INFORME DE ABSORCIÓN SONORA EN CÁMARA REVERBERANTE

PARA

BOVER

15 de diciembre de 2022

ÍNDICE

1. DATOS GENERALES. 3
2. INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA 5
3. DESCRIPCIÓN DE NORMATIVAS DE APLICACIÓN 6
4. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRAS A ENSAYO..... 10
5. RESULTADOS..... 11
6. RESUMEN DE DATOS 20

Anexo 1. Fichas Justificativas

Anexo 2: Certificados de verificación periódica de la instrumentación utilizada.

Anexo 3: Características de la cámara reverberante.

Anexo 4: Fichas justificativas interpoladas

Fecha de realización del informe: 12-12-2022

Fecha de última revisión del informe: 15-12-2022

1. DATOS GENERALES.

Se realiza este informe a petición D. David Florensa, de la oficina técnica de la empresa BOVER. En este informe se amplía información, se adaptan productos y se realiza algún cálculo adicional respecto al informe realizado el 29 de septiembre de 2022. Se llevaron a cabo las medidas de la absorción sonora equivalente por elemento de las luminarias de la empresa BOVER que se detallan a continuación:

	NOREN S/72	**NOREN S/100**
Nº cuerdas	2	2
Distancia a techo	VARIABLE	VARIABLE
Dimensiones (mm)	1200x700	R=1000
Material "Body"	BASOTEK BASF	BASOTEK BASF
Material "Shade"	CREVIN MOOS	CREVIN MOOS
		

Los ensayos se realizan en la cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia, Universidad Politécnica de Valencia, el día 22 de septiembre de 2022.

Además, en base a los ensayos, se realiza y amplía la interpolación de la absorción sonora para los siguientes elementos: NOREN S/85, NOREN S/123.2, NOREN S/151.2, NOREN S/123, y NOREN S/151.

Las normativas a tener en cuenta para el desarrollo del presente informe son:

- *UNE-EN ISO 354:2004 Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003). (Norma de medición)*

- *UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica. (ISO 11654:1997) (Norma de clasificación).*

- *ASTM C423 - 22 Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method (Norma Americana de medición y clasificación).*

En el anexo 1 se entregan las fichas justificativas de los ensayos. En el anexo 2, los datos de certificación del equipamiento de medida. En el anexo 3, datos sobre la cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia y en el anexo 4, las fichas justificativas de las interpolaciones.

2. INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

Los equipos empleados para realizar las mediciones acústicas fueron los siguientes:

- Sonómetro Bruel and Kjaer Tipo 2270 con nº de serie 3011089
- Micro ½" Tipo 4189 Bruel and Kjaer. S/N: 3180898
- Calibrador sonoro Tipo 4231 de Bruel and Kjaer con número de serie 3019977
- Fuente Omni Power 4296 de Bruel and Kjaer con nº de serie 2498653
- Etapa de potencia Bruel and Kjaer type 2716 con nº de serie 2551039

3. DESCRIPCIÓN DE NORMATIVAS DE APLICACIÓN

En este apartado se resume la normativa de interés para el presente informe.

La norma **UNE-EN ISO 354:2004** nos ofrece las directrices a seguir para realizar las mediciones correspondientes y obtener el coeficiente de absorción sonora del material en campo difuso.

La norma **UNE-EN ISO 11654:1998** establece un procedimiento de obtención de un único parámetro, (α_w, Coeficiente de absorción sonora ponderado) para evaluar el grado de absorción proporcionado por un material.

La norma americana **ASTM C423-22** (última versión del año 2022), al igual que la UNE EN ISO 354:2004, trata un método para la obtención de la absorción sonora en cámara reverberante, pero ampliando la evaluación a la banda de tercio de octava de 80Hz. Además, introduce dos parámetros que no se establecen en la UNE EN ISO 354:2004 que son el "*sound absorption average*", SAA y el NRC (*Noise Reduction Coefficient*)

3.1. UNE-EN ISO 354:2004 Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003)

La norma UNE-EN ISO 354:2004 establece el procedimiento para la determinación del coeficiente de absorción sonora en campo difuso. Este coeficiente se obtiene a partir de los resultados de las medidas del tiempo de reverberación, con y sin muestra, en el interior de una cámara reverberante.
Dichas mediciones se realizan de la forma habitual en bandas de tercio de octava, entre 100 y 5000 Hz, y en octavas, de 125 a 4000 Hz, marcadas por la norma UNE EN ISO 266:1998.
El área de absorción sonora equivalente, A, en metros cuadrados de la muestra, se calcula según la norma, utilizando la siguiente expresión:

$$A = 55{,}3V\left(\frac{1}{c_2T_2} - \frac{1}{c_1T_1}\right) - 4V(m_2 - m_1) \qquad (1.)$$

donde V es el volumen de la cámara reverberante. El subíndice 2 indica datos de cámara reverberante con la muestra en el interior y el subíndice 1 con la cámara vacía. T_i es el tiempo de reverberación (en segundos), c_i es la velocidad de propagación del sonido en el aire, y m_i es el coeficiente de atenuación sonora según la ISO 9613-1:1993 obtenido empleando las condiciones climáticas de la cámara reverberante durante la medición.

Puede calcularse a partir del coeficiente de atenuación α, utilizado en dicha norma, mediante la ecuación 2.

$$m = \frac{\alpha}{10\log(e)} \qquad (2.)$$

La velocidad de propagación del sonido en el aire, c, puede obtenerse, en el rango de 15 a 30 °C aplicando la ecuación:

$$c = 331 + 0{,}6t \tag{3.}$$

Siendo t la temperatura del aire en grados centígrados.

La norma UNE-EN ISO 354:2004 en su apartado 6.2 refiere a muestras de ensayo. Se puede distinguir en su punto 6.2.1 a "absorbentes planos", donde éstos deben tener una superficie entre 10 y 12 m^2. En su punto 6.2.2. refiere a "absorbentes unitarios". Dentro de este punto, en 6.2.2.2. describe el ensayo de elementos unitarios, que es el caso que ocupa en este informe. En el 6.2.2.3 indica que debe comprender un número suficiente de objetos (en general, al menos tres), proporcionando un cambio en la medida del área de la absorción sonora mayor de 1 m^2 y sin exceder los 12 m^2. Estos elementos unitarios tendrán un área de absorción sonora equivalente A_{eq}, en metros cuadrados, que se obtiene del área de absorción sonora total A, dividido entre el número de elementos ensayados.

Una vez determinada el área de absorción sonora equivalente de la muestra, se puede obtener el coeficiente de absorción sonora, α, mediante la relación:

$$\alpha = \frac{A}{S_{muestra}} \tag{4.}$$

donde $S_{muestra}$ es la superficie ocupada por la muestra ensayada. En el caso de absorbentes planos, la muestra debe tener un área entre 10 y 12m^2. Si el volumen de la cámara es mayor de 200 m^3, el límite superior para el área de la muestra de ensayo debe incrementarse en el factor $(V/200\ m^3)^{2/3}$. En el caso de elementos unitarios, el cálculo del coeficiente de absorción sonora, α, depende del espaciado de los elementos en la superficie donde se distribuya.

Para realizar el ensayo se deben utilizar diferentes posiciones de micrófono, que disten entre ellas por lo menos 1,5m, 2m de cualquier fuente sonora y 1 m de cualquier superficie de la cámara y de cualquier muestra de ensayo. Respecto a las posiciones de fuente, entre ellas debe haber un mínimo de 3m. Debe haber un mínimo de 12 curvas de caída diferentes, con al menos tres posiciones de micrófono y, al menos, dos posiciones de fuente. Para cualquier detalle debe consultarse la norma.

En la *Figura.* 1 se puede ver un detalle de las posiciones de fuente y micro para la realización de las mediciones. Alrededor de la muestra se han colocado 6 micrófonos en los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Las mediciones se realizan con las fuentes de ruido en las posiciones 1 y 2. El ensayo se lleva a cabo excitando la sala con ruido rosa.

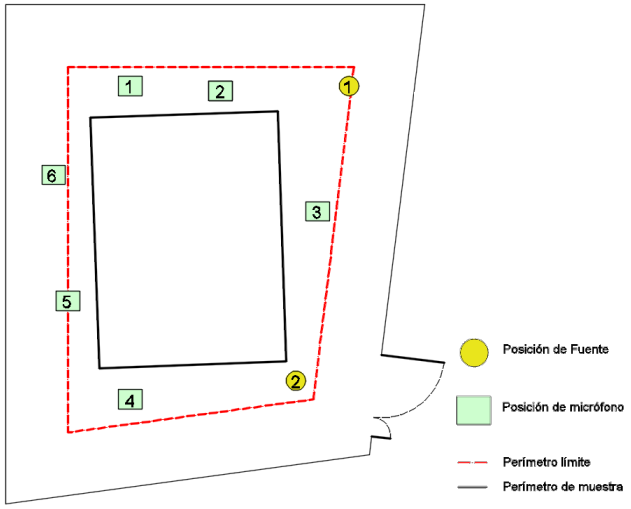


Figura. 1. Posiciones de fuente y micrófono durante las mediciones en cámara reverberante

3.2. UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica. (ISO 11654:1997).

La norma UNE-EN ISO 11654:1998 establece un procedimiento de obtención de un único parámetro, (α_w, Coeficiente de absorción sonora ponderado) para evaluar el grado de absorción proporcionado por un material. Parte del cálculo previo del coeficiente de absorción sonora, α, según la fórmula (4).

