

RAPPORTO DI PROVA N. 367250
TEST REPORT No. 367250

Cliente / Customer

NAV-SYSTEM S.p.A.
Piazzale Piero Sraffa, 45 - 47521 CESENA (FC) - Italia

Oggetto / Item*

copertura denominata "THUNDER 100"
roof named "THUNDER 100"

Attività / Activity

**misura in camera riverberante del coefficiente di
assorbimento acustico " α_s " secondo la norma
UNI EN ISO 354:2003**
*measurement in reverberation room of the sound absorption
coefficient " α_s " in accordance with standard UNI EN ISO 354:2003*

Commessa:

Order:
81423

Provenienza dell'oggetto:

Item origin:

campionato e fornito dal cliente
sampled and supplied by the customer

Identificazione dell'oggetto in accettazione:

Identification of item received:

2019/2161/E del 6 settembre 2019
2019/2161/E dated 6 September 2019

Data dell'attività:

Activity date:

16 settembre 2019
16 September 2019

Luogo dell'attività:

Activity site:

**Istituto Giordano S.p.A. - Strada Erbosca Uno, 78 -
47043 Gatteo (FC) - Italia**

Indice

Pagina

Descrizione dell'oggetto*

2

Riferimenti normativi

4

Apparecchiature

4

Modalità

5

Incertezza di misura

8

Condizioni ambientali

8

Risultati

9

Contents

Page

Description of items*

2

Normative references

4

Apparatus

4

Method

5

Uncertainty of measurement

8

Environmental conditions

8

Results

9

Il presente documento è composto da n. 10 pagine e n. 1 allegato (in formato bilingue (italiano e inglese), in caso di dubbio è valida la versione in lingua italiana) e non può essere riprodotto parzialmente, estrapolando parti di interesse a discrezione del cliente, con il rischio di favorire una interpretazione non corretta dei risultati, fatto salvo quanto definito a livello contrattuale.

I risultati si riferiscono solo all'oggetto in esame, così come ricevuto, e sono validi solo nelle condizioni in cui l'attività è stata effettuata.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico firmato digitalmente ai sensi della Legislazione Italiana applicabile.

This document is made up of 10 pages and 1 annex (in a bilingual format (Italian and English), in case of dispute the only valid version is the Italian one) and shall not be reproduced except in full without extrapolating parts of interest of the customer, with the risk of favoring an incorrect interpretation of the results, except as defined at contractual level.

The results relate only to the item examined, as received, and are valid only in the conditions in which the activity was carried out.

The original of this document consists of an electronic document digitally signed pursuant to the applicable Italian Legislation.

Responsabile Tecnico di Prova: / Chief Test Technician:

Geom. Omar Nanni

Responsabile del Laboratorio di Acustica e

Vibrazioni: / Head of Acoustics and Vibrations Laboratory:

Dott. Ing. Roberto Baruffa

Compilatore: / Compiler: Agostino Vasini

Revisore: / Reviewer: Geom. Omar Nanni

Pagina 1 di 10 / Page 1 of 10



(*) secondo le dichiarazioni del cliente.
according to that stated by the customer.

Bellaria-Igea Marina - Italia, 27 novembre 2019
Bellaria-Igea Marina - Italy, 27 November 2019

L'Amministratore Delegato

Chief Executive Officer
(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)



Firmato digitalmente da SARA LORENZA GIORDANO



LAB N° 0021 L

Descrizione dell'oggetto*

Description of item*

L'oggetto in esame è costituito da una copertura in pannelli sandwich, avente le caratteristiche fisiche riportate nella seguente tabella.

The item under examination consists of a roof in sandwich panels, having the physical characteristics stated in the following table.

Larghezza misurata <i>Measured width</i>	3352 mm
Lunghezza misurata <i>Measured length</i>	3013 mm
Altezza misurata <i>Measured height</i>	140 mm
Spessore nominale <i>Nominal thickness</i>	100 mm
Superficie acustica utile (3352 mm × 3013 mm) <i>Effective acoustic surface</i>	10,49 m ²
Massa unitaria (determinazione analitica) <i>Mass per unit area (analytical determination)</i>	19,0 kg/m ²

L'oggetto, in particolare, è composto da una serie di pannelli isolanti autoportanti a doppio rivestimento con paramenti metallici; ogni pannello è stratificato nel seguente modo:

- lamiera piena e microgrecata in acciaio zincato preverniciato, spessore nominale 0,5 mm;
- lana di roccia lamellare a fibra orientata perpendicolare alle facce del pannello, densità nominale 100 kg/m³;
- lamiera piena forata in acciaio zincato preverniciato, spessore nominale 0,6 mm.

