

Spettabile

**Arcobaleno 2 S.p.A.**

Via dell'Industria, 31  
40138 Bologna (BO)

c.a.: Dott. Luca Bergami

Scanzorosciate, 28.02.2020

OGGETTO:

**MISURE ACUSTICHE IN OPERA DI SOLAIO CON SISTEMA ARCO PLUS**

In seguito ad incarico ricevuto da Arcobaleno 2 S.p.A., con la presente relazione si espongono i risultati delle misure in opera delle prestazioni acustiche del solaio interpiano realizzato presso l'International School of Bergamo in via Monte Gleno, 54 a Bergamo (BG).

L'intervento ha riguardato la manutenzione straordinaria di un capannone esistente – originariamente utilizzato come magazzino e autorimessa – per l'ampliamento dell'International School of Bergamo che, per esigenze architettoniche, ha richiesto la collocazione della palestra sopra le aule scolastiche (il solaio interpiano in c.a. preesistente è stato mantenuto rimuovendo sottofondo e pavimento).

Considerata la rilevante criticità rappresentata dalla palestra (al 1°p.) posizionata sopra le aule scolastiche (al p.t.), l'isolamento acustico del solaio interpiano, in corrispondenza della palestra, è stato progettato e realizzato mediante soluzioni costruttive con prestazioni acustiche molto elevate – adottando, in particolare, l'innovativo sistema anticalpestio in bassa frequenza di risonanza **Arco PLUS** – la cui stratigrafia risulta la seguente:

1. Pavimento sportivo in gomma granulare e resina **PAVISINT SL 75**, sp. 7 mm;
2. Massetto in sabbia e cemento (armato) con additivo accelerante, 2.200 kg/m<sup>3</sup>, sp. 5,5 cm;
3. Sottofondo alleggerito in miscela di granulato sintetico **ECOLIGHT**, 630 kg/m<sup>3</sup>, sp. 10 cm;
4. Doppio strato di pannelli in legno OSB, dim. 125x250 cm, sp. 2,5+2,5 cm;
5. Sistema anticalpestio in bassa frequenza di risonanza **Arco PLUS**:
  - supporti antivibranti in miscela di poliuretano, silicone e lattice **Arco DAMPING**, h=6 cm;
  - nell'intercapedine pannelli in fibra di poliestere **Arco FIBER**, 20 kg/m<sup>3</sup>, sp. 5 cm;
6. Solaio in cemento armato preesistente, sp. 23 cm;
7. Controsoffitto fonoisolante (con pendini antivibranti):
  - nell'intercapedine (sp.15 cm) pannelli in lana minerale di vetro, 18 kg/m<sup>3</sup>, sp. 6 cm;
  - lastra in gesso rivestito **Knauf SILENTBOARD**, 1.400 kg/m<sup>3</sup>, sp. 1,25 cm;
  - lamina fonoimpedente **Index TOPSILENTAdhesive**, 1.250 kg/m<sup>3</sup>, sp. 4 mm;
  - lastra in gesso rivestito **Knauf DIAMANT**, 1.083 kg/m<sup>3</sup>, sp. 1,25 cm;
8. Intercapedine d'aria per passaggio impianti, sp. 50 cm;
9. Controsoffitto fonoassorbente in pannelli **Rockfon BLANKA**, 170 kg/m<sup>3</sup>, sp. 2 cm.

Le norme di legge vigenti in materia di requisiti acustici (per edifici scolastici) risultano le seguenti:

- **D.P.C.M. 5.12.1997** “*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*” (nella fattispecie, con riferimento alla **categoria E** “*edifici adibiti ad attività scolastiche*”, come da estratto normativo allegato);
- **C.M. 22.05.1967, n. 3150** “*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici*”.

Nel caso specifico, i valori limite dei requisiti acustici che vanno rispettati in opera per il solaio divisorio in esame risultano i seguenti:

