12,9	10,4	12,1	15,6	18,7	15,7	16,3	14,7	15,5	16,5	16,3	16,9	17,2	18,2	19,4	22,5	21,6	20,0	20,5	20,7
Fondo2	28,5	37,4	18,9	15,2	12,3	14,3	17,4	16,8	14,9	17,1	14,6	15,1	15,2	16,9	17,3	17,6	18,3	19,4	22,7	21,8	20,3	20,5	20,8
Fondo3	31,2	36,5	19,4	13,6	11,5	12,9	14,5	18,9	15,6	16,1	15,6	15,6	15,8	16,0	17,3	17,7	18,0	19,1	22,6	21,5	20,2	20,6	21,0
Nivel ruido fondo (dB)	30,2	37,2	19,0	14,0	11,5	13,2	16,0	18,2	15,4	16,5	15,0	15,4	15,9	16,4	17,2	17,5	18,2	19,3	22,6	21,6	20,1	20,6	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	51,4	58,7	61,9	54,5	53,6	47,8	49,4	67,3	65,4	61,0	60,1	59,9	57,8	53,4	52,2	49,8	49,3	49,5	47,5	50,4	50,2	43,0	37,4
D=Le-Lr'	19,0	7,8	-1,3	6,8	27,5	28,8	28,4	27,0	25,8	32,6	35,5	34,1	34,3	37,1	37,0	36,4	38,3	38,2	35,6	35,5	41,2	44,7	
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	11,1	0,1	-9,2	-1,2	19,9	25,5	21,1	19,4	18,4	25,2	28,0	26,4	26,5	29,6	29,2	29,3	28,5	30,4	30,3	27,6	27,4	33,0	36,7



FECHA 10/03/210
 MATERIAL JETFAL 50 ASFALTEX
 TAMAÑO 30x30
 DENSIDAD 1,828 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

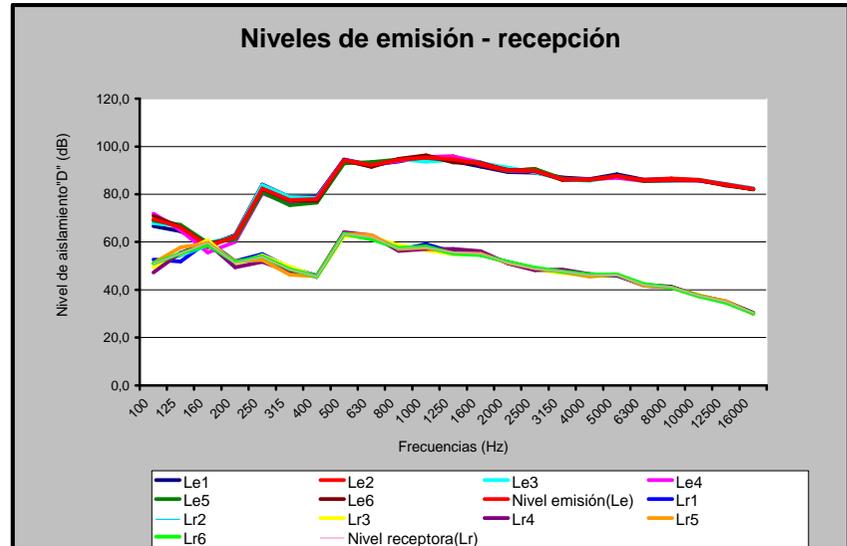
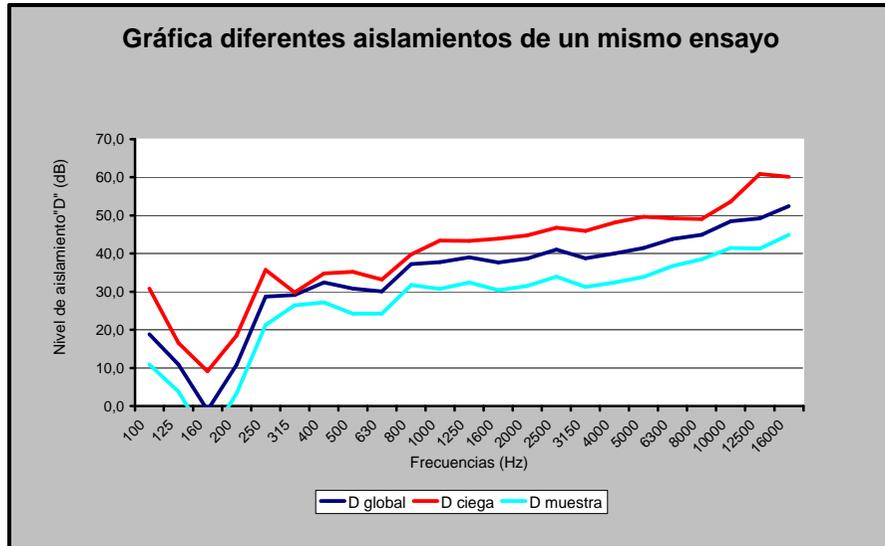
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	70,0	67,1	60,0	61,4	81,2	76,6	78,3	93,0	95,3	95,7	95,9	95,1	93,0	90,8	88,4	86,6	85,7	87,9	86,2	86,0	86,2	83,9	82,6
Le,2	73,0	66,6	59,7	60,7	81,4	76,6	77,1	92,8	91,1	94,0	95,8	94,3	92,6	89,8	90,2	86,8	85,5	87,8	86,1	86,5	86,1	84,0	82,7
Le,3	71,2	64,2	58,8	61,7	80,8	77,7	78,2	95,1	91,7	95,9	95,6	93,3	91,5	90,1	90,9	86,6	85,7	87,5	86,3	86,4	85,9	83,9	82,5
Le,4	68,9	67,1	62,6	61,3	80,4	76,3	79,2	96,0	92,6	94,2	95,8	94,8	92,4	89,8	89,8	86,8	85,4	87,5	85,7	86,3	86,0	84,2	82,2
Le,5	71,4	67,0	61,2	62,0	85,0	79,1	78,8	93,7	91,0	94,2	96,5	94,3	91,8	89,9	89,0	85,6	85,2	87,3	86,6	86,7	86,0	84,4	82,6
Le,6	72,5	66,1	61,7	60,5	83,2	77,1	78,3	94,7	91,1	93,5	95,7	94,0	92,0	89,8	88,2	86,6	85,9	87,7	86,3	86,5	85,9	84,1	82,4
Nivel emisión Le (dB)	71,4	66,5	60,9	61,3	82,3	77,3	78,4	94,4	92,4	94,7	95,9	94,3	92,2	90,1	89,5	86,5	85,6	87,6	86,2	86,4	86,0	84,1	82,5
Lr,1	49,0	55,7	60,1	54,1	53,2	49,0	48,8	64,2	63,9	60,7	58,8	55,7	55,7	50,4	49,0	48,2	50,2	47,4	45,3	45,5	44,5	41,6	36,1
Lr,2	50,6	55,8	62,0	50,7	53,5	49,1	47,2	64,1	61,7	59,9	59,3	57,2	54,2	50,3	49,3	48,2	49,5	46,9	45,3	45,6	44,2	41,8	36,3
Lr,3	47,1	54,0	59,5	53,0	53,3	51,1	48,5	65,3	62,4	62,9	58,9	56,6	54,3	50,7	49,9	47,9	50,1	46,8	45,4	45,5	44,4	41,4	35,6
Lr,4	48,0	57,3	63,7	51,4	52,8	49,2	50,3	67,1	64,8	60,0	58,4	57,0	54,2	50,2	49,6	48,2	49,4	46,6	45,0	45,7	44,6	41,4	36,1
Lr,5	50,9	57,4	66,6	52,6	56,1	51,0	48,2	64,0	61,1	60,5	59,3	56,2	54,0	50,0	48,8	47,6	50,1	46,4	46,1	45,5	44,1	42,4	36,0
Lr,6	48,6	56,8	61,5	50,2	54,6	49,4	49,0	66,1	61,8	58,4	58,8	55,6	53,4	50,4	48,5	47,7	50,0	46,6	45,6	45,7	44,4	41,7	35,8
Nivel inmisión Lr (dB)	49,2	56,3	63,0	52,2	54,1	49,9	48,7	65,3	62,8	60,6	58,9	56,4	54,3	50,3	49,2	48,0	49,9	46,8	45,5	45,6	44,4	41,7	36,0
Fondo1	27,8	29,9	20,0	16,2	12,9	14,3	14,4	13,5	15,7	16,2	15,2	16,3	15,6	17,1	17,4	17,3	18,1	19,3	22,6	21,6	20,1	20,5	20,7
Fondo2	26,6	32,0	19,3	13,3	11,9	13,8	14,2	13,6	14,1	14,3	14,6	15,6	16,1	16,8	17,6	17,8	18,2	19,1	22,6	21,3	20,1	20,6	20,8
Fondo3	25,8	31,8	19,7	16,3	12,5	12,9	13,9	13,3	14,3	16,2	14,8	15,4	16,0	16,9	17,1	17,4	17,8	19,2	22,7	21,4	20,1	20,7	20,7
Nivel ruido fondo (dB)	26,8	31,3	19,6	15,5	12,4	13,7	14,2	13,5	14,8	15,7	14,9	15,8	15,9	16,9	17,4	17,5	18,0	19,2	22,7	21,4	20,1	20,6	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	49,2	56,3	63,0	52,2	54,1	49,9	48,7	65,3	62,8	60,6	58,9	56,4	54,3	50,3	49,2	48,0	49,9	46,8	45,4	45,5	44,4	41,7	35,8
D=Le-Lr'	22,2	10,2	-2,1	9,1	28,2	27,4	29,6	29,1	29,6	34,1	37,0	37,9	37,9	39,7	40,4	38,6	35,7	40,9	40,8	40,8	41,6	42,4	46,7
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	14,5	2,9	-10,0	1,4	20,7	22,1	22,7	21,9	23,4	27,0	29,7	31,0	30,7	32,9	33,1	31,1	27,7	33,2	33,1	33,2	33,7	34,3	38,6



FECHA 10/03/210
 MATERIAL JETFAL 100 ASFALTEX
 TAMAÑO 30x30
 DENSIDAD 2,017 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

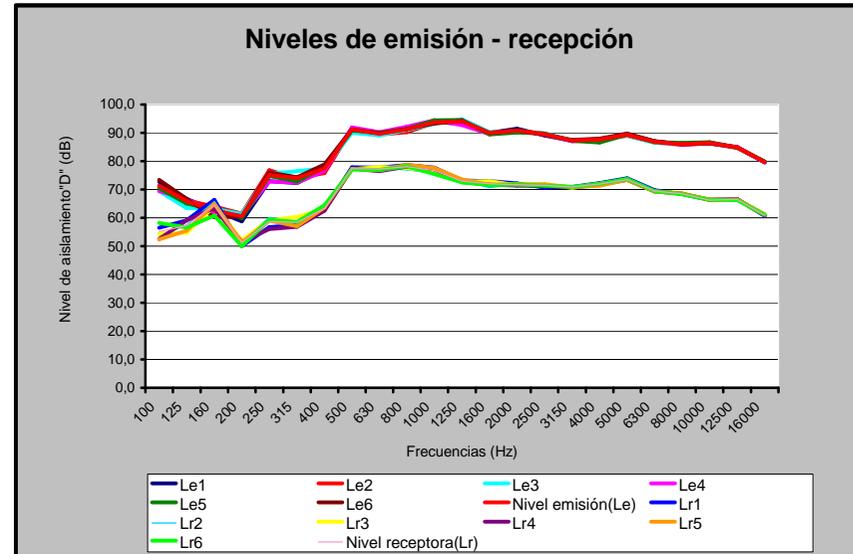
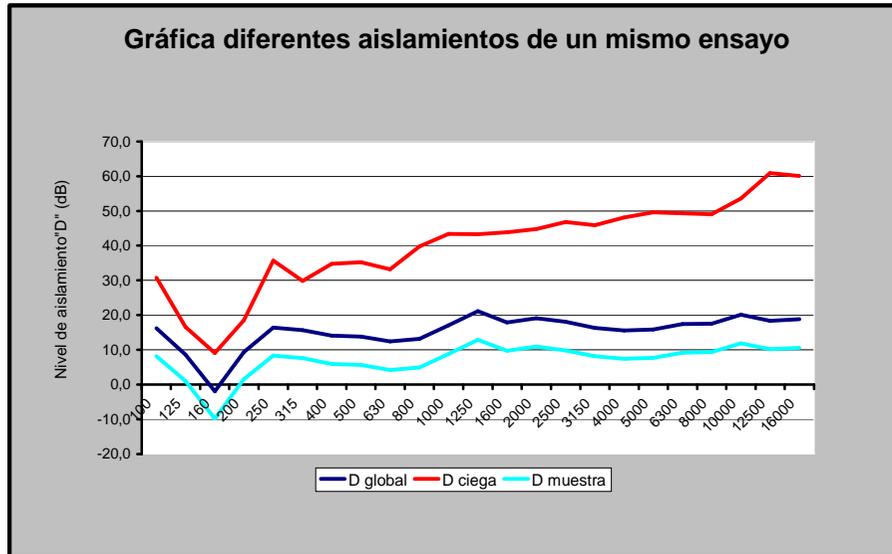
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	66,7	64,4	58,7	62,9	83,9	78,9	79,0	94,5	92,3	93,8	95,7	93,9	91,6	89,3	89,0	87,0	86,3	88,3	86,1	86,5	85,8	83,9	82,1
Le,2	69,3	66,8	57,8	62,7	82,0	77,7	77,7	94,0	91,7	94,6	95,7	95,9	92,3	89,6	90,5	85,9	85,9	87,3	86,0	86,5	86,1	84,2	82,3
Le,3	67,9	66,6	59,5	62,4	83,8	78,8	78,5	94,1	92,0	94,7	93,5	94,4	93,1	91,1	89,2	86,3	85,6	87,7	85,5	85,6	86,0	84,3	82,4
Le,4	71,9	65,0	55,6	60,0	80,4	76,0	78,2	94,5	92,1	94,1	95,6	95,8	93,3	89,7	89,6	86,4	86,3	86,9	85,5	85,8	85,7	84,2	82,1
Le,5	68,9	67,2	59,6	61,0	80,8	75,4	76,5	92,9	93,4	94,6	95,2	94,0	93,3	89,8	90,5	86,6	85,9	87,7	85,5	85,8	85,8	84,0	81,9
Le,6	70,9	66,3	58,8	62,2	82,1	77,3	77,4	94,3	91,3	94,9	96,3	93,3	92,7	90,1	89,7	86,1	86,2	87,7	85,8	85,9	85,9	83,5	82,1
Nivel emisión Le (dB)	69,6	66,2	58,5	62,0	82,4	77,5	78,0	94,1	92,2	94,4	95,4	94,7	92,8	90,0	89,8	86,4	86,0	87,6	85,7	86,0	85,9	84,0	82,2
Lr,1	52,7	51,8	60,2	51,9	54,9	49,2	45,9	62,9	62,8	56,6	59,1	55,8	54,6	51,6	48,9	47,7	45,8	46,1	41,7	41,1	37,6	35,0	30,2
Lr,2	51,5	53,8	58,1	51,0	53,5	48,3	44,6	62,7	60,7	56,8	56,7	55,4	55,2	50,7	48,3	47,5	45,7	46,1	42,1	41,5	37,8	34,9	30,6
Lr,3	49,5	55,3	60,9	50,8	54,5	49,7	45,5	62,5	61,9	58,7	56,5	55,0	54,8	51,6	48,6	47,0	45,9	46,2	42,0	41,0	37,9	34,9	30,3
Lr,4	47,3	55,4	59,5	49,4	51,7	47,6	45,8	64,1	62,8	56,3	57,0	57,1	56,1	51,0	48,2	48,5	46,5	45,9	42,2	41,3	37,4	35,1	30,4
Lr,5	51,2	57,8	59,4	51,9	52,5	46,3	45,6	63,5	62,9	57,0	57,6	55,4	55,1	51,3	49,0	47,6	45,5	46,4	41,8	40,9	37,4	35,2	29,9
Lr,6	51,1	55,2	58,9	51,6	53,9	48,7	45,6	63,5	61,2	57,5	58,2	55,0	54,5	51,8	49,4	47,7	46,5	46,4	42,4	40,9	37,2	34,7	30,2
Nivel inmisión Lr (dB)	50,8	55,2	59,6	51,2	53,6	48,4	45,5	63,2	62,1	57,2	57,6	55,7	55,1	51,3	48,7	47,7	46,0	46,2	42,0	41,1	37,6	35,0	30,3
Fondo1	22,6	28,0	19,2	14,7	11,9	12,7	14,2	14,0	15,3	17,2	15,6	15,9	15,7	16,4	16,7	17,7	18,1	19,2	22,6	21,3	20,2	20,9	21,0
Fondo2	25,2	28,8	17,4	13,3	11,9	12,8	15,0	14,2	15,8	17,9	15,5	15,1	16,1	16,3	17,4	17,5	17,7	19,2	23,0	21,3	19,9	20,2	20,7
Fondo3	23,3	25,3	18,8	12,0	13,3	13,2	14,1	14,7	16,0	17,0	15,1	15,4	15,3	17,1	17,2	17,6	18,3	19,6	22,9	21,3	20,4	20,5	20,9
Nivel ruido fondo (dB)	23,8	27,6	18,5	13,5	12,4	12,9	14,5	14,3	15,7	17,4	15,4	15,5	15,7	16,6	17,1	17,6	18,1	19,4	22,9	21,3	20,2	20,6	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	50,8	55,2	59,6	51,2	53,6	48,4	45,5	63,2	62,1	57,2	57,6	55,7	55,1	51,3	48,7	47,7	46,0	46,2	42,0	41,1	37,5	34,8	29,7
D=Le-Lr'	18,8	10,9	-1,1	10,8	28,7	29,1	32,4	30,8	30,1	37,2	37,8	39,0	37,6	38,7	41,0	38,7	40,0	41,5	43,8	45,0	48,4	49,2	52,4
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	10,9	3,9	-8,9	3,3	21,3	26,4	27,2	24,3	24,2	31,8	30,7	32,4	30,4	31,5	34,0	31,3	32,5	33,9	36,8	38,5	41,5	41,3	44,9



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Lana roca Asfaltex
 TAMAÑO 30X30

