



INFORME DE ENSAYO

Absorción Sonora



Investigación, Desarrollo
e Innovación de Estructuras
y Materiales

División Tecnología de la Construcción

Sección de Materiales

Ejemplar N° 01

N° Páginas 13

Revisión N° 0

Informe N° 1.657.041/2021

Ref.: N° PR.DTC.2020-1290

NOMBRE		FECHA
Validado por:	Karina Aliante Ch.	12.08.2021
Aprobado por:	Paula Araneda G.	
Destinatario:	Mattia Carenini	
Empresa:	Fundación Matter of Trust Chile	



INFORME DE ENSAYO

Informe N° 1.657.041/2021

Ensayo de absorción sonora en cámara reverberante. Laboratorio de Acústica de Idiem

Elemento: Paneles de pelo humano entrelazado.

- ISO 354:2003 Acoustics – “*Measurement of sound absorption in a reverberation room*”
- ISO 11654:1997 Acoustics – “*Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption*”
- ASTM C423 - 09a – “*Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method*”

SOLICITADO POR:

Fundación Matter of Trust Chile
Irrazaval 1329, Ñuñoa
Teléfono: (56-9) 7798 5441

DIVISIÓN TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN	REF: PR.DTC.2020-1290	Nº TOTAL DE PÁGINAS: 13
VALIDADO POR	APROBADO POR:	DESTINATARIO:
Karina Aliante Ch. Jefe de Unidad IDIEM – Universidad de Chile	Paula Araneda G. Jefe de División Tecnológica de la Construcción IDIEM – Universidad de Chile	Mattia Carenini Fundación Matter of Trust Chile
FECHA DEL ENSAYO: 29 de julio de 2021	FECHA DEL INFORME: 12 de agosto de 2021	

El resultado obtenido no avala producciones, pasadas, presentes o futuras y es válido sólo para el elemento ensayado, bajo las condiciones estipuladas en el presente documento. El resultado del ensayo puede variar si se cambian los detalles constructivos.

Este informe no debe ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de IDIEM.

No se permite la utilización de la marca IDIEM o su logo, a excepción que sea autorizado en forma escrita.

1. ALCANCE

El presente informe de ensayo fue solicitado a IDIEM, de la Universidad de Chile, por Mattia Carenini, en representación de Fundación Matter of Trust Chile, con dirección en Irarrazaval 1329, comuna de Ñuñoa.

El objetivo del ensayo es determinar el coeficiente de absorción sonora en bandas de 1/3 de octavas para una muestra compuesta de Paneles de pelo humano entrelazado. Las dimensiones de las placas es de 600 mm de ancho y largo, de acuerdo a la norma ISO 354:2003.

2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Los equipos e instrumentos utilizados para la realización del ensayo son los siguientes:

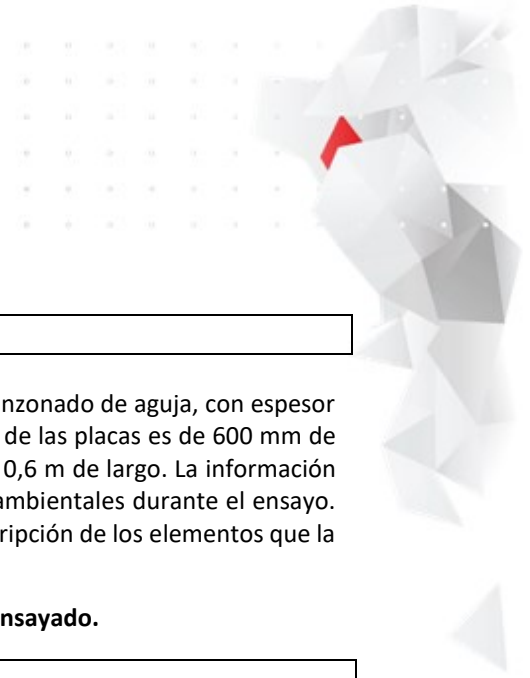
- Sonómetro RION NL-52, tipo 1. Número de serie: 0342831.
- Calibrador de terreno RION NC-74. Número de serie: 34766709
- Pistola marca Blow, modelo Mini 9, NS: 10-000212
- Termo higrómetro marca Veto, modelo RC-4HC, NS: H4036403

3. INSTALACIONES

Los ensayos de absorción sonora se realizan en la cámara reverberante del Laboratorio de Acústica de Idiem, ubicado en Plaza Ercilla 883, Santiago. Las superficies internas de los muros perimetrales no son paralelas, como tampoco lo es el cielo con respecto al piso. Estos muros son de hormigón, de 40 cm de espesor y se encuentran desconectados mecánicamente con un material elastomérico. La cámara posee un volumen de 252 m³ y una superficie envolvente total de 243,1 m², aproximadamente.