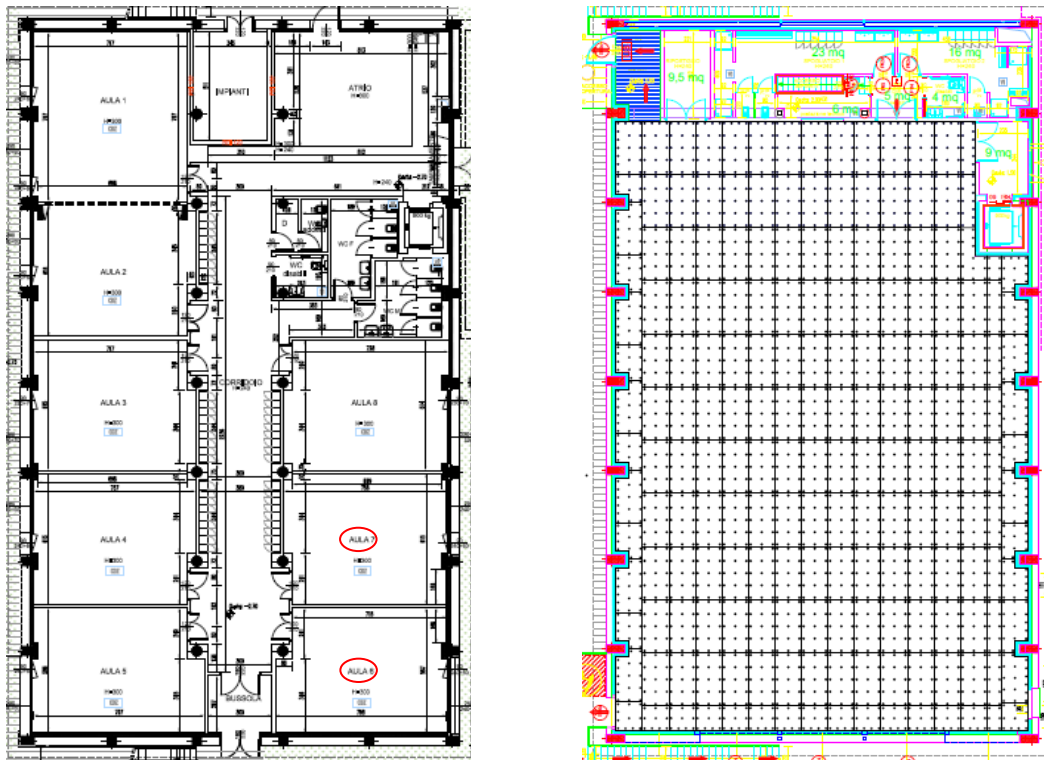
Requisito acustico	Legge di riferimento	Valore limite
$L'_{n,w}$ : indice di valutazione del livello di rumore di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico	D.P.C.M. 5.12.1997 (categoria E)	$L'_{n,w} \leq 58$ dB
$D_w$ : indice di valutazione dell'isolamento acustico fra ambienti ad uso didattico sovrapposti (appartenenti alla stessa u.i.) (*)	C.M. 22.05.1967, n. 3150	$D_w \geq 42$ dB

(\*) il solaio in esame divide ambienti scolastici appartenenti alla stessa unità immobiliare quindi il requisito di fonoisolamento di legge è prescritto dalla C.M. 22.05.1967, n. 3150 (il D.P.C.M. 5.12.1997 prescrive infatti il limite dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_{w} \geq 50$  dB per partizioni tra ambienti di distinte u.i.).

Ad ogni modo, la progettazione è stata finalizzata a massimizzare l'isolamento acustico del solaio orientandosi verso prestazioni sensibilmente superiori alle prescrizioni di legge richiamate.

Le misure in opera – eseguite (a fine lavori) mediante strumentazione conforme alle specifiche di precisione di classe 1 secondo le norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994 – e il calcolo degli indici di valutazione dei requisiti acustici sono stati realizzati in conformità alle metodologie indicate dalle seguenti norme tecniche di riferimento:

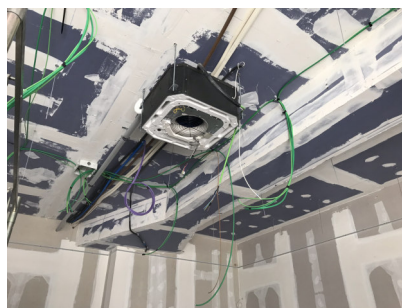
- **UNI EN ISO 16283-1** "Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea";
- **UNI EN ISO 16283-2** "Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio";
- **UNI EN ISO 717-1** "Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Isolamento acustico per via aerea";
- **UNI EN ISO 717-2** "Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Isolamento dal rumore di calpestio";
- **UNI EN ISO 3382-2** "Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari".



Piante piano terra (in evidenza le aule 6 e 7 oggetto di misura) e 1° piano (con schema dei supporti Arco DAMPING).



Stato di fatto iniziale.



Aule (p.t.): posa pareti cartongesso, controsoffitto fonoisolante (Silentboard+TOPSILENTAdhesive+Diamant), impianti.



Palestra (1°p.): posa sistema Arco PLUS (Arco DAMPING, Arco FIBER), doppio pannello in legno OSB.



