

RAPPORTO DI PROVA N. 341567
TEST REPORT No. 341567

Luogo e data di emissione: Bellaria-Igea Marina - Italia, 27/04/2017

Place and date of issue:

Committente: KNAUF INSULATION S.p.A. - Corso Europa, 603 - 10088 VOLPIANO (TO) - Italia

Customer:

Data della richiesta della prova: 20/01/2017

Date testing requested:

Numero e data della commessa: 71979, 24/01/2017

Order number and date:

Data del ricevimento del campione: 20/02/2017

Date sample received:

Data dell'esecuzione della prova: 03/03/2017

Date of testing:

Oggetto della prova: misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea secondo le norme UNI EN ISO 10140-2:2010 e UNI EN ISO 717-1:2013 su tetto

Purpose of testing:

laboratory measurements of airborne sound insulation on roof in according to standards UNI EN ISO 10140-2:2010 and UNI EN ISO 717-1:2013

Luogo della prova: Istituto Giordano S.p.A. - Via Erbosa, 78 - 47043 Gatteo (FC) - Italia

Place of testing:

Provenienza del campione: campionato e fornito dal Committente

Origin of sample:

sampled and supplied by the Customer

Identificazione del campione in accettazione: 2017/0351/D

Identification of sample received:

Denominazione del campione*.

Sample name.*

Il campione sottoposto a prova è denominato "TETTO IN LEGNO CON DOPPIO ASSITO, DUE STRATI DI LANA MINERALE POSATI IN CONTINUO, SECONDA VENTILAZIONE".

The test sample is called "WOOD FRAME ROOF WITH TWO BOARDING, TWO CONTINUOUS LAYERS OF MINERAL WOOL INSULATION, TWO VENTS".

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.
according to information supplied by the Customer.



LAB N° 0021

Comp. AV Revis. ON	Il presente rapporto di prova è composto da n. 11 fogli ed è emesso in formato bilingue (italiano e inglese); in caso di dubbio, è valida la versione in lingua italiana. <i>This test report is made up of 11 sheets and it is issued in a bilingual format (Italian and English); in case of dispute the only valid version is the Italian one.</i>	Foglio / sheet 1 / 11
-----------------------	---	--------------------------

Descrizione del campione*.Description of sample*.

Il campione sottoposto a prova è costituito da un tetto il legno avente le caratteristiche fisiche riportate nella tabella seguente.

The test sample consists of a wood frame roof with following characteristics.

Larghezza rilevata <i>Measured width</i>	3380 mm
Lunghezza rilevata <i>Measured length</i>	5380 mm
Spessore nominale escluso tegole e travi di sostegno <i>Measured thickness excluded tiles and support beams</i>	376 mm
Superficie acustica utile (3400 mm × 5120 mm) <i>Effective acoustic surface</i>	17,41 m ²
Massa unitaria nominale escluso travi di sostegno (determinazione analitica) <i>Nominal mass per unit area excluded support beams (analytical determination)</i>	71 kg/m ²

Il campione, in particolare, è composto da:

- n. 7 travi in legno d'abete massello, lunghezza nominale 3380 mm, sezione d'ingombro nominale 160 mm × 280 mm e densità nominale 500 kg/m³;
- assito realizzato mediante l'accostamento di tavole in legno d'abete lamellare, sezione nominale 150 mm × 34 mm e densità nominale 400 kg/m³, munite di incastri del tipo maschio/femmina;
- telo con freno al vapore, massa superficiale nominale 145 g/m²;
- primo stato di materiale isolante realizzato mediante l'accostamento di pannelli in lana minerale denominati "SmartRoof Top", spessore 100 mm, aventi le caratteristiche fisiche riportate nella tabella seguente:

Lunghezza nominale	1000 mm
Larghezza nominale	600 mm
Spessore nominale	100 mm
Densità nominale	150 kg/m ³