S = 0,5	m ²	Sv= 0,0829
V = 0,49	m ³	Sc+Sv= 0,547
		Sc= 0,4641

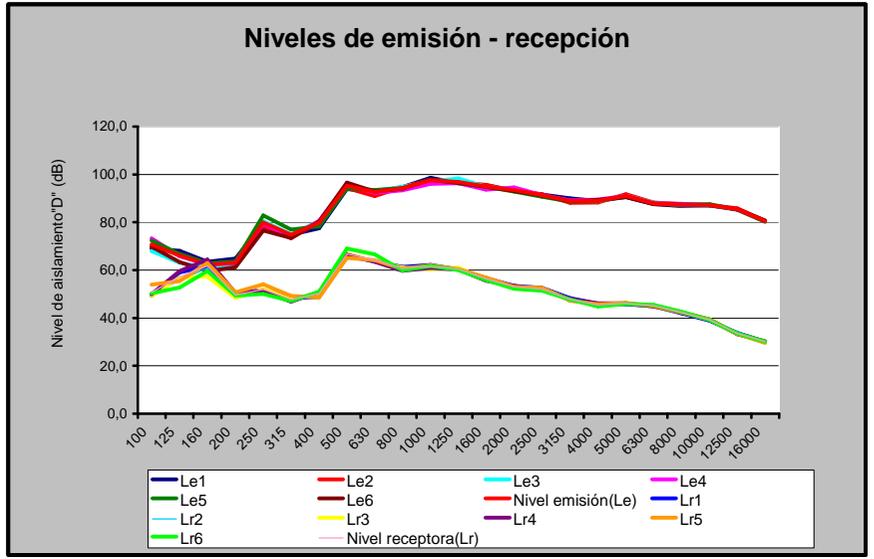
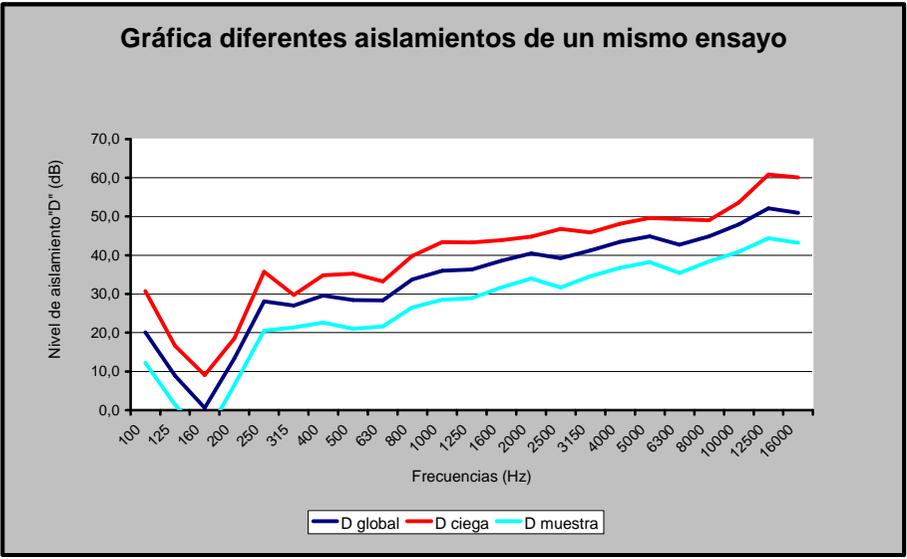
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	72,7	66,7	62,6	58,8	73,0	72,3	77,3	91,4	89,4	91,2	93,7	93,3	90,0	91,5	89,1	87,1	87,7	89,5	87,0	86,0	86,5	84,8	79,5
Le,2	71,0	66,2	64,0	61,5	76,8	74,0	75,8	91,2	89,4	90,2	93,5	94,3	90,1	90,8	89,7	87,1	87,9	89,0	86,6	85,7	86,3	84,6	79,8
Le,3	69,4	63,4	63,1	61,4	75,6	76,5	77,5	90,0	89,1	91,0	93,2	94,8	90,2	90,6	89,8	87,4	87,6	89,1	86,4	86,1	86,4	84,8	79,6
Le,4	69,5	66,6	61,9	60,6	72,8	72,3	76,5	91,9	90,2	92,1	94,4	92,8	89,6	90,5	89,5	87,0	87,4	89,4	86,9	85,8	86,3	85,0	79,5
Le,5	70,4	65,0	62,9	59,9	74,8	72,9	77,9	90,7	90,0	91,3	94,4	94,4	89,4	90,1	89,7	87,1	86,6	89,3	86,7	86,4	86,6	84,7	79,9
Le,6	73,3	66,7	60,3	60,5	76,0	74,2	78,8	91,3	89,9	91,3	93,3	94,1	90,0	90,9	89,3	87,4	88,0	89,8	87,0	85,9	86,3	84,8	79,7
Nivel emisión Le (dB)	71,3	65,9	62,6	60,5	75,1	74,0	77,4	91,1	89,7	91,2	93,8	94,0	89,9	90,8	89,5	87,2	87,5	89,3	86,8	86,0	86,4	84,8	79,7
Lr,1	56,5	59,0	66,3	50,1	56,7	57,6	63,1	77,8	77,7	78,7	77,8	73,2	72,9	72,1	70,7	70,9	72,2	74,0	69,8	68,4	66,4	66,6	60,7
Lr,2	53,4	57,5	65,8	51,9	60,1	58,6	62,6	77,2	77,6	76,9	75,7	72,9	70,7	71,7	71,7	71,2	72,3	73,1	69,2	68,5	66,2	66,3	60,8
Lr,3	54,5	54,6	64,1	52,0	59,1	60,4	63,0	77,1	78,0	77,6	76,2	72,8	73,0	71,4	71,9	70,6	72,0	73,3	69,3	68,7	66,1	66,4	60,9
Lr,4	52,5	59,0	63,5	51,4	56,0	56,9	62,5	77,4	76,5	78,1	77,1	72,6	71,7	71,4	71,2	70,8	71,5	73,3	69,3	68,5	66,3	66,6	60,8
Lr,5	52,4	55,5	64,9	51,3	59,0	57,1	63,7	77,3	76,9	78,8	77,6	73,5	71,7	71,9	71,8	70,8	71,4	73,4	69,4	68,6	66,5	66,5	61,2
Lr,6	58,1	56,6	60,8	50,0	59,3	58,5	64,5	77,1	76,9	78,2	75,4	72,5	71,6	71,6	71,4	70,9	72,0	73,7	69,4	68,3	66,3	66,3	61,1
Nivel inmisión Lr (dB)	55,1	57,4	64,6	51,2	58,6	58,3	63,3	77,3	77,3	78,1	76,7	72,9	72,0	71,7	71,5	70,9	71,9	73,5	69,4	68,5	66,3	66,5	60,9
Fondo2	20,5	29,4	14,2	12,6	11,8	12,4	13,6	13,3	16,4	14,2	14,6	15,1	16,1	16,8	17,2	17,4	17,7	19,0	22,6	21,3	20,0	20,6	20,9
Fondo3	18,0	24,2	16,1	10,9	10,0	13,0	14,6	14,1	15,8	15,5	16,4	15,4	16,5	16,6	17,0	17,7	18,1	19,2	22,5	21,4	20,3	20,5	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	19,2	27,6	15,4	11,2	10,6	11,4	12,4	15,4	17,8	15,2	15,2	15,3	16,6	16,5	17,8	18,1	19,0	22,6	21,4	20,0	20,5	20,8	
Nivel ruido fondo (dB)	19,3	27,5	15,3	11,6	10,9	12,4	13,7	14,4	16,8	15,0	15,5	15,2	16,0	16,7	16,9	17,6	18,0	19,1	22,5	21,4	20,1	20,5	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	55,1	57,4	64,6	51,2	58,6	58,3	63,3	77,3	77,3	78,1	76,7	72,9	72,0	71,7	71,5	70,9	71,9	73,5	69,4	68,5	66,3	66,5	60,9
D=Le-Lr'	16,2	8,6	-1,9	9,3	16,5	15,6	14,1	13,8	12,4	13,2	17,0	21,1	17,9	19,1	18,1	16,3	15,6	15,9	17,4	17,5	20,1	18,3	18,8
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	8,1	1,0	-9,8	1,6	8,3	7,6	6,0	5,6	4,2	5,0	8,8	12,9	9,7	10,9	9,9	8,1	7,4	7,7	9,2	9,3	11,9	10,2	10,6



FECHA 10/03/210
 MATERIAL lana roca + lamina densa AsfálteX
 TAMAÑO 30X30
 DENSIDAD

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

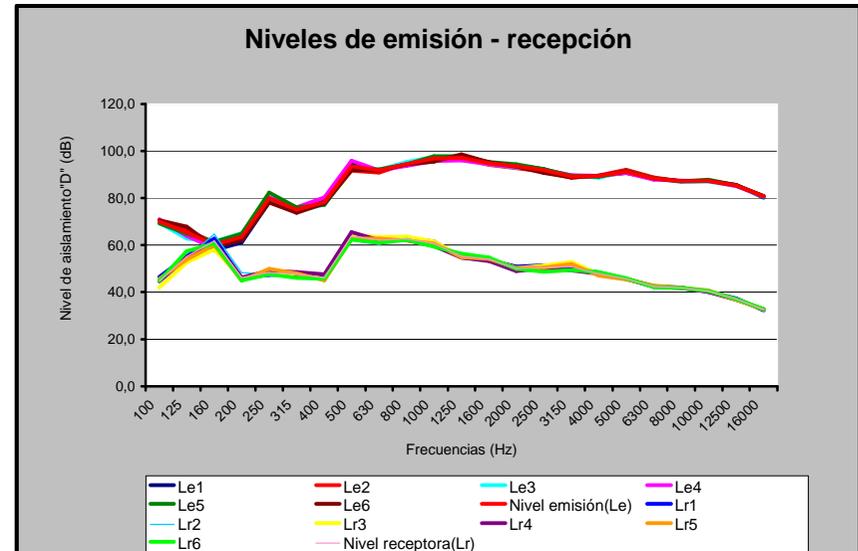
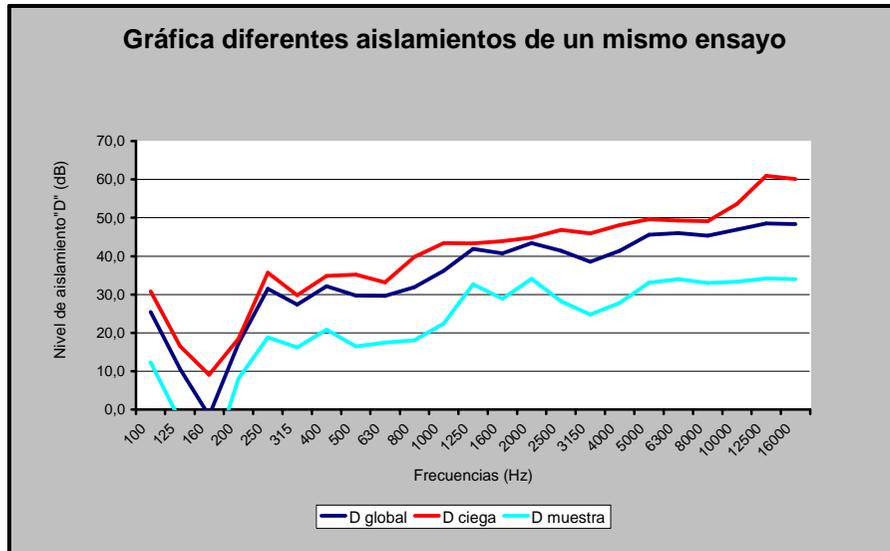
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	69,0	68,1	63,5	64,8	79,6	74,8	77,5	93,9	92,6	94,7	98,6	96,3	95,6	93,1	91,6	89,9	88,9	90,6	87,5	86,8	87,0	85,3	80,6
Le,2	69,7	66,7	62,9	62,8	78,2	73,3	80,1	94,3	90,9	94,7	97,8	96,6	95,6	93,2	91,7	88,0	88,2	91,7	88,2	87,5	87,1	85,8	80,5
Le,3	68,0	63,1	60,9	62,5	80,5	74,9	80,5	95,7	93,1	94,9	97,0	98,3	94,8	93,8	91,2	88,9	88,7	91,1	88,0	87,1	87,0	85,1	80,5
Le,4	73,3	65,8	62,4	62,7	79,5	73,9	80,7	95,7	92,2	93,4	96,0	96,3	93,6	94,6	91,3	89,2	89,5	91,1	87,9	87,6	87,2	85,2	80,3
Le,5	72,3	66,7	62,9	63,7	82,8	77,0	78,4	94,1	93,5	94,3	97,7	96,5	94,8	92,8	90,6	88,6	88,8	90,9	87,9	87,3	87,6	85,2	80,2
Le,6	69,8	63,4	59,6	61,2	76,6	73,4	80,4	96,6	92,8	94,0	97,8	96,5	94,8	93,1	91,2	88,8	89,3	90,6	87,6	87,3	87,0	85,3	80,7
Nivel emisión Le (dB)	70,8	66,0	62,2	63,1	79,9	74,7	79,7	95,2	92,6	94,3	97,6	96,8	94,9	93,5	91,3	88,9	88,9	91,0	87,9	87,3	87,2	85,3	80,5
Lr,1	49,2	59,0	61,6	50,5	51,6	48,3	48,9	65,9	63,6	61,3	62,1	60,2	56,6	53,4	52,7	48,3	46,0	45,8	45,0	42,0	38,9	33,7	30,1
Lr,2	49,5	55,8	60,7	48,0	51,1	46,8	50,6	66,2	63,0	61,2	61,8	61,0	56,8	52,9	51,6	47,2	45,0	46,2	45,8	42,9	39,2	34,1	30,2
Lr,3	49,2	56,8	57,3	48,5	52,1	47,8	50,4	66,8	63,5	61,0	60,4	61,0	55,9	52,9	52,4	47,7	45,0	46,2	44,9	42,4	39,4	33,3	30,3
Lr,4	49,9	59,6	64,4	50,5	51,2	46,8	50,9	66,4	63,5	59,7	60,8	60,3	55,6	53,3	51,9	47,9	46,2	46,2	44,7	42,3	39,5	33,2	30,2
Lr,5	53,9	55,3	63,0	50,7	54,0	49,3	48,6	65,1	64,1	60,5	62,0	60,4	56,9	53,0	52,6	47,2	45,7	46,3	45,1	42,4	39,5	33,3	29,6
Lr,6	50,3	52,8	59,5	49,4	50,0	47,1	51,0	69,0	66,5	59,9	61,7	60,0	55,7	52,2	51,4	47,8	44,8	45,8	45,5	42,6	39,2	33,4	30,1
Nivel inmisión Lr (dB)	50,7	57,1	61,7	49,7	51,9	47,8	50,2	66,8	64,2	60,6	61,5	60,5	56,3	53,0	52,1	47,7	45,5	46,1	45,2	42,4	39,3	33,5	30,1
Fondo1	26,0	28,2	13,5	12,0	10,9	12,3	13,9	13,3	15,2	15,0	16,5	15,9	16,4	17,1	17,2	18,0	18,1	19,4	22,7	21,9	20,3	20,9	20,8
Fondo2	22,9	27,7	13,8	13,7	11,2	12,3	20,1	20,0	14,2	15,7	15,9	16,1	16,5	16,9	17,1	17,4	18,1	19,1	22,7	21,8	20,4	20,5	20,8
Fondo3	22,9	27,3	13,4	11,9	10,7	12,4	12,2	14,1	16,0	16,0	15,7	15,2	16,9	16,6	17,0	18,1	18,4	19,1	22,2	21,5	20,2	20,5	20,7
Nivel ruido fondo (dB)	24,2	27,8	13,6	12,6	10,9	12,3	16,8	16,9	15,2	15,6	16,1	15,7	16,6	16,9	17,1	17,9	18,2	19,2	22,6	21,8	20,3	20,6	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	50,7	57,1	61,7	49,7	51,9	47,8	50,2	66,8	64,2	60,6	61,5	60,5	56,3	53,0	52,1	47,7	45,5	46,1	45,1	42,4	39,2	33,3	29,5
D=Le-Lr'	20,1	8,9	0,6	13,4	28,1	27,0	29,6	28,4	28,4	33,7	36,0	36,3	38,6	40,5	39,2	41,2	43,4	44,9	42,7	44,9	47,9	52,1	50,9
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	12,21	1,36	-7,08	6,51	20,56	21,34	22,64	21,05	21,61	26,51	28,56	28,90	31,66	33,97	31,69	34,53	36,73	38,21	35,42	38,41	40,89	44,39	43,21



FECHA 01/03/210
 MATERIAL JETFAL 35 ASFALTEX
 TAMAÑO 15X15
 DENSIDAD 2,096 gr/cm3

S = 0,5	m2	Sv= 0,019
V = 0,49	m3	Sc+Sv= 0,547
		Sc= 0,528

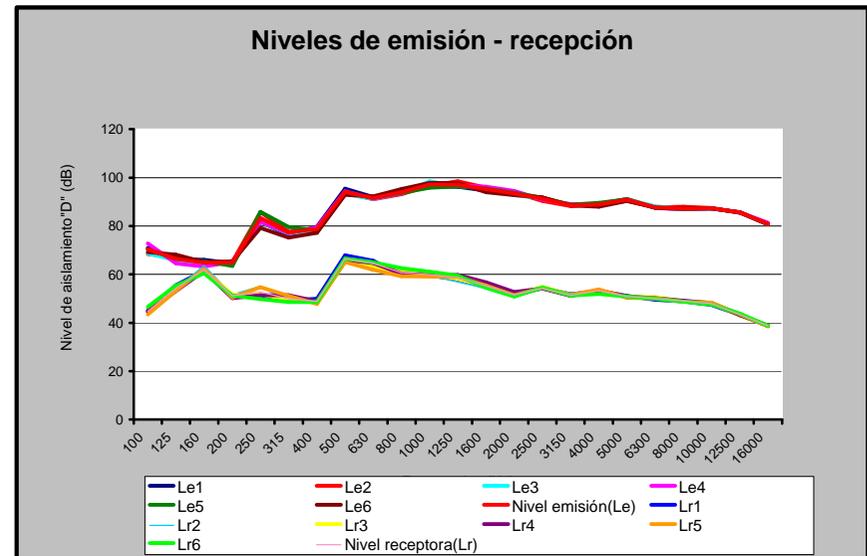
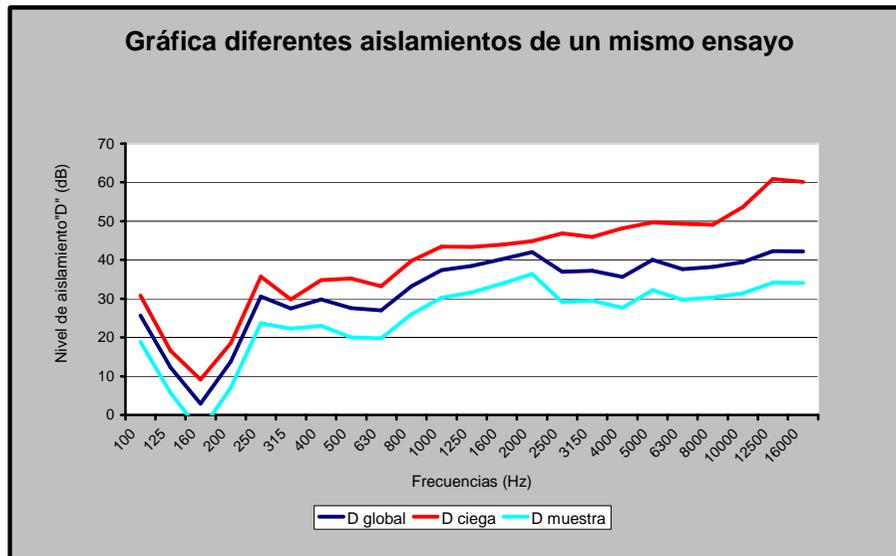
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	69,6	64,9	57,9	61,1	78,2	74,5	78,6	94,7	91,7	94,7	97,3	96,7	94,8	93,9	92,3	88,9	89,5	90,7	88,3	87,0	87,3	85,6	80,1
Le,2	70,5	66,3	61,1	62,5	78,9	74,7	77,5	91,6	90,7	94,6	96,9	96,8	94,0	92,7	91,2	88,6	89,5	92,0	88,7	87,1	87,3	85,4	80,8
Le,3	69,5	62,8	61,4	65,1	79,5	74,3	77,1	93,2	92,0	95,4	97,5	96,3	94,3	93,0	92,1	89,6	88,6	91,2	88,3	86,8	86,9	85,2	80,6
Le,4	70,9	63,9	58,7	63,5	80,3	76,1	80,2	95,9	91,8	93,6	95,7	96,0	94,3	93,1	92,0	89,7	89,4	90,7	87,8	87,3	87,2	85,1	80,7
Le,5	69,1	64,8	61,4	64,8	82,3	76,0	77,1	92,1	92,1	94,3	97,8	97,8	95,4	94,3	92,4	89,5	89,0	91,4	88,5	87,0	87,7	85,5	80,6
Le,6	70,5	67,8	59,2	62,0	78,1	73,6	77,7	92,0	91,6	94,3	95,6	98,6	95,1	93,4	90,6	88,8	89,5	91,4	88,4	87,2	87,3	85,5	80,8
Nivel emisión Le (dB)	70,1	65,4	60,2	63,4	79,8	75,0	78,2	93,5	91,7	94,5	96,9	97,1	94,7	93,5	91,8	89,2	89,2	91,3	88,4	87,1	87,3	85,4	80,6
Lr,1	46,5	55,3	62,8	46,0	47,3	47,6	47,0	64,7	62,0	62,9	61,5	54,7	53,6	50,8	51,4	48,4	45,7	42,2	41,8	40,2	37,3	32,2	
Lr,2	44,5	54,6	64,7	48,2	47,6	47,6	44,9	62,0	60,3	62,9	61,1	55,3	53,9	49,8	50,0	49,2	47,4	45,6	42,5	41,7	40,8	37,3	32,7
Lr,3	42,0	52,5	58,1	46,1	48,1	47,8	45,7	64,4	63,3	63,6	61,6	55,2	54,0	50,2	51,3	52,7	47,7	45,8	42,5	41,8	40,3	36,7	32,6
Lr,4	44,5	54,7	61,1	46,2	49,1	48,5	47,6	65,5	62,1	62,1	59,7	54,6	53,2	49,0	50,1	49,1	47,8	45,7	42,5	42,0	40,0	36,8	32,7
Lr,5	45,6	53,9	60,0	44,8	49,8	47,9	45,0	62,8	62,7	61,9	60,7	54,8	54,1	50,3	50,5	51,9	47,0	45,4	42,8	41,8	40,8	36,7	32,6
Lr,6	44,8	57,4	60,8	45,0	47,6	46,0	45,6	62,4	61,0	62,2	59,4	56,4	54,7	49,9	48,6	49,4	48,5	46,0	42,1	41,9	40,5	37,0	32,8
Nivel inmisión Lr (dB)	44,9	55,0	61,8	46,2	48,3	47,6	46,1	63,8	62,0	62,6	60,7	55,2	53,9	50,0	50,4	50,7	47,9	45,7	42,4	41,8	40,4	37,0	32,6
Fondo2	36,4	45,5	34,8	27,4	18,0	23,6	32,1	29,8	29,3	24,1	25,6	24,9	20,4	20,4	17,8	17,3	18,3	19,0	23,0	21,6	20,2	20,4	20,8
Fondo3	19,6	26,2	15,0	12,8	13,7	11,5	10,6	15,3	17,7	15,0	15,7	15,7	16,2	16,4	17,0	17,8	18,2	19,2	22,6	21,4	20,2	20,6	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	31,8	40,8	30,2	22,9	15,3	19,3	27,5	25,2	25,1	20,3	21,6	21,2	18,0	18,3	17,6	17,6	18,2	19,3	22,8	21,5	20,3	20,6	20,9
Lr' (Lr corregido) (dB)	44,7	54,8	61,8	46,2	48,3	47,6	46,0	63,8	62,0	62,6	60,7	55,2	53,9	50,0	50,4	50,7	47,8	45,7	42,4	41,8	40,4	36,9	32,3
D=Le-Lr'	25,4	10,6	-1,6	17,2	31,5	27,3	32,2	29,7	29,7	31,9	36,1	41,9	40,7	43,4	41,4	38,5	41,4	45,6	46,0	45,3	46,9	48,5	48,3
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	12,2	-2,8	-15,8	8,1	18,9	16,2	20,9	16,5	17,5	18,1	22,4	32,6	28,9	34,1	28,2	24,8	27,8	33,1	34,0	33,0	33,3	34,1	34,0