Figura 1 – Vista de Cámara Reverberante de Laboratorio de Acústica de Idiem.



4. ELEMENTO ENSAYADO

La probeta corresponde a un Paneles de pelo humano entrelazado por punzonado de aguja, con espesor nominal de 19,5 mm y densidad nominal de 94,6 kg/m³. Las dimensiones de las placas es de 600 mm de ancho y largo, que está formado por 34 muestras de 0,6 m de ancho por 0,6 m de largo. La información proporcionada por el mandante se presenta en laTabla 2 – Condiciones ambientales durante el ensayo. Tabla 1, se incluye una imagen de la muestra ensayada y se detalla la descripción de los elementos que la componen.

Tabla 1 – Detalle de la composición del elemento ensayado.



Vista de la probeta ensayada

Nº	Elemento	Descripción
1	Aislante	Paneles de pelo humano entrelazado por punzonado de aguja
2	Ancho	600 mm
3	Largo	600 mm
4	Superficie Total	12 m ²
5	Espesor	19,5 mm
6	Densidad Nominal	94,6 Kg/m ³



5. ACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE

Personal de Fundación Matter of Trust Chile, montó un conjunto de 34 necesarias para formar una probeta de 12 [m²] aproximadamente, haciendo uso del sector adecuado dentro de la cámara reverberante para el ensayo.

El montaje se realizó el día 29 de julio de 2021. En la Figura 2 se posible visualizar la configuración ensayada.

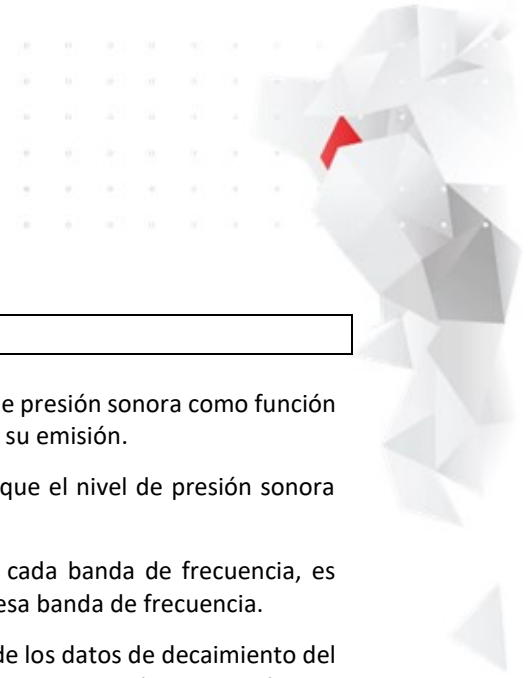


Figura 2 – Vista del montaje de los paneles ensayados en la Cámara Reverberante

6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Se determinó la absorción sonora de la muestra, según el método de la respuesta impulsiva integrada. Para esto se excitó la sala con un ruido impulsivo generado por el disparo de una pistola Blow®, modelo Mini 9 y se realizó la medición de los decaimiento del nivel de presión sonora al interior de la cámara reverberante vacía y posteriormente colocando la probeta al interior de ésta. En ambas situaciones, los decaimientos se midieron utilizando una posición de fuente, 12 posiciones fijas de micrófono distribuidas aleatoriamente al interior de la sala, y 1 decaimiento por posición de micrófono.

En todas las mediciones realizadas, la relación señal/ruido fue mayor a 15 dB.



7. DEFINICIONES Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Curva de decaimiento: Representación gráfica del decaimiento del nivel de presión sonora como función del tiempo al interior de una sala, luego que la fuente sonora ha detenido su emisión.

Tiempo de reverberación: Tiempo, en segundos, que es necesario para que el nivel de presión sonora disminuya en 60 dB luego que la fuente sonora ha detenido su emisión.

Metodología de cálculo: El tiempo de reverberación de una sala, para cada banda de frecuencia, es expresado por el promedio aritmético del total de mediciones hechas en esa banda de frecuencia.