- secondo stato di materiale isolante realizzato mediante l'accostamento di pannelli in lana minerale denominati "SmartRoof Thermal", spessore 80 mm, aventi le caratteristiche fisiche riportate nella tabella seguente:

Lunghezza nominale	1000 mm
Larghezza nominale	600 mm
Spessore nominale	80 mm
Densità nominale	115 kg/m ³

- telo sottotetto di protezione impermeabile e altamente traspirante, massa superficiale nominale 145 g/m²;
- ventilazione realizzata mediante listelli in legno d'abete massello, sezione d'ingombro nominale 40 mm × 50 mm e densità nominale 500 kg/m³, disposti perpendicolarmente alla linea di gronda;
- assito realizzato mediante l'accostamento di tavole in compensato, spessore 18 mm e densità nominale 460 kg/m³;
- membrana impermeabilizzante bituminosa, spessore 4 mm;

(*) secondo le dichiarazioni del Committente, ad eccezione delle caratteristiche espressamente indicate come rilevate.
according to information supplied by the Customer, apart from characteristics specifically stated to be measurements.

- ventilazione realizzata mediante listelli in legno d'abete massello, sezione d'ingombro nominale 40 mm × 50 mm e densità nominale 500 kg/m³, disposti perpendicolarmente alla linea di gronda;
- supporto delle tegole realizzato mediante listelli in legno d'abete massello, sezione d'ingombro nominale 30 mm × 40 mm e densità nominale 500 kg/m³, disposti parallelamente alla linea di gronda;
- strato di copertura realizzato mediante l'accostamento di tegole portoghesi, dimensioni nominali 407 mm × 252 mm × 90 mm e peso nominale 3,1 kg.

Il campione è prodotto dal Committente ed è stato montato nell'apertura di prova a cura del Committente stesso.

More specifically, the sample consists of:

- No. 7 spruce rafters, nominal length 3380 mm, nominal section 160 mm × 280 mm and nominal density of 500 kg/m³;
- roof boarding made of spruce laminated boards, nominal section 150 mm × 34 mm and nominal density 400 kg/m³, tongue-and-groove jointing;
- vapour barrier, nominal surface mass 145 g/m²;
- first layer of insulation material using "SmartRoof Top" mineral wool slabs, thickness 100 mm, whose technical specs are shown in the table below:

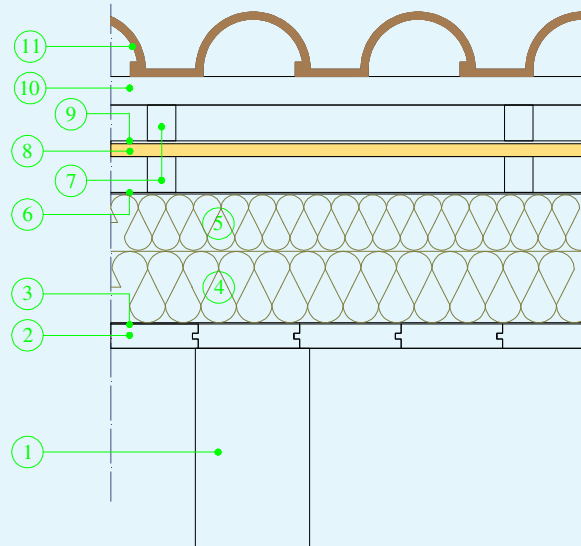
Nominal length	1000 mm
Nominal width	600 mm
Nominal thickness	100 mm
Nominal density	150 kg/m ³

- second layer of insulation material using "SmartRoof Thermal" mineral wool slabs, thickness 80 mm, whose technical specs are shown in the table below:

Nominal length	1000 mm
Nominal width	600 mm
Nominal thickness	80 mm
Nominal density	115 kg/m ³

- breathable waterproofing membrane, nominal surface mass 145 g/m²;
- vent build by wood spruce battens, nominal section 40 mm × 50 mm and nominal density 500 kg/m³, perpendicular to the eaves;
- roof boarding made of plywood boards, thickness 18 mm and nominal density 460 kg/m³;
- bitumen waterproofing membrane, thickness 4 mm;
- vent build by wood spruce battens, nominal section 40 mm × 50 mm and nominal density 500 kg/m³, perpendicular to the eaves;
- tiles support made of wood spruce battens, nominal section 30 mm × 40 mm and nominal density 500 kg/m³, parallel to the eaves;
- roman tiles, dimensions 407 mm × 252 mm × 90 mm and nominal weight 3,1 kg.