Le lamiere e la lana di roccia sono state incollate mediante adesivo poliuretano.

L'oggetto è prodotto dal cliente ed è stato montato nell'apertura di prova a cura del personale dell'Istituto Giordano.

More specifically, the item consists of a series of self-supporting double-covering insulating panels with metal facings; each panel is layered as follows:

- microribbed, pre-painted galvanized steel sheet, nominal thickness 0,5 mm;
- lamellar mineral wool fiber oriented perpendicular to the faces of the panel, nominal density 100 kg/m³;
- flat, perforated, pre-painted galvanized steel sheet, nominal thickness 0,6 mm.

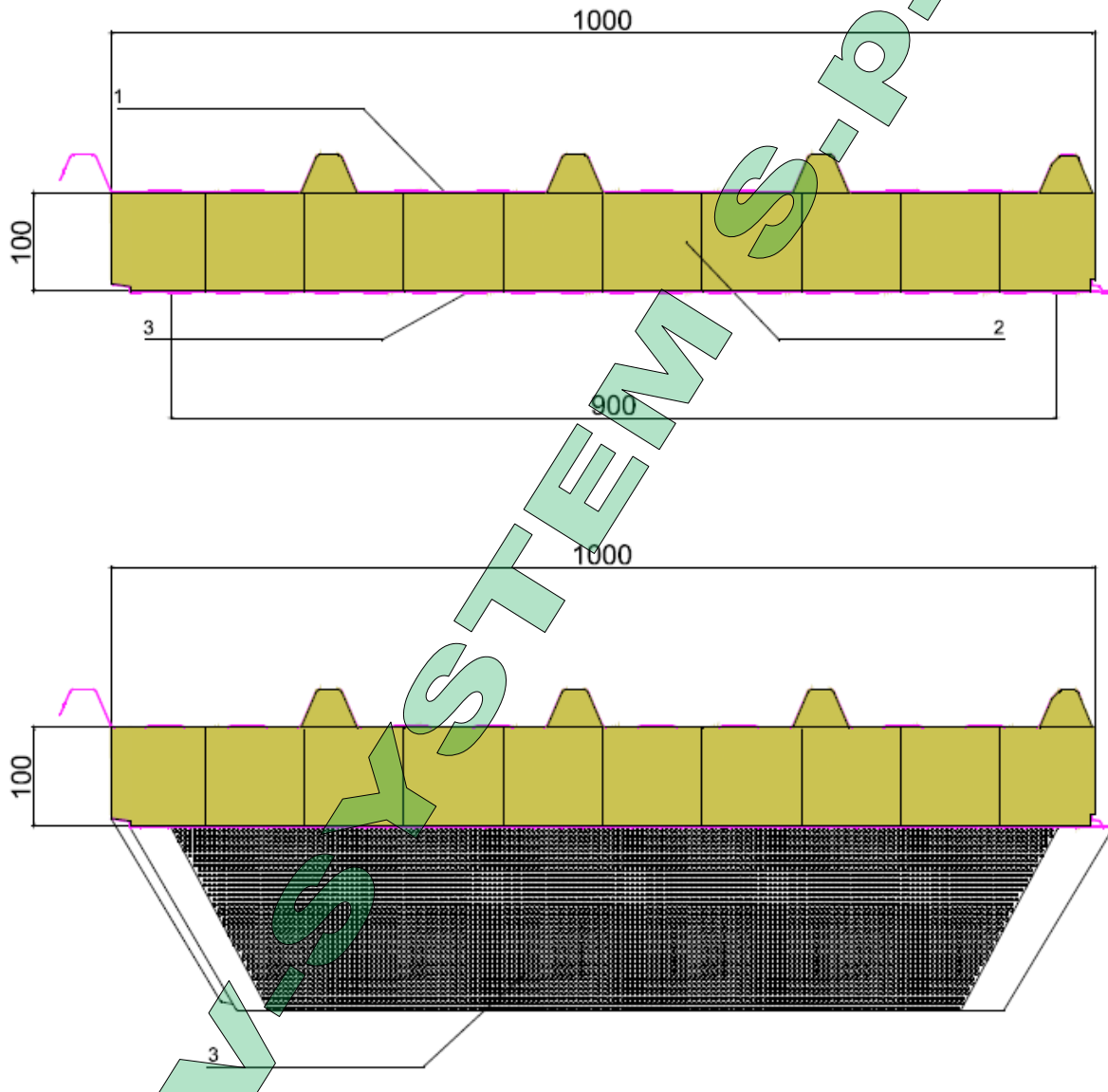
The steel sheets and mineral wool are glued using a polyurethane adhesive.