Curva de decaimiento promedio: Curva obtenida mediante el promedio de los datos de decaimiento del nivel de presión sonora, por banda de frecuencia, registrados al interior de la sala después de que la fuente sonora ha detenido su emisión, según la expresión:

$$(L_i) = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^N L_{ij} \quad (1)$$

Con:

i, j Enteros,

(L_i) Promedio de los niveles de presión sonora medidos para el dato i-ésimo en cada uno de los N decaimientos,

N Número de decaimientos,

L_{ij} Nivel de presión sonora medido en el dato i-ésimo durante el decaimiento j-ésimo.

La absorción sonora equivalente de la superficie de la muestra, A_T: es la diferencia entre la absorción sonora de la superficie de la cámara reverberante con y sin la muestra al interior de la cámara.

La absorción sonora equivalente de la superficie de la muestra ensayada, A_T, en metros cuadrados, será calculada usando la fórmula:

$$A_T = A_2 - A_1 = 55,3 V \left(\frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1} \right) - 4 V (m_2 - m_1) \quad (2)$$

Dónde:

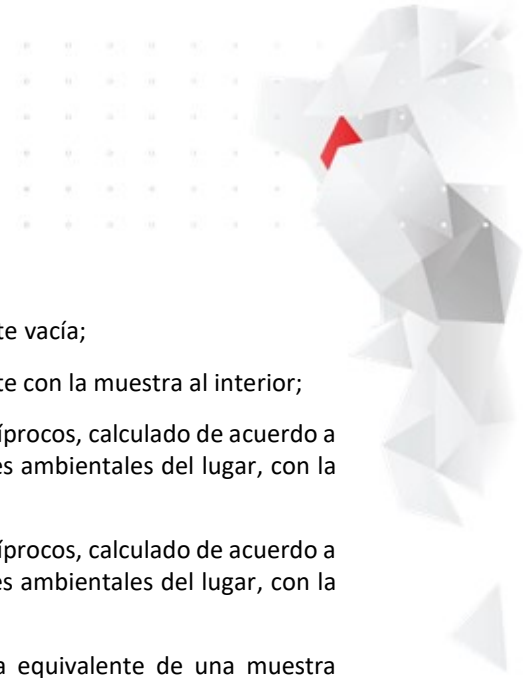
A₁ Absorción sonora de la cámara reverberante vacía.

A₂ Absorción sonora de la cámara reverberante con la muestra al interior de la cámara.

V Volumen, en metros cúbicos de la cámara reverberante.

C₁ Velocidad de propagación del sonido en el aire, en metros por segundo, con la cámara reverberante vacía.

C₂ Velocidad de propagación del sonido en el aire, en metros por segundo, con la muestra al interior de la cámara.



INFORME N° 1.657.041/2021

- T₁ Tiempo de reverberación, en segundos, de la cámara reverberante vacía;
- T₂ Tiempo de reverberación, en segundos, de la cámara reverberante con la muestra al interior;
- m₁ Coeficiente de atenuación durante la propagación, en metros recíprocos, calculado de acuerdo a la norma ISO 9613-1:1993 que es dependiente de las condiciones ambientales del lugar, con la cámara vacía.
- m₂ Coeficiente de atenuación durante la propagación, en metros recíprocos, calculado de acuerdo a la norma ISO 9613-1:1993 que es dependiente de las condiciones ambientales del lugar, con la muestra al interior de la cámara.

Coefficiente de absorción sonora, α_s : Razón entre la absorción sonora equivalente de una muestra dividida por la superficie de muestra, **S**.

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S} \quad (3)$$

Coefficiente de absorción sonora práctico, α_p : Valor del coeficiente de absorción sonora, dependiente de la frecuencia, basado en mediciones por bandas de un tercio de octava de acuerdo con la norma ISO 354:2003, y calculado por bandas de octava según la fórmula siguiente:

$$\alpha_{pi} = \frac{(\alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \alpha_{i3})}{3} \quad (4)$$

Dónde:

- α_{pi} Coeficiente de absorción sonora práctico para cada banda de octavas **i**
- α_{i1} , α_{i2} y α_{i3} Coeficientes de absorción acústica de las bandas de tercio de octava dentro de la octava **i**.