The sample is manufactured by the Customer and it was mounted in the test opening by the Customer.

SEZIONE DEL CAMPIONE (FORNITA DAL COMMITTENTE)
SECTION OF SAMPLE (SUPPLIED BY THE CUSTOMER)
**LEGENDA**

KEY

Simbolo <i>Symbol</i>	Descrizione <i>Description</i>
1	Trave in legno d'abete massello <i>Spruce rafter</i>
2	Assito in tavole in legno d'abete lamellare <i>Roof boarding made of spruce laminated boards</i>
3	Telo con freno al vapore <i>Vapour barrier</i>
4	Pannello rigido in lana minerale denominato "SmartRoof Top" - spessore 100 mm <i>Rigid mineral wool slab called "SmartRoof Top" - thickness 100 mm</i>
5	Pannello rigido in lana minerale denominato "SmartRoof Thermal" - spessore 80 mm <i>Rigid mineral wool slab called "SmartRoof Thermal" - thickness 80 mm</i>
6	Telo sottotetto di protezione impermeabile e altamente traspirante <i>Breathable waterproofing membrane</i>
7	Listello in legno d'abete massello <i>Wood spruce battens</i>
8	Assito in tavole di compensato <i>Roof boarding made of plywood boards</i>
9	Membrana impermeabilizzante bituminosa <i>Bitumen waterproofing membrane</i>
10	Supporto delle tegole in listelli di legno d'abete massello <i>Tiles support made of wood spruce battens</i>
11	Strato di copertura in tegole portoghesi <i>Roman tiles</i>



Fotografia del campione, lato camera emittente.

Photograph of sample, source room side.



Fotografia del campione, lato camera ricevente.

Photograph of sample, receiving room side.

Riferimenti normativi.

Normative references.

La prova è stata eseguita secondo le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN ISO 10140-2:2010 del 21/10/2010 “Acustica - Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Misurazione dell’isolamento acustico per via aerea”;
- UNI EN ISO 717-1:2013 del 04/04/2013 “Acustica - Valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea”.

The test was carried out according to the following standard:

- UNI EN ISO 10140-2:2010 dated 21/10/2010 “Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation”;
- UNI EN ISO 717-1:2013 dated 04/04/2013 “Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation”.

Apparecchiatura di prova.

Test apparatus.

Per l’esecuzione della prova è stata utilizzata la seguente apparecchiatura:

- amplificatore di potenza 2000 W modello “EP2000” della ditta Behringer;
- equalizzatore digitale a terzi d’ottava modello “DEQ2496” della ditta Behringer;
- diffusore acustico dodecaedrico mobile con percorso rettilineo, lunghezza 1,6 m e inclinazione 15°, posizionato nella camera emittente;
- diffusore acustico dodecaedrico fisso posizionato nella camera ricevente;
- n. 2 aste microfoniche rotanti con percorso circolare, raggio 1 m e inclinazione 30°;
- n. 2 microfoni \varnothing ½” modello “4192” della ditta Brüel & Kjær;
- n. 2 preamplificatori microfoniche “2669” della ditta Brüel & Kjær;
- analizzatore a n. 4 canali in tempo reale modello “Soundbook” della ditta Sinus;
- calibratore per la calibrazione dei microfoni modello “CAL200” della ditta Larson Davis;
- n. 2 termoigrometri modello “HD206-1” della ditta Delta Ohm;
- barometro modello “UZ001” della ditta Brüel & Kjær;
- bilancia a piattaforma elettronica modello “VB 150 K 50LM” della ditta Kern;
- fettuccia metrica modello “Tri-Matic 5m/19mm” della ditta Sola;
- misuratore di distanza laser modello “DLE 50 Professional” della ditta Bosch;
- accessori di completamento.