El primer paso consiste en pasar los resultados del coeficiente de absorción sonora α en tercios de octava, obtenidos con la norma UNE-EN ISO 354:2004 a valores para cada banda de octava entre 250 Hz y 4000 Hz que en la norma se designan como α_p (Coeficiente de absorción sonora práctico). Para ello se promedian sin ponderar las tres bandas de tercio de octava incluidas en cada banda de octava. Por ejemplo, para obtener el α_p a 250 Hz se suman los valores de α a 200Hz, 250Hz y 315Hz y se divide por tres. El siguiente paso es redondear en pasos de 0,05. Por último, se pondera según una curva de referencia, de la forma indicada en la normativa, obteniendo el Coeficiente de absorción sonora ponderado (α_w).

Puede ocurrir que para alguna banda de octava la curva de valores de α_p supere en más de 0,20 a la curva de referencia. En ese caso se acompañará el indicador α_w con una letra que expresa en que rango de frecuencias se produce este exceso. Las letras serán L para la banda de 250Hz, M para 500Hz y 1000Hz y H para las bandas de 2000Hz y 4000Hz. Es de destacar que se pueden dar casos en los que se deban utilizar dos o más letras para indicar que se excede de la curva de referencia en más de 0,20 en más de una banda de frecuencias. Así por ejemplo si se excede en 0,25 a 250Hz y en 0.3 a 1000Hz se utilizará LM.

Finalmente se debe señalar que el indicador α_w permite obtener la *clase* de absorción acústica proporcionada por el material tal y como se indica en la Tabla 1:

Clase de Absorción Acústica	**α_w**
A	0,90 o mayor
B	entre 0,8 y 0,85
C	entre 0,6 y 0,75
D	entre 0,3 y 0,55
E	entre 0,15 y 0,25
sin clasificar	0,10 o menor

Tabla 1. Clase de absorción acústica según UNE – EN ISO 11654: 1998

3.3. ASTM C423 - 22 Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method

La norma americana ASTM C423-22 trata también un método para la obtención de la absorción sonora en cámara reverberante, bastante similar al que marca la UNE-EN ISO 354:2004. En este caso, la norma hace referencia a la siguiente fórmula para la obtención de la velocidad de propagación del sonido en el aire, c:

$$c = 20.047\sqrt{273.15 + t} \qquad (5.)$$

Siendo t la temperatura del aire en grados centígrados. Esta fórmula permite un rango mayor de ajuste. En esta norma las mediciones se realizan de forma habitual en bandas de tercio de octava, entre 80 y 5000 Hz, es decir, se amplía la banda de tercio de octava de 80Hz respecto a la norma UNE-EN ISO 354:2004.

Hay que destacar también la aparición de dos parámetros que no se contemplan en la UNE-EN ISO 354:2004.

El primero es el "*sound absorption average*", SAA. Este parámetro es la media de los tercios de octava desde 200 Hz hasta 2500 Hz, redondeado a múltiplos de 0,01.
El segundo es el llamado NRC (*Noise Reduction Coefficient*), que se define como el valor medio de los coeficientes de absorción del material a las frecuencias de 250, 500, 1000 y 2000 Hz. Además, esta media se expresa como el múltiplo más cercano de 0,05.

4. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRAS A ENSAYO

Se han medido con los procedimientos descritos en el apartado 3 las luminarias también descritas en el apartado 1. Se han realizado 2 ensayos:

- Ensayo de NOREN S/72, con 3 unidades
- Ensayo de NOREN S/100, con 3 unidades

Las muestras se instalan en el techo de la cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia simulando condiciones de uso, y con el fin de garantizar la máxima difusividad.

La Figura 2 muestra un detalle de la configuración ensayada para el modelo NOREN S/72.



Figura. 2. Detalles de NOREN S/72

La Figura 3 muestra un detalle de la configuración ensayada para el modelo NOREN S/100.

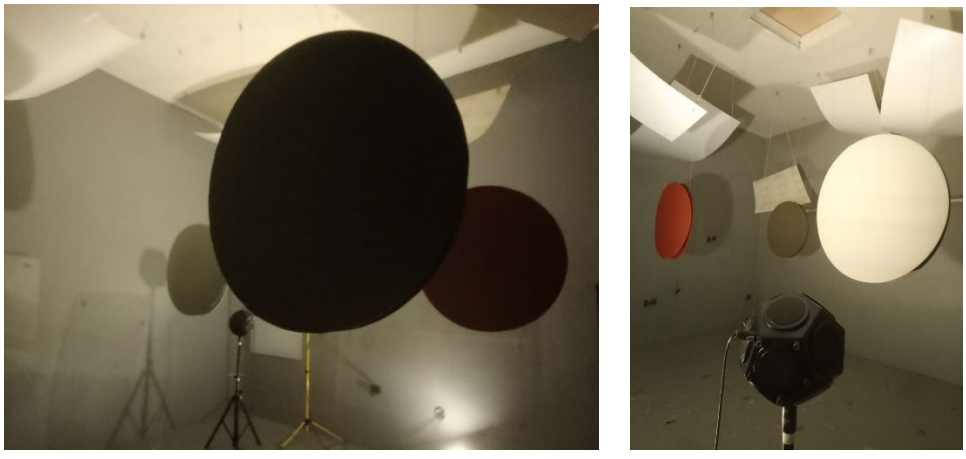


Figura. 3. Detalles de NOREN S/100

5. RESULTADOS

A continuación, se muestran de forma gráfica y de forma tabular los resultados obtenidos de acuerdo a la Norma *UNE-EN ISO 354:2004 para los ensayos citados.* Los datos completos, obteniendo el área de absorción sonora equivalente por elemento, Aeq, en tercios de octava y en octava se encuentran en el Anexo 1 del presente Informe – Ficha Justificativa. Además, se muestran en estas fichas el coeficiente de absorción sonora que se puede obtener en condiciones de máxima clasificación (CLASE A) con la superficie adecuada, de acuerdo con UNE-EN ISO 11654:1998 y la absorción acústica de acuerdo con la normativa americana ASTM C423 – 22.

A partir del punto 5.3 se muestran las interpolaciones de las luminarias: NOREN S/85, NOREN S/123.2, NOREN S/151.2, NOREN S/123, y NOREN S/151. Se usa un método de escala por superficie y número de elementos. En el Anexo 4 se añaden las fichas de interpolación.

5.1. Resultados NOREN S/72

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} obtenidos para el modelo NOREN S/72.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,06
100	0,11
125	0,36
160	0,52
200	0,79
250	0,82
315	0,97
400	1,13
500	1,31
630	1,68
800	1,85
1000	1,86
1250	1,85
1600	1,92
2000	1,98
2500	1,91
3150	1,91
4000	1,81
5000	1,92

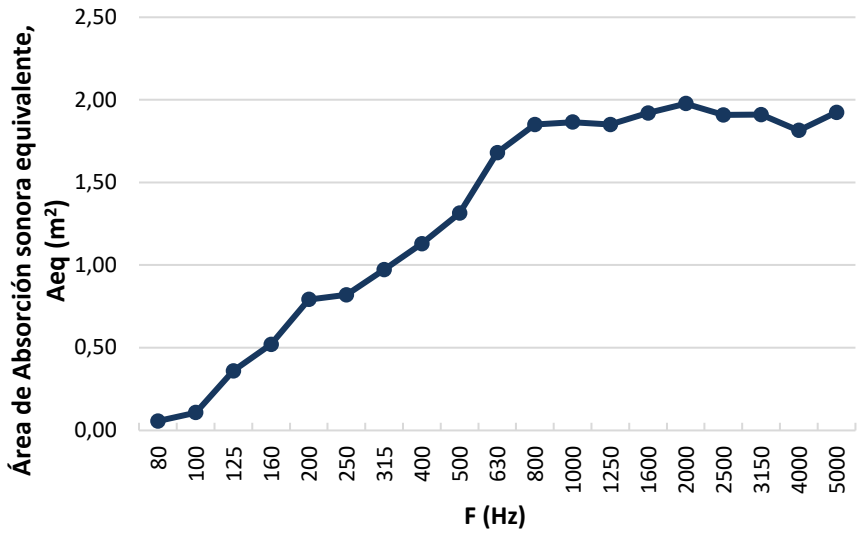


Figura. 3. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para NOREN S/72

A continuación, se muestran los datos de ensayo obtenidos para el conjunto de los 3 elementos:

f (Hz)	Tiempo de reverberación sala vacía, T_1 (s)	Tiempo de reverberación sala con muestra T_2 (s)	Área de absorción sonora equivalente. A (m^2)
80	9,20	8,84	0,17
100	9,42	8,73	0,32
125	6,51	5,50	1,08
160	5,95	4,78	1,56
200	6,37	4,56	2,37
250	6,93	4,78	2,46
315	7,47	4,75	2,92
400	7,43	4,47	3,39
500	7,56	4,24	3,94
630	7,42	3,74	5,04
800	7,16	3,50	5,55
1000	6,86	3,41	5,59
1250	6,32	3,28	5,55
1600	5,87	3,11	5,76
2000	5,42	2,94	5,93
2500	4,74	2,76	5,73
3150	4,16	2,55	5,73
4000	3,50	2,33	5,44
5000	2,94	2,03	5,77

Tabla 2. Tiempos de reverberación y área de absorción sonora equivalente para NOREN S/72

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la CLASE A (máxima) según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para NOREN S/72, y 8 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,19		
250	0,58		
500	1,19	1,20	α_{medio}
1000	1,42	1,40	**1,33**
2000	1,42	1,40	
4000	1,38		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1,15
SAA	1,51

5.2. Resultados NOREN S/100

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} obtenidos para el modelo NOREN S/100

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,01
100	0,07
125	0,25
160	0,48
200	0,73
250	0,68
315	0,91
400	1,28
500	1,56
630	1,83
800	1,90
1000	1,92
1250	1,81
1600	1,88
2000	1,87
2500	1,80
3150	1,78
4000	1,75
5000	1,79