The item is manufactured by the customer and it was mounted in the test opening by Istituto Giordano staff.

(*) secondo le dichiarazioni del cliente, ad eccezione delle caratteristiche espressamente indicate come rilevate; Istituto Giordano declina ogni responsabilità sulle informazioni e sui dati forniti dal cliente che possono influenzare i risultati.

according to that stated by the customer, apart from characteristics specifically stated to be measurements; Istituto Giordano declines all responsibility for the information and data provided by the customer that may influence the results.

DISEGNI SCHEMATICI DELL'OGGETTO (FORNITI DAL CLIENTE)
SCHEMATIC DRAWINGS OF ITEM (SUPPLIED BY THE CUSTOMER)



LEGENDA
KEY

Simbolo Symbol	Descrizione Description
1	lamiera zincata preverniciata, spessore nominale 0,5 mm pre-painted galvanized steel sheet, nominal thickness 0,5 mm
2	lana di roccia, densità nominale 100 kg/m ³ mineral wool, nominal density 100 kg/m ³
3	lamiera zincata forata preverniciata, spessore nominale 0,6 mm, diametro dei fori 3 mm con passo 5 mm pre-painted perforated galvanized steel sheet, nominal thickness 0,6 mm, hole diameter 3 mm with 5 mm pitch



Fotografia dell'oggetto
Photograph of item

Riferimenti normativi

Normative references

Norma Standard	Titolo Title
UNI EN ISO 354:2003	Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room

Apparecchiature

Apparatus

Descrizione Description
Amplificatore di potenza 2000 W modello "EPX2000" della ditta Behringer Behringer "EPX2000" 2000 W power amplifier
Equalizzatore digitale a terzi d'ottava modello "DEQ2496" della ditta Behringer Behringer "DEQ2496" digital 1/3-octave equaliser
N. 2 diffusori acustici omnidirezionali No. 2 omnidirectional speakers



LAB N° 0021 L

Descrizione <i>Description</i>
Analizzatore in tempo reale a due canali modello "Soundbook" della ditta Sinus <i>Sinus "Soundbook" two channels real-time analyser</i>
N. 2 microfoni $\varnothing \frac{1}{2}$ " modello "40AR" della ditta G.R.A.S. Sound & Vibration <i>No. 2 G.R.A.S. Sound & Vibration type "40AR" $\frac{1}{2}$" microphones</i>
N. 2 preamplificatori microfonici modello "26AK" della ditta G.R.A.S. Sound & Vibration <i>No. 2 G.R.A.S. Sound & Vibration type "26AK" microphone preamplifiers</i>
Calibratore acustico modello "CAL200" della ditta Larson Davis <i>Larson Davis "CAL200" sound calibrator</i>
Termoigrometro modello "HD206-2" della ditta Delta Ohm <i>Delta Ohm "HD206-2" thermo-hygrometers</i>
Barometro modello "UZ001" della ditta Brüel & Kjær <i>Brüel & Kjær "UZ001" barometer</i>
Bilancia a piattaforma elettronica modello "VB 150 K 50LM" della ditta Kern <i>Kern "VB 150 K 50LM" electronic platform scale</i>
Fettuccia metrica modello "Tri-Matic 5m/19mm" della ditta Sola <i>Sola "Tri-Matic 5 m/19 mm" metric tape measure</i>
Misuratore di distanza laser modello "DLE 50 Professional" della ditta Bosch <i>Bosch "DLE 50 Professional" laser range finder</i>

Modalità

Method

La prova è stata eseguita utilizzando la procedura interna di dettaglio PP016 nella revisione vigente alla data della prova. L'ambiente di prova è costituito da una camera riverberante a forma di parallelepipedo con base rettangolare, avente le caratteristiche dimensionali riportate nella tabella seguente.

The test was carried out using detailed internal procedure PP016 in its current revision at testing date.