Palestra (1°p.): posa sottofondo ECOLIGHT, massetto sabbia e cemento, pavimento in gomma PAVISINT SL 75.



Ambienti finiti: aule (controsoffitto fonoassorbente Rockfon BLANKA) e palestra (contropareti/controsoffitto CELENIT).

I risultati delle misure in opera risultano i seguenti (si rimanda ai report di misura allegati):

N° report: <b>01</b>	Elemento tecnico collaudato		Superficie
	<b>Solaio divisorio</b> (pavimento in gomma e resina, sistema Arco PLUS)		45,0 m <sup>2</sup> (*)
<b>Locale emittente</b>	Unità immobiliare	Ambiente	Volume
	1° piano	palestra	2.905,7 m <sup>3</sup>
<b>Locale ricevente</b>	Unità immobiliare	Ambiente	Volume
	piano terra	<b>aula 6</b>	135,0 m <sup>3</sup>
$L'_{n,w}(C_l) = 15 (-3) \text{ dB}$			✓ <b>conforme</b> al limite $\leq 58 \text{ dB}$ (cat. E) prescritto dal D.P.C.M. 5.12.1997

N° report: <b>02</b>	Elemento tecnico collaudato		Superficie
	<b>Solaio divisorio</b> (pavimento in gomma e resina, sistema Arco PLUS)		45,5 m <sup>2</sup> (*)
<b>Locale emittente</b>	Unità immobiliare	Ambiente	Volume
	1° piano	palestra	2.905,7 m <sup>3</sup>
<b>Locale ricevente</b>	Unità immobiliare	Ambiente	Volume
	piano terra	<b>aula 7</b>	136,5 m <sup>3</sup>
$L'_{n,w}(C_l) = 15 (-4) \text{ dB}$			✓ <b>conforme</b> al limite $\leq 58 \text{ dB}$ (cat. E) prescritto dal D.P.C.M. 5.12.1997

N° report: <b>03</b>	Elemento tecnico collaudato		Superficie
	<b>Solaio divisorio</b> (pavimento in gomma e resina, sistema Arco PLUS)		45,0 m <sup>2</sup> (*)
<b>Locale emittente</b>	Unità immobiliare	Ambiente	Volume
	piano terra	<b>aula 6</b>	135,0 m <sup>3</sup>
<b>Locale ricevente</b>	Unità immobiliare	Ambiente	Volume
	1° piano	palestra	2.905,7 m <sup>3</sup>
$R'_w(C; C_{tr}) = 70 (-1; -4) \text{ dB}$ $D_{nT,w}(C; C_{tr}) = 83 (-1; -4) \text{ dB} (**)$			✓ <b>conforme</b> al limite $D_w \geq 42 \text{ dB}$ prescritto dalla C.M. 22.05.1967, n. 3150 e dal D.M. 18.12.1975 UNI 11367 (app. A): $D_{nT,w} \geq 55 \text{ dB}$ fra ambienti scolastici sovrapposti → <b>prestazione superiore (***)</b>

(\*): superficie netta di solaio divisorio in comune tra i due ambienti;

(\*\*): è stato verificato il limite dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico  $D_w$  prescritto dalla C.M. 22.05.1967, n. 3150 e dal D.M. 18.12.1975 (edilizia scolastica) per partizioni (solai) fra ambienti ad uso didattico sovrapposti (appartenenti alla stessa u.i.); il D.P.C.M. 5.12.1997 prescrive infatti il limite dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  per partizioni tra ambienti di distinte u.i.;

(\*\*\*): l'appendice A della norma UNI 11367 (prospetto A.1) indica per le partizioni fra ambienti sovrapposti di ospedali e scuole i seguenti valori di riferimento per l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione:  $D_{nT,w} \geq 50 \text{ dB}$  prestazione di base,  $D_{nT,w} \geq 55 \text{ dB}$  prestazione superiore.

**Le prestazioni acustiche** – indice di valutazione del livello di rumore di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico  $L'_{n,w} = 15$  dB e indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{nT,w} = 83$  dB – **misurate per il solaio divisorio tra la palestra (al 1°p.) e le aule scolastiche (al p.t.) risultano di assoluta eccellenza.**

Le soluzioni costruttive progettate e realizzate determinano un **isolamento dal rumore di calpestio straordinariamente efficace a tutte le frequenze.** Per gli strati di solaio appoggiati ai supporti antivibranti **Arco DAMPING** – desolidarizzati dalle contropareti in CELENIT AB su tutto il perimetro della palestra – è stata infatti riscontrata, mediante misure accelerometriche, una **frequenza di risonanza** mediamente