Testing was carried out using the following equipment:

- Behringer “EP2000” 2000 W power amplifier;
- Behringer “DEQ2496” digital 1/3-octave equaliser;
- portable dodecahedron speaker with line-of-sight path, length 1,6 m and 15° tilt, positioned in the source room;
- fixed dodecahedron speaker positioned in the receiving room;
- No. 2 rotating microphone booms with sweep radius 1 m and 30° tilt;
- No. 2 Brüel & Kjær “4192” 1/2” random-incidence microphones;
- No. 2 Brüel & Kjær “2669” microphone preamplifiers;
- Sinus “Soundbook” 4-channel real-time analyser;
- Larson Davis “CAL200” acoustic calibrator for microphone calibration;

- No. 2 Delta Ohm “HD206-1” thermo-hygrometers;
- Brüel & Kjær “UZ001” barometer;
- Kern “VB 150 K 50LM” electronic platform scale;
- Sola “Tri-Matic 5 m/19 mm” metric tape measure;
- Bosch “DLE 50 Professional” laser range finder;
- complementary accessories.

Modalità della prova.

Test method.

La prova è stata eseguita utilizzando la procedura interna di dettaglio PP017 nella revisione vigente alla data della prova.

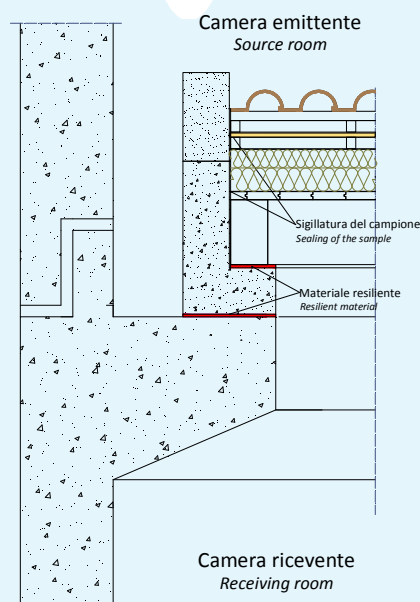
L’ambiente di prova è costituito da due camere, una delle quali, definita “camera emittente”, contiene la sorgente di rumore, mentre l’altra, definita “camera ricevente”, è caratterizzata acusticamente mediante l’area di assorbimento acustico equivalente.

Il campione, dopo essere stato condizionato per almeno 24 h all’interno degli ambienti di misura, è stato installato nell’apertura di prova posta tra le due camere secondo le modalità riportate nel disegno seguente.

The test was carried out using detailed internal procedure PP017 in its current revision at testing date.

The test environment consists of two chambers, one of which, known as “source room”, contains the noise source, whilst the other, known as “receiving room”, is characterised acoustically by the equivalent sound absorption area.

The sample, after being conditioned for at least 24 h inside measurement environment, was installed in the test opening between the two rooms, as shown in the following drawing.



Particolare del posizionamento del campione nell’apertura fra le due camere dell’ambiente di prova.

Close-up of sample positioning in the opening between the two rooms of the test environment.