FECHA 10/03/210
 MATERIAL JETFAL 50 ASFALTEX
 TAMAÑO 15X15
 DENSIDAD 1,819 gr/cm3

S =	0,5	m2	Sv=	0,019
V =	0,49	m3	Sc+Sv=	0,547
			Sc=	0,528

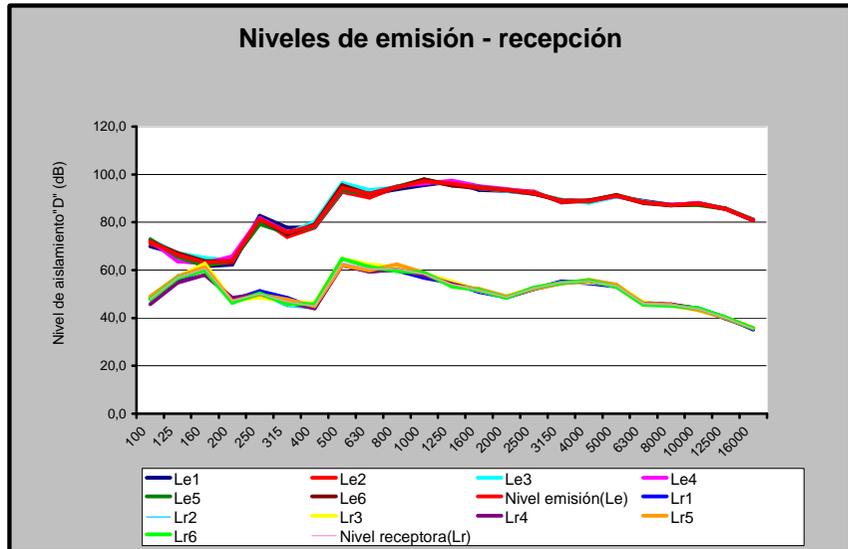
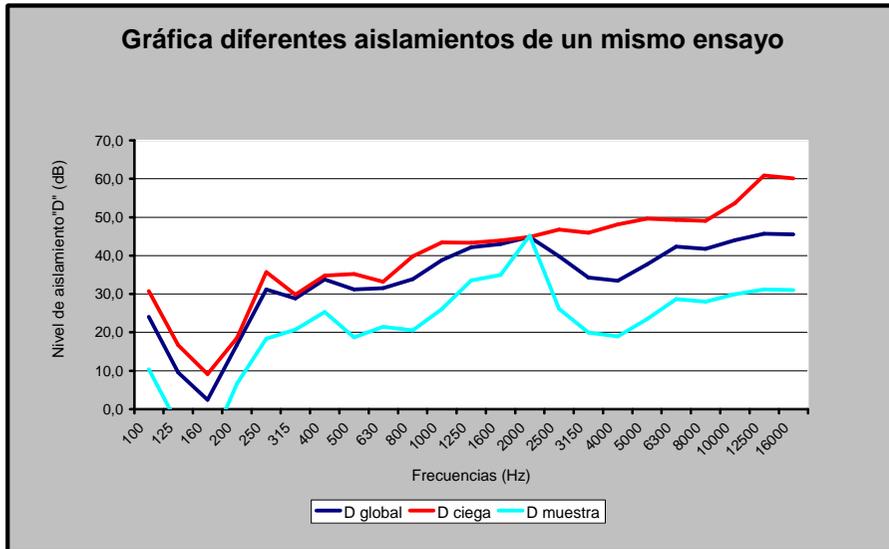
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	69,5	65,9	62,7	64,1	81,6	75,7	78,8	94,7	92,1	95,7	97,3	97,5	94,3	93,4	91,8	88,9	89,1	91,0	88,7	87,0	87,3	85,2	80,8
Le,2	68,6	66,1	60,7	63,0	82,2	76,3	78,7	94,3	94,3	94,4	96,1	95,0	94,1	92,7	91,1	88,7	88,6	90,4	88,5	87,2	87,7	85,3	80,7
Le,3	73,0	66,6	60,9	62,4	83,2	76,1	77,7	93,4	92,5	94,3	96,1	95,3	94,7	93,2	91,3	88,8	89,5	91,4	88,2	87,4	87,4	85,5	80,8
Le,4	70,9	68,0	64,8	63,7	80,7	76,4	79,6	95,4	93,8	95,4	96,1	95,9	94,9	94,2	91,6	88,9	89,2	90,6	87,9	86,9	87,7	85,4	80,8
Le,5	71,0	64,5	58,0	60,0	78,7	73,2	78,9	94,1	91,4	93,5	97,9	97,3	95,2	93,8	92,6	89,2	88,8	91,2	88,1	87,2	87,2	85,3	80,6
Le,6	69,9	66,1	61,6	61,5	80,3	75,1	78,9	94,3	92,0	94,5	95,7	95,3	95,8	95,0	92,1	88,9	88,7	91,0	88,2	87,0	87,7	85,3	80,6
Nivel emisión Le (dB)	70,7	66,3	61,9	62,7	81,3	75,6	78,8	94,4	92,8	94,7	96,6	96,2	94,9	93,8	91,8	88,9	89,0	90,9	88,2	87,1	87,5	85,3	80,7
Lr,1	50,5	59,2	65,4	50,1	50,1	49,0	48,0	64,8	61,1	63,0	60,9	56,3	52,4	49,5	50,5	52,8	50,5	47,2	45,0	42,1	39,2	35,9	32,6
Lr,2	47,7	61,7	63,9	46,4	50,3	49,3	48,2	64,3	63,6	60,9	58,3	54,7	51,4	48,3	49,8	51,9	49,9	47,3	44,1	42,1	39,3	36,4	32,4
Lr,3	47,8	60,7	66,4	47,2	51,6	49,9	47,7	63,2	61,3	61,8	59,0	55,2	53,0	49,5	50,4	53,3	50,0	47,8	44,4	42,4	39,2	36,0	32,4
Lr,4	49,2	62,3	65,0	49,0	50,5	50,5	48,3	64,9	62,5	63,4	59,1	55,2	52,1	49,7	49,7	53,2	51,0	47,4	44,3	42,1	39,0	36,1	32,2
Lr,5	49,4	59,4	64,1	45,9	49,2	50,0	47,4	64,2	62,4	60,6	59,2	56,1	53,6	48,7	51,5	54,1	51,1	47,4	43,9	42,0	39,2	36,4	32,2
Lr,6	46,6	59,7	63,3	46,5	49,4	49,1	46,5	63,6	61,4	63,4	60,2	55,1	53,2	50,0	51,2	52,4	50,3	48,0	44,2	42,3	39,5	36,4	32,2
Nivel inmisión Lr (dB)	48,7	60,6	64,8	47,8	50,3	49,7	47,7	64,2	62,2	62,3	59,5	55,5	52,7	49,3	50,6	53,0	50,5	47,5	44,3	42,2	39,2	36,2	32,3
Fondo1	18,1	23,9	14,4	11,6	13,3	11,0	12,3	15,4	16,7	15,6	16,2	16,0	15,4	16,1	17,3	16,5	17,9	18,9	22,7	21,3	20,2	20,6	20,8
Fondo2	20,8	25,4	14,0	13,1	11,6	12,0	12,6	14,8	15,3	14,1	15,0	15,3	15,1	16,7	16,7	18,2	18,3	19,5	22,5	21,7	20,4	20,5	20,9
Fondo3	20,0	26,1	15,9	12,6	11,5	12,5	12,6	14,2	16,3	14,8	15,9	15,8	15,8	16,0	17,4	18,0	18,5	19,2	22,5	21,8	20,3	20,4	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	19,8	25,2	14,8	12,5	12,2	11,9	12,5	14,8	16,1	14,9	15,7	15,7	15,4	16,3	17,2	17,7	18,3	19,2	22,6	21,6	20,3	20,5	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	48,7	60,6	64,8	47,8	50,3	49,7	47,7	64,2	62,2	62,3	59,5	55,5	52,7	49,3	50,6	53,0	50,5	47,5	44,3	42,1	39,2	36,1	32,0
D=Le-Lr'	22,0	5,7	-2,9	14,9	31,1	25,9	31,0	30,2	30,6	32,4	37,1	40,7	42,2	44,5	41,2	35,9	38,5	43,4	44,0	45,0	48,3	49,2	48,7
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	8,0	-8,6	-17,2	2,6	18,2	13,5	18,7	17,2	19,4	18,6	23,6	29,4	32,2	39,5	28,0	21,8	24,4	30,0	30,8	32,5	35,2	35,0	34,4



FECHA 10/03/210
 MATERIAL JETFAL 100 ASFALTEX
 TAMAÑO 15X15
 DENSIDAD 1,982 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,019
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,528

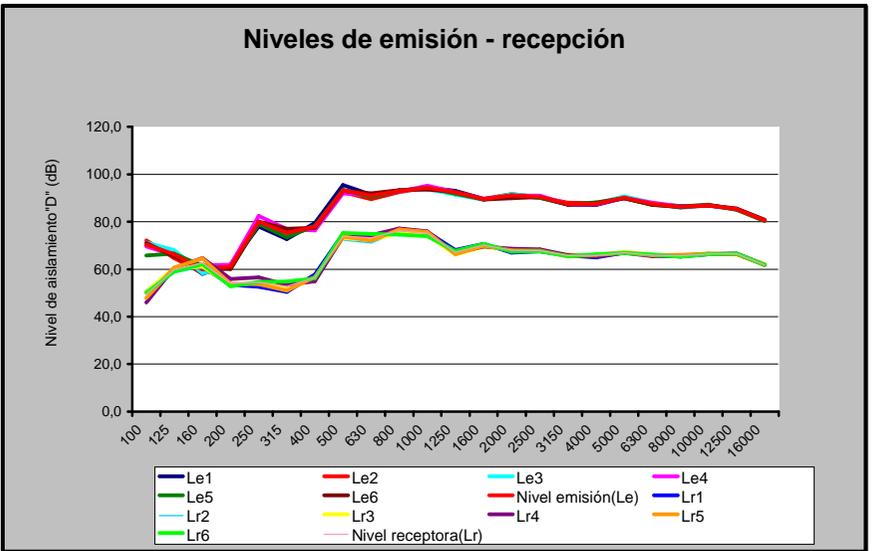
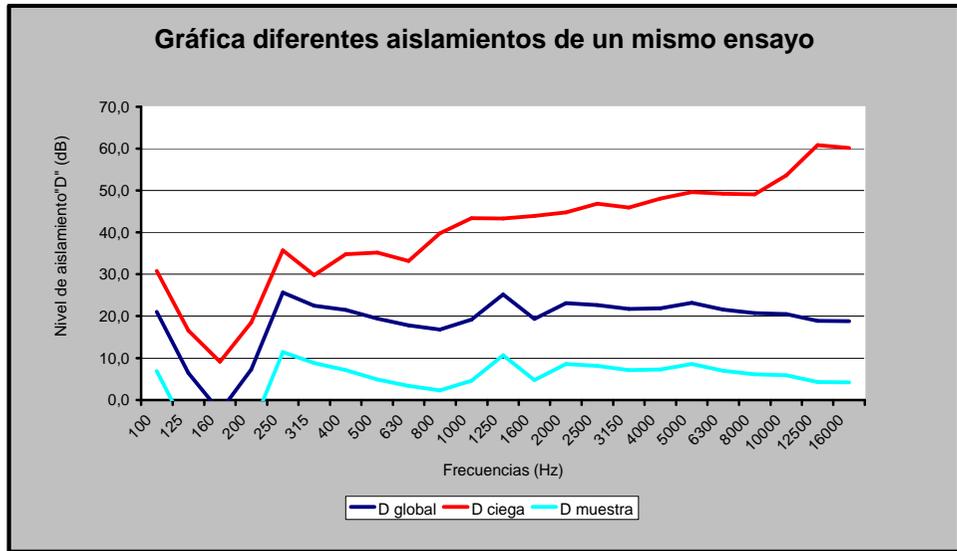
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	69,9	66,7	61,6	62,3	82,8	77,8	77,9	92,8	91,8	93,8	95,5	97,0	93,6	93,1	91,9	89,3	88,7	90,9	88,9	87,3	87,9	85,7	81,1
Le,2	71,0	66,7	62,2	63,3	81,5	73,9	77,7	92,7	90,2	94,8	97,5	95,4	94,7	93,6	92,8	88,3	88,9	91,5	88,4	87,1	88,1	85,5	80,9
Le,3	72,7	67,1	65,2	63,9	79,5	75,3	80,2	96,4	93,6	94,7	97,3	95,9	94,2	93,1	91,9	89,5	88,1	90,7	88,6	87,0	87,5	85,7	80,9
Le,4	72,3	63,6	62,9	65,7	81,9	76,1	78,1	93,3	92,0	95,0	96,1	97,4	95,1	93,9	92,5	88,8	88,8	91,0	88,2	87,2	87,9	85,4	80,7
Le,5	72,9	65,6	61,8	63,9	79,3	75,4	78,2	93,4	91,9	94,8	97,9	95,6	94,7	93,6	92,2	89,0	88,6	91,3	88,4	87,1	87,1	85,6	80,8
Le,6	71,9	67,1	63,8	63,8	81,3	74,9	79,1	95,5	91,7	94,5	97,9	95,4	94,2	93,4	91,9	88,9	89,1	91,2	88,0	87,0	87,6	85,7	80,7
Nivel emisión Le (dB)	71,9	66,3	63,1	64,0	81,2	75,7	78,6	94,3	92,0	94,6	97,1	96,2	94,4	93,5	92,2	89,0	88,7	91,1	88,4	87,1	87,7	85,6	80,9
Lr,1	48,3	55,8	60,2	47,5	51,2	48,4	44,2	62,0	60,0	59,8	56,8	54,6	50,8	48,8	52,2	55,3	54,5	53,2	46,5	45,5	43,9	40,2	35,1
Lr,2	46,9	58,1	60,7	46,5	49,9	44,7	43,8	61,9	58,7	60,2	58,5	53,2	50,8	47,9	52,8	54,7	54,9	52,6	46,3	45,4	43,6	39,6	35,3
Lr,3	48,9	57,1	62,7	47,3	48,6	47,0	46,2	64,7	62,5	61,3	58,4	55,3	51,4	49,1	52,6	54,7	54,9	54,0	46,6	45,2	43,2	40,2	35,9
Lr,4	45,7	54,8	57,9	48,4	50,1	46,6	44,0	62,0	59,3	60,2	57,9	54,2	51,6	48,6	52,0	54,6	55,6	53,2	45,9	45,8	43,9	39,7	35,6
Lr,5	49,0	57,3	61,2	47,0	49,7	47,8	44,8	62,1	59,9	62,5	58,9	53,5	52,3	49,0	52,1	54,3	55,9	53,9	45,7	45,5	43,3	40,0	35,7
Lr,6	47,8	56,6	59,8	46,3	50,4	45,9	45,7	64,7	61,4	59,6	58,8	53,1	51,7	48,5	52,7	54,6	55,7	53,0	45,4	45,0	44,1	40,1	35,6
Nivel inmisión Lr (dB)	47,9	56,7	60,7	47,2	50,0	46,9	44,9	63,1	60,5	60,7	58,3	54,0	51,5	48,6	52,4	54,7	55,3	53,3	46,1	45,4	43,7	40,0	35,5
Fondo1	19,9	24,5	14,5	12,4	10,8	13,4	11,8	15,6	15,6	15,4	16,0	15,7	15,8	16,9	17,7	17,6	18,7	19,3	22,8	21,4	20,1	20,5	20,9
Fondo2	20,8	27,1	15,3	11,8	11,8	13,4	13,8	15,0	16,1	14,3	15,3	15,7	16,7	16,4	17,4	17,5	18,4	19,2	22,7	21,6	20,4	20,8	21,0
Fondo3	22,9	25,5	12,8	12,6	12,7	13,5	13,6	16,2	15,4	14,5	15,5	15,3	15,4	16,0	16,8	17,8	18,1	18,9	22,6	21,6	20,3	20,6	20,9
Nivel ruido fondo (dB)	21,4	25,8	14,3	12,3	11,8	13,4	13,2	15,6	15,7	14,8	15,6	15,6	16,0	16,5	17,3	17,6	18,4	19,2	22,7	21,5	20,3	20,6	20,9
Lr' (Lr corregido) (dB)	47,9	56,7	60,7	47,2	50,0	46,9	44,9	63,1	60,5	60,7	58,3	54,0	51,5	48,6	52,4	54,7	55,3	53,3	46,1	45,4	43,7	39,9	35,4
D=Le-Lr'	24,0	9,6	2,4	16,7	31,2	28,8	33,7	31,2	31,5	33,9	38,9	42,2	43,0	44,8	39,8	34,3	33,4	37,8	42,4	41,7	44,0	45,7	45,5
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	10,4	-4,1	-11,1	6,6	18,4	20,7	25,3	18,7	21,5	20,5	26,1	33,5	34,9	45,2	26,1	20,0	19,0	23,5	28,7	28,0	29,9	31,2	31,0



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Lana roca ASFALTEX
 TAMAÑO 15X15
 DENSIDAD 0,0727 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,019
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,528

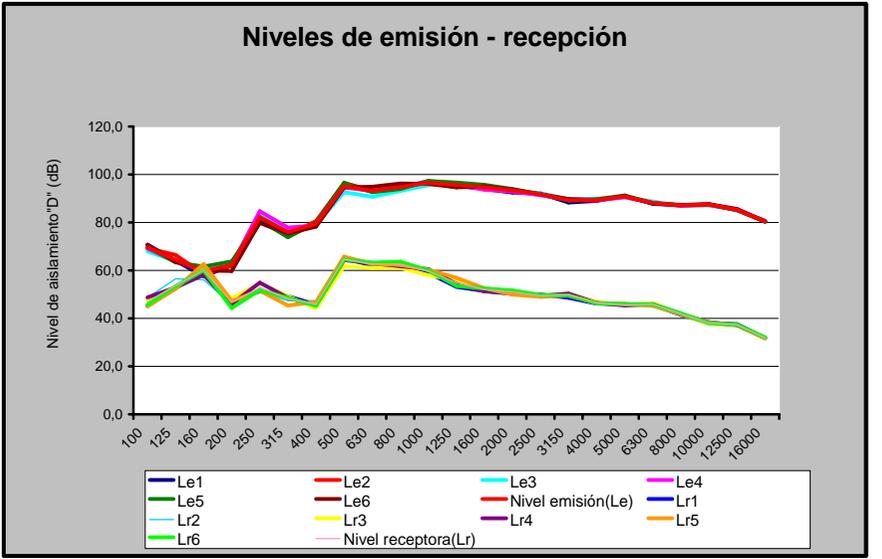
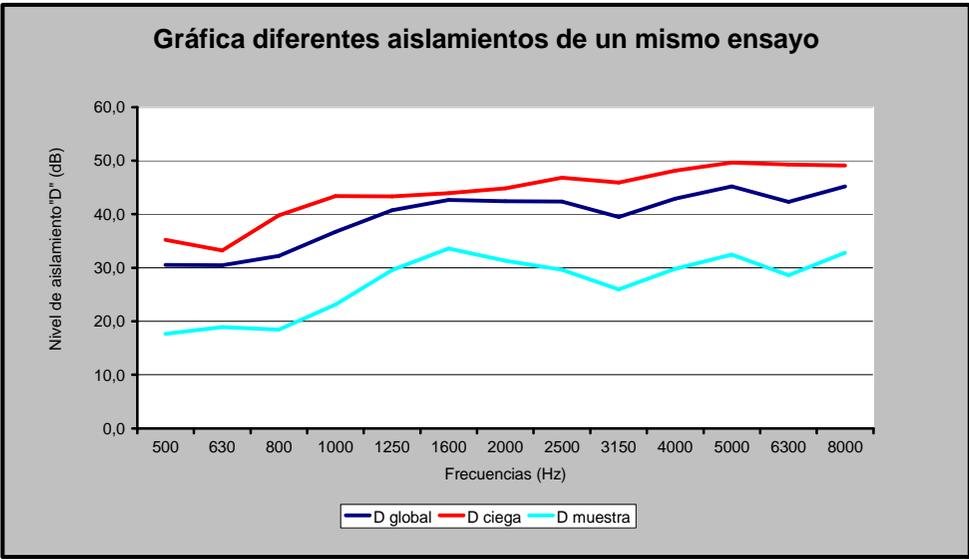
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	70,0	66,0	58,0	62,0	78,0	72,7	79,5	95,5	91,4	93,2	94,4	93,0	89,6	91,0	90,2	87,2	87,0	90,4	87,2	86,6	86,8	85,4	80,6
Le,2	72,2	64,6	58,5	61,8	79,2	74,3	77,6	92,5	89,5	92,5	94,4	92,7	89,6	91,6	90,4	87,9	87,8	90,4	87,6	86,1	86,7	85,2	80,4
Le,3	71,2	68,1	58,3	60,6	80,0	75,0	78,0	92,6	90,9	93,2	93,7	91,4	89,3	91,7	90,5	87,5	87,7	90,7	88,0	85,9	87,0	85,2	80,9
Le,4	69,6	65,9	61,7	61,8	82,5	76,9	76,3	92,0	91,2	92,7	95,2	92,6	89,7	91,0	91,1	87,3	87,3	90,1	87,9	86,5	86,9	85,4	80,5
Le,5	65,7	66,7	61,3	60,2	79,1	73,5	78,3	93,4	90,5	92,9	94,4	91,8	89,5	91,2	90,0	87,4	88,1	90,0	87,1	86,4	87,2	85,0	80,3
Le,6	71,1	65,4	60,3	60,1	80,1	76,9	77,4	93,0	92,0	93,3	93,6	92,7	89,4	90,0	90,5	87,1	87,8	89,9	87,2	86,1	86,9	85,5	80,8
Nivel emisión Le (dB)	70,4	66,3	59,9	61,2	80,0	75,2	78,0	93,3	91,0	93,0	94,3	92,4	89,5	91,1	90,5	87,4	87,6	90,2	87,5	86,3	86,9	85,3	80,6
Lr,1	50,4	59,9	60,8	53,4	52,5	50,4	57,7	74,8	73,4	76,8	75,6	68,1	70,7	67,0	67,6	65,7	64,9	67,0	65,9	65,4	66,3	66,6	61,8
Lr,2	49,9	58,4	60,9	53,4	53,9	52,6	56,4	72,3	71,1	75,8	75,2	67,4	70,6	68,3	67,7	65,7	66,2	67,1	65,9	65,7	66,4	66,3	61,6
Lr,3	50,4	60,4	61,0	53,4	54,2	52,4	56,4	73,2	72,4	75,3	74,5	66,1	69,5	68,3	67,8	66,2	65,6	67,3	66,2	65,5	66,6	66,2	62,0
Lr,4	46,0	60,4	64,7	55,9	56,6	53,4	54,9	73,7	74,2	77,1	76,0	66,9	69,6	68,6	68,3	65,9	65,3	66,8	65,5	65,7	66,3	66,5	61,8
Lr,5	47,8	60,6	64,6	53,8	53,6	50,9	56,7	73,8	72,0	76,7	75,6	66,4	69,8	68,0	67,9	65,3	66,0	66,9	65,8	66,0	66,6	66,4	61,6
Lr,6	50,0	58,9	62,2	52,7	54,6	54,8	56,1	75,2	74,8	74,6	73,9	67,7	70,7	67,4	67,6	65,5	66,3	66,9	66,1	65,1	66,3	66,6	61,8
Nivel inmisión Lr (dB)	49,3	59,9	62,7	53,9	54,4	52,7	56,5	73,9	73,2	76,2	75,2	67,2	70,2	68,0	67,8	65,7	65,8	67,0	65,9	65,6	66,4	66,4	61,8
Fondo1	21,7	26,0	11,4	11,6	11,3	12,2	12,0	13,5	15,3	15,9	14,8	16,0	15,9	16,8	17,1	18,0	18,3	19,2	22,9	21,5	20,0	20,4	21,0
Fondo2	23,8	27,4	12,1	13,8	12,4	11,4	13,7	15,6	16,2	15,6	15,1	15,3	15,7	16,5	17,0	17,5	18,1	18,9	23,1	21,4	20,1	20,8	20,9
Fondo3	24,0	27,2	12,8	8,5	10,8	12,4	12,6	14,8	15,8	15,2	15,0	15,3	16,7	17,0	17,1	17,1	17,9	19,3	22,7	21,6	20,4	20,4	21,0
Nivel ruido fondo (dB)	23,3	26,9	12,1	11,8	11,6	12,0	12,8	14,7	15,8	15,6	15,0	15,5	16,1	16,8	17,1	17,6	18,1	19,2	22,9	21,5	20,2	20,6	21,0
Lr' (Lr corregido) (dB)	49,3	59,9	62,7	53,9	54,4	52,7	56,5	73,9	73,2	76,2	75,2	67,2	70,2	68,0	67,8	65,7	65,8	67,0	65,9	65,6	66,4	66,4	61,8
D=Le-Lr'	21,0	6,4	-2,7	7,3	25,6	22,5	21,5	19,4	17,8	16,8	19,2	25,2	19,3	23,2	22,7	21,7	21,9	23,2	21,6	20,7	20,5	18,9	18,8
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	6,9	-7,8	-17,1	-7,0	11,5	8,8	7,1	4,9	3,4	2,2	4,6	10,7	4,8	8,6	8,1	7,1	7,3	8,6	7,0	6,1	5,9	4,3	4,2