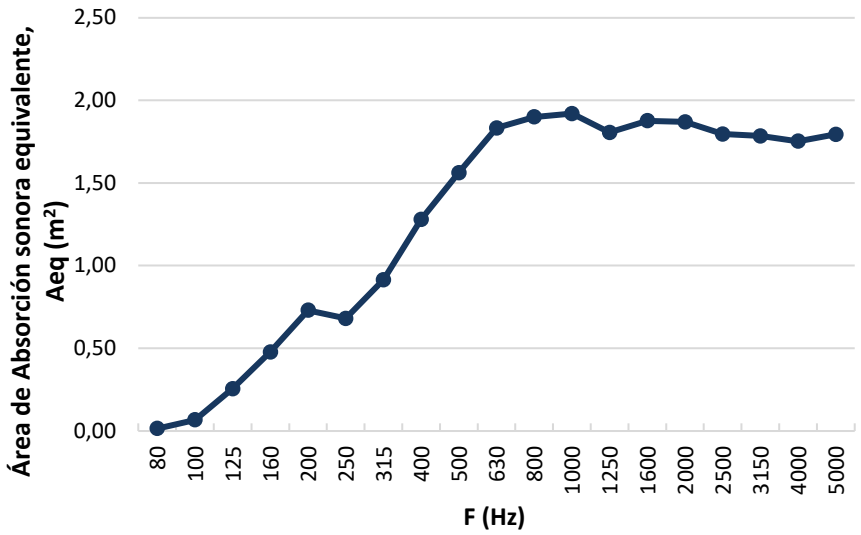


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para NOREN S/100

A continuación, se muestran los datos de ensayo obtenidos para el conjunto de los 3 elementos:

f (Hz)	Tiempo de reverberación sala vacía, T_1 (s)	Tiempo de reverberación sala con muestra T_2 (s)	Área de absorción sonora equivalente. A (m^2)
80	9,20	9,10	0,04
100	9,42	8,97	0,20
125	6,51	5,76	0,76
160	5,95	4,86	1,43
200	6,37	4,66	2,19
250	6,93	5,05	2,04
315	7,47	4,85	2,74
400	7,43	4,24	3,84
500	7,56	3,91	4,69
630	7,42	3,58	5,50
800	7,16	3,45	5,70
1000	6,86	3,36	5,76
1250	6,32	3,32	5,42

1600	5,87	3,14	5,63
2000	5,42	3,01	5,61
2500	4,74	2,83	5,39
3150	4,16	2,62	5,35
4000	3,50	2,36	5,26
5000	2,94	2,07	5,38

Tabla 3. Tiempos de reverberación y área de absorción sonora equivalente para CIRCULAR 1000 - NOREN

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la CLASE A (máxima) según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para NOREN S/100, y 8 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,19		
250	0,58		
500	1,19	1,20	α_{medio}
1000	1,42	1,40	**1,33**
2000	1,42	1,40	
4000	1,38		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1,15
SAA	1,51

5.3. Resultados **NOREN S/85**

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo NOREN S/85.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,01
100	0,04
125	0,16
160	0,31
200	0,47
250	0,44
315	0,58
400	0,82
500	1,00
630	1,17
800	1,22
1000	1,23
1250	1,16
1600	1,20
2000	1,20
2500	1,15
3150	1,14
4000	1,12
5000	1,15

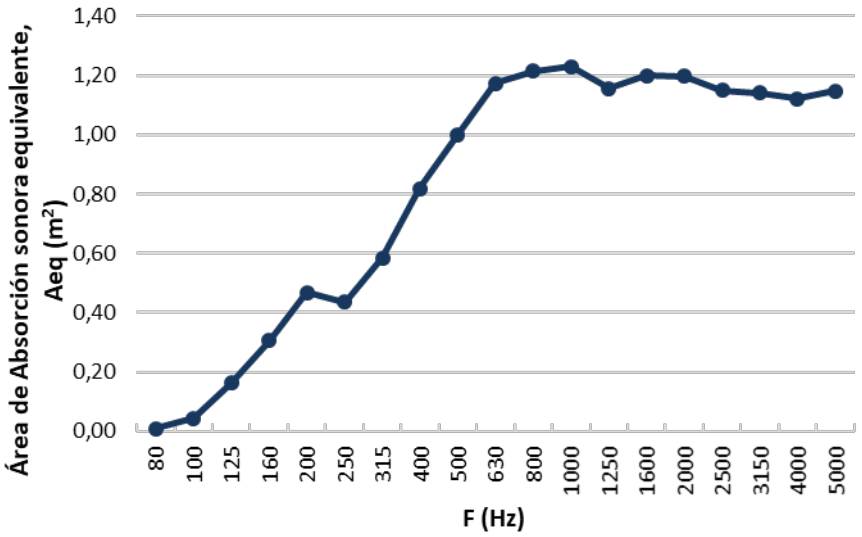


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para NOREN S/85

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la CLASE A (máxima) según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para NOREN S/85, y 12 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,17		
250	0,58		
500	1,16	1,15	α_{medio}
1000	1,40	1,40	**1,32**
2000	1,40	1,40	
4000	1,34		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1,15
SAA	0,97

5.4. Resultados NOREN S/123.2

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo NOREN S/123.2.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,01
100	0,07
125	0,26
160	0,48
200	0,73
250	0,68
315	0,91
400	1,28
500	1,56
630	1,83
800	1,90
1000	1,92
1250	1,81
1600	1,88
2000	1,87
2500	1,80
3150	1,79
4000	1,75
5000	1,80

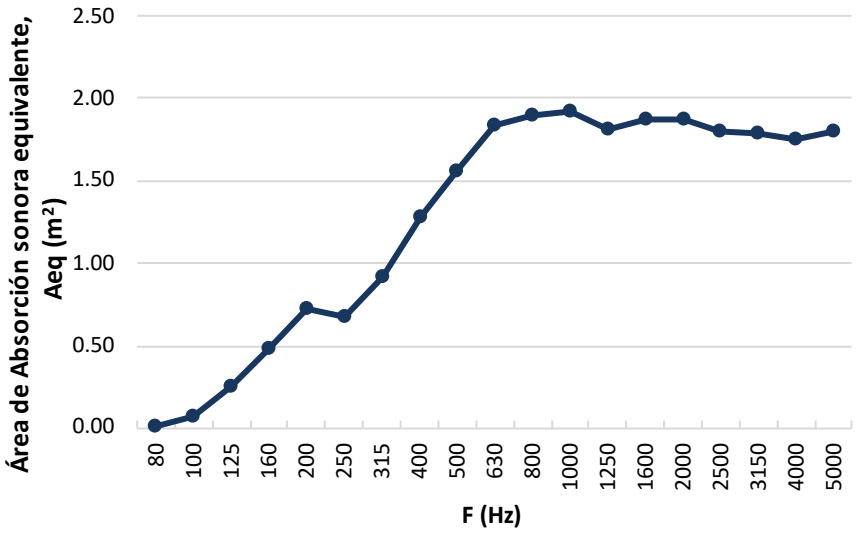


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para NOREN S/123.2

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la CLASE A (máxima) según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para NOREN S/123.2, y 8 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.19		
250	0.62		
500	1.19	1.20	α_{medio}
1000	1.46	1.45	**1.35**
2000	1.42	1.40	
4000	1.38		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1,15
SAA	1,51

5.5. Resultados NOREN S/151.2

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo NOREN S/151.2.

f (Hz)	Aeq (m²)
80	0.02
100	0.08
125	0.31
160	0.58
200	0.89
250	0.83
315	1.11
400	1.56
500	1.90
630	2.23
800	2.31
1000	2.34
1250	2.20
1600	2.28
2000	2.27
2500	2.18
3150	2.17
4000	2.13
5000	2.18

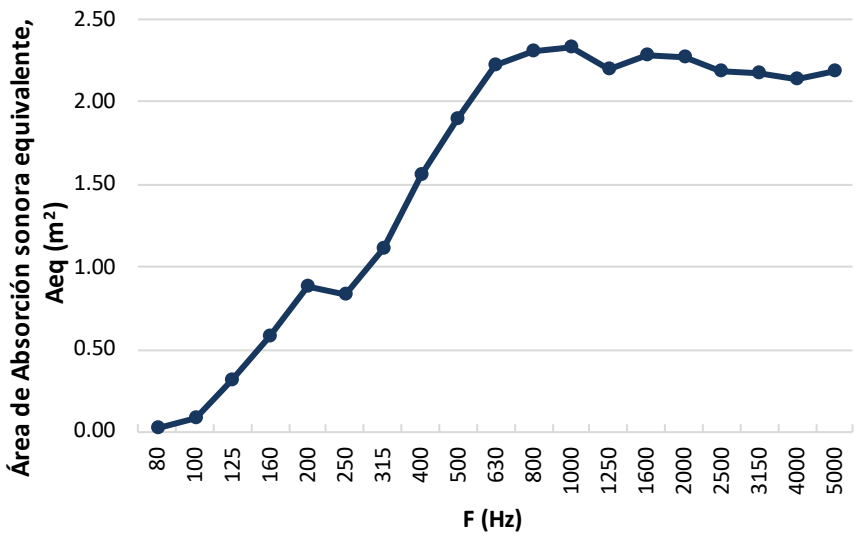


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para NOREN S/151.2

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la CLASE A (máxima) según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para NOREN S/151.2, y 6 elementos distribuidos en 10 m² se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.18		
250	0.58		
500	1.15	1.15	α_{medio}
1000	1.39	1.40	**1.30**
2000	1.36	1.35	
4000	1.30		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.10
SAA	1.84

5.6. NOREN S/123

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo NOREN S/123.

f (Hz)	Aeq (m²)
80	0.01
100	0.03
125	0.13
160	0.24
200	0.37
250	0.34
315	0.46
400	0.64
500	0.78
630	0.92
800	0.95
1000	0.96
1250	0.90
1600	0.94
2000	0.94
2500	0.90
3150	0.89
4000	0.88
5000	0.90