Nell'intervallo di bande di $\frac{1}{3}$ d'ottava compreso tra 100 Hz e 5000 Hz, il potere fonoisolante "R", pari a n. 10 volte il logaritmo decimale del rapporto fra la potenza sonora incidente e la potenza sonora trasmessa attraverso il campione, è stato calcolato utilizzando la formula seguente:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

dove: R = potere fonoisolante, espresso in dB;

L_1 = livello medio di pressione sonora nella camera emittente, espresso in dB, generato con rumore rosa;

L_2 = livello medio di pressione sonora nella camera ricevente, espresso in dB, corretto del rumore di fondo e calcolato utilizzando la formula seguente:

$$L_2 = 10 \log [10^{\frac{L_{2b}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}}]$$

dove: L_{2b} = livello medio di pressione sonora combinato del segnale e del rumore di fondo, espresso in dB;

L_b = livello medio del rumore di fondo, espresso in dB;

se la differenza dei livelli [$L_{2b} - L_b$] è inferiore a 6 dB, viene applicata una correzione massima pari a 1,3 dB e il corrispondente valore del potere fonoisolante "R" è da considerarsi come un valore limite della misurazione;

S = superficie utile di misura del campione in prova, espressa in m^2 ;

A = area di assorbimento acustico equivalente della camera ricevente, espressa in m^2 , calcolata a sua volta utilizzando la formula seguente:

$$A = \frac{0,16 \cdot V}{T}$$

dove: V = volume della camera ricevente, espresso in m^3 ;

T = tempo di riverberazione, espresso in s.

L'indice di valutazione " R_w " del potere fonoisolante "R" è pari al valore in dB della curva di riferimento a 500 Hz secondo il procedimento della norma UNI EN ISO 717-1. Sono stati inoltre calcolati n. 2 termini correttivi in dB che tengono conto delle caratteristiche di particolari spettri sonori in sorgente e precisamente:

- termine correttivo "C" da sommare all'indice di valutazione " R_w " con spettro in sorgente relativo a rumore rosa (pink) ponderato A;
- termine correttivo " C_{tr} " da sommare all'indice di valutazione " R_w " con spettro in sorgente relativo a rumore da traffico (traffic) ponderato A.

La prova è stata eseguita subito dopo l'allestimento del campione.

In the $\frac{1}{3}$ -octave frequency range 100 Hz to 5000 Hz, the sound reduction index "R", equal to 10 times the common logarithm of the ratio of the sound power which is incident on the test sample to the sound power transmitted through the sample, was calculated using the following equation:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

where: R = sound reduction index in dB;

L_1 = average sound pressure level in the source room, in dB, generated by pink noise;

L_2 = average sound pressure level in the receiving room, in dB, adjusted for background noise and calculated using the following equation:

$$L_2 = 10 \log [10^{\frac{L_{2b}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}}]$$

where: L_{2b} = combined average sound pressure level of signal and background noise in dB;

L_b = average background noise level in dB;

if the difference between the levels $[L_{2b} - L_b]$ is less than 6 dB, a maximum correction of 1,3 dB is applied and the corresponding value of the sound reduction index "R" shall be considered a measurement limit value;

S = effective measuring surface of test sample, expressed in m^2 ;

A = equivalent sound absorption area in the receiving room, expressed in m^2 , in turn calculated using the following equation:

$$A = \frac{0,16 \cdot V}{T}$$

where: V = receiving room volume, expressed in m^3 ;

T = reverberation time, in seconds.

The single-number quantity " R_w " of the sound reduction index "R" is equal to the value in dB of the reference curve at 500 Hz in accordance with the method specified by standard UNI EN ISO 717-1. Furthermore, 2 adaptation terms have been calculated in dB that take account of the characteristics of certain source sound spectra, more specifically:

- adaptation term "C" to be added to single-number rating " R_w " with source spectrum for A-weighted pink noise;
- adaptation term " C_{tr} " to be added to single-number rating " R_w " with source spectrum for A-weighted traffic noise.

The test was carried out immediately after completion of sample preparation.

Incertezza di misura.

Uncertainty of measurement.

L'incertezza di misura è stata determinata in accordo con la guida JCGM 100:2008 del settembre 2008 "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", individuando per ciascuna frequenza il numero di gradi di libertà effettivi " v_{eff} " e l'incertezza estesa "U" del valore del potere fonoisolante "R", stimata con fattore di copertura "k" relativo ad un livello di fiducia pari al 95 %.