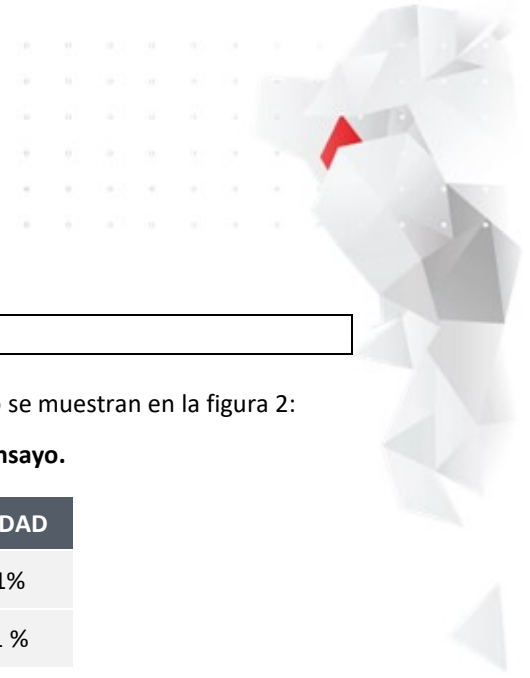
Coefficiente de absorción sonora ponderado, α_w : Valor único de la absorción sonora independiente de la frecuencia, igual al valor de referencia a 500 Hz después de desplazarla la curva, de acuerdo a lo especificado en la norma ISO 11654:1997.

Se realiza un desplazamiento de la curva de referencia por pasos de 0,05 hacia la curva de valores del coeficiente de absorción sonora práctico, hasta que la suma de las desviaciones desfavorables sea menor o igual que 0,10. Se produce una desviación desfavorable a una frecuencia concreta cuando el valor medido es menor que el valor de la curva de referencia. Se consideran solamente las desviaciones en el sentido desfavorable.

Coefficiente de reducción de ruido, NRC: Número único de valoración de la absorción sonora, definido en versiones anteriores de la norma ASTM C423, independiente de la frecuencia, el cual equivale al promedio de los coeficientes de absorción sonora del material, obtenidos según la misma norma, redondeados al múltiplo de 0,05 más cercano, considerando las bandas de 250, 500, 1000 y 2000 Hz.

Promedio de absorción sonora, SAA: Número único de valoración de la absorción sonora, independiente de la frecuencia, el cual equivale al promedio de los coeficientes de absorción sonora del material, obtenidos según la norma ASTM C423, redondeados al múltiplo de 0,01 más cercano, considerando las bandas de 200 Hz a 2500 Hz, ambas inclusive.





8. CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones de temperatura y humedad registradas durante el ensayo se muestran en la figura 2:

Tabla 2 – Condiciones ambientales durante el ensayo.

CONDICIÓN SALA	TEMPERATURA	HUMEDAD
Sin muestra	14,0 °C	50,1%
Con muestra	14,2 °C	49,1 %



9. RESULTADOS

En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos de acuerdo a la Norma ISO 354:2003, según el procedimiento y las condiciones descritas en este informe para la configuración de la probeta compuesta por 34 Paneles.