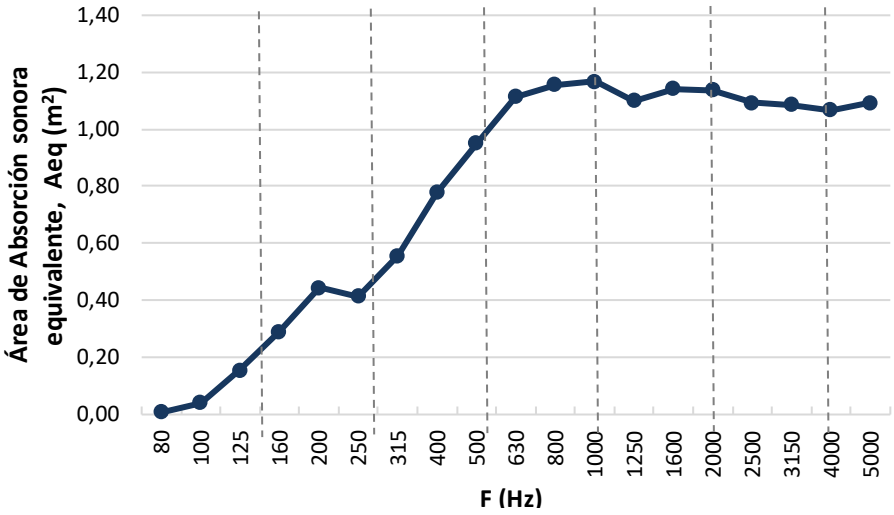


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para NOREN S/123

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la CLASE A (máxima) según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para NOREN S/123, y 14 elementos distribuidos en 10 m² se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.22		
250	0.58		
500	1.16	1.15	α_{medio}
1000	1.38	1.40	**1.30**
2000	1.30	1.30	
4000	1.30		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.10
SAA	0.76

5.7. Resultados NOREN S/151

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo NOREN S/151.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,01
100	0,04
125	0,16
160	0,29
200	0,44
250	0,41
315	0,56
400	0,78
500	0,95
630	1,11
800	1,15
1000	1,17
1250	1,10
1600	1,14
2000	1,14
2500	1,09
3150	1,09
4000	1,07
5000	1,09

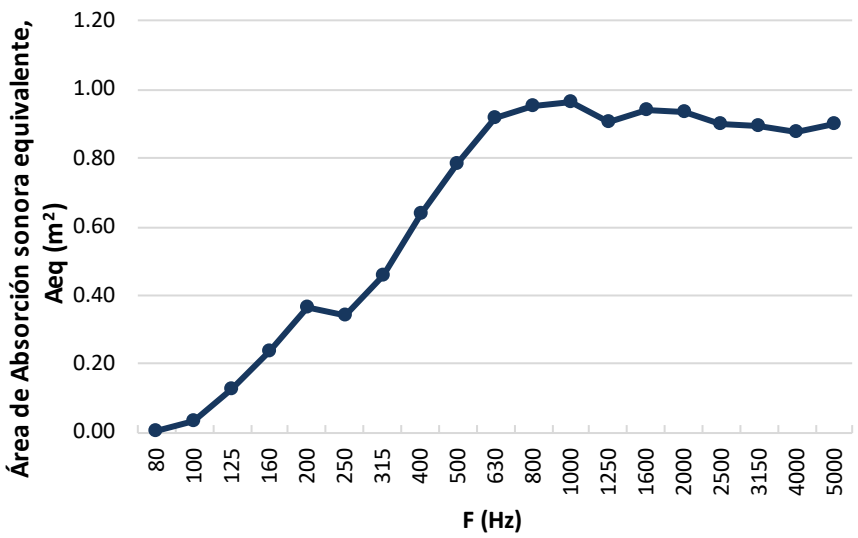


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para NOREN S/151

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la CLASE A (máxima) según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para NOREN S/151 y 13 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,19		
250	0,58		
500	1,22	1,20	α_{medio}
1000	1,47	1,45	**1,35**
2000	1,41	1,40	
4000	1,41		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.15
SAA	0.92

6. RESUMEN DE DATOS

Para todos los modelos ensayados y/o interpolados se ha obtenido el número de elementos necesarios para conseguir en 10 m^2 una Clase de Absorción Acústica de valor A (máxima) según UNE-EN ISO 11654:98. En la tabla siguiente se resumen los datos.

MODELO TARIFA	Unidades (10 m2)
NOREN S/100	8
NOREN S/85	12
NOREN S/72	8
NOREN S/123.2	8
NOREN S/151.2	6
NOREN S/151	13
NOREN S/123	14

Gandia, 15 de diciembre de 2022

JESUS|ALBA|FERNANDEZ

Firmado digitalmente por JESUS|ALBA|FERNANDEZ
Fecha: 2022.12.15 09:41:32 +01'00'

Fdo: Jesús Alba Fernández

Catedrático de Universidad
Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica
Departamento de Física Aplicada (www.fisgan.upv.es)
Escuela Politécnica Superior de Gandia (www.gandia.upv.es)
Universitat Politècnica de València (www.upv.es)
C/ Paranimf nº1 46730
Grao de Gandia (Valencia) Spain
Teléfono: (+34)962849300, Ext. 43140. Móvil: 645305155 e-mail: jesalba@fis.upv.es.

Anexo 1.

Fichas Justificativas

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Medición de absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

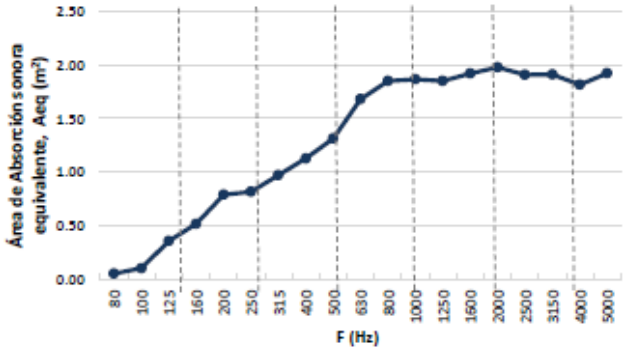
Solicitante: BOVER

Muestra Ensayada: NOREN S/72

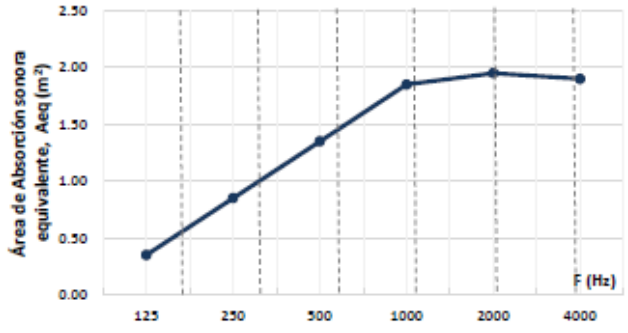


Dimensiones:		Condiciones Ambientales:	
Volumen cámara (m^3)	238	$T_{cámara\ vacía}$	26 °C
Superficie camara (m^2)	236	$HR_{cámara\ vacía}$	69 %
Elementos ensayados	3	$T_{cámara\ con\ muestra}$	26 °C
		$HR_{cámara\ con\ muestra}$	68 %
Fecha ensayo:	22/9/2022	**Fecha Informe:**	13/12/2022

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0.06
100	0.11
125	0.36
160	0.52
200	0.79
250	0.82
315	0.97
400	1.13
500	1.31
630	1.68
800	1.85
1000	1.86
1250	1.85
1600	1.92
2000	1.98
2500	1.91
3150	1.91
4000	1.81
5000	1.92



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0.35
250	0.85
500	1.35
1000	1.85
2000	1.95
4000	1.90



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 1.728

Número de elementos en 10 m^2 6

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.19		
250	0.50		
500	0.80	0.80	α_{medio}
1000	1.07	1.05	0.98
2000	1.12	1.10	
4000	1.09		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0.80
CLASE	B

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	0.85
SAA	1.51

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia. Universitat Politécnica de Valéncia.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandia 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Medición de absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

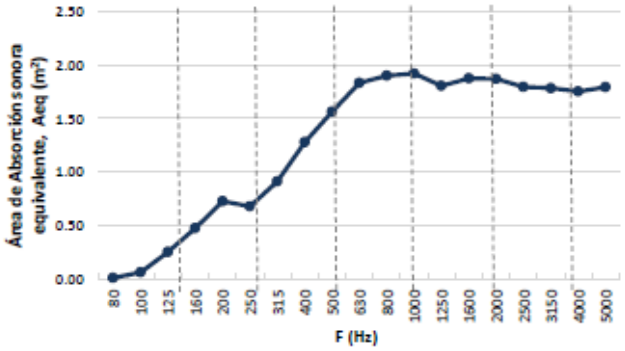
Solicitante: BOVER

Muestra Ensayada: NOREN S/100

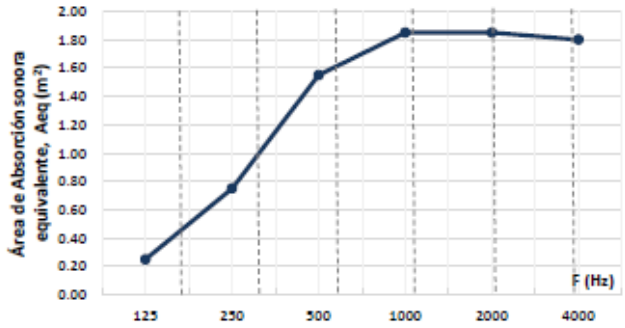


Dimensiones:		Condiciones Ambientales:	
Volumen cámara (m^3)	238	$T_{cámara\ vacía}$	26 °C
Superficie camara (m^2)	236	$HR_{cámara\ vacía}$	69 %
Elementos ensayados	3	$T_{cámara\ con\ muestra}$	26 °C
		$HR_{cámara\ con\ muestra}$	69 %
Fecha ensayo:	22/9/2022	**Fecha Informe:**	13/12/2022

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0.01
100	0.07
125	0.25
160	0.48
200	0.73
250	0.68
315	0.91
400	1.28
500	1.56
630	1.83
800	1.90
1000	1.92
1250	1.81
1600	1.88
2000	1.87
2500	1.80
3150	1.78
4000	1.75
5000	1.79



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0.25
250	0.75
500	1.55
1000	1.85
2000	1.85
4000	1.80



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 1.5708

Número de elementos en 10 m^2 6

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.17		
250	0.49		
500	0.99	1.00	α_{medio}
1000	1.19	1.20	1.13
2000	1.18	1.20	
4000	1.13		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0.80
CLASE	B

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	0.95
SAA	1.51

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandia 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Anexo 2.