The test environment consists of a parallelepiped-shaped reverberation room with a rectangular base and the following size specifications:

Dimensioni in pianta <i>Plan-view dimensions</i>	8,091 m × 6,782 m
Altezza "H" <i>Height "H"</i>	3,994 m
Superficie di base "S_b" <i>Base surface area "S_b"</i>	54,87 m ²
Superficie totale "S_t" <i>Total surface area "S_t"</i>	228,55 m ²
Volume della camera <i>Volume of the room</i>	219,2 m ³
Volume utile della camera "V" <i>Net volume of the room "V"</i>	218,8 m ³

Tutte le superfici dell'ambiente di prova sono state trattate in maniera da provocare la massima riverberazione sonora; erano inoltre presenti, distribuiti ed orientati casualmente, n. 14 elementi diffondenti, con superficie complessiva, comprendente entrambe le facciate, di 40 m² circa.



LAB N° 0021 L

L'oggetto, dopo essere stato condizionato per almeno 12 h all'interno degli ambienti di misura, è stato installato a pavimento, al centro della camera riverberante con la faccia fonoassorbente rivolta verso l'alto e con il bordo perimetrale sigillato; è stato inoltre verificato che i lati dell'oggetto stesso fossero posti ad una distanza non inferiore ad 1 m da ogni posizione microfonica.

La prova è consistita nel misurare i tempi di riverberazione della camera riverberante vuota "T₁" e della camera riverberante contenente l'oggetto in esame "T₂" al fine di determinare il coefficiente di assorbimento acustico "α_s" dell'oggetto stesso; il tempo di riverberazione "T" corrisponde all'intervallo di tempo, espresso in s, durante il quale il livello di pressione sonora decresce di 60 dB a partire dall'arresto della sorgente di rumore.

Le misure sono state effettuate in bande di 1/3 d'ottava nell'intervallo compreso fra 100 Hz e 5000 Hz con la modalità della stazionarietà interrotta.

Per la prova si è fatto uso di un generatore di rumore rosa, di un amplificatore di potenza e di due diffusori acustici omnidirezionali dodecaedrici, funzionanti alternativamente per ognuna delle sei posizioni microfoniche, così da rilevare dodici decadimenti del livello di pressione sonora per ogni banda di frequenza.

Il coefficiente di assorbimento acustico "α_s" è stato calcolato utilizzando le seguenti formule:

$$\alpha_s = \frac{A}{S}$$

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

$$c_2 = 331 + 0,6 \cdot t_2$$

$$c_1 = 331 + 0,6 \cdot t_1$$

dove: α_s = coefficiente di assorbimento acustico;

A = area di assorbimento acustico equivalente dell'oggetto in prova, espressa in m²;

S = superficie dell'oggetto in prova, espressa in m²;

A₂ = area di assorbimento acustico equivalente della camera riverberante contenente l'oggetto in prova, espressa in m²;

A₁ = area di assorbimento acustico equivalente della camera riverberante vuota, espressa in m²;

V = volume utile effettivo della camera riverberante vuota, espresso in m³;

c₂ = velocità di propagazione del suono in aria nella camera riverberante contenente l'oggetto in prova, espressa in m/s;

T₂ = tempo di riverberazione della camera riverberante contenente l'oggetto in prova, espresso in s;

c₁ = velocità di propagazione del suono in aria nella camera riverberante vuota, espressa in m/s;

T₁ = tempo di riverberazione della camera riverberante vuota, espresso in s;

m₂ = coefficiente di attenuazione della potenza acustica calcolato usando le condizioni ambientali presenti nella camera riverberante contenente l'oggetto, in accordo con la norma UNI ISO 9613-1:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico", espresso in m⁻¹;

m₁ = coefficiente di attenuazione della potenza acustica calcolato usando le condizioni ambientali presenti nella camera riverberante vuota, in accordo con la norma UNI ISO 9613-1, espresso in m⁻¹;

t₂ = temperatura dell'aria nella camera riverberante contenente l'oggetto in prova, espressa in °C;

t₁ = temperatura dell'aria nella camera riverberante vuota, espressa in °C.

La prova è stata eseguita subito dopo l'allestimento dell'oggetto.



LAB N° 0021 L

All surfaces of the test room were treated in such a way as to produce maximum sound reverberation; in addition, 14 slightly-curved diffusing elements having an overall surface area, including both faces, of approx. 40 m² were arranged and oriented randomly.

After at least 12 hours of conditioning inside the measurement environment, the item was installed in the center of the reverberant room floor, with the absorbing side facing high and with the perimeter sealed. It was also verified that item's sides were at a distance of at least 1 m from the microphone positions.