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Lana roca+lamina densa ASFALTEX
 TAMAÑO 15X15

S = 0,5	m2	Sv= 0,019
V = 0,49	m3	Sc+Sv= 0,547
		Sc= 0,528

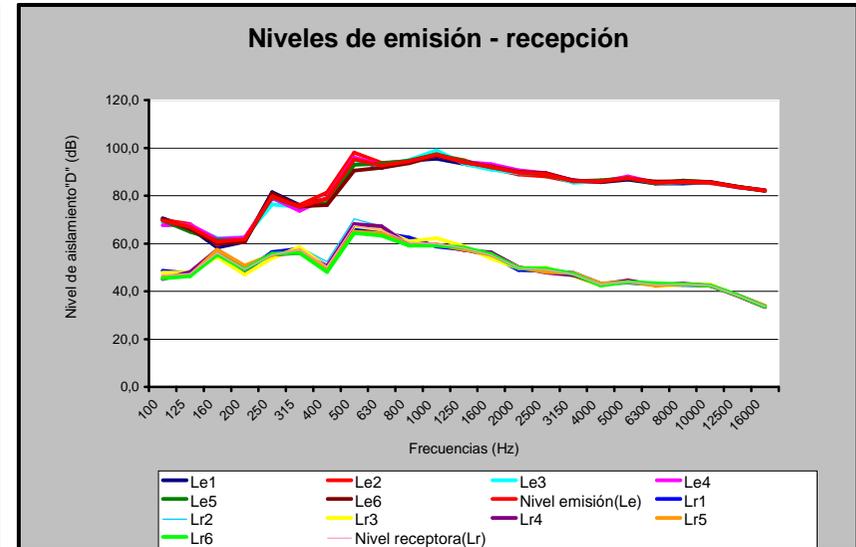
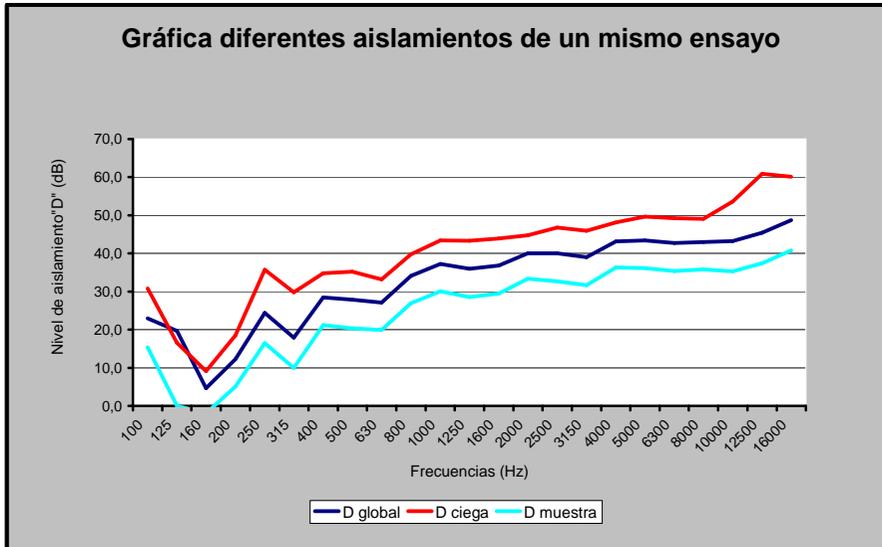
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	70,8	64,0	57,6	62,2	79,9	75,2	79,5	95,3	93,0	95,0	96,0	95,3	94,0	92,4	92,1	88,3	89,0	91,0	87,8	87,1	87,3	85,2	80,4
Le,2	69,3	66,5	58,5	61,8	81,5	75,1	80,5	96,4	93,3	94,6	96,2	95,4	94,8	93,8	91,5	89,3	89,2	90,5	88,1	86,9	87,2	85,2	80,7
Le,3	68,0	63,9	60,0	62,4	84,0	76,9	79,1	92,6	90,6	93,2	95,6	96,1	94,5	93,2	92,2	89,6	89,9	90,6	88,7	86,9	87,4	85,3	80,4
Le,4	69,2	63,9	59,6	62,2	84,7	77,9	78,8	94,7	93,1	94,6	97,3	95,8	93,7	92,9	91,3	89,5	89,2	90,5	88,2	86,9	87,5	85,1	80,4
Le,5	69,8	63,4	61,6	63,7	80,9	73,9	79,8	96,4	92,5	93,9	97,3	96,7	95,6	94,0	91,8	89,1	89,7	91,3	87,9	87,3	87,5	85,2	80,2
Le,6	70,7	63,6	60,0	59,7	80,0	75,4	78,2	94,6	94,8	96,3	96,1	94,6	95,0	93,6	91,8	89,7	89,3	91,0	87,9	87,2	87,6	85,6	80,4
Nivel emisión Le (dB)	69,7	64,4	59,7	62,2	82,3	75,9	79,4	95,2	93,1	94,7	96,5	95,7	94,7	93,3	91,8	89,3	89,4	90,8	88,1	87,1	87,4	85,3	80,4
Lr,1	45,2	52,4	60,7	47,5	51,3	49,2	45,7	65,0	62,1	62,7	58,9	53,1	51,3	50,2	49,9	48,6	46,1	45,9	45,6	41,5	38,2	37,5	31,8
Lr,2	48,5	56,5	56,1	45,8	51,3	47,3	47,3	65,5	63,6	63,1	60,4	54,4	52,7	51,8	49,1	50,0	46,9	45,3	46,1	42,3	37,6	37,6	32,1
Lr,3	47,5	53,0	60,4	48,1	54,6	49,2	44,3	61,8	61,1	61,1	57,9	56,0	51,5	51,2	49,4	50,3	46,8	45,5	46,3	41,8	37,7	37,0	31,6
Lr,4	48,7	52,9	58,1	46,0	54,9	48,6	45,6	64,3	62,9	61,8	60,5	54,4	51,3	50,6	49,4	50,3	46,4	45,4	45,9	41,7	38,4	37,2	31,8
Lr,5	44,9	52,3	62,7	47,2	51,5	45,3	46,8	65,8	62,6	62,3	60,3	56,9	52,6	50,0	48,9	49,6	46,4	46,0	45,2	41,8	38,2	37,3	31,6
Lr,6	45,6	53,4	60,0	44,2	51,8	48,5	45,2	64,6	63,3	63,5	59,9	53,5	52,4	51,7	49,8	49,5	46,2	45,9	45,9	42,2	38,0	37,2	32,0
Nivel inmisión Lr (dB)	47,0	53,7	60,1	46,6	52,9	48,2	45,9	64,7	62,7	62,5	59,8	54,9	52,0	51,0	49,4	49,8	46,5	45,7	45,9	41,9	38,0	37,3	31,8
Fondo1	21,6	26,6	12,9	12,2	10,9	11,1	14,9	14,2	16,2	14,7	16,9	16,5	16,4	16,5	17,2	17,3	18,3	19,1	22,5	21,6	20,3	20,5	21,1
Fondo2	20,6	25,8	17,5	12,6	11,4	11,5	13,7	14,4	15,5	16,0	14,8	16,0	16,0	16,8	17,2	17,2	17,8	19,5	22,9	21,4	20,1	20,3	21,0
Fondo3	21,8	27,7	15,3	12,9	12,6	12,7	14,1	13,0	14,9	14,5	15,4	15,8	15,9	16,6	17,4	17,8	18,8	19,2	22,8	21,8	20,0	20,3	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	21,4	26,8	15,7	12,6	11,7	11,8	14,2	13,9	15,5	15,1	15,8	16,1	16,1	16,6	17,3	17,4	18,3	19,3	22,7	21,6	20,1	20,4	21,0
Lr' (Lr corregido) (dB)	47,0	53,7	60,1	46,6	52,9	48,2	45,9	64,7	62,7	62,5	59,8	54,9	52,0	51,0	49,4	49,8	46,5	45,6	45,8	41,8	37,9	37,2	31,4
D=Le-Lr'	22,7	10,7	-0,4	15,5	29,4	27,7	33,5	30,5	30,4	32,2	36,7	40,8	42,6	42,4	42,4	39,5	42,9	45,2	42,3	45,2	49,5	48,0	49,0
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	8,8	-2,7	-14,5	3,8	15,9	17,0	24,2	17,7	18,9	18,4	23,1	29,5	33,6	31,3	29,6	26,0	29,8	32,5	28,6	32,8	36,9	33,6	34,7



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Tecsound 35 Texsa
 TAMAÑO 30x30
 DENSIDAD 2,006 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

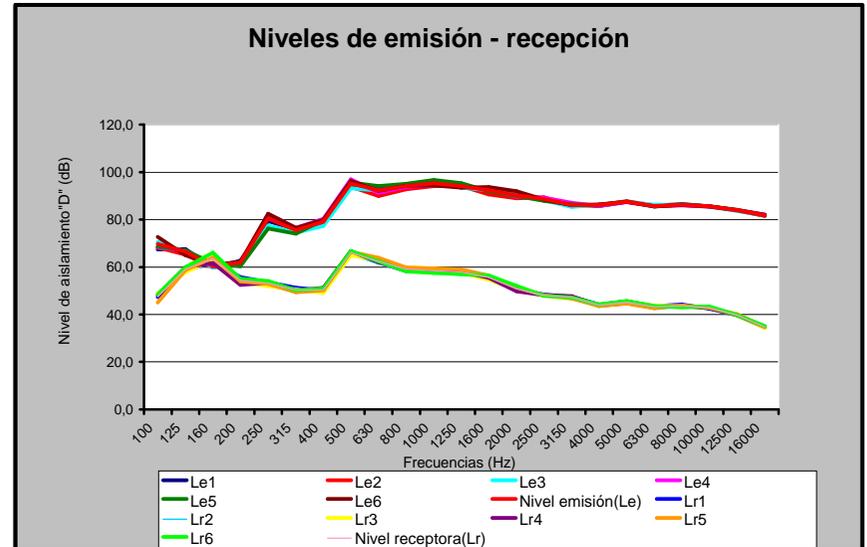
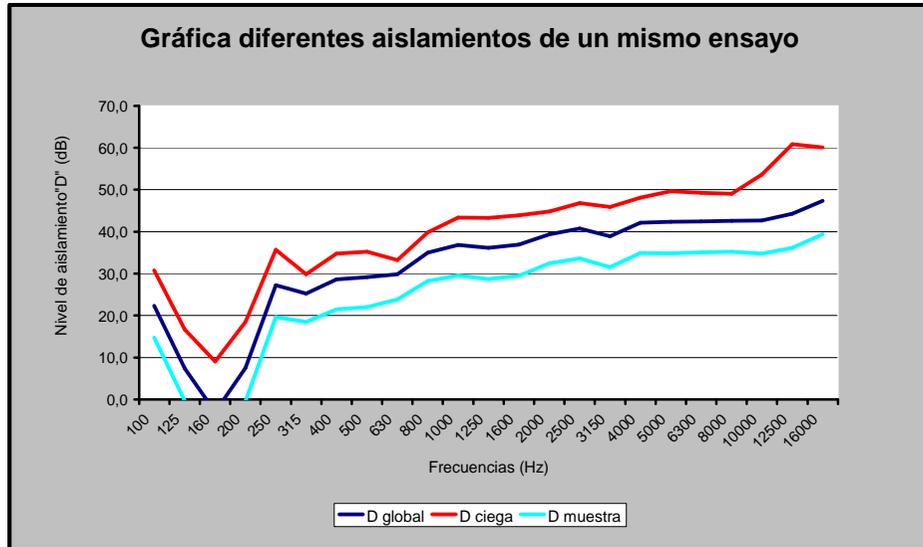
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	70,6	66,6	58,4	60,8	81,5	76,1	78,9	95,4	91,8	94,8	95,6	93,3	91,7	89,4	88,9	86,5	85,7	86,8	85,2	85,3	85,6	83,8	82,2
Le,2	70,0	68,2	59,6	62,1	78,9	76,1	81,4	98,1	93,8	94,5	97,1	94,8	91,5	88,9	88,1	85,9	86,3	87,6	85,6	85,7	85,3	83,7	82,2
Le,3	68,7	67,5	62,2	62,4	76,3	75,4	78,7	95,0	92,4	95,0	99,1	93,4	90,9	89,5	89,3	85,5	86,1	87,9	85,4	85,7	85,6	83,5	82,0
Le,4	67,6	68,0	61,8	62,4	79,1	73,7	79,2	96,0	92,9	94,3	96,7	94,1	93,2	90,7	89,5	86,4	85,8	88,1	85,4	86,2	85,6	83,5	82,3
Le,5	69,7	65,0	61,2	61,2	79,6	75,4	77,0	93,0	93,6	94,7	97,4	94,5	91,8	89,8	88,9	86,2	86,6	87,3	85,2	86,4	85,7	83,7	82,4
Le,6	70,2	66,1	60,0	60,7	81,2	75,6	76,1	90,6	91,8	93,6	96,7	94,0	92,4	90,0	89,4	86,4	85,9	87,3	86,0	86,2	85,9	83,8	82,0
Nivel emisión Le (dB)	69,6	67,0	60,7	61,7	79,7	75,4	78,9	95,3	92,8	94,5	97,2	94,1	92,0	89,8	89,1	86,2	86,1	87,5	85,5	85,9	85,6	83,7	82,2
Lr,1	48,7	47,4	55,0	48,3	56,5	57,9	50,6	66,5	64,4	62,6	58,7	57,5	55,0	48,9	48,6	47,8	43,3	43,7	42,9	42,8	42,5	38,4	33,9
Lr,2	45,8	47,8	55,7	49,5	54,6	58,5	52,4	70,3	67,2	60,2	59,7	58,5	54,5	49,7	49,6	46,8	43,1	43,9	42,9	42,9	42,2	38,2	33,8
Lr,3	48,0	47,9	54,4	47,0	53,9	58,5	50,2	67,4	66,0	60,9	62,2	58,9	53,7	49,7	49,9	46,4	42,5	44,6	42,2	42,9	42,8	38,1	33,5
Lr,4	45,2	48,2	57,4	50,4	55,5	56,1	50,3	68,2	67,2	59,4	59,6	57,4	56,3	50,1	47,9	46,8	42,9	44,6	42,6	43,3	42,3	38,1	33,4
Lr,5	46,3	46,7	57,4	50,8	55,3	57,1	49,6	65,0	64,3	59,4	59,7	57,6	55,2	50,0	48,2	47,7	43,2	44,0	42,7	43,1	42,4	38,4	34,0
Lr,6	45,4	46,4	55,4	49,2	55,8	56,1	48,2	64,4	63,4	59,2	59,2	58,4	55,6	49,7	49,6	47,2	42,5	43,9	43,4	43,0	42,4	38,4	33,6
Nivel inmisión Lr (dB)	46,7	47,4	56,1	49,4	55,3	57,5	50,4	67,4	65,7	60,4	60,0	58,1	55,1	49,7	49,0	47,1	42,9	44,1	42,8	43,0	42,5	38,3	33,7
Fondo1	32,3	28,8	20,2	12,7	13,6	12,1	12,5	16,4	17,0	16,4	15,4	15,2	15,7	16,6	17,5	17,4	17,7	19,7	23,3	21,5	20,2	20,5	20,8
Fondo2	30,2	27,3	23,4	17,1	14,7	14,8	17,9	19,1	22,3	24,7	23,2	22,7	21,1	18,9	18,0	17,5	18,1	19,8	23,1	21,7	20,4	20,5	20,8
Fondo3	28,0	33,6	25,3	27,4	28,4	23,5	28,4	23,7	21,9	16,6	16,8	16,9	16,7	16,8	17,2	17,3	18,1	19,2	22,4	21,7	20,1	20,6	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	30,5	30,8	23,4	23,1	24,0	19,6	24,1	20,8	21,0	21,1	19,9	19,5	18,5	17,6	17,5	17,4	18,0	19,6	22,9	21,6	20,2	20,5	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	46,6	47,3	56,1	49,4	55,3	57,5	50,4	67,4	65,7	60,4	60,0	58,1	55,1	49,7	49,0	47,1	42,9	44,1	42,8	43,0	42,4	38,2	33,5
D=Le-Lr'	22,9	19,7	4,7	12,3	24,4	18,0	28,5	27,8	27,1	34,1	37,2	36,0	36,8	40,1	40,0	39,0	43,2	43,4	42,7	43,0	43,2	45,5	48,7
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	15,4	#NUM!	-1,9	5,1	16,5	10,0	21,3	20,4	19,9	27,0	30,0	28,6	29,4	33,3	32,7	31,6	36,4	36,2	35,4	35,8	35,3	37,4	40,8



FECHA 10/03/2010
 MATERIAL TECSOUND 50 TEXSA
 TAMAÑO 30x30
 DENSIDAD 1,967 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