Certificado de verificación periódica de instrumentación utilizada

BOLETÍN IDENTIFICATIVO

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE SONIDO AUDIBLE Y CALIBRADORES ACÚSTICOS

TITULAR DEL INSTRUMENTO			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
CP:	Localidad:	Provincia:	Tfno:
Persona de contacto:	Fax:	e-mail:	

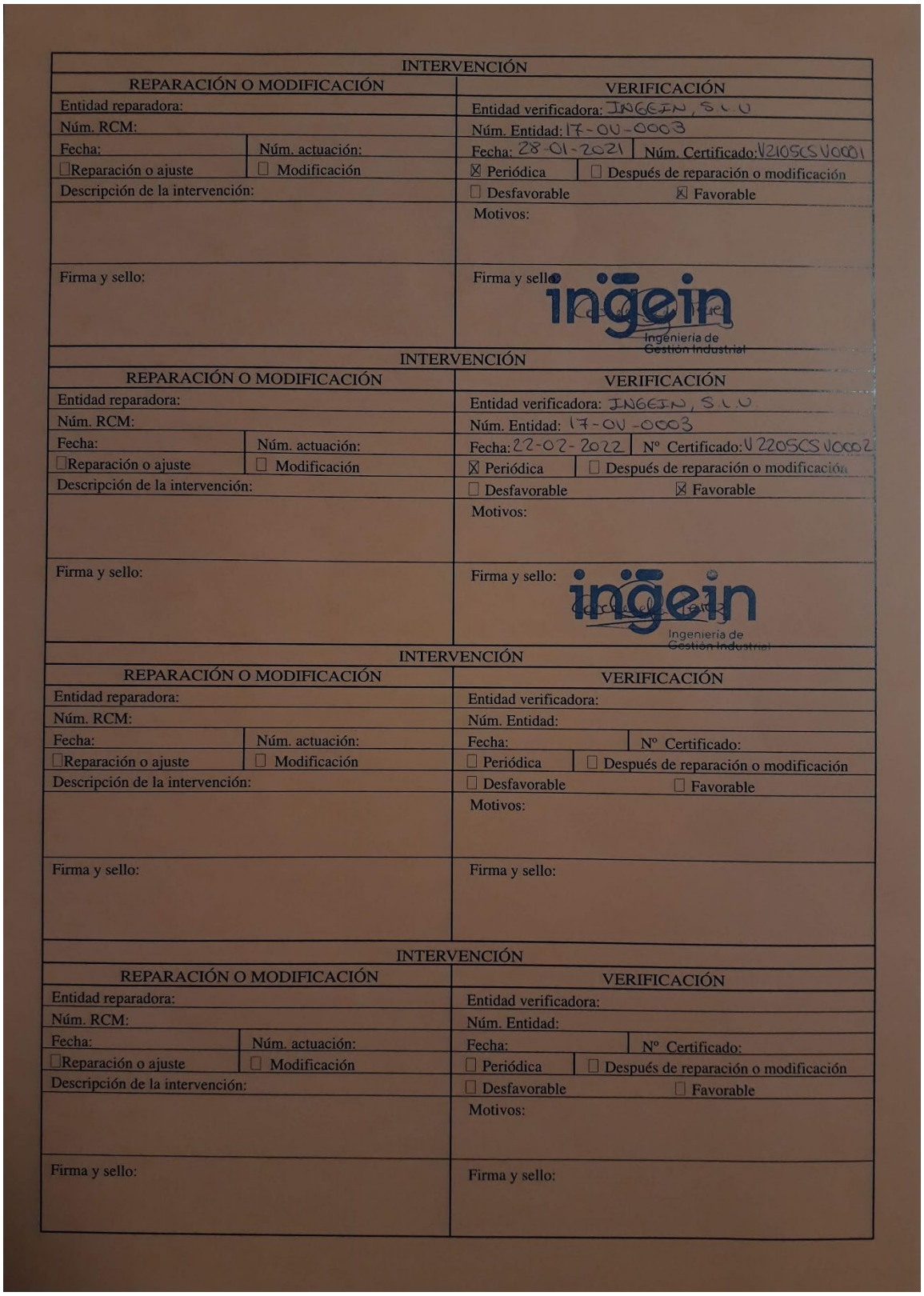
DATOS IDENTIFICATIVOS DEL INSTRUMENTO		
Fabricante: **BRÜEL & KJAER**	Marca: **BRÜEL & KJAER**	
Modelo: **2270 (G4)**	Nº de serie: **3011089**	**Canal 1**
Micrófono: **B&K 4189**	Nº de serie: **3180898**	
Preamplificador: **ZC 0032**	Nº de serie: **28138**	
Lugar de instalación:	Tipo de Instrumento: **SONÓMETRO**	
Fecha de puesta en servicio (1):		
Nº Aprobación de modelo (2):		
Fecha de verificación primitiva (2):		
Certificado examen de modelo nº: **131127003**	Módulo: **B**	Fecha: **01/12/2015**
Organismo de control nº: **00-OC-1000**		
Certificado de conformidad nº: **19LAC18099F01**	Módulo: **F**	Fecha: 14/01/2019
Organismo de control nº: **16-OC-1002**		



REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		CONTROL METROLÓGICO	
Entidad reparadora nº:		Organismo Verificador nº: 17-OV-0003 / INGEIN, S.L.U.	
		Fecha: 08-01-2020	Nº de certificado: V200558V0001
Fecha:	Núm. actuación:	☒ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☒ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello: Ingein, Ingeniería de Gestión Industrial	

REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		CONTROL METROLÓGICO	
Entidad reparadora nº:		Organismo Verificador nº: 17-OV-0003 / INGEIN, S.L.U.	
		Fecha: 28-01-2021	Nº de certificado: V210558V0001
Fecha:	Núm. actuación:	☒ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☒ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello: ingein, Ingeniería de Gestión Industrial	

(1) Sólo para dosímetros en servicio antes de la entrada en vigor de la Orden ITC/2845/2007. (2) Para instrumentos puestos en servicio en cumplimiento de la Orden de 16 de diciembre de 1998.



INTERVENCIÓN	
REPARACIÓN O MODIFICACIÓN	VERIFICACIÓN
Entidad reparadora:	Entidad verificadora: INGEIN, S.L.U
Núm. RCM:	Núm. Entidad: 17-OU-0003
Fecha: / Núm. actuación:	Fecha: 28-01-2021 / Núm. Certificado: V210SCSV0001
☐ Reparación o ajuste ☐ Modificación	☒ Periódica ☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:	☐ Desfavorable ☒ Favorable
	Motivos:
Firma y sello:	Firma y sello: ingein Ingeniería de Gestión Industrial

INTERVENCIÓN	
REPARACIÓN O MODIFICACIÓN	VERIFICACIÓN
Entidad reparadora:	Entidad verificadora: INGEIN, S.L.U
Núm. RCM:	Núm. Entidad: 17-OU-0003
Fecha: / Núm. actuación:	Fecha: 22-02-2022 / Nº Certificado: V220SCSV0002
☐ Reparación o ajuste ☐ Modificación	☒ Periódica ☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:	☐ Desfavorable ☒ Favorable
	Motivos:
Firma y sello:	Firma y sello: ingein Ingeniería de Gestión Industrial

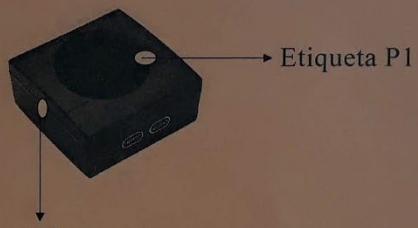
INTERVENCIÓN	
REPARACIÓN O MODIFICACIÓN	VERIFICACIÓN
Entidad reparadora:	Entidad verificadora:
Núm. RCM:	Núm. Entidad:
Fecha: / Núm. actuación:	Fecha: / Nº Certificado:
☐ Reparación o ajuste ☐ Modificación	☐ Periódica ☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:	☐ Desfavorable ☐ Favorable
	Motivos:
Firma y sello:	Firma y sello:

INTERVENCIÓN	
REPARACIÓN O MODIFICACIÓN	VERIFICACIÓN
Entidad reparadora:	Entidad verificadora:
Núm. RCM:	Núm. Entidad:
Fecha: / Núm. actuación:	Fecha: / Nº Certificado:
☐ Reparación o ajuste ☐ Modificación	☐ Periódica ☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:	☐ Desfavorable ☐ Favorable
	Motivos:
Firma y sello:	Firma y sello:

BOLETÍN IDENTIFICATIVO

DATOS DEL INSTRUMENTO			
Nombre de la entidad titular del instrumento: **Escuela Politécnica Superior de Gandia**			
Dirección: **Paranimf, 1**			
Localidad: **46730 Gandia (Valencia)**			Teléfono:
Ubicación del instrumento:			
Fabricante: **BRUEL & KJÆR**			
Tipo de instrumento: **CALIBRADOR**			Canal:
Marca: **BRUEL & KJÆR**	Modelo: **4231**		Num. de serie: **3019977**
Marca del micrófono:	Modelo:		Num. de serie:
Fecha de puesta en servicio:			
Aprobación del modelo número: **02-001-B-26/10-R Rev. 0**			
Fecha de aprobación de modelo: **28-jul-2010**		Fecha de verificación primitiva:	**5-dic-2017**
Autoridad de control de la verificación primitiva: **02-OC-1002**			
Placa de características:			Número de precintos: **2**

Croquis de la localización de la placa de características, etiqueta de verificación y precintos:



INTERVENCIÓN			
REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		VERIFICACIÓN	
Entidad reparadora:		Entidad verificadora: INGEIN, S.L.U.	
Núm. RCM:		Núm. Entidad: 17-OV-0003	
Fecha:	Núm. actuación:	Fecha: 15-01-2019	Nº Certificado: V1905CSV0001
☐ Reparación o ajuste	☐ Modificación	☒ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☒ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello: Ingein INGENIERÍA DE GESTIÓN INDUSTRIAL	

INTERVENCIÓN			
REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		VERIFICACIÓN	
Entidad reparadora:		Entidad verificadora: INGEIN, S.L.U.	
Núm. RCM:		Núm. Entidad: 17-OV-0003	
Fecha:	Núm. actuación:	Fecha: 10-01-2020	Nº Certificado: V2005CSV0001
☐ Reparación o ajuste	☐ Modificación	☒ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☒ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello: Ingein INGENIERÍA DE GESTIÓN INDUSTRIAL	

HBK HOTTINGER BRÜEL & KJÆR

Certificate of Conformance

Escuela Politécnica Superior de Gandia
C/ Paranimf, 1
Departamento de Física Aplicad
46730 Grao de Gandia
VALENCIA

Reference number:	Service request:	Date:
Pedido: PQ000214560	CAS-561850-J9G2B7	16 Feb 2022

We hereby declare that

-2270--D01- 2270-G4 Handheld Analyzer Serial Number: 3011089

has been tested and passed all test.

The instrument has been tested according to published specifications at the date of the test.
All tests have been performed using calibrated equipment, traceable to National or International Standards or by ratio measurements.

Certificate issued
16-Feb-2022

Torben Bjørn

Vice President - Operations
For and behalf of Hottinger Brüel & Kjær HQ

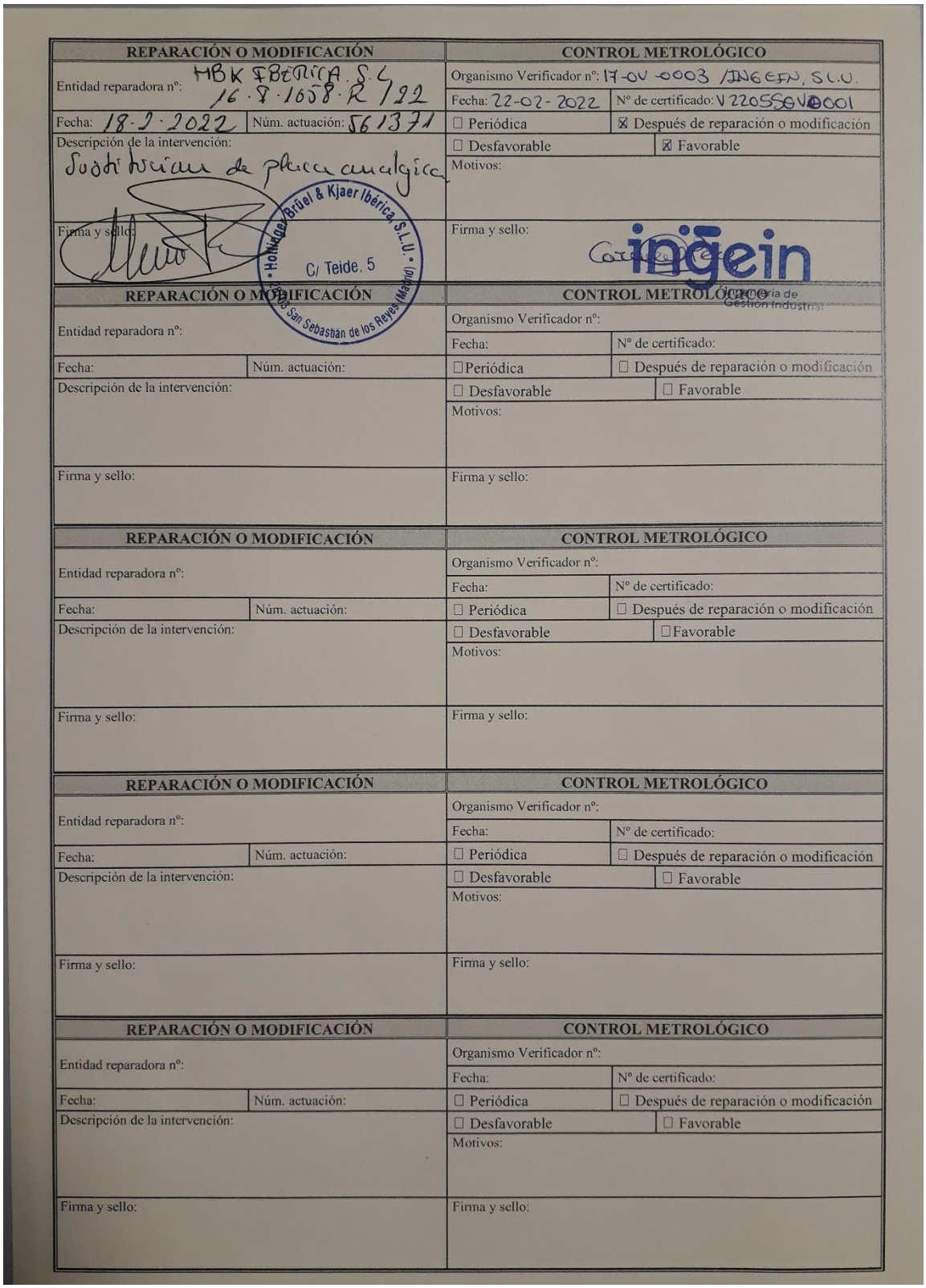
Recommended date for next check: Feb-2023

Hottinger Brüel & Kjær is certified under ISO 9001:2008, assuring that all calibration data is retained on file and is available for inspection upon request

Note:
Although this certificate states that your instrument complied with all specifications at the time of the test, this is not a calibration certificate.

Hottinger Brüel & Kjær A/S
Teknikerbyen 28-40 • DK-2830 Virum • Denmark
Tel: +45 45 80 05 00
E-mail: info@hbkworld.com
Website: www.hbkworld.com • www.hbm.com • www.bksv.com

CVR nr. 23 95 84 14 • VAT. nr. DK 11948456
Danske Bank: Account no. 3100-3015081260, SWIFT DABADKKK
IBANS: (DKK) DK 75 3000 3015081260 • (EUR) DK 25 3000 3001963589
(USD) DK 26 3000 4451045504



REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		CONTROL METROLÓGICO	
Entidad reparadora nº: HBK IBERICA S.L. 16·I·1058·R/22		Organismo Verificador nº: 17-OV-0003 / INGEIN, S.L.U.	
		Fecha: 22-02-2022	Nº de certificado: V220SSOV0001
Fecha: 18-I-2022	Núm. actuación: 561371	☐ Periódica	☒ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención: Sustitución de placa analógica		☐ Desfavorable	☒ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello: Hottinger Brüel & Kjaer Ibérica, S.L.U. C/ Teide, 5 Polígono San Sebastián de los Reyes (Madrid)		Firma y sello: ingein Escuela Politécnica de Gestión Industrial	

REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		CONTROL METROLÓGICO	
Entidad reparadora nº:		Organismo Verificador nº:	
		Fecha:	Nº de certificado:
Fecha:	Núm. actuación:	☐ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☐ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello:	

REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		CONTROL METROLÓGICO	
Entidad reparadora nº:		Organismo Verificador nº:	
		Fecha:	Nº de certificado:
Fecha:	Núm. actuación:	☐ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☐ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello:	

REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		CONTROL METROLÓGICO	
Entidad reparadora nº:		Organismo Verificador nº:	
		Fecha:	Nº de certificado:
Fecha:	Núm. actuación:	☐ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☐ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello:	

REPARACIÓN O MODIFICACIÓN		CONTROL METROLÓGICO	
Entidad reparadora nº:		Organismo Verificador nº:	
		Fecha:	Nº de certificado:
Fecha:	Núm. actuación:	☐ Periódica	☐ Después de reparación o modificación
Descripción de la intervención:		☐ Desfavorable	☐ Favorable
		Motivos:	
Firma y sello:		Firma y sello:	