The test involves measuring reverberation times of the empty reverberation room "T₁" and reverberation room containing the item "T₂" in order to determine said item's sound absorption coefficient "α_s"; the reverberation time "T" corresponds to the time taken in seconds for the sound pressure level to decay 60 dB after the sound has stopped.

Measurements were taken in 1/3-octave bands within the range 100 Hz to 5000 Hz using the interrupted noise method.

The test utilised a pink-noise generator, power amplifier and two dodecahedral omnidirectional speakers, alternatively working for each one of the twelve microphone positions, such as to measure twelve decays in sound pressure level for each frequency band.

The sound absorption coefficient "α_s" was calculated using the following equations:

$$\alpha_s = \frac{A}{S}$$

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

$$c_2 = 331 + 0,6 \cdot t_2$$

$$c_1 = 331 + 0,6 \cdot t_1$$

where: α_s = sound absorption coefficient;

A = equivalent sound absorption area of the item under examination, in m²;

S = the area, in m², covered by the item under examination;

A₂ = equivalent sound absorption area, in m², of the reverberation room after the item under examination has been introduced;

A₁ = equivalent sound absorption area, in m², of the empty reverberation room;

V = effective volume, in m³, of the empty reverberation room;

c₂ = propagation speed of sound in air, in m/s, of the reverberation room after the item under examination has been introduced;

T₂ = reverberation time, in s, of the reverberation room after the item under examination has been introduced;

c₁ = propagation speed of sound in air, in m/s, of the empty reverberation room;

T₁ = reverberation time, in s, of the reverberation room that is empty except for the barriers bounding the item;

m₂ = sound power attenuation coefficient, in m⁻¹, calculated according to standard UNI ISO 9613-1:2006 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere", using the climatic conditions present in the reverberation room since the item under examination was introduced;

m₁ = sound power attenuation coefficient, in m⁻¹, calculated according to standard UNI ISO 9613-1 using the climatic conditions present in the empty reverberation room during the measurement;

t₂ = air temperature, in °C, in the reverberation room after introducing the item under examination;

t₁ = air temperature, in °C, in the empty reverberation room.

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

NAVISYSTEM S.p.A.



LAB N° 0021 L

Incertezza di misura

Uncertainty of measurement

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

L'incertezza di misura dell'indice di valutazione " $U(\alpha_w)$ " è stimata con fattore di copertura $k = 2$ relativo ad un livello di fiducia pari al 95 %.

La classificazione è stata determinata sulla base del valore di " α_w " ottenuto mediante arrotondamento della misurazione, in linea al paragrafo 2.6 della guida ILAC-G8:03/2009 "Guidelines on the reporting of compliance with specification", avendo soddisfatto i requisiti sulle misure, sulle apparecchiature e sugli arrotondamenti definiti nella norma di prova.

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

Uncertainty of measurement of the single-number quantity " $U(\alpha_w)$ " is calculated with a coverage factor $k = 2$ representing a confidence level of 95 %.

Classification has been determined on the basis of value " α_w " obtained by rounding off the measurement, in line with clause 2.6 ILAC-G8:03/2009 "Guidelines on the reporting of compliance with specification", having met the requirements specified in the test standard regarding measurements, equipment and rounding off.

Condizioni ambientali

Environmental conditions

	Prova senza l'oggetto <i>Test without the item</i>	Prova con l'oggetto <i>Test with the item</i>
Data di esecuzione <i>Test date</i>	16/09/2019	16/09/2019
Pressione atmosferica <i>Atmospheric pressure</i>	101800 Pa	101800 Pa
Temperatura "t" <i>Temperature "t"</i>	26,7 °C	27,2 °C
Umidità relativa <i>Relative humidity</i>	45,3 %	44,3 %