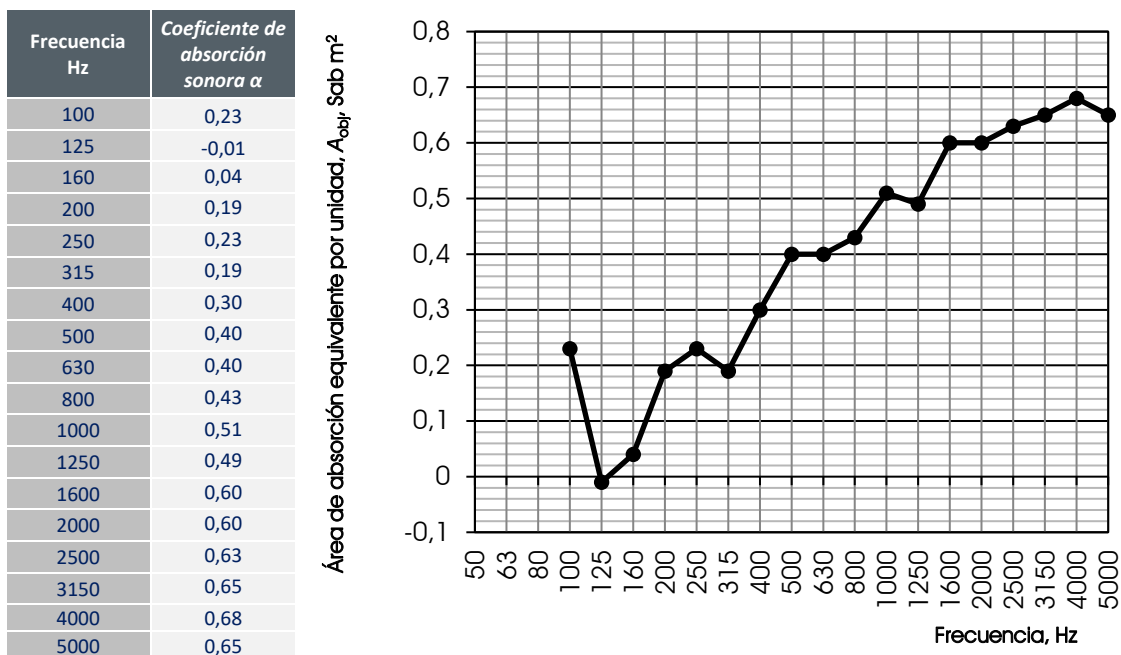


Figura 3 – Resultados en bandas de 1/3 de octava.

En la Tabla 3, se observa el coeficiente de absorción sonora ponderado y la clasificación respectiva, según lo indicado en la norma ISO 11654:1997. Además, se muestra el promedio de absorción sonora SAA y el coeficiente de reducción de ruido NRC, según lo indicado en la norma ASTM C423.

Tabla 3 – Coeficientes de Reducción de Ruido obtenidos de las muestras.

Elemento Ensayado	Coefficiente de Absorción Sonora Ponderado α_w	Clase de Absorción Acústica	SAA	NRC
Paneles de pelo humano entrelazado por punzonado de aguja	0,45	D	0,41	0,43

Notas:

1. Los resultados obtenidos no avalan producciones (lotes de producción o lotes de inspección) pasadas, presentes o futuras y son aplicables solamente al panel ensayado.
2. La clase de absorción acústica y el coeficiente de absorción sonora ponderado no se emplea en los casos donde la aplicación no cubra todo el rango de frecuencias de la curva de referencia.



10. CONCLUSIÓN

El coeficiente de absorción sonora por bandas de frecuencia de tercio de octava del panel de pelo humano, se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Coeficiente de absorción sonora.

Frec. [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Coeficiente de absorción sonora α	0,23	-0,01	0,04	0,19	0,23	0,19	0,30	0,40	0,40
Frec. [Hz]	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Coeficiente de absorción sonora α	0,43	0,51	0,49	0,60	0,60	0,63	0,65	0,68	0,65

De la medición realizada se obtienen los siguientes resultados para el el panel de peo humano de Fundación Matter of Trust Chile:

1. El coeficiente de absorción sonora ponderado es: **$\alpha_w = 0,45$**
2. La clasificación de materiales absorbentes corresponde a: **Clasificación D**
3. El coeficiente de reducción de ruido es: **NRC = 0,43**
4. El Promedio de absorción sonora es: **SAA = 0,41**

Nota: Los resultados negativos obtenidos son producto de resonancias de las muestras, estas resonancias pueden ser corregidas en obra con un montaje rígido por lo cual generalmente un proyectista utiliza el valor cero para la absorción en las bandas de frecuencia en las cuales se obtuvo un resultado inferior.

VALIDADO POR:

Karina Aliante Ch.
Jefe de Unidad
IDIEM – Universidad de Chile



APROBADO POR:

Documento firmado electrónicamente por:
Paula Araneda G.

Paula Araneda G.
Jefe de División
IDIEM – Universidad de Chile

KACH/JTR

Santiago, 12 de agosto de 2021.





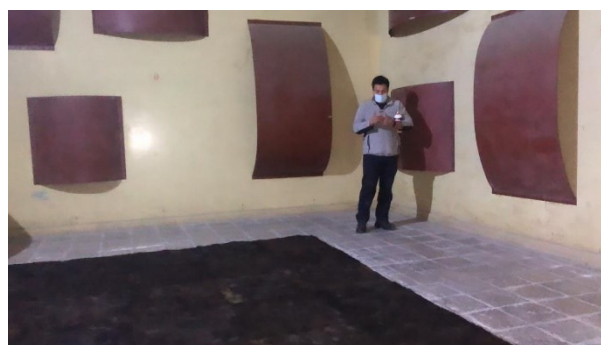
INFORME Nº 1.657.041/2021

Resumen Informe de Ensayo 1.657.041/2021

Ensayo de absorción sonora en cámara reverberante según ISO 354

Empresa solicitante: Fundación Matter of Trust Chile Dirección: Irrazaval 1329, Ñuñoa. Solicitado por: Mattia Carenini
 Identificación del elemento: Paneles de pelo humano entrelazado por punzonado de aguja. Montado por: Personal empresa solicitante
 Recinto de ensayo: Laboratorio Acústico IDIEM, Plaza Ercilla 883, Santiago. Fecha del ensayo: 29 de julio de 2021.