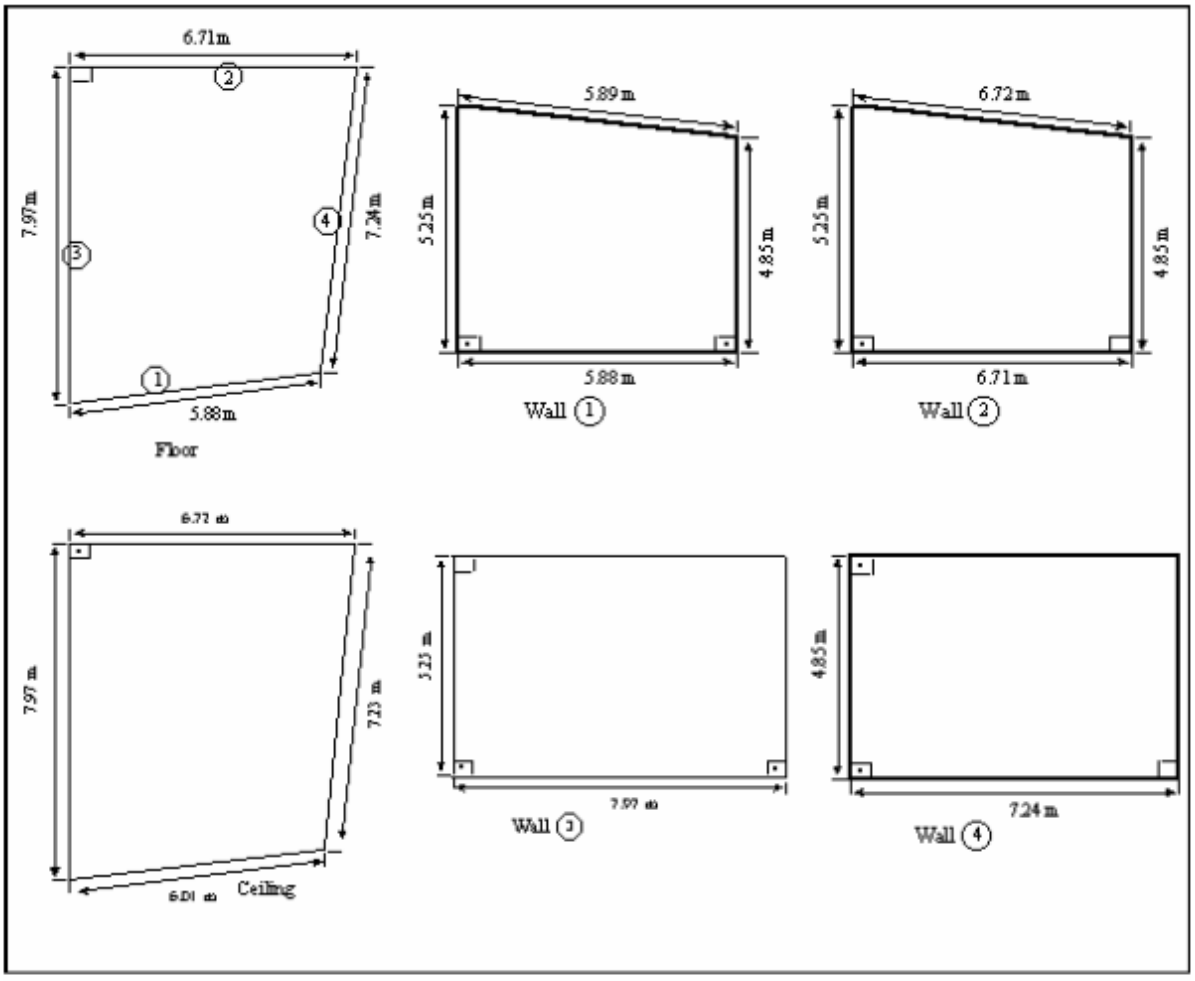
Anexo 3.

Características de la cámara reverberante donde se han realizado las medidas

- **Descripción y cualificación de la cámara reverberante:**
  - Volumen 238 m^3
  - Superficie total 236 m^2

  Verifica las recomendaciones siguientes:

  - $1.9V^{1/3} > D$
  - $S_{Total} \approx 6V^{2/3}$ ($236\ m^2 \approx 230\ m^2$)
  - $T_{60} \geq \frac{V}{S} = 1.01$
  - Dimensiones:
  -

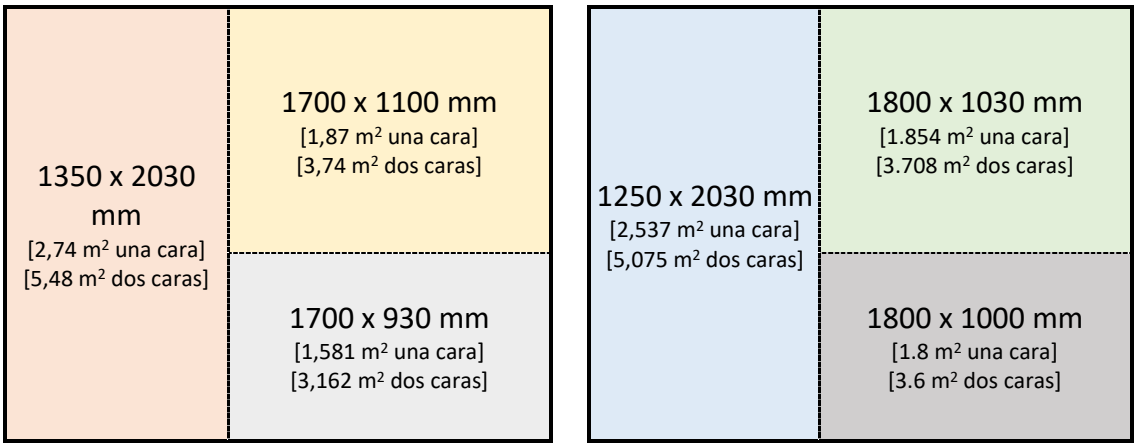


Características de absorción.

Frecuencia (Hz)	Tr de la cámara (s)	Ruido de Fondo (dB)	Absorción de la cámara (m^2)
100	10,6	35	3,60
125	7,2	21	5,28
160	6,6	17	5,78
200	7,0	18	5,45
250	7,5	16	5,11
315	8,3	17	4,58
400	8,6	15	4,44
500	8,8	14	4,35
630	8,8	12	4,33
800	8,7	8	4,38
1000	8,4	7	4,53
1250	7,9	8	4,86
1600	7,0	8	5,49
2000	6,0	6	6,35
2500	5,1	7	7,57
3150	4,0	7	9,58
4000	3,1	8	12,23
5000	2,4	9	16,27

Paneles difusores

Descolgados del techo se disponen 6 paneles de metacrilato con las siguientes dimensiones:



Sobre paredes y suelo se disponen 9 paneles de metacrilato con las siguientes dimensiones:

550 x 1000 mm [0,55 m^2 una cara] [1,1 m^2 dos caras]	2500 x 1000 mm [2,5 m^2 una cara] [5 m^2 dos caras]
550 x 1030 mm [0,567 m^2 una cara] [1,133 m^2 dos caras]	2500 x 1030 mm [2,575 m^2 una cara] [5,150 m^2 dos caras]

1050 x 1100 mm [1,15 m^2 una cara] [2,3 m^2 dos caras]	2000 x 1100 mm [2.2 m^2 una cara] [4.4 m^2 dos caras]	
1050 x 930 mm [0,977 m^2 una cara] [1,953 m^2 dos caras]	1000 x 930 mm [0,93 m^2 una cara] [1,86 m^2 dos caras]	1050 x 930 mm [0,977 m^2 una cara] [1,953 m^2 dos caras]

Las siguientes imágenes muestran detalles de la cámara reverberante.





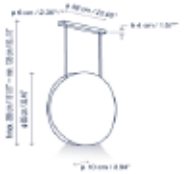
Anexo 4.

Fichas justificativas de las interpolaciones

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

Solicitante: BOVER

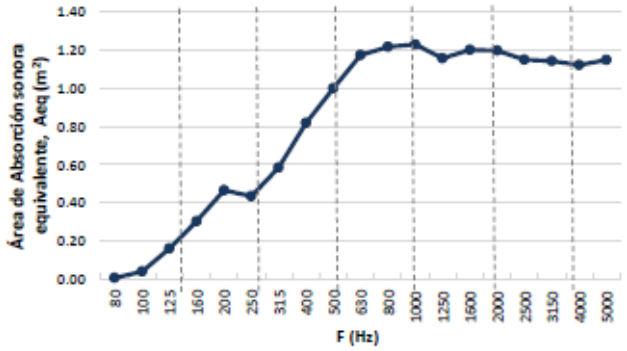
Muestra Calculada: NOREN S/85



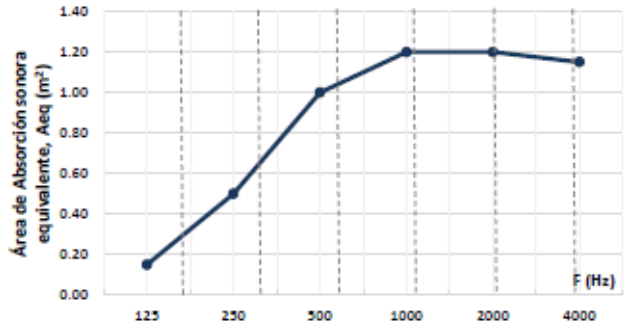
REFERENCIA	
NOREN S/85	
Factor elemento	0.64
Factor grupal	1.07
Elementos estimados:	5

Fecha cálculo:	22/9/2022	**Fecha Informe:**	13/12/2022

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0.01
100	0.04
125	0.16
160	0.31
200	0.47
250	0.44
315	0.58
400	0.82
500	1.00
630	1.17
800	1.22
1000	1.23
1250	1.16
1600	1.20
2000	1.20
2500	1.15
3150	1.14
4000	1.12
5000	1.15



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0.15
250	0.50
500	1.00
1000	1.20
2000	1.20
4000	1.15



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 0.86

Número de elementos en 10 m^2 12

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.17		
250	0.58		
500	1.16	1.15	α_{medio}
1000	1.40	1.40	1.32
2000	1.40	1.40	
4000	1.34		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0.90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.15
SAA	0.97

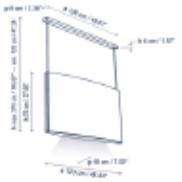
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandia 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