LAB N° 0021 L

Risultati

Results

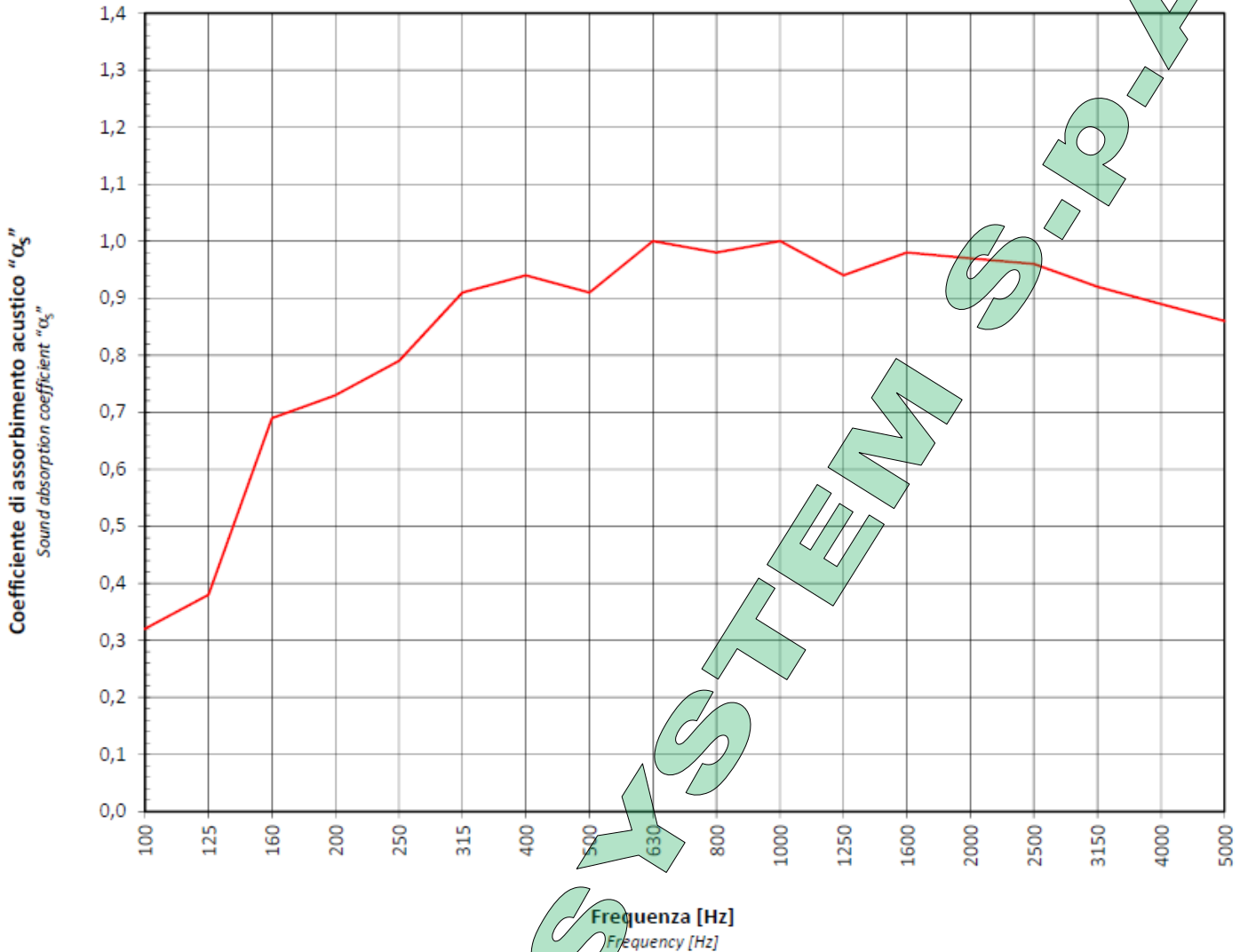
Modalità di posizionamento dell'oggetto <i>Item mounting method</i>	A
Volume della camera riverberante "V" <i>Volume of reverberation room "V"</i>	218,8 m ³
Superficie dell'oggetto in prova "S" <i>Area covered by the item under examination "S"</i>	10,49 m ²

Frequenza <i>Frequency</i> [Hz]	T₁ [s]	T₂ [s]	α_s	V_{eff}	k	U
100	7,00	4,16	0,32	12	2,00	0,08
125	8,58	4,34	0,38	14	2,00	0,08
160	7,77	2,97	0,69	14	2,00	0,05
200	8,29	2,93	0,73	12	2,00	0,05
250	7,97	2,76	0,79	13	2,00	0,05
315	7,40	2,45	0,91	14	2,00	0,04
400	7,30	2,38	0,94	14	2,00	0,03
500	6,49	2,33	0,91	12	2,00	0,04
630	5,47	2,06	1,00	14	2,00	0,03
800	4,99	2,02	0,98	12	2,00	0,05
1000	4,94	1,98	1,00	14	2,00	0,03
1250	4,38	1,95	0,94	13	2,00	0,05
1600	4,17	1,87	0,98	15	2,00	0,04
2000	3,81	1,80	0,97	12	2,00	0,05
2500	3,51	1,74	0,96	14	2,00	0,02
3150	3,10	1,67	0,92	12	2,00	0,04
4000	2,78	1,59	0,89	18	2,00	0,03
5000	2,35	1,46	0,86	14	2,00	0,04