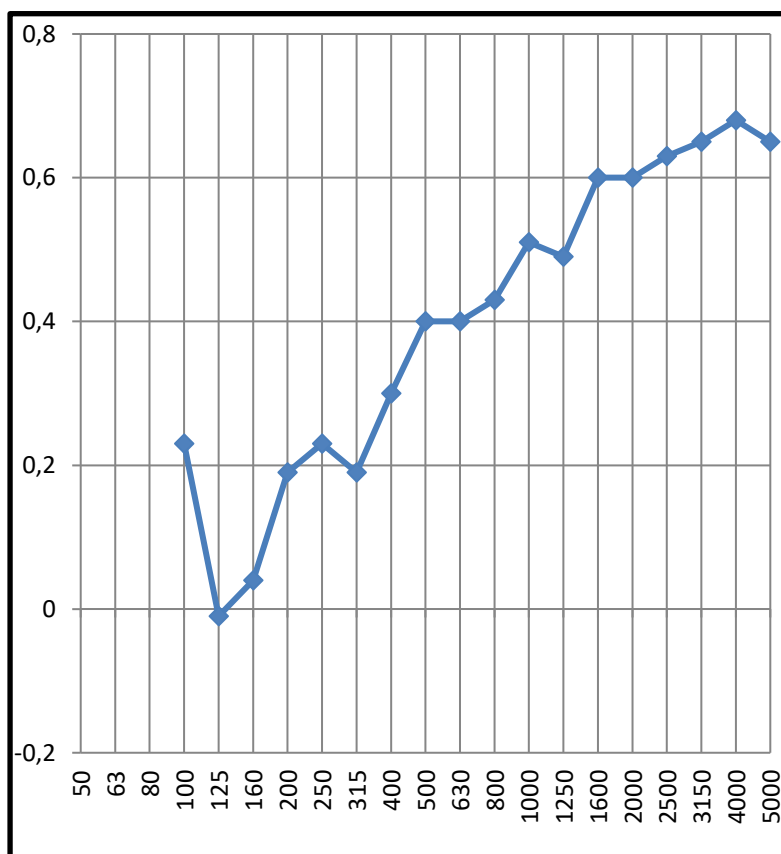
Elemento	Descripción
Aislante	Paneles de pelo humano entrelazado por punzonado de aguja
Ancho	600 mm
Largo	600 mm
Superficie Total	12 m ²
Espesor	19,5 mm
Densidad Nominal	94,6 kg/m ³



Cámara Reverberante	Sin muestra	Con muestra
Humedad Relativa (%)	50,1%	49,1%
Temperatura (°C)	14,0°C	14,2°C
Volumen	252	m ³

Área de absorción equivalente por unidad, A_{obj} , Sab m²

Frecuencia f Hz	Coefficiente de absorción sonora α
100	0,23
125	-0,01
160	0,04
200	0,19
250	0,23
315	0,19
400	0,30
500	0,40
630	0,40
800	0,43
1000	0,51
1250	0,49
1600	0,60
2000	0,60
2500	0,63
3150	0,65
4000	0,68
5000	0,65



Coefficiente de Absorción Sonora Ponderado	Coefficiente de reducción de ruido
α_w : 0,45	NRC = 0,43

NOTA: Este resumen no reemplaza al informe del cual forma parte. Fecha del Informe: 12 de agosto de 2021

Ensayo de Absorción Sonora



ANEXO A

Reporte de Resultados

ISO 354:2003 Acoustics – “Measurement of sound absorption in a reverberation room”

ISO 11654:1997 Acoustics – “Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption”

ASTM C423 - 09a – “Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method”