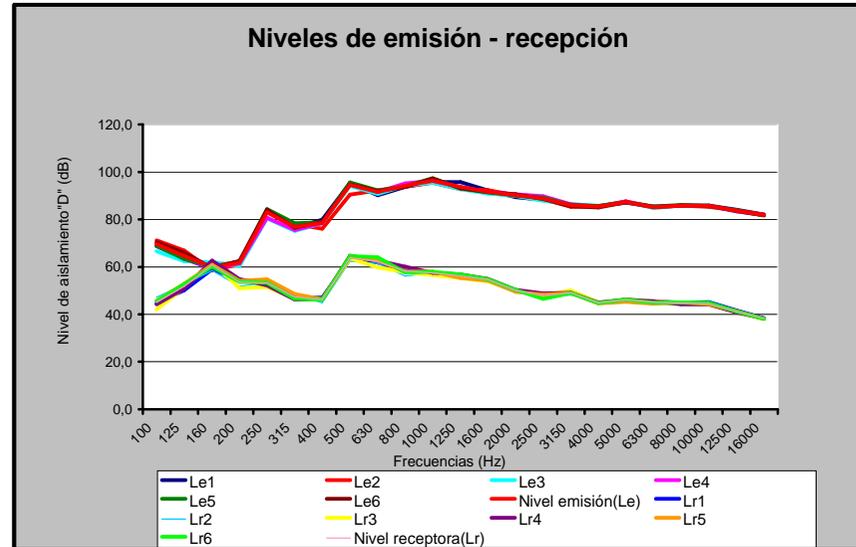
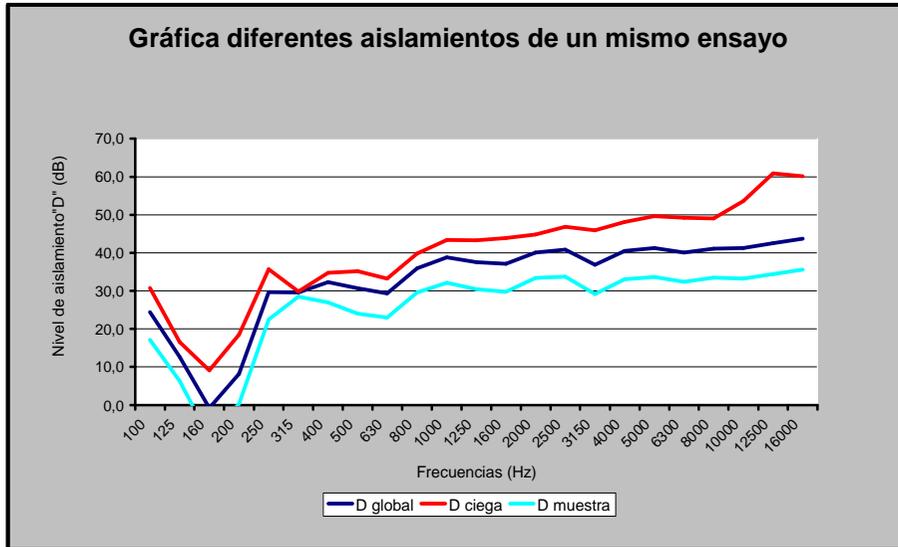
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	67,4	67,5	59,9	62,7	79,3	75,9	77,9	94,3	92,9	94,1	95,6	93,5	92,8	90,3	88,9	86,2	85,7	87,5	85,8	86,5	85,5	83,9	81,7
Le,2	68,2	65,3	59,9	62,2	81,0	75,3	78,1	93,8	90,0	92,8	94,1	94,1	90,6	88,9	89,5	85,7	86,1	87,7	85,8	86,1	85,4	83,8	81,6
Le,3	70,6	66,5	59,8	61,9	77,4	74,4	77,2	93,2	92,2	94,4	96,2	93,4	92,4	90,1	88,2	85,3	86,2	87,5	86,2	86,3	85,5	83,7	81,8
Le,4	68,3	66,8	60,2	61,6	82,4	76,5	80,4	97,0	91,3	93,6	94,4	94,1	92,5	89,7	89,3	87,0	85,7	87,3	85,5	86,0	85,4	84,1	82,0
Le,5	68,7	67,1	61,6	60,4	76,3	74,1	79,7	95,6	94,1	95,1	96,7	95,3	91,9	90,0	87,9	86,4	86,2	87,7	85,4	86,3	85,6	84,0	81,8
Le,6	72,7	65,0	61,0	62,1	82,5	76,5	80,0	96,3	92,1	94,3	94,3	93,5	93,7	91,9	88,5	86,0	86,4	87,5	85,5	86,1	85,5	83,9	82,1
Nivel emisión Le (dB)	69,7	66,5	60,4	61,9	80,4	75,5	79,0	95,2	92,3	94,1	95,3	94,0	92,4	90,3	88,7	86,1	86,0	87,5	85,7	86,2	85,5	83,9	81,8
Lr,1	47,3	58,5	62,2	55,7	53,6	51,3	50,2	66,1	62,0	58,3	58,8	57,5	55,6	50,8	48,4	47,5	44,2	45,6	43,6	44,2	42,4	39,7	34,4
Lr,2	45,2	59,2	62,0	54,4	52,7	50,2	50,4	64,9	61,3	58,3	57,5	58,0	54,4	50,1	47,5	47,1	43,7	45,3	43,2	44,0	42,9	39,3	34,5
Lr,3	48,9	57,9	63,1	53,8	51,9	50,6	49,1	64,9	62,7	59,9	59,5	57,6	54,6	50,5	47,9	46,7	44,3	45,3	43,8	43,6	42,9	39,6	34,3
Lr,4	48,1	60,0	61,7	52,6	53,3	50,1	51,3	66,8	61,9	59,6	58,0	58,1	55,4	49,8	48,2	47,8	43,7	44,7	43,0	43,5	42,8	39,8	34,9
Lr,5	45,1	58,8	64,0	53,9	53,0	49,4	50,2	66,5	63,8	59,9	59,4	59,1	56,4	51,4	48,2	46,8	43,5	44,6	42,6	43,8	42,9	40,1	34,7
Lr,6	48,4	59,9	66,1	55,0	54,1	50,3	51,0	66,8	62,4	58,2	57,5	57,0	56,4	52,1	47,9	47,1	44,3	45,7	43,6	43,1	43,4	39,7	35,2
Nivel inmisión Lr (dB)	47,4	59,1	63,5	54,4	53,2	50,3	50,4	66,1	62,4	59,1	58,5	57,9	55,5	50,9	48,0	47,2	44,0	45,2	43,3	43,7	42,9	39,7	34,7
Fondo1	29,9	28,6	18,5	13,6	12,2	11,4	13,2	15,3	16,5	15,7	15,9	15,5	16,5	16,9	17,9	17,7	18,1	19,3	22,7	21,5	20,3	20,5	20,8
Fondo2	29,6	28,3	18,8	16,1	11,5	11,7	11,9	14,8	16,7	15,9	14,9	15,5	15,8	16,5	17,1	17,4	18,3	19,3	22,9	21,2	20,2	20,5	20,9
Fondo3	28,0	33,6	25,3	27,4	28,4	23,5	28,4	23,7	21,9	16,6	16,8	16,9	16,7	16,8	17,2	17,3	18,1	19,2	22,4	21,7	20,1	20,6	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	29,2	30,9	22,1	23,1	23,9	19,3	23,9	20,0	19,2	16,1	15,9	16,0	16,3	16,7	17,4	17,5	18,2	19,3	22,7	21,5	20,2	20,6	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	47,4	59,1	63,5	54,4	53,2	50,3	50,4	66,1	62,4	59,1	58,5	57,9	55,5	50,9	48,0	47,2	44,0	45,2	43,3	43,7	42,9	39,7	34,5
D=Le-Lr'	22,4	7,4	-3,0	7,5	27,3	25,2	28,6	29,2	29,9	35,0	36,8	36,1	36,9	39,4	40,7	38,9	42,1	42,3	42,4	42,5	42,6	44,3	47,3
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	14,7	-0,4	-11,0	-0,4	19,6	18,5	21,4	22,0	23,8	28,2	29,5	28,7	29,5	32,4	33,6	31,6	34,9	34,9	35,1	35,2	34,8	36,1	39,3



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Tecsound 75 Texsa
 TAMAÑO 30x30
 DENSIDAD 2,006 gr/cm3

S = 0,5	m2	Sv= 0,0829
V = 0,49	m3	Sc+Sv= 0,547
		Sc= 0,4641

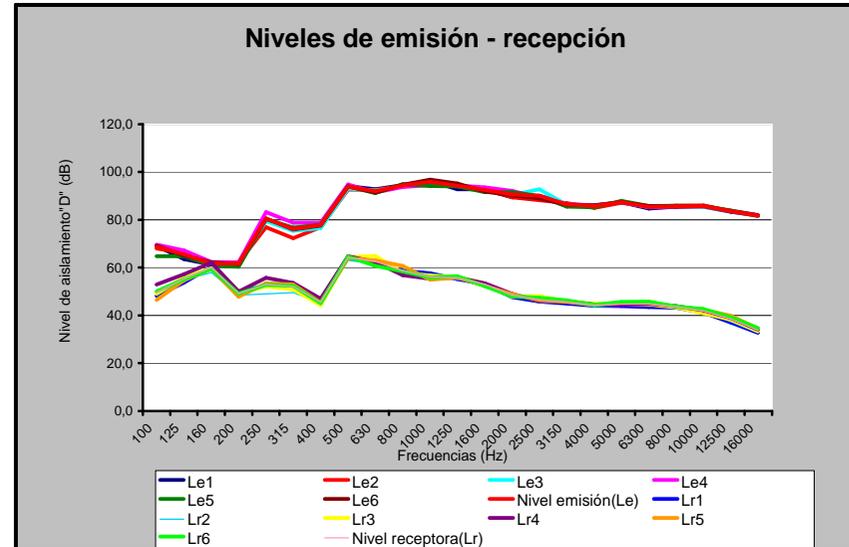
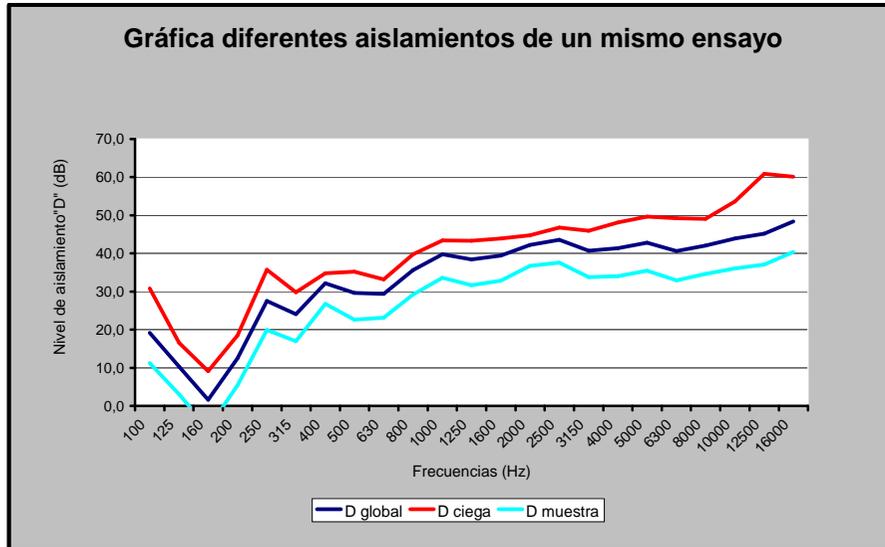
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	68,7	63,5	59,3	62,3	83,3	76,7	79,9	95,4	90,2	93,7	95,7	95,8	92,2	89,5	88,4	86,0	85,5	87,0	85,5	85,8	85,8	84,1	82,0
Le,2	71,2	66,9	58,4	61,1	83,7	77,9	76,1	90,5	92,2	93,9	95,5	92,8	92,3	90,2	88,6	85,3	85,4	87,7	84,9	85,8	85,3	83,9	82,0
Le,3	66,6	62,4	62,0	60,5	80,5	75,2	78,4	94,0	90,7	94,3	95,5	92,7	90,9	89,9	87,9	86,5	85,7	87,4	84,9	85,9	85,9	83,4	81,8
Le,4	69,8	63,3	59,5	61,4	80,7	75,5	78,4	95,2	91,5	95,2	96,2	93,5	91,7	90,6	89,8	86,4	85,5	87,6	85,3	85,9	85,8	83,4	81,9
Le,5	68,9	63,4	60,2	62,2	84,4	78,4	78,8	95,7	92,3	94,0	97,5	93,1	91,5	90,1	89,3	86,1	85,7	87,3	85,4	86,1	85,6	83,8	81,7
Le,6	70,4	66,0	59,6	62,5	84,0	76,5	78,9	94,8	92,0	93,7	97,3	93,1	91,5	90,7	88,5	85,6	85,1	87,2	85,2	85,8	85,8	83,6	81,7
Nivel emisión Le (dB)	69,5	64,6	60,0	61,7	83,0	76,9	78,6	94,6	91,6	94,2	96,4	93,7	91,7	90,2	88,8	86,0	85,5	87,4	85,2	85,9	85,7	83,7	81,9
Lr,1	44,7	50,3	59,0	54,5	54,0	46,9	47,0	63,4	61,8	58,4	57,5	56,2	54,5	50,1	49,4	45,0	46,0	45,5	44,9	45,1	41,6	38,4	
Lr,2	47,2	52,6	58,4	51,9	53,5	48,3	44,9	62,4	61,4	56,2	57,5	55,8	55,2	49,9	47,5	48,1	45,3	46,4	44,7	45,2	44,2	41,2	38,3
Lr,3	42,0	51,3	62,0	51,0	51,6	46,7	46,4	63,6	59,9	57,9	56,5	55,3	53,8	50,2	48,0	50,0	45,0	46,3	45,6	44,6	44,1	41,0	38,1
Lr,4	44,3	50,9	62,6	54,8	52,2	46,3	46,4	64,7	62,7	60,2	57,6	56,9	55,0	50,3	48,8	49,1	45,0	46,3	45,4	44,2	44,2	40,9	38,2
Lr,5	45,8	52,9	60,9	54,1	54,9	48,5	46,4	64,2	62,6	58,1	58,0	55,3	54,3	49,5	48,3	49,0	44,6	45,4	44,5	45,0	44,3	41,4	38,1
Lr,6	45,5	52,8	60,1	53,7	53,3	46,6	46,1	64,5	64,0	57,7	58,0	56,8	54,7	50,3	46,6	49,0	44,8	46,3	45,0	45,1	44,9	41,2	38,1
Nivel inmisión Lr (dB)	45,2	51,9	60,8	53,5	53,4	47,3	46,3	63,9	62,2	58,2	57,5	56,1	54,6	50,1	47,9	49,1	45,0	46,1	45,1	44,8	44,5	41,2	38,2
Fondo1	28,2	27,5	18,7	15,6	10,6	10,2	13,0	13,2	14,7	16,6	15,3	15,6	16,6	16,8	17,0	18,1	18,2	19,3	22,9	21,2	20,3	20,9	21,0
Fondo2	28,2	26,5	20,4	15,5	13,0	11,3	15,4	13,8	14,9	16,4	15,7	15,6	16,1	15,9	17,2	17,9	18,6	19,5	23,0	21,3	20,4	20,5	20,9
Fondo3	28,0	29,2	17,6	14,8	10,3	12,9	13,7	13,8	14,6	15,9	14,7	15,6	16,9	16,7	17,6	18,0	18,5	19,2	23,1	21,4	20,0	20,5	21,0
Nivel ruido fondo (dB)	28,1	27,9	19,0	15,3	11,5	11,6	14,2	13,6	14,7	16,3	15,3	15,6	16,6	16,5	17,3	18,0	18,4	19,3	23,0	21,3	20,2	20,7	21,0
Lr' (Lr corregido) (dB)	45,1	51,9	60,8	53,5	53,4	47,3	46,3	63,9	62,2	58,2	57,5	56,1	54,6	50,1	47,9	49,1	44,9	46,1	45,1	44,8	44,5	41,2	38,1
D=Le-Lr'	24,4	12,7	-0,8	8,2	29,7	29,6	32,3	30,7	29,3	35,9	38,8	37,5	37,1	40,1	40,9	36,9	40,5	41,2	40,1	41,1	41,2	42,5	43,7
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	17,2	6,3	-8,6	0,4	22,5	28,5	26,9	24,0	23,0	29,6	32,1	30,5	29,8	33,4	33,8	29,2	33,0	33,6	32,4	33,5	33,3	34,4	35,6



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Tecsound 100 Texsa
 TAMAÑO 30x30
 DENSIDAD 2,103 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

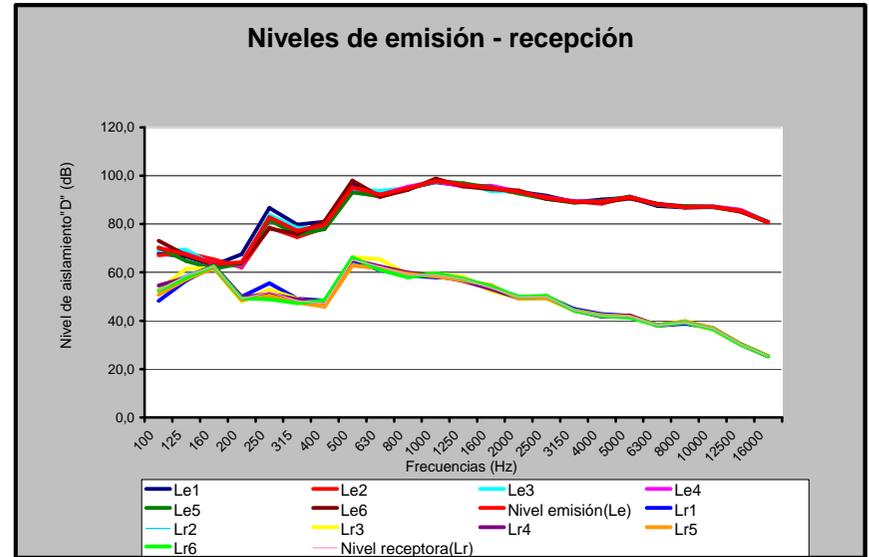
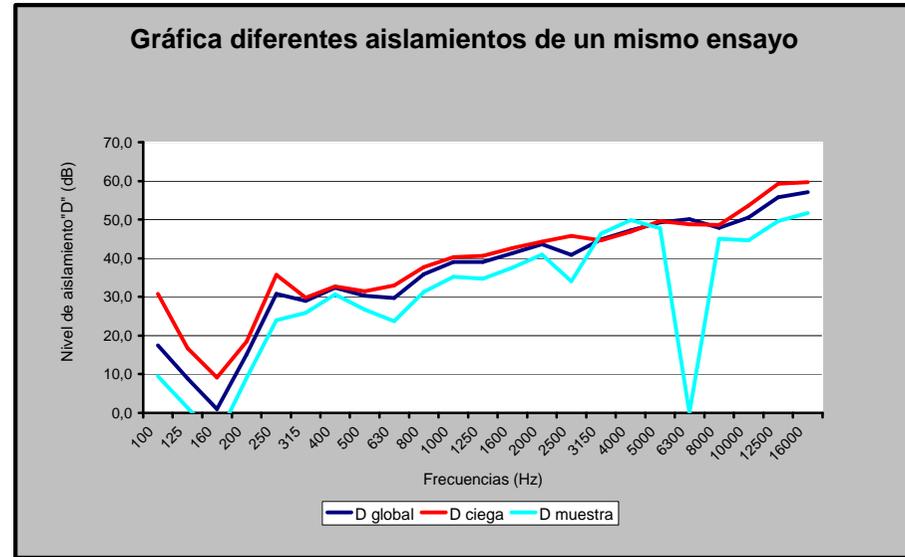
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	69,1	63,4	61,2	61,4	80,2	75,5	78,5	94,0	92,7	94,5	96,3	92,7	92,8	89,4	90,0	86,6	85,8	87,3	84,6	85,4	85,5	83,4	81,7
Le,2	68,0	66,1	61,5	62,2	76,9	72,2	76,9	92,6	92,4	94,2	96,6	94,1	92,7	89,4	88,2	86,9	84,9	87,1	85,5	85,9	86,0	83,6	81,7
Le,3	69,5	66,4	61,4	61,9	79,4	75,4	76,4	92,9	92,2	93,9	96,3	94,3	92,6	90,3	92,8	86,3	86,1	87,4	85,4	85,6	85,4	83,7	81,7
Le,4	69,6	67,1	62,4	62,2	83,2	78,7	78,7	94,8	91,4	93,6	94,5	94,4	93,6	92,1	89,3	86,6	85,9	87,3	85,1	85,4	85,6	83,7	82,0
Le,5	64,7	64,7	60,9	60,2	80,2	76,7	78,0	94,0	91,2	94,9	94,1	93,9	91,5	91,5	89,9	85,5	85,2	88,0	85,7	85,8	85,7	83,8	81,8
Le,6	69,2	64,9	62,2	61,5	80,5	75,9	77,5	94,0	91,4	94,5	96,8	95,2	91,8	90,2	89,0	86,2	85,9	87,4	85,7	85,5	85,8	83,6	81,8
Nivel emisión Le (dB)	68,6	65,6	61,6	61,6	80,5	76,1	77,7	93,8	91,9	94,3	95,9	94,2	92,5	90,6	90,1	86,4	85,7	87,4	85,4	85,6	85,7	83,6	81,8
Lr,1	48,2	53,6	60,5	49,9	52,4	52,0	45,9	64,1	61,5	58,7	57,5	55,1	53,1	47,7	45,8	45,0	44,0	43,9	43,4	43,2	41,1	37,0	32,6
Lr,2	47,0	54,9	57,9	48,5	48,9	49,4	45,2	62,9	61,6	58,3	55,9	55,1	53,8	49,0	45,2	45,5	43,6	43,8	44,7	43,8	41,6	37,4	32,7
Lr,3	49,0	55,9	59,8	49,1	52,1	50,9	44,3	64,3	64,8	58,0	56,6	56,2	53,3	47,9	48,0	45,8	45,0	44,6	44,6	43,3	40,8	38,2	33,3
Lr,4	52,9	57,2	62,0	49,8	55,7	53,5	47,0	64,6	62,3	56,8	55,3	55,9	53,4	48,9	45,9	45,9	44,5	44,4	44,8	43,9	42,1	38,9	34,1
Lr,5	46,5	54,7	59,5	47,7	53,4	52,9	45,3	63,9	63,0	60,7	54,9	55,8	52,4	48,9	46,5	45,6	44,4	45,3	45,2	43,6	42,3	39,8	34,4
Lr,6	50,0	55,0	59,4	49,1	52,7	52,4	45,1	64,5	60,7	58,4	55,9	56,3	52,2	47,8	47,3	46,2	44,4	45,6	45,7	43,7	42,6	39,2	34,7
Nivel inmisión Lr (dB)	49,5	55,3	60,0	49,1	53,0	52,1	45,5	64,1	62,5	58,6	56,1	55,7	53,1	48,4	46,6	45,7	44,3	44,6	44,8	43,6	41,8	38,5	33,7
Fondo1	29,1	27,0	14,7	10,7	11,3	11,7	11,8	12,0	16,0	16,5	14,5	14,3	16,3	17,1	17,0	17,9	18,2	19,7	22,4	21,3	20,2	20,7	21,0
Fondo2	29,7	28,3	18,0	13,8	11,4	11,4	12,3	15,1	15,2	17,3	15,1	15,4	16,3	16,5	17,4	17,4	18,2	19,4	23,0	21,5	20,6	20,9	20,8
Fondo3	30,6	28,0	15,4	14,8	12,4	12,1	12,8	13,5	16,3	16,0	14,8	15,4	16,0	16,5	16,8	18,1	18,6	19,7	22,8	21,4	20,6	20,8	21,2
Nivel ruido fondo (dB)	29,8	27,8	16,3	13,4	11,7	11,7	12,3	13,7	15,8	16,7	14,8	15,1	16,2	16,7	17,1	17,8	18,3	19,6	22,7	21,4	20,5	20,8	21,0
Lr' (Lr corregido) (dB)	49,5	55,3	60,0	49,1	53,0	52,1	45,5	64,1	62,5	58,6	56,1	55,7	53,1	48,4	46,6	45,7	44,3	44,6	44,8	43,6	41,8	38,5	33,5
D=Le-Lr'	19,2	10,3	1,6	12,5	27,5	24,1	32,2	29,7	29,4	35,7	39,8	38,4	39,4	42,2	43,6	40,7	41,3	42,8	40,6	42,0	43,9	45,2	48,3
D=Li-Lr' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	11,2	3,0	-5,9	5,4	19,9	17,0	26,7	22,6	23,1	29,2	33,6	31,6	32,8	36,7	37,6	33,8	34,0	35,5	32,9	34,6	36,1	37,1	40,4