LAB N° 0021 L

ANDAMENTO DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO ACUSTICO "α_s" PER TERZI D'OTTAVA
ONE-THIRD OCTAVE SOUND ABSORPTION COEFFICIENT CURVE "α_s"



Note: valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.

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

Il Responsabile Tecnico di Prova
Chief 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]

ALLEGATO "A"
AL RAPPORTO DI PROVA N. 367250
ANNEX "A" TO TEST REPORT No. 367250

Cliente / Customer

NAV-SYSTEM S.p.A.
Piazzale Piero Sraffa, 45 - 47521 CESENA (FC) - Italia

Oggetto / Item*

copertura denominata "THUNDER 100"
roof named "THUNDER 100"

Attività / Activity

calcolo del coefficiente di assorbimento acustico pesato " α_w "
secondo la norma UNI EN ISO 11654:1998 "Acustica - Assorbitori
acustici per l'edilizia - Valutazione dell'assorbimento acustico"
calculation of the weighted sound absorption coefficient " α_w " in accordance
with standard UNI EN ISO 11654:1998 "Acoustics - Sound absorbers for use in
buildings - Rating of sound absorption"

(*) secondo le dichiarazioni del cliente.
according to that stated by the customer.

Bellaria-Igea Marina - Italia, 27 novembre 2019
Bellaria-Igea Marina - Italy, 27 November 2019

Commessa:

Order:
81413

Provenienza dell'oggetto:

Item origin:
campionato e fornito dal cliente
sampled and supplied by the customer

Identificazione dell'oggetto in accettazione:

Identification of item received:
2019/2161/F del 6 settembre 2019
2019/2161/F dated 6 September 2019

Data dell'attività:

Activity date:
16 settembre 2019
16 September 2019

Luogo dell'attività:

Activity site:
Istituto Giordano S.p.A. - Strada Erbosa Uno, 78 -
47043 Gatteo (FC) - Italia

Il presente allegato è composto da n. 2 pagine.
This annex is made up of 2 pages

Pagina 1 di 2 / Page 1 of 2

Frequenza <i>Frequency</i> [Hz]	"α_p" in bande d'ottava (valore approssimato a 0,05 con valore massimo pari a 1,00) <i>"α_p" in octave bands (approximate value at 0,05 with maximum value of 1,00)</i>
125	0,45
250	0,80
500	0,95
1000	0,95
2000	0,95
4000	0,90

Coefficiente di assorbimento acustico pesato "α_w" (valore a 500 Hz della curva di riferimento arrotondato per passi di 0,05) <i>Weighted sound absorption coefficient "α_w" (value of the reference curve at 500 Hz)</i>	0,95
Incertezza di misura "$U(\alpha_w)$" <i>Uncertainty of measurement "$U(\alpha_w)$"</i>	0,02
Indicatore di forma* (intervallo di frequenze nel quale la curva " α_p " è superiore di 0,25 rispetto a quella di riferimento) <i>Shape indicator* (frequency range in which the "α_p" curve exceeds the shifted reference curve by 0,25 or more)</i>	//
Classe di assorbimento acustico** <i>Sound absorption class**</i>	A

(*) **L** = Low;
M = Medium;
H = High.

(**) **A:** $\alpha_w = 0,90, 0,95$ o $1,00$;
B: $\alpha_w = 0,80$ o $0,85$;
C: $\alpha_w = 0,60, 0,65, 0,70$ o $0,75$;
D: $\alpha_w = 0,30, 0,35, 0,40, 0,45, 0,50$ o $0,55$;
E: $\alpha_w = 0,15, 0,20$ o $0,25$;
Non Classificato/Not classified: $\alpha_w = 0,00, 0,05$ o $0,10$.

Note: valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico; per i criteri di classificazione si veda il paragrafo "Incertezza di misura".

Notes: evaluation based on laboratory measurement results obtained by an engineering method. For the classification criteria see the section "Uncertainty of measurement".

NAV-SYSTEMS S.p.A.