L'incertezza di misura dell'indice di valutazione " $U(R_w)$ " è stimata con fattore di copertura $k = 2$ relativo ad un livello di fiducia pari al 95 % utilizzando la procedura di calcolo riportata nell'allegato B della norma UNI EN ISO 12999-1:2014 del 26/06/2014 "Acustica - Determinazione e applicazione dell'incertezza di misurazione nell'acustica in edilizia - Parte 1: Isolamento acustico" in cui si presuppone una piena correlazione positiva tra i valori in bande di $\frac{1}{3}$ d'ottava di isolamento acustico.

Uncertainty of measurement was determined in accordance with guide JCGM 100:2008 dated September 2008 "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", by calculating for each frequency the number of effective degrees of freedom " v_{eff} " and expanded uncertainty "U" of the sound reduction index "R", using a coverage factor "k" representing a confidence level of 95 %.

Uncertainty of measurement of the single-number quantity " $U(R_w)$ " is calculated with a coverage factor $k = 2$ representing a confidence level of 95 % using the calculation procedure stated in the Annex B standard UNI EN ISO 12999-1:2014 dated 26/06/2014 "Acoustics - Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics - Part 1: Sound insulation" where is assumed a full positive correlation between the $\frac{1}{3}$ -octave band values of sound insulation.

Condizioni ambientali al momento della prova.*Environmental conditions during test.*

	Camera emittente <i>Source room</i>	Camera ricevente <i>Receiving room</i>
Pressione atmosferica <i>Atmospheric pressure</i>	(101000 ± 50) Pa	(101000 ± 50) Pa
Temperatura media <i>Average temperature</i>	(13 ± 1) °C	(12 ± 1) °C
Umidità relativa media <i>Average relative humidity</i>	(68 ± 5) %	(73 ± 5) %

Risultati della prova.*Test results.*

Frequenza <i>Frequency</i> [Hz]	R [dB]	R_{rif} [dB]	v_{eff}	k	U [dB]
100	23,4	24,0	6	2,45	2,6
125	23,4	27,0	8	2,31	2,0
160	25,1	30,0	13	2,00	1,1
200	24,3	33,0	10	2,23	0,9
250	31,1	36,0	7	2,36	0,8
315	35,6	39,0	9	2,26	0,8
400	41,0	42,0	26	2,00	0,5
500	48,1	43,0	13	2,00	0,4
630	51,3	44,0	19	2,00	0,5
800	55,0	45,0	15	2,00	0,5
1000	57,9	46,0	22	2,00	0,4
1250	61,9	47,0	17	2,00	0,4
1600	65,9	47,0	20	2,00	0,4
2000	68,9	47,0	20	2,00	0,4
2500	70,6	47,0	16	2,00	0,4
3150	70,4	47,0	10	2,23	0,7
4000	73,7	//	16	2,00	0,4
5000	75,5	//	14	2,00	0,4



LAB N° 0021

Superficie utile di misura del campione:

Sample effective measuring surface:

17,41 m²

Volume della camera emittente:

Source room volume:

120,6 m³

Volume della camera ricevente:

Receiving room volume:

97,0 m³

Esito della prova*:

Test result:*

Indice di valutazione a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 Hz e 3150 Hz:

Single-number rating at 500 Hz in the frequency range 100 Hz to 3150 Hz:

R_w = 43 dB**

Termini di correzione:

Adaptation terms:

C = -2 dB

C_{tr} = -7 dB

(*) valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.

evaluation based on laboratory measurement results obtained by an engineering method.