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Lana roca+lamina densa
 TAMAÑO 30X30

S = 0,5 m2 Sv= 0,0829
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,4641

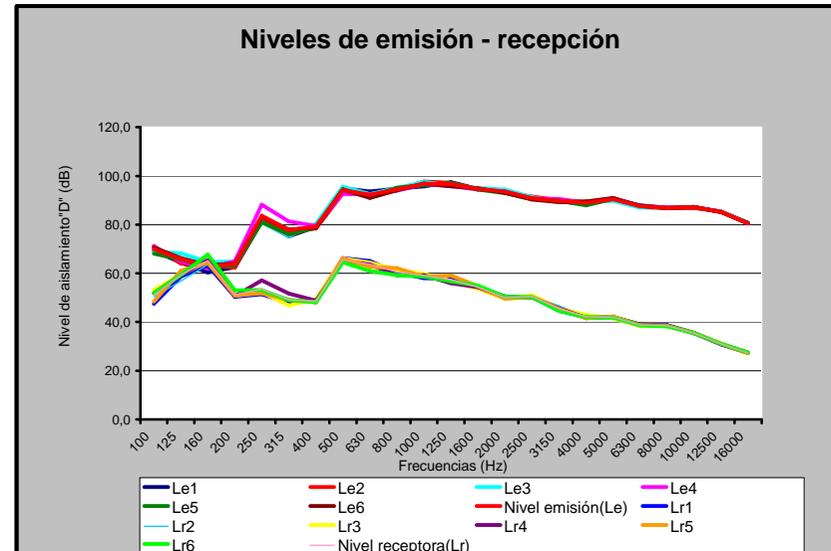
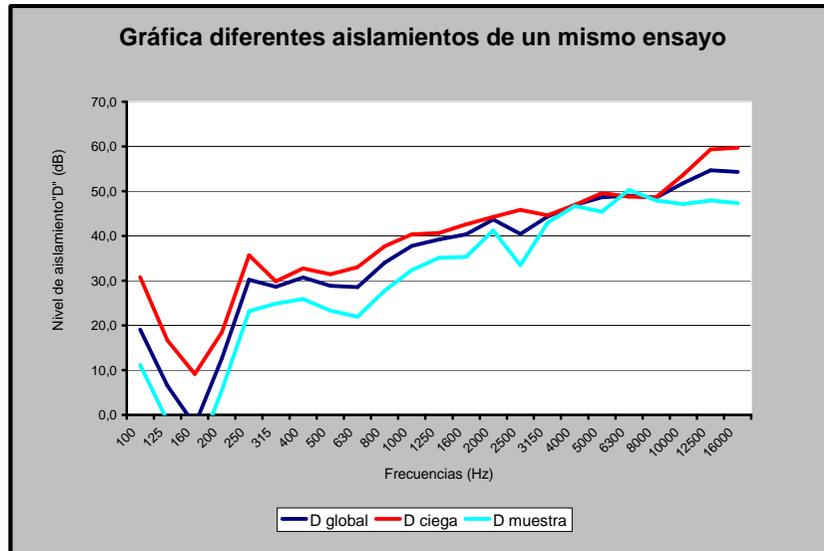
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	67,8	66,6	63,0	67,5	86,7	79,7	80,9	96,3	92,2	94,7	97,4	95,9	95,2	93,4	91,7	89,1	90,2	91,0	87,5	86,9	87,1	85,7	80,8
Le,2	67,1	68,1	65,3	62,1	78,6	74,6	78,4	93,9	91,1	94,7	97,7	96,9	94,4	92,9	91,2	89,3	88,4	91,3	88,3	86,9	87,1	85,3	80,6
Le,3	69,0	69,4	62,9	63,2	83,7	78,5	78,3	94,2	93,7	94,9	97,6	96,9	93,6	93,5	90,5	89,2	89,3	90,9	88,2	87,1	86,9	85,6	81,1
Le,4	70,2	67,7	63,7	62,8	81,7	76,7	79,5	94,9	92,1	95,5	97,6	95,6	95,9	93,5	90,7	89,5	89,1	91,4	88,3	87,3	87,3	85,9	80,5
Le,5	70,2	64,8	61,6	63,6	81,6	75,6	77,9	93,0	91,6	94,6	97,7	96,7	95,2	92,7	90,4	88,9	89,5	91,3	87,9	87,4	87,2	85,3	80,8
Le,6	73,1	67,1	63,4	63,9	78,2	75,9	81,2	97,9	91,3	94,1	98,8	95,6	94,4	93,9	90,3	89,2	89,1	90,4	88,4	87,1	87,1	85,1	80,7
Nivel emisión Le (dB)	70,1	67,5	63,5	64,2	82,8	77,2	79,6	95,4	92,1	94,8	97,8	96,3	94,9	93,3	90,8	89,2	89,3	91,1	88,1	87,1	87,1	85,5	80,8
Lr,1	48,2	56,6	62,5	50,0	55,5	49,1	48,4	65,0	60,9	58,7	58,0	57,7	53,6	50,0	49,9	44,9	42,7	42,1	37,9	38,7	37,0	30,3	25,3
Lr,2	54,0	58,9	63,2	49,1	48,9	47,3	46,0	63,8	61,1	58,0	58,3	56,8	52,6	50,5	50,1	44,3	41,5	41,8	38,3	39,1	36,6	29,9	25,6
Lr,3	52,7	61,5	61,8	48,1	52,9	49,1	46,4	66,3	65,4	59,1	59,5	58,1	52,4	49,5	50,0	44,4	42,1	41,8	38,1	39,5	36,4	30,2	25,5
Lr,4	54,7	57,9	62,9	49,7	51,1	48,9	47,4	65,3	62,5	59,9	58,6	56,5	53,2	49,2	50,2	44,2	41,7	42,3	38,2	39,6	36,8	30,3	25,4
Lr,5	50,7	57,2	61,8	48,6	50,3	47,5	45,8	62,9	61,7	59,3	58,2	56,7	54,8	49,2	49,2	44,3	42,4	41,7	38,2	39,8	37,0	30,3	25,5
Lr,6	52,4	57,8	62,6	49,2	48,9	47,3	48,4	66,2	60,9	58,0	59,7	57,5	54,2	49,9	50,3	44,1	41,9	41,2	38,0	39,3	36,5	30,1	25,4
Nivel inmisión Lr (dB)	52,6	58,6	62,5	49,1	52,0	48,3	47,2	65,1	62,4	58,9	58,8	57,3	53,5	49,7	49,9	44,4	42,1	41,8	38,1	39,3	36,7	30,2	25,4
Fondo1	19,0	27,9	14,1	12,7	10,6	11,6	13,3	14,4	16,4	15,0	14,8	15,4	16,0	16,5	17,5	17,7	18,5	19,2	22,2	21,5	20,2	20,6	20,9
Fondo2	20,5	29,1	13,1	12,9	10,4	12,8	14,3	14,7	17,5	14,5	15,0	15,3	15,5	15,9	17,0	18,0	17,6	19,0	22,7	21,8	20,2	20,4	20,8
Fondo3	19,8	27,5	15,1	11,5	10,2	13,8	14,5	15,0	16,3	14,8	15,7	15,2	15,7	15,7	17,4	17,7	18,0	19,2	23,3	21,6	20,1	20,6	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	19,8	28,2	14,2	12,4	10,4	12,8	14,1	14,7	16,7	14,8	15,2	15,3	15,8	16,1	17,3	17,8	18,0	19,2	22,7	21,6	20,2	20,5	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	52,6	58,6	62,5	49,1	52,0	48,3	47,2	65,1	62,4	58,9	58,8	57,3	53,5	49,7	49,9	44,4	42,1	41,8	38,0	39,3	36,6	29,7	23,6
D=Le-Lr'	17,5	8,9	1,0	15,1	30,8	28,9	32,3	30,3	29,7	35,9	39,0	39,0	41,3	43,6	40,9	44,8	47,2	49,3	50,1	47,9	50,5	55,8	57,1
Tiempo reverberación (s)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,7	9,1	18,5	35,7	29,8	32,7	31,4	33,0	37,7	40,3	40,6	42,6	44,3	45,8	44,6	46,9	49,6	48,8	48,6	53,7	59,3	59,7
D=muestra	9,5	1,3	-6,6	9,0	24,0	25,9	30,6	26,7	23,7	31,3	35,2	34,7	37,5	41,0	34,1	46,3	49,8	47,8	#NUM!	45,0	44,6	49,6	51,7



FECHA 10/03/210
 MATERIAL lana roca+ld+alu
 TAMAÑO 30X30

S =	0,5	m2	Sv=	0,0829
V =	0,49	m3	Sc+Sv=	0,547
			Sc=	0,4641

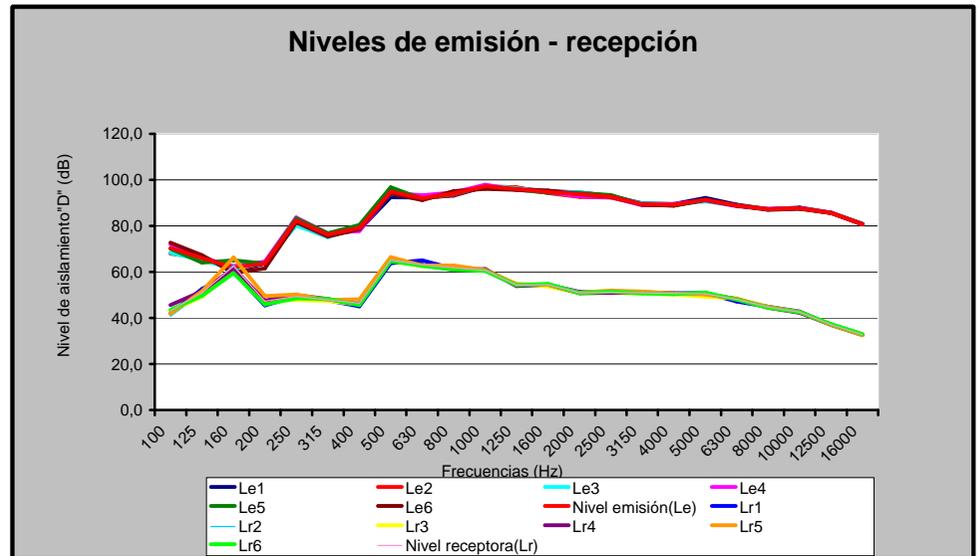
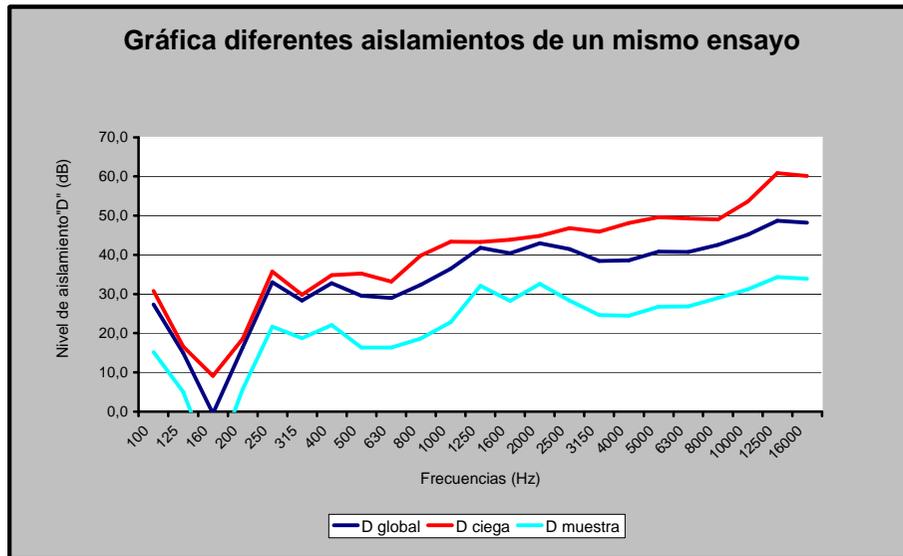
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	69,2	64,4	60,5	62,5	81,1	75,3	79,0	95,0	93,5	94,8	95,7	97,4	94,6	93,7	90,7	89,5	88,6	90,4	87,9	86,9	87,0	85,3	80,7
Le,2	71,3	63,9	63,0	62,4	81,6	77,1	78,4	92,9	92,3	94,1	97,7	97,2	94,6	93,3	91,5	90,0	89,4	90,1	87,2	86,7	86,9	85,4	80,5
Le,3	68,8	68,2	64,6	64,8	80,9	75,4	80,4	95,6	92,5	95,1	97,5	95,9	95,1	94,4	91,2	89,2	89,4	89,8	86,9	87,0	87,2	85,3	80,3
Le,4	71,0	64,9	61,8	65,0	88,1	81,3	79,4	92,7	92,3	93,9	96,6	95,8	94,3	93,6	90,6	90,5	88,9	90,6	87,8	87,0	87,2	85,2	80,4
Le,5	68,1	65,6	62,6	63,2	81,1	75,9	78,8	94,5	91,4	95,2	96,3	97,0	94,3	92,9	90,5	89,8	87,9	90,5	87,7	86,7	87,3	85,1	80,6
Le,6	70,6	66,2	63,3	64,0	83,2	77,9	78,7	94,4	90,9	94,1	96,8	95,7	94,9	93,1	90,3	89,2	89,5	90,9	87,6	86,9	87,2	85,1	80,5
Nivel emisión Le (dB)	70,0	65,8	62,8	63,8	83,6	77,8	79,2	94,3	92,2	94,6	96,8	96,6	94,7	93,5	90,8	89,7	89,0	90,4	87,6	86,8	87,1	85,2	80,5
Lr,1	47,4	58,6	63,3	50,3	51,4	47,8	48,6	66,3	65,0	60,2	58,1	57,8	54,4	50,5	50,2	44,7	41,9	42,0	39,0	38,7	35,5	31,0	27,3
Lr,2	50,3	56,8	63,6	50,7	52,0	48,8	47,6	64,3	64,4	60,2	59,8	57,4	53,5	49,6	50,8	46,7	42,5	41,4	38,5	38,3	35,4	31,0	27,1
Lr,3	53,1	59,5	64,8	50,8	52,2	46,7	49,3	66,1	64,4	61,5	59,7	56,8	53,6	49,5	51,0	45,4	42,9	41,4	38,3	38,4	35,4	31,2	26,9
Lr,4	51,8	59,4	65,5	50,6	57,1	51,7	48,7	65,2	63,6	59,2	59,2	56,0	54,3	49,9	50,1	45,6	41,7	42,1	38,9	38,5	35,4	30,8	27,3
Lr,5	48,4	61,0	64,4	50,9	51,8	49,1	48,2	66,1	62,7	62,2	58,6	59,0	54,7	49,6	50,2	45,3	41,4	42,2	38,7	38,4	35,5	31,1	27,4
Lr,6	51,8	59,4	67,7	53,0	53,1	49,0	48,1	64,5	60,9	59,2	58,6	56,6	55,0	50,3	50,3	44,5	42,0	41,7	38,6	38,2	35,5	31,0	27,5
Nivel inmisión Lr (dB)	50,9	59,3	65,1	51,1	53,5	49,1	48,4	65,5	63,7	60,6	59,0	57,4	54,3	49,9	50,4	45,4	42,1	41,8	38,7	38,4	35,5	31,0	27,3
Fondo1	21,5	26,6	13,9	10,8	11,0	12,0	13,8	14,7	16,6	15,3	15,2	15,4	16,8	16,3	16,4	17,6	18,3	19,5	22,2	21,6	20,3	20,7	21,0
Fondo2	21,4	23,5	16,9	10,9	10,0	11,7	13,3	13,3	17,0	14,2	15,1	15,9	15,6	16,6	16,9	17,2	18,5	19,1	22,7	21,8	20,3	20,5	20,7
Fondo3	19,1	24,9	15,0	11,8	11,6	11,7	10,8	14,1	16,2	15,5	16,1	15,1	15,7	16,4	16,9	17,6	18,1	19,5	22,8	21,9	19,9	20,5	20,5
Nivel ruido fondo (dB)	20,8	25,2	15,5	11,2	10,9	11,8	12,8	14,1	16,6	15,0	15,5	15,5	16,1	16,4	16,8	17,4	18,3	19,4	22,6	21,8	20,2	20,6	20,7
Lr' (Lr corregido) (dB)	50,9	59,3	65,1	51,1	53,5	49,1	48,4	65,5	63,7	60,6	59,0	57,4	54,3	49,9	50,4	45,4	42,1	41,8	38,6	38,3	35,3	30,6	26,2
D=Le-Lr'	19,1	6,5	-2,3	12,6	30,2	28,6	30,7	28,8	28,6	34,0	37,8	39,2	40,4	43,6	40,4	44,3	46,9	48,6	49,0	48,5	51,8	54,6	54,3
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,7	9,1	18,5	35,7	29,8	32,7	31,4	33,0	37,7	40,3	40,6	42,6	44,3	45,8	44,6	46,9	49,6	48,8	48,6	53,7	59,3	59,7
D=muestra	11,1	-1,3	-10,2	5,5	23,2	24,9	25,9	23,3	21,9	27,8	32,4	35,1	35,3	41,2	33,4	43,0	46,7	45,4	50,3	47,9	47,1	47,9	47,3