Investigación, Desarrollo
e Innovación de Estructuras
y Materiales

División Tecnología de la Construcción

Sección de Materiales

Anexo A: Informe N° 1.657.041/2021

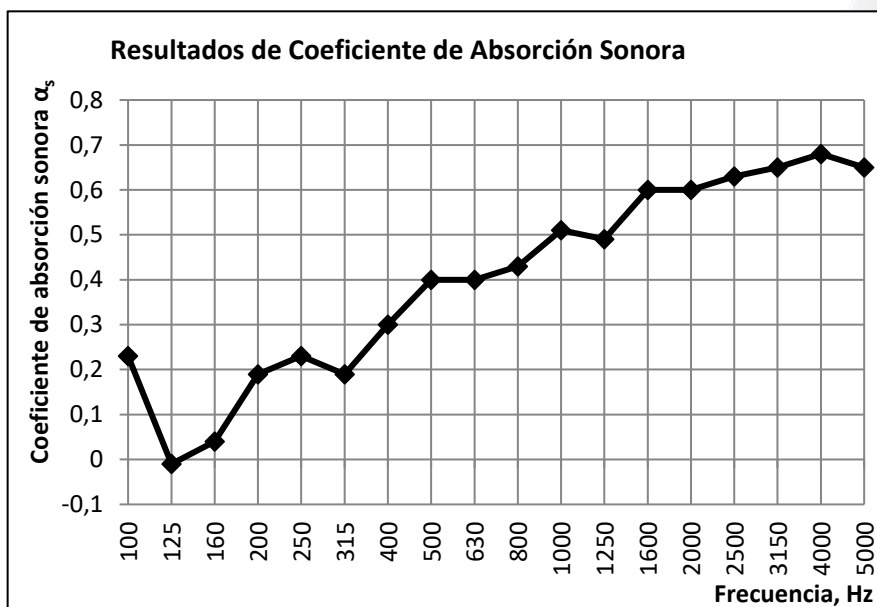
Ref.: N° PR.DTC.2020-1290

NOMBRE		FECHA
Validado por:	Karina Aliante Ch.	12.08.2021
Aprobado por:	Paula Araneda G.	
Destinatario:	Mattia Carenini	
Empresa:	Fundación Matter of Trust Chile	

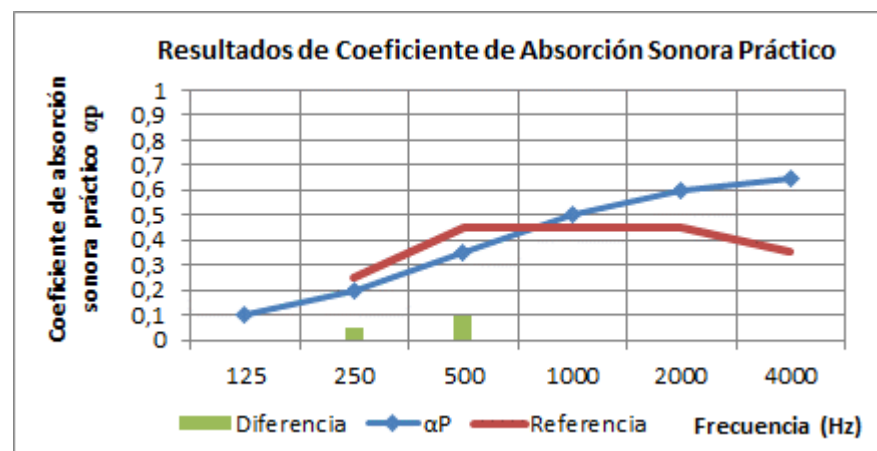


Resultados Paneles de pelo humano de Matter of Trust Chile

Frecuencia 1/3 de octava Hz	Coefficiente de absorción sonora del elemento, α_s
100	0,23
125	-0,01
160	0,04
200	0,19
250	0,23
315	0,19
400	0,30
500	0,40
630	0,40
800	0,43
1000	0,51
1250	0,49
1600	0,60
2000	0,60
2500	0,63
3150	0,65
4000	0,68
5000	0,65



Frecuencia 1/3 de octava Hz	Coefficiente de absorción sonora práctico del elemento, α_p
125	0,10
250	0,20
500	0,35
1000	0,50
2000	0,60
4000	0,65



ISO 11654:1997	
Coefficiente de Absorción Sonora Ponderado	
$\alpha_w : 0,45$	
Clase de absorción acústica	
D	
ASTM C423 - 09a	
Coefficiente de reducción de ruido	
NRC = 0,43	
Promedio de absorción sonora	
SAA = 0,41	

Clase de absorción acústica	α_w
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Sin Clasificación	0,10; 0,05; 0,00