Solicitante: BOVER

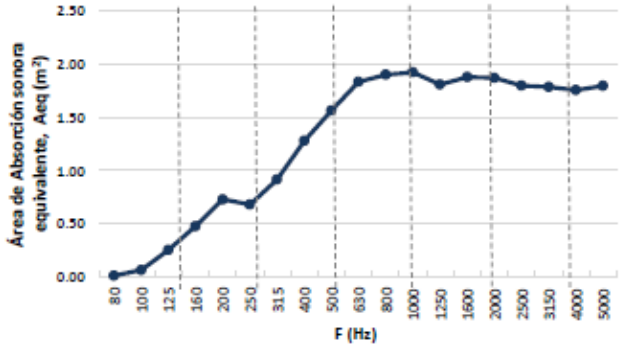
Muestra Calculada: NOREN S/123.2



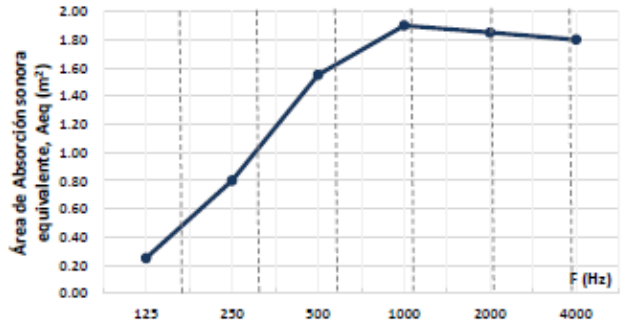
REFERENCIA	
NOREN S/123.2	
Factor elemento	1.00
Factor grupal	1.00
Elementos estimados:	3

Fecha cálculo:	22/9/2022	**Fecha Informe:**	13/12/2022

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0.01
100	0.07
125	0.26
160	0.48
200	0.73
250	0.68
315	0.91
400	1.28
500	1.56
630	1.83
800	1.90
1000	1.92
1250	1.81
1600	1.88
2000	1.87
2500	1.80
3150	1.79
4000	1.75
5000	1.80



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0.25
250	0.80
500	1.55
1000	1.90
2000	1.85
4000	1.80



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 1.30

Número de elementos en 10 m^2 8

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.19		
250	0.62		
500	1.19	1.20	α_{medio}
1000	1.46	1.45	1.35
2000	1.42	1.40	
4000	1.38		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0.90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.15
SAA	1.51

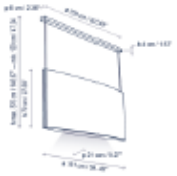
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

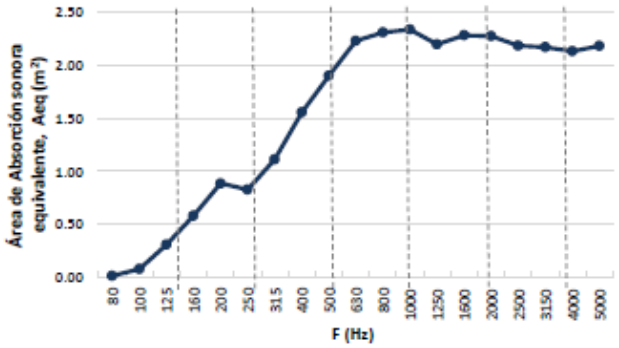
Solicitante: BOVER

Muestra Calculada: NOREN S/151.2

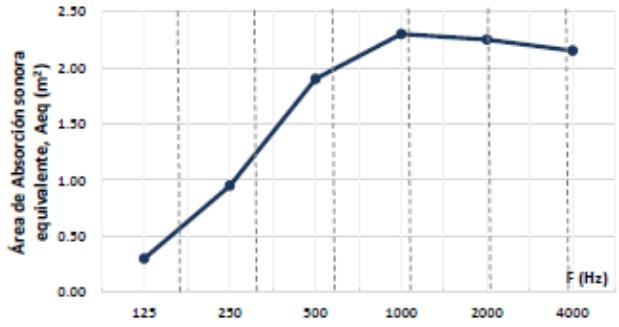


REFERENCIA	
NOREN S/151.2	
Factor elemento	1.22
Factor grupal	0.41
Elementos estimados:	2
Fecha cálculo:	22/9/2022
Fecha Informe:	13/12/2022

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0.02
100	0.08
125	0.31
160	0.58
200	0.89
250	0.83
315	1.11
400	1.56
500	1.90
630	2.23
800	2.31
1000	2.34
1250	2.20
1600	2.28
2000	2.27
2500	2.18
3150	2.17
4000	2.13
5000	2.18



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0.30
250	0.95
500	1.90
1000	2.30
2000	2.25
4000	2.15



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 1.65

Número de elementos en 10 m^2 6

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.18		
250	0.58		
500	1.15	1.15	α_{medio}
1000	1.39	1.40	1.30
2000	1.36	1.35	
4000	1.30		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0.90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.10
SAA	1.84

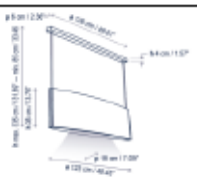
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandia 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Medición de absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

Solicitante: BOVER

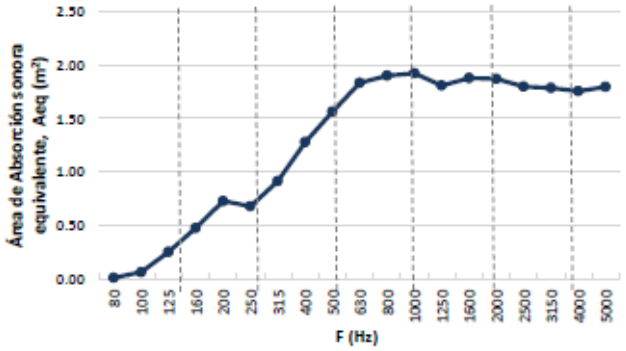
Muestra Ensayada: NOREN S/123

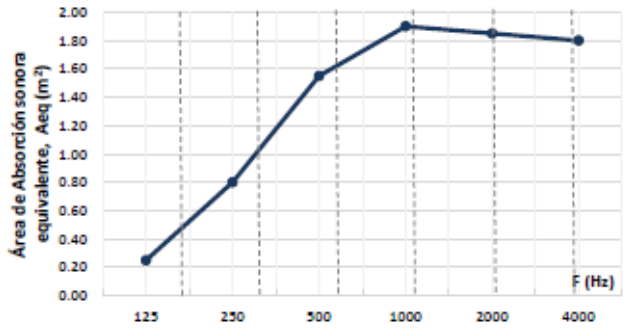


Dimensiones:		Condiciones Ambientales:	
Volumen cámara (m^3)	238	$T_{cámara\ vacía}$	26 °C
Superficie camara (m^2)	236	$HR_{cámara\ vacía}$	69 %
Elementos ensayados	3	$T_{cámara\ con\ muestra}$	26 °C
		$HR_{cámara\ con\ muestra}$	68 %
Fecha ensayo:	22/9/2022	**Fecha Informe:**	13/12/2022

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0.01
100	0.07
125	0.26
160	0.48
200	0.73
250	0.68
315	0.91
400	1.28
500	1.56
630	1.83
800	1.90
1000	1.92
1250	1.81
1600	1.88
2000	1.87
2500	1.80
3150	1.79
4000	1.75
5000	1.80

f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0.25
250	0.80
500	1.55
1000	1.90
2000	1.85
4000	1.80





Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 1.3

Número de elementos en 10 m^2 8

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.19		
250	0.62		
500	1.19	1.20	α_{medio}
1000	1.46	1.45	1.35
2000	1.42	1.40	
4000	1.38		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0.90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.15
SAA	1.51

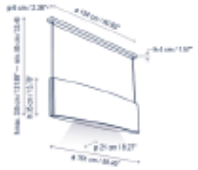
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politécnica de Valencia.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

Solicitante: BOVER

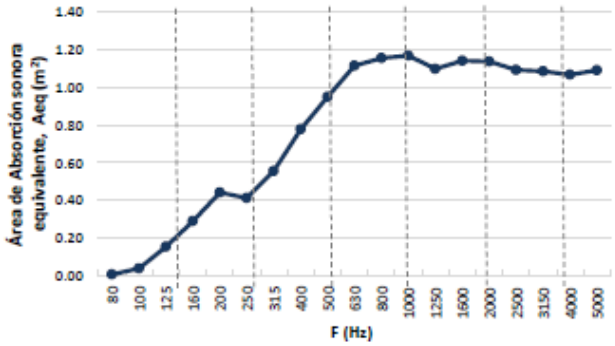
Muestra Calculada: NOREN S/151



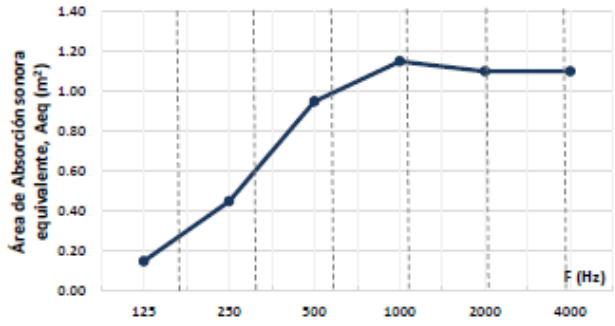
REFERENCIA	
NOREN S/151	
Factor elemento	0.61
Factor grupal	1.01
Elementos estimados:	5

Fecha cálculo:	22/9/2022	**Fecha Informe:**	13/12/2022

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0.01
100	0.04
125	0.16
160	0.29
200	0.44
250	0.41
315	0.56
400	0.78
500	0.95
630	1.11
800	1.15
1000	1.17
1250	1.10
1600	1.14
2000	1.14
2500	1.09
3150	1.09
4000	1.07
5000	1.09



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0.15
250	0.45
500	0.95
1000	1.15
2000	1.10
4000	1.10



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 0.78

Número de elementos en 10 m^2 13

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0.19		
250	0.58		
500	1.22	1.20	α_{medio}
1000	1.47	1.45	1.35
2000	1.41	1.40	
4000	1.41		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0.90
CLASE	A

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	1.15
SAA	0.92

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es