FECHA 10/03/210
 MATERIAL TECSOUND 35 Texsa
 TAMAÑO 15x15
 DENSIDAD 2,078 gr/cm3

S =	0,5	m2	Sv=	0,019
V =	0,49	m3	Sc+Sv=	0,547
			Sc=	0,528

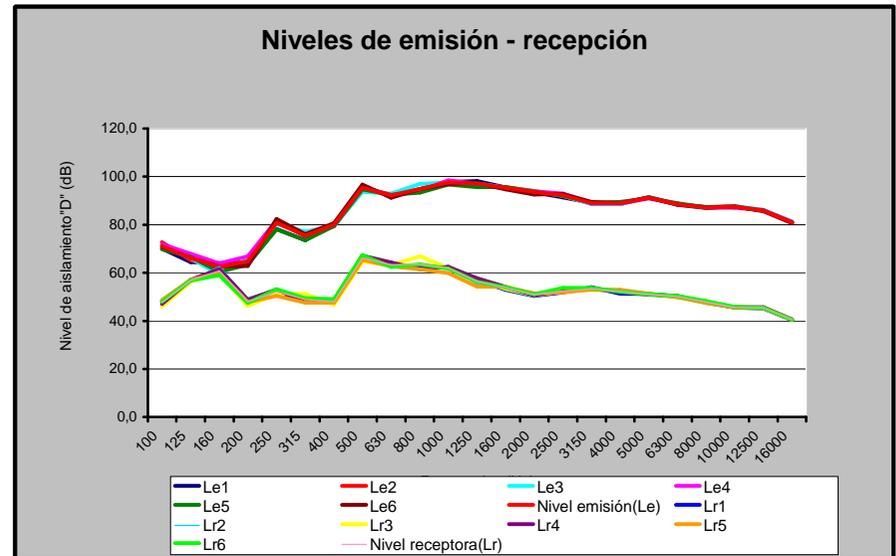
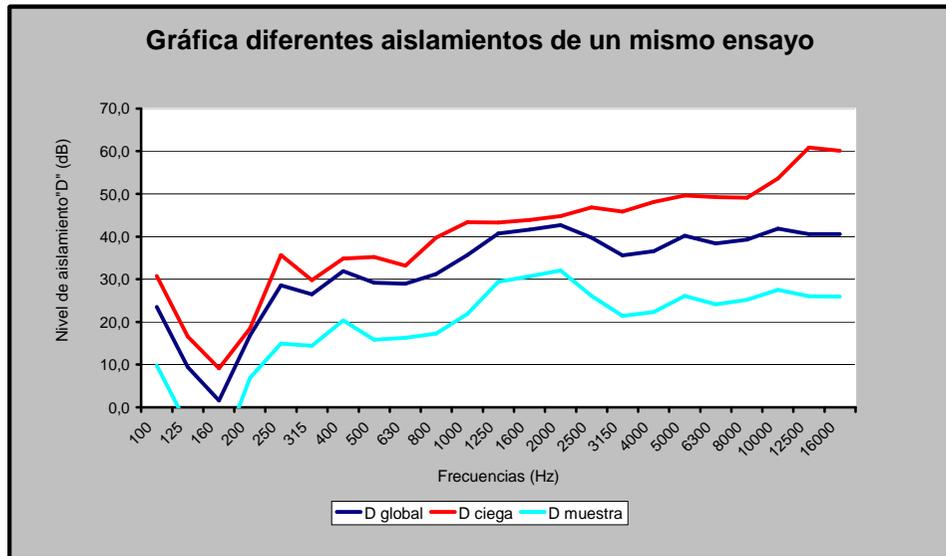
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	68,2	66,8	60,4	63,7	82,2	75,9	78,3	92,5	92,4	93,1	97,2	96,4	95,1	94,6	93,0	89,8	89,6	92,2	89,3	87,3	87,9	85,8	80,9
Le,2	68,0	66,0	61,1	64,0	82,8	76,6	79,7	95,5	91,9	93,5	97,2	96,8	94,3	92,6	92,3	89,3	89,1	91,4	89,0	87,3	87,7	85,7	80,6
Le,3	68,2	65,2	61,3	64,2	80,1	75,2	79,3	94,2	91,7	94,2	97,6	96,4	94,7	94,5	92,6	89,6	89,4	90,6	88,7	87,0	87,5	85,7	80,8
Le,4	72,1	66,2	62,6	64,5	83,6	76,8	77,8	94,4	93,3	94,6	98,0	95,7	94,5	92,8	92,5	89,0	89,5	91,1	88,5	87,4	87,7	85,8	80,6
Le,5	70,1	64,1	65,0	63,7	83,3	76,8	80,4	96,8	91,7	94,1	97,0	95,8	94,4	94,4	93,5	89,3	88,9	91,1	88,8	87,3	87,5	85,7	80,7
Le,6	72,8	67,3	59,7	61,5	81,6	75,4	78,6	94,2	91,1	95,1	96,1	95,7	95,4	93,7	92,6	89,3	88,8	91,4	88,7	87,0	87,4	85,6	80,8
Nivel emisión Le (dB)	70,4	66,0	62,1	63,7	82,4	76,2	79,1	94,8	92,1	94,1	97,2	96,2	94,8	93,9	92,8	89,4	89,2	91,3	88,8	87,2	87,6	85,7	80,7
Lr,1	42,0	52,6	60,0	45,5	49,4	47,8	45,0	63,8	65,0	61,5	60,7	54,2	54,4	51,4	50,9	51,0	50,7	50,9	47,2	44,9	42,8	37,0	32,6
Lr,2	40,8	50,9	63,0	46,6	49,7	47,7	47,0	65,6	61,9	61,7	60,0	54,5	54,4	50,6	51,2	50,6	51,0	50,8	48,2	44,9	42,4	37,3	32,9
Lr,3	43,1	49,2	60,5	47,5	47,9	47,4	45,9	65,2	62,4	62,4	60,9	54,8	53,7	50,8	50,9	50,6	50,3	49,3	48,6	44,4	42,3	36,9	32,9
Lr,4	45,6	51,6	61,5	47,6	50,0	48,3	45,8	65,1	63,1	61,0	61,3	53,9	54,5	50,8	50,9	51,3	50,9	50,6	48,2	44,6	42,2	37,2	32,7
Lr,5	41,8	51,7	66,3	49,6	50,3	47,9	48,2	66,5	62,9	62,9	60,9	54,6	54,4	51,1	52,0	51,5	50,7	50,2	48,3	44,9	42,7	37,1	32,4
Lr,6	43,4	49,8	59,5	46,0	48,6	48,3	45,6	64,7	62,7	61,0	60,4	54,3	54,8	50,8	51,6	50,6	50,4	51,1	48,0	44,5	42,5	37,4	33,0
Nivel inmisión Lr (dB)	43,1	51,1	62,5	47,3	49,4	47,9	46,4	65,2	63,1	61,8	60,7	54,4	54,4	50,9	51,3	51,0	50,7	50,5	48,1	44,7	42,5	37,1	32,8
Fondo1	21,5	26,6	15,7	12,6	10,9	11,5	13,3	15,0	15,5	15,9	14,3	14,6	15,7	16,5	17,7	17,5	18,1	18,9	22,8	21,6	20,3	20,8	20,8
Fondo2	19,2	28,8	14,5	11,1	12,5	12,1	14,7	15,5	17,4	13,9	15,1	16,5	15,6	16,2	16,9	17,4	18,3	19,4	22,6	21,5	20,5	20,5	20,8
Fondo3	19,4	28,6	14,6	12,0	12,1	11,7	13,9	14,4	15,9	14,7	14,2	15,2	15,3	16,4	17,2	17,5	18,1	19,4	22,7	21,5	20,2	20,4	20,9
Nivel ruido fondo (dB)	20,2	28,1	14,9	11,9	11,9	11,7	14,0	15,0	16,4	14,9	14,6	15,5	15,6	16,4	17,3	17,4	18,2	19,2	22,7	21,5	20,3	20,6	20,8
Lr' (Lr corregido) (dB)	43,0	51,1	62,5	47,3	49,4	47,9	46,4	65,2	63,1	61,8	60,7	54,4	54,4	50,9	51,3	51,0	50,7	50,5	48,1	44,7	42,5	37,0	32,5
D=Le-Lr'	27,3	14,9	-0,5	16,4	33,0	28,3	32,7	29,6	28,9	32,3	36,5	41,8	40,4	42,9	41,5	38,4	38,6	40,8	40,8	42,5	45,1	48,7	48,2
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1	
D=muestra	15,2	5,0	-14,6	5,7	21,6	18,7	22,1	16,3	16,3	18,6	22,9	32,1	28,2	32,6	28,3	24,6	24,4	26,8	26,8	28,9	31,2	34,3	33,9



FECHA 10/03/210
 MATERIAL TECSOUND 50 (TEXSA)
 TAMAÑO 15X15
 DENSIDAD 2,08 gr/cm3

S = 0,5 m2 Sv= 0,019
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,528

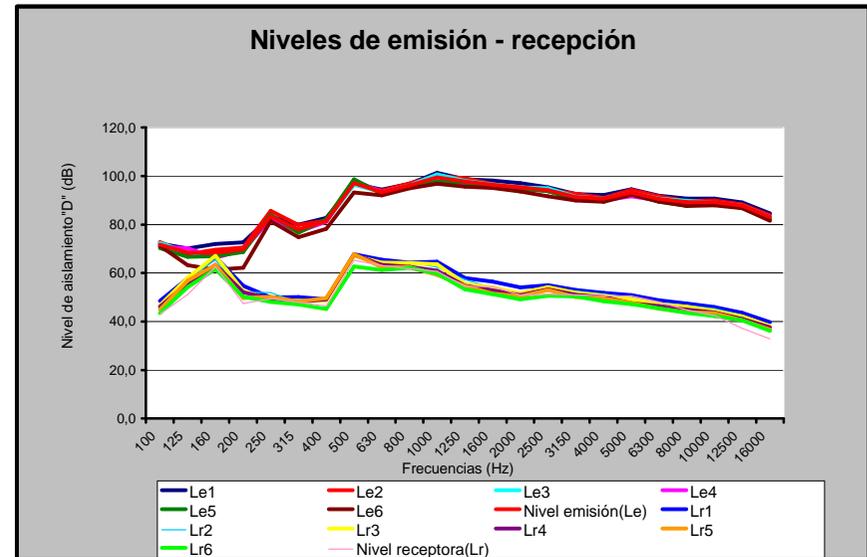
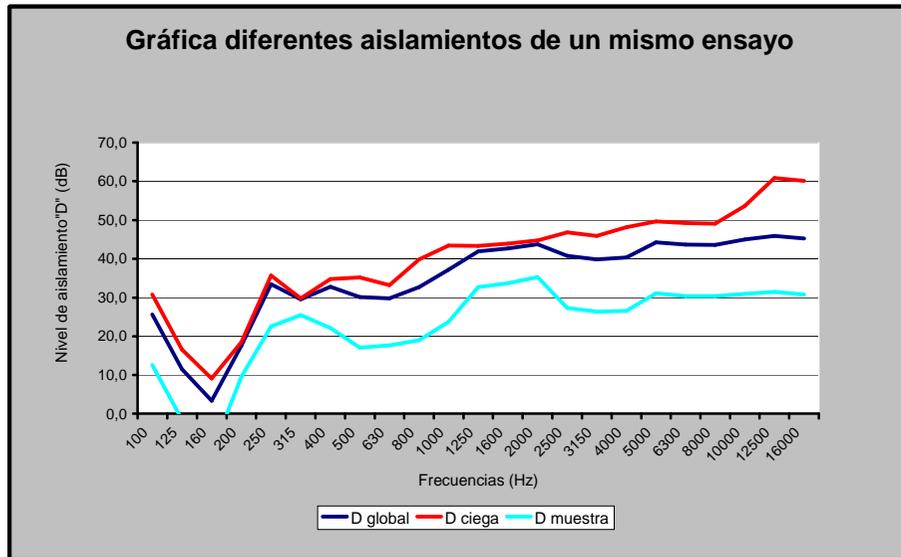
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	70,1	64,4	64,1	64,3	78,3	73,6	80,2	95,1	92,5	93,8	97,8	98,1	95,5	93,5	91,3	89,0	88,5	91,5	88,5	87,3	87,4	86,1	80,9
Le,2	72,7	65,2	62,4	64,0	82,0	75,3	79,5	95,3	92,3	94,9	98,2	96,5	95,6	94,1	92,0	88,6	88,7	91,4	88,4	87,3	87,7	85,9	81,0
Le,3	70,9	66,1	59,2	65,9	80,3	77,2	79,4	93,7	92,9	97,0	97,6	97,2	95,4	93,9	92,0	88,6	88,5	91,4	88,3	86,8	87,7	86,1	81,3
Le,4	71,9	67,9	63,9	66,9	81,8	75,7	80,2	95,8	92,3	94,2	98,5	97,1	95,0	93,9	93,0	88,8	88,8	90,9	88,5	87,0	87,0	86,0	81,1
Le,5	69,8	66,6	60,4	63,4	78,1	73,5	79,4	94,8	92,4	93,3	96,7	95,7	95,7	93,8	92,1	89,2	89,5	91,0	89,0	87,2	87,4	85,9	80,9
Le,6	70,8	66,2	62,7	62,8	82,4	76,0	80,6	96,8	91,3	94,9	96,9	97,4	94,7	92,5	92,9	89,4	89,0	91,3	88,3	87,0	87,5	85,6	80,7
Nivel emisión Le (dB)	71,2	66,2	62,4	64,8	80,8	75,4	79,9	95,3	92,3	94,8	97,7	97,1	95,3	93,7	92,2	89,0	88,9	91,3	88,5	87,1	87,5	85,9	81,0
Lr,1	48,2	56,7	61,4	47,1	51,0	48,3	47,8	65,4	63,8	62,2	62,4	56,8	53,0	50,5	51,9	54,0	51,4	51,2	50,3	47,7	45,5	45,1	40,4
Lr,2	47,5	56,8	62,6	49,6	53,2	48,1	48,0	66,1	63,3	63,5	62,7	55,3	53,6	51,2	52,1	52,8	52,4	50,9	49,7	47,9	45,4	45,2	40,6
Lr,3	46,0	56,3	59,8	46,3	51,3	51,2	46,7	64,7	63,2	66,8	62,0	56,8	53,4	50,7	52,2	53,0	52,4	51,1	49,9	47,7	45,7	45,3	40,5
Lr,4	47,1	57,1	61,6	48,7	53,1	47,8	48,5	67,1	64,4	61,6	62,4	57,8	54,1	50,7	52,8	53,4	52,1	51,0	50,4	47,6	45,6	45,7	40,6
Lr,5	48,7	57,1	60,0	47,8	50,4	47,6	47,5	65,4	62,7	61,6	59,9	54,3	54,0	51,5	51,9	53,2	53,0	51,4	49,9	47,5	45,5	45,4	40,5
Lr,6	48,0	56,8	58,9	47,5	53,3	49,5	49,0	67,4	62,4	63,5	61,8	56,3	54,0	51,1	53,7	53,7	52,2	51,1	50,3	48,3	45,8	45,5	40,5
Nivel inmisión Lr (dB)	47,7	56,8	60,9	48,0	52,2	48,9	48,0	66,1	63,4	63,6	62,0	56,3	53,7	51,0	52,5	53,4	52,3	51,1	50,1	47,8	45,6	45,4	40,5
Fondo1	22,0	29,9	15,4	12,3	10,5	11,8	14,1	14,0	16,4	16,1	15,8	15,8	16,1	16,3	16,8	17,6	18,0	19,1	22,7	21,9	20,2	20,4	21,0
Fondo2	19,8	28,5	14,6	13,0	9,5	11,0	12,4	13,5	15,8	14,9	16,1	15,3	16,2	17,1	16,8	16,9	17,8	19,4	22,5	21,9	20,4	20,8	20,8
Fondo3	22,6	26,5	12,9	12,4	11,6	12,1	10,2	13,1	15,3	15,1	15,9	15,6	16,1	16,4	17,2	17,8	18,2	19,0	22,0	21,9	20,4	20,5	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	21,6	28,5	14,4	12,6	10,6	11,6	12,5	13,5	15,8	15,4	15,9	15,5	16,1	16,6	16,9	17,4	18,0	19,2	22,4	21,9	20,3	20,6	20,9
Lr' (Lr corregido) (dB)	47,6	56,8	60,9	48,0	52,2	48,9	48,0	66,1	63,4	63,6	62,0	56,3	53,7	50,9	52,5	53,4	52,3	51,1	50,1	47,8	45,6	45,4	40,5
D=Le-Lr'	23,5	9,4	1,6	16,8	28,6	26,4	31,9	29,2	28,9	31,2	35,7	40,7	41,6	42,7	39,8	35,6	36,6	40,2	38,4	39,3	41,9	40,6	40,5
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	9,8	-4,3	-12,2	6,9	14,9	14,4	20,3	15,8	16,3	17,2	21,9	29,4	30,7	32,0	26,1	21,4	22,3	26,1	24,2	25,2	27,6	26,0	26,0



FECHA 10/03/210
 MATERIAL TECSOUND 75 TEXSA
 TAMAÑO 15x15
 DENSIDAD 2,062 gr/cm3

S = 0,5	m2	Sv= 0,019
V = 0,49	m3	Sc+Sv= 0,547
		Sc= 0,528

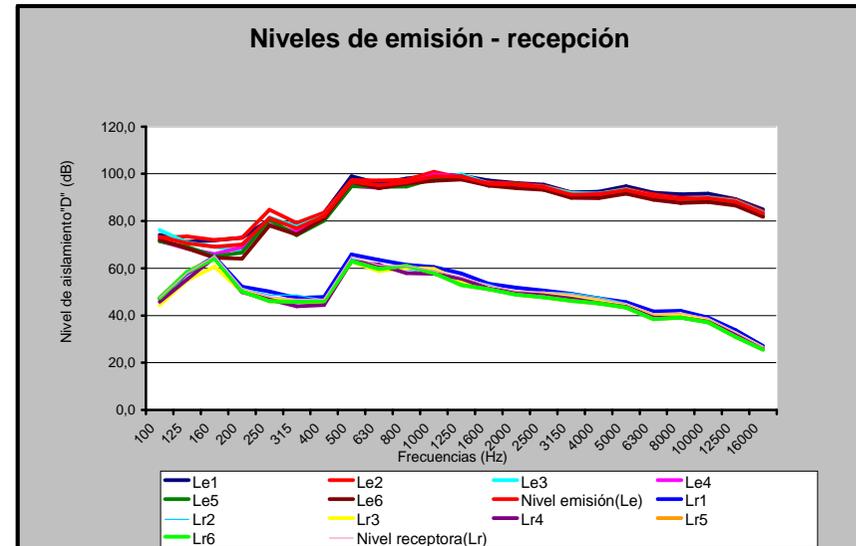
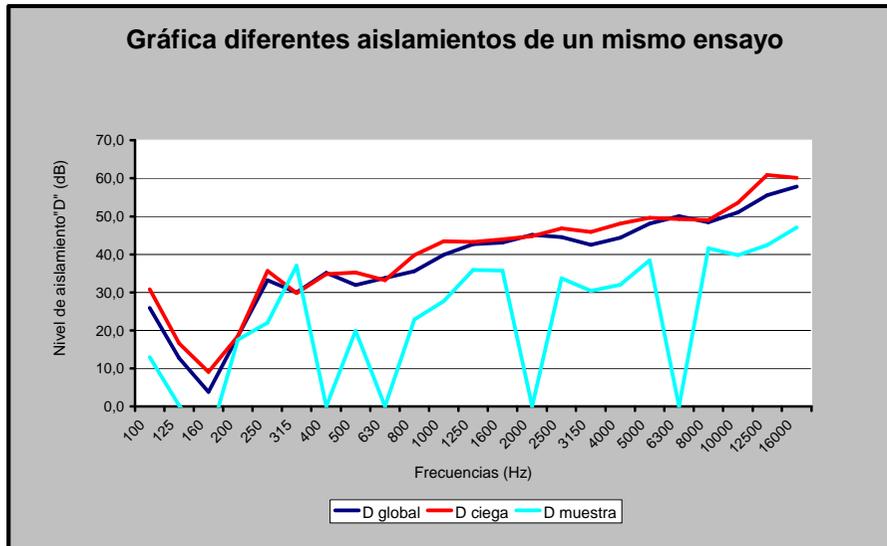
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	72,1	70,2	72,0	72,6	83,3	80,0	82,8	96,8	94,5	96,8	101,4	98,7	98,1	97,0	95,4	92,6	92,2	94,6	91,9	90,7	90,7	89,1	84,6
Le,2	72,9	67,8	69,6	70,5	85,7	79,8	81,7	96,8	94,1	96,9	100,2	99,1	96,7	95,4	94,4	92,7	91,0	94,2	91,6	89,7	89,9	88,3	83,8
Le,3	72,4	68,7	66,9	69,8	82,0	77,2	81,3	96,4	93,4	96,1	100,7	97,9	96,5	95,4	95,0	91,5	90,7	93,1	90,7	89,7	89,1	87,8	83,2
Le,4	70,8	70,3	66,3	69,5	82,3	77,0	81,2	98,2	93,5	95,7	97,8	97,0	96,1	95,2	93,8	90,9	90,0	91,7	89,9	88,6	88,7	87,3	82,5
Le,5	70,3	66,7	66,9	68,7	84,1	76,6	82,3	98,7	92,8	96,1	97,6	97,4	95,2	94,7	93,8	90,1	90,7	92,5	89,4	87,8	88,6	86,9	82,0
Le,6	71,2	63,2	61,3	62,1	81,4	74,8	78,2	93,3	92,0	94,9	96,7	95,6	95,1	93,6	91,7	89,8	89,4	92,3	89,5	87,7	87,9	86,7	81,6
Nivel emisión Le (dB)	71,7	68,4	68,3	69,8	83,4	77,9	81,5	97,0	93,4	96,2	99,4	97,8	96,4	95,3	94,2	91,4	90,8	93,2	90,6	89,2	89,3	87,8	83,1
Lr,1	48,5	57,7	66,6	54,7	50,0	50,1	49,2	67,7	65,5	64,3	64,6	57,9	56,5	54,1	54,9	53,0	51,7	50,9	48,7	47,4	45,9	43,5	39,7
Lr,2	45,3	57,6	65,3	52,0	52,0	47,8	49,2	66,7	63,9	64,4	62,5	57,2	53,9	51,9	53,6	52,7	51,2	50,0	47,9	46,6	45,3	42,7	38,6
Lr,3	46,5	58,1	67,1	52,6	48,8	48,5	48,6	67,0	64,3	64,1	63,7	55,5	54,1	51,7	54,1	51,8	50,7	49,2	47,1	46,0	44,4	42,1	38,2
Lr,4	46,1	55,8	63,3	52,1	49,5	48,1	49,2	67,6	63,4	62,6	60,9	54,7	52,9	50,9	53,3	51,0	50,1	47,5	46,4	44,9	43,6	41,0	37,5
Lr,5	44,9	56,8	63,4	49,7	50,2	48,3	49,6	67,7	62,4	62,5	59,2	54,6	51,6	50,3	53,0	50,1	49,6	47,6	45,3	43,8	43,4	40,6	36,7
Lr,6	43,4	54,1	61,6	50,3	48,1	46,9	45,1	62,8	61,3	62,2	59,8	53,3	51,3	49,1	50,6	50,3	48,4	47,2	45,4	43,6	42,2	40,6	36,1
Nivel inmisión Lr (dB)	46,1	56,9	65,0	52,2	49,9	48,4	48,7	66,9	63,7	63,4	62,2	55,8	53,7	51,6	53,4	51,6	50,4	49,0	47,0	45,6	44,3	41,9	37,9
Fondo1	20,6	30,9	15,5	12,1	11,6	12,3	12,4	13,6	13,3	14,2	16,4	15,2	16,1	16,8	17,4	18,4	18,2	19,6	22,7	21,9	20,4	20,6	21,3
Fondo2	21,2	30,0	15,3	11,0	9,9	10,9	14,0	14,6	15,5	14,9	15,5	15,9	15,8	16,2	16,5	17,5	18,3	19,0	22,2	21,8	20,1	20,4	20,6
Fondo3	21,4	31,5	15,1	12,6	11,2	12,5	12,8	14,0	14,9	16,1	16,8	15,9	16,1	16,2	17,3	17,3	18,2	19,1	22,8	21,9	20,1	20,4	20,8
Nivel ruido fondo (dB)	21,1	30,8	15,3	11,9	10,9	11,9	13,1	14,1	14,7	15,1	16,2	15,7	16,0	16,4	17,1	17,7	18,2	19,3	22,6	21,9	20,2	20,5	20,9
Lr' (Lr corregido) (dB)	46,1	56,9	65,0	52,2	49,9	48,4	48,7	66,9	63,7	63,4	62,2	55,8	53,7	51,6	53,4	51,6	50,4	49,0	47,0	45,6	44,3	41,9	37,9
D=Le-Lr'	25,6	11,5	3,3	17,6	33,4	29,6	32,8	30,1	29,8	32,7	37,2	41,9	42,7	43,7	40,7	39,8	40,4	44,3	43,7	43,6	45,0	45,9	45,2
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	12,5	-1,6	-10,0	9,5	22,6	25,5	22,2	17,1	17,7	19,0	23,8	32,7	33,7	35,2	27,3	26,4	26,5	31,1	30,4	30,4	31,0	31,4	30,8