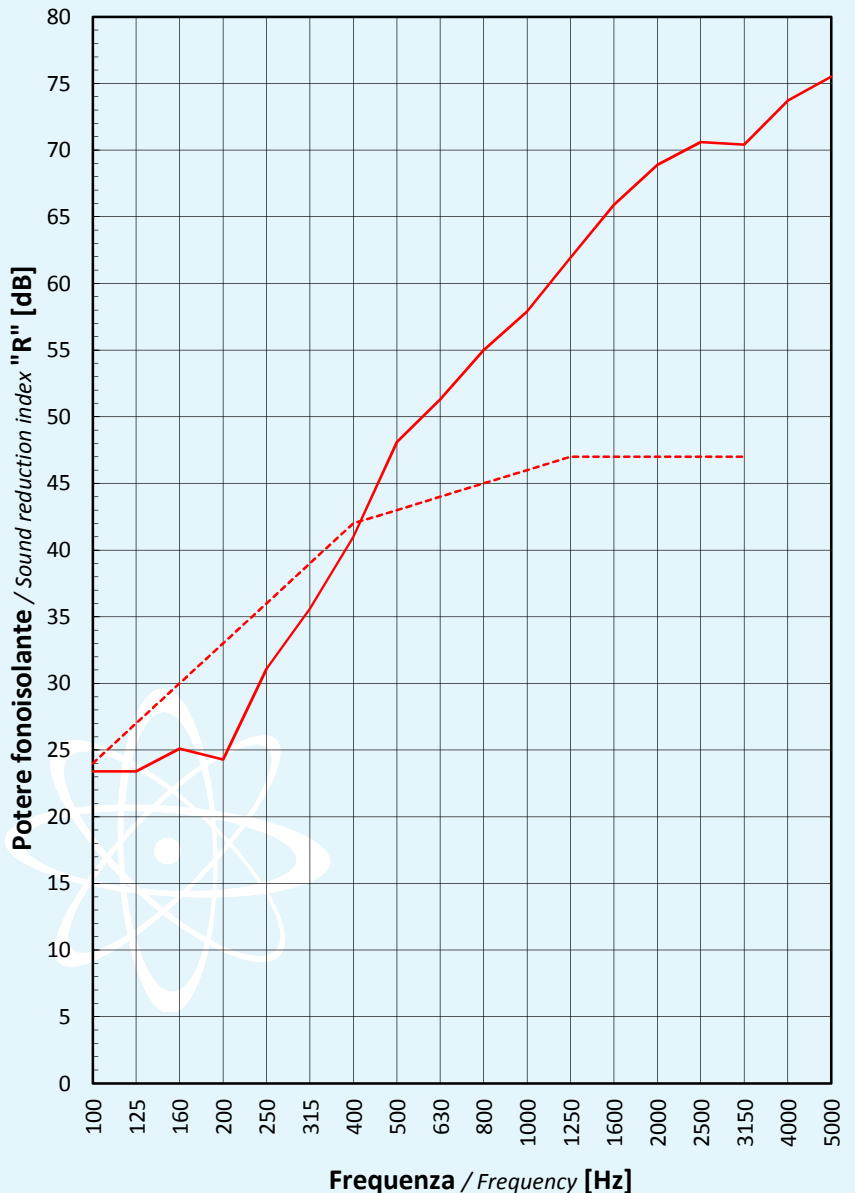
(**) indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB e incertezza di misura dell'indice di valutazione U(R_w):

single-number quantity of sound reduction index measured in steps of 0,1 dB and uncertainty of measurement of the single number quantity U(R_w):

R_w = (43,7 ± 1,1) dB

R_w + C = (40,9 ± 1,1) dB

R_w + C_{tr} = (35,6 ± 1,2) dB



— Rilievi sperimentali / Test plots
 - - - Curva di riferimento / Reference curve

Il Responsabile Tecnico di Prova
Test Technician
 (Geom. Omar Nanni)

[Signature]

Il Responsabile del Laboratorio
 di Acustica e Vibrazioni
Head of Acoustics and Vibrations Laboratory
 (Dott. Ing. Roberto Baruffa)

[Signature]

L'Amministratore Delegato
Chief Executive Officer

.....