FECHA 10/03/210
 MATERIAL TECSOUND 100 S (ADHESIVA)
 TAMAÑO 15x15
 DENSIDAD 2,077 gr/cm3

S =	0,5	m2	Sv=	0,019
V =	0,49	m3	Sc+Sv=	0,547
			Sc=	0,528

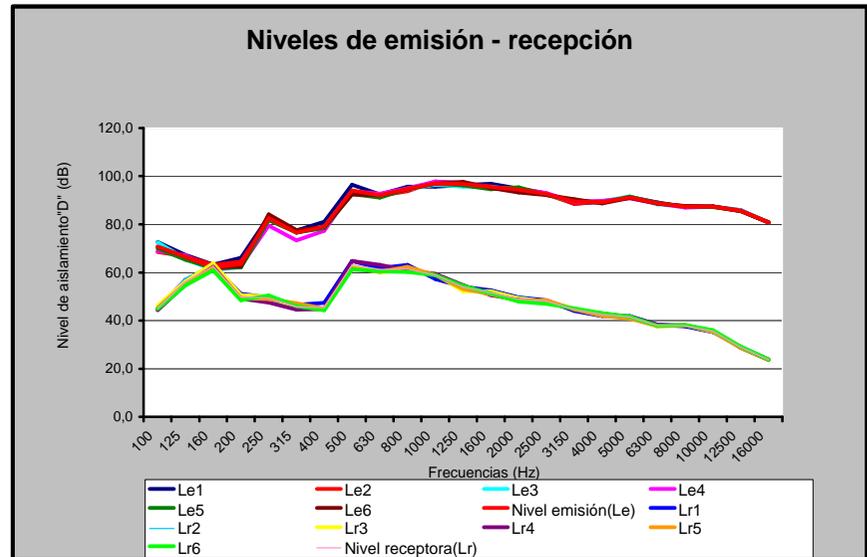
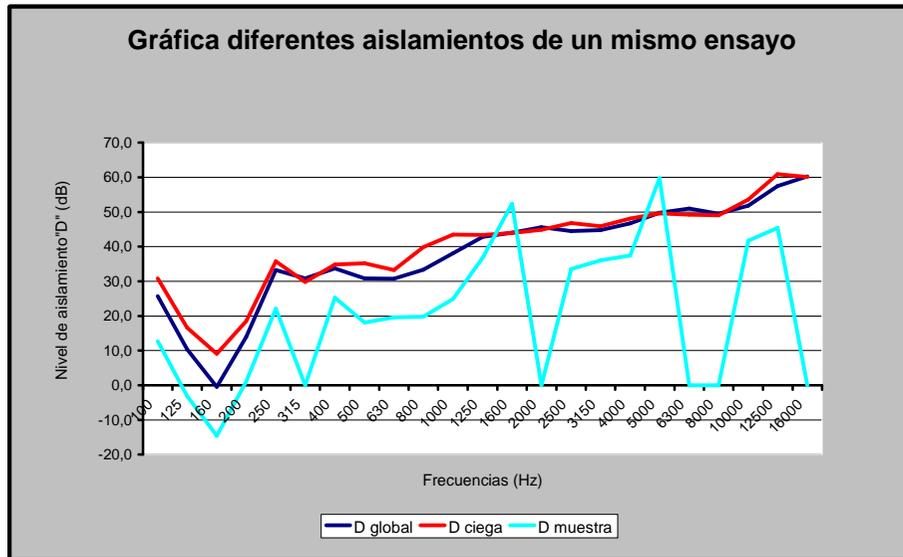
Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	74,2	71,2	71,9	72,8	80,5	77,9	83,4	98,9	96,0	98,0	99,3	99,2	97,3	96,1	95,5	92,2	92,4	94,8	92,0	91,3	91,5	89,3	84,9
Le,2	72,9	73,5	72,0	73,0	84,8	79,2	83,6	97,3	97,3	97,5	100,8	98,3	96,4	96,0	94,9	92,0	91,6	93,7	91,4	89,9	90,1	89,0	84,1
Le,3	76,2	70,9	69,1	67,6	81,6	77,6	82,1	96,6	94,0	95,8	97,9	99,8	95,8	95,1	94,5	91,8	91,5	93,4	90,5	89,2	90,0	88,5	83,5
Le,4	71,6	68,3	66,0	69,0	78,3	75,4	80,5	94,9	94,1	95,8	99,7	99,1	95,4	95,1	94,4	90,7	91,5	92,6	90,5	88,8	89,2	87,9	82,8
Le,5	71,5	69,1	65,0	66,7	80,5	74,0	80,2	94,7	94,5	94,7	98,0	99,0	95,0	95,7	93,4	90,2	90,3	91,7	89,5	87,9	88,9	87,3	82,1
Le,6	72,0	68,5	64,5	64,1	78,2	74,3	81,2	96,5	94,0	95,9	97,1	97,6	95,1	93,9	93,3	89,9	89,7	91,6	89,0	87,7	88,1	86,6	81,8
Nivel emisión Le (dB)	73,4	70,7	69,1	70,0	81,2	76,8	82,0	96,7	95,2	96,4	99,0	98,9	95,9	95,4	94,4	91,2	91,3	93,1	90,6	89,3	89,8	88,2	83,4
Lr,1	50,0	61,5	68,6	53,8	48,4	47,8	49,2	67,8	62,6	63,2	60,5	58,5	54,9	51,7	51,8	50,6	48,4	46,9	42,1	42,9	41,0	34,3	28,2
Lr,2	47,2	57,9	64,8	52,3	50,1	47,5	47,9	65,8	63,5	61,4	60,5	57,7	53,4	51,8	50,5	49,1	47,4	45,7	41,8	41,9	39,2	33,8	27,1
Lr,3	48,4	55,8	65,5	51,6	48,7	48,7	46,6	64,0	60,6	59,6	57,2	55,7	53,2	49,6	49,9	49,5	47,8	45,1	40,6	40,6	38,8	33,2	26,7
Lr,4	44,5	54,9	60,7	50,1	47,0	46,3	45,3	62,8	58,8	60,3	59,7	54,7	51,3	49,0	49,3	48,4	46,7	44,3	40,2	40,6	38,1	32,5	26,4
Lr,5	45,8	55,3	64,6	49,9	46,7	43,8	44,4	63,0	61,4	57,9	57,6	55,6	51,3	49,6	48,5	47,1	45,2	43,6	39,1	39,2	37,4	31,9	25,9
Lr,6	47,4	58,5	64,1	50,2	46,1	45,8	46,1	63,0	59,7	61,1	57,9	52,9	51,1	48,8	47,7	46,2	45,1	43,3	38,5	39,1	37,1	31,0	25,6
Nivel inmisión Lr (dB)	47,6	58,0	65,3	51,6	48,0	46,9	46,9	64,8	61,4	60,9	59,1	56,2	52,8	50,3	49,8	48,7	46,9	45,0	40,6	40,9	38,8	32,9	26,7
Fondo1	30,7	27,6	14,0	13,1	12,3	12,2	14,1	15,6	16,6	16,4	14,9	15,2	16,1	16,4	16,8	17,8	18,0	19,2	22,5	21,7	20,5	20,5	20,9
Fondo2	18,5	23,4	14,1	13,8	10,4	13,6	13,0	15,5	15,7	15,4	14,9	14,3	15,4	16,0	17,0	17,7	18,2	19,1	22,9	21,9	20,1	20,4	20,7
Fondo3	20,2	23,9	14,8	12,3	11,7	11,6	14,2	15,2	16,3	14,7	14,8	15,5	15,4	16,1	17,1	17,6	18,3	19,0	22,6	21,6	20,3	20,6	20,6
Nivel ruido fondo (dB)	26,6	25,4	14,3	13,1	11,5	12,5	13,8	15,4	16,2	15,5	14,9	15,0	15,6	16,1	17,0	17,7	18,2	19,1	22,6	21,7	20,3	20,5	20,7
Lr' (Lr corregido) (dB)	47,5	58,0	65,3	51,6	48,0	46,9	46,9	64,8	61,4	60,9	59,1	56,2	52,8	50,3	49,8	48,7	46,9	45,0	40,5	40,9	38,7	32,6	25,5
D=Le-Lr'	25,9	12,7	3,8	18,5	33,2	29,9	35,1	31,9	33,8	35,5	39,9	42,7	43,1	45,1	44,6	42,5	44,4	48,1	50,1	48,4	51,0	55,6	57,9
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	12,9	0,3	-9,3	17,5	22,0	37,0	#NUM!	19,9	#NUM!	22,9	27,7	35,9	35,7	#NUM!	33,7	30,4	32,0	38,5	#NUM!	41,6	39,8	42,4	47,1



FECHA 10/03/210
 MATERIAL Lana roca + lamina densa+al TEXSA
 TAMAÑO 15x15

S = 0,5 m² Sv= 0,019
 V = 0,49 m³ Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,528

Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	72,6	67,3	63,3	66,0	83,2	77,4	81,1	96,5	92,4	95,6	95,7	96,3	96,9	94,9	92,8	88,6	89,3	91,4	89,0	87,1	87,3	85,9	80,7
Le,2	68,4	66,7	63,2	64,4	81,9	76,6	78,7	93,8	91,9	93,8	97,8	96,8	95,8	93,5	92,5	88,6	89,3	91,4	88,8	87,3	87,2	85,6	80,8
Le,3	72,5	65,6	60,9	62,4	83,4	76,4	78,9	93,8	91,8	94,6	96,5	95,7	95,6	94,6	92,3	89,6	89,6	91,6	88,3	87,4	87,3	85,7	80,8
Le,4	68,9	67,1	61,1	62,8	79,4	73,3	77,3	93,8	92,6	95,0	97,8	97,3	95,2	94,9	93,0	89,3	89,7	90,8	88,6	87,0	87,3	85,5	80,8
Le,5	70,0	65,2	61,8	62,1	81,7	76,7	78,4	92,5	91,1	94,7	96,9	96,2	94,6	95,4	92,2	89,9	88,9	91,5	88,8	87,4	87,2	85,5	80,8
Le,6	70,6	66,5	61,9	62,6	84,2	77,6	79,0	92,5	92,1	94,6	96,9	97,7	95,1	93,3	92,2	90,4	88,7	90,9	88,5	87,6	87,4	85,5	80,8
Nivel emisión Le (dB)	70,8	66,5	62,1	63,6	82,5	76,5	79,1	94,0	92,0	94,8	97,0	96,7	95,6	94,5	92,5	89,4	89,3	91,3	88,7	87,3	87,3	85,6	80,8
Lr,1	44,7	56,8	62,8	51,1	49,6	46,5	47,3	64,7	61,8	63,1	57,2	54,1	52,6	49,6	48,4	44,0	41,9	41,9	38,3	37,5	35,2	29,1	23,8
Lr,2	45,0	57,5	63,6	49,4	48,8	44,5	45,2	62,8	60,9	60,2	59,4	54,4	51,4	49,9	48,4	45,0	42,9	41,5	37,9	37,4	35,7	28,9	23,6
Lr,3	46,2	56,2	63,9	50,6	50,1	45,0	44,7	62,6	60,1	61,0	59,4	52,2	52,2	49,2	47,9	44,9	42,2	41,7	37,4	38,1	35,3	28,8	23,5
Lr,4	44,2	55,0	62,4	49,1	47,5	44,5	44,8	64,7	63,2	60,8	59,4	54,7	50,6	48,5	47,9	44,4	43,0	41,6	38,3	37,9	35,8	28,6	23,6
Lr,5	45,2	55,5	61,6	49,4	49,0	47,2	44,9	61,9	60,2	62,3	58,8	53,2	50,9	48,2	48,4	44,6	42,1	40,8	37,7	38,1	35,4	28,6	23,8
Lr,6	44,9	54,6	60,9	48,5	50,4	46,0	44,3	61,3	60,4	60,2	58,9	54,4	51,3	47,9	46,9	45,1	43,1	41,7	37,8	38,1	36,0	29,1	23,8
Nivel inmisión Lr (dB)	45,1	56,1	62,6	49,7	49,3	45,8	45,3	63,2	61,2	61,4	58,9	53,9	51,5	48,9	48,0	44,7	42,5	41,5	37,9	37,9	35,6	28,9	23,7
Fondo1	21,1	29,4	15,1	11,6	9,5	13,0	13,2	14,0	16,2	14,0	14,4	15,5	16,5	16,7	17,2	17,7	18,2	19,0	22,2	21,6	20,2	20,6	20,9
Fondo2	21,2	28,8	13,4	10,6	11,7	12,9	12,6	13,9	15,5	14,5	14,1	14,7	16,3	16,6	17,5	17,6	18,1	19,0	22,5	21,2	20,3	20,6	20,7
Fondo3	22,7	28,5	12,9	9,8	10,9	12,4	12,6	13,2	15,5	15,2	14,7	15,2	15,6	16,5	16,8	17,4	17,7	19,4	22,7	21,8	20,3	20,6	21,0
Nivel ruido fondo (dB)	21,8	28,9	13,9	10,7	10,8	12,8	12,8	13,7	15,8	14,6	14,4	15,1	16,2	16,6	17,2	17,6	18,0	19,1	22,5	21,6	20,3	20,7	20,9
Lr' (Lr corregido) (dB)	45,1	56,0	62,6	49,7	49,3	45,8	45,3	63,2	61,2	61,4	58,9	53,9	51,5	48,9	48,0	44,7	42,5	41,5	37,8	37,8	35,4	28,2	20,5
D=Le-Lr'	25,7	10,4	-0,5	13,9	33,2	30,8	33,7	30,8	30,8	33,3	38,1	42,8	44,0	45,6	44,5	44,8	46,7	49,8	50,9	49,5	51,8	57,5	60,3
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	12,7	-3,0	-14,6	1,0	22,0	#NUM!	25,2	18,1	19,6	19,8	24,9	36,7	52,4	#NUM!	33,6	36,0	37,5	59,8	#NUM!	#NUM!	41,7	45,4	#NUM!



FECHA 10/03/210
 MATERIAL lana roca+ld+al TEXSA
 TAMAÑO 15x15

S = 0,5 m2 Sv= 0,019
 V = 0,49 m3 Sc+Sv= 0,547
 Sc= 0,528

Frecuencia	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
Le,1	70,4	62,0	60,6	62,1	82,3	75,8	79,4	94,3	91,8	94,1	97,6	96,0	95,3	93,6	92,1	90,1	89,0	91,7	88,7	86,9	87,6	85,6	81,2
Le,2	70,4	65,0	63,9	63,3	81,6	76,6	78,8	95,1	95,1	95,4	97,8	96,6	94,6	92,6	91,2	87,9	89,3	91,4	88,4	87,3	87,3	85,7	80,6
Le,3	72,5	63,5	63,2	64,1	81,0	74,8	80,9	96,7	93,4	95,0	95,9	95,4	94,5	93,4	92,1	89,4	89,4	91,7	88,6	87,0	87,0	85,7	80,6
Le,4	71,4	62,3	59,1	63,3	80,5	73,9	78,4	94,8	92,8	94,4	97,1	96,7	95,3	92,5	92,1	88,5	88,4	91,1	88,4	87,0	87,1	85,7	81,1
Le,5	68,7	68,0	62,3	64,2	81,7	75,6	78,7	95,2	92,5	94,6	99,6	96,7	95,4	93,9	91,5	88,6	89,1	90,9	88,0	86,9	87,6	85,8	80,5
Le,6	66,5	66,0	58,7	60,9	81,7	76,4	77,9	92,8	92,3	95,6	97,2	96,0	94,3	93,0	92,2	89,0	88,7	91,3	88,0	87,4	87,3	86,0	80,8
Nivel emisión Le (dB)	70,4	65,0	61,7	63,1	81,5	75,6	79,1	95,0	93,1	94,9	97,7	96,3	94,9	93,2	91,9	89,0	89,0	91,4	88,3	87,1	87,3	85,7	80,8
Lr,1	43,1	52,9	61,2	50,4	48,1	44,6	45,3	63,3	60,6	60,1	58,0	54,1	49,7	48,5	47,5	46,3	43,2	41,0	36,8	37,7	35,8	27,6	23,3
Lr,2	46,1	55,6	58,4	49,5	48,2	46,5	45,6	64,1	62,2	60,2	58,9	53,8	49,3	48,1	47,2	44,7	43,4	40,8	37,1	38,0	35,3	28,1	23,2
Lr,3	44,8	52,1	58,9	50,1	47,3	44,9	47,5	65,3	60,5	60,9	57,0	53,5	50,0	48,0	47,3	45,7	43,4	41,2	36,8	38,3	35,3	27,6	23,3
Lr,4	44,8	53,4	62,2	50,3	47,1	44,2	45,9	63,6	61,0	60,6	58,9	52,8	50,7	47,4	47,5	44,7	43,1	40,4	37,2	38,0	35,5	28,0	23,4
Lr,5	43,4	55,5	60,5	48,7	47,8	44,9	45,7	64,2	60,6	60,2	60,9	53,6	49,5	48,8	47,2	45,9	43,5	40,2	36,5	38,0	35,5	27,8	23,3
Lr,6	42,8	54,2	61,5	48,6	47,9	44,0	45,0	62,7	60,5	60,9	58,5	52,9	48,8	47,4	47,0	45,0	43,3	40,9	36,5	38,3	35,6	27,7	23,0
Nivel inmisión Lr (dB)	44,3	54,1	60,7	49,6	47,7	44,9	45,9	63,9	61,0	60,5	58,9	53,5	49,7	48,1	47,3	45,4	43,3	40,8	36,8	38,0	35,5	27,8	23,3
Fondo1	20,6	30,9	15,5	12,1	11,6	12,3	12,4	13,6	13,3	14,2	16,4	15,2	16,1	16,8	17,4	18,4	18,2	19,6	22,7	21,9	20,4	20,6	21,3
Fondo2	21,3	27,7	12,7	8,7	10,6	10,4	11,6	13,8	15,5	16,2	15,3	15,7	15,8	16,7	17,5	17,7	17,9	19,5	22,6	21,4	19,9	20,5	20,9
Fondo3	23,7	29,0	15,0	10,7	10,7	10,5	11,7	14,3	15,9	16,0	15,7	15,2	15,4	16,2	17,2	16,8	18,0	19,3	22,5	21,5	20,1	20,5	20,7
Nivel ruido fondo (dB)	22,1	29,4	14,6	10,7	11,0	11,1	11,9	13,9	15,0	15,6	15,8	15,4	15,8	16,6	17,4	17,7	18,0	19,5	22,6	21,6	20,1	20,6	21,0
Lr' (Lr corregido) (dB)	44,3	54,1	60,7	49,6	47,7	44,9	45,9	63,9	61,0	60,5	58,9	53,5	49,7	48,1	47,3	45,4	43,3	40,7	36,6	37,9	35,4	26,9	19,4
D=Le-Lr'	26,0	10,9	1,0	13,5	33,8	30,7	33,2	31,0	32,2	34,4	38,8	42,8	45,2	45,1	44,6	43,6	45,7	50,6	51,7	49,1	52,0	58,8	61,4
Tiempo reverberación (s)	0,20	0,22	0,21	0,21	0,17	0,13	0,11	0,13	0,08	0,07	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D=Li-Le' (CIEGA)	30,8	16,6	9,1	18,5	35,7	29,8	34,8	35,2	33,2	39,8	43,4	43,3	43,9	44,8	46,8	45,9	48,1	49,6	49,3	49,1	53,6	60,9	60,1
D=muestra	13,1	-2,4	-12,8	0,5	23,4	#¡NUM!	23,4	18,4	23,7	21,2	26,0	36,9	#¡NUM!	#¡NUM!	33,7	32,6	34,5	#¡NUM!	#¡NUM!	51,4	42,1	48,3	#¡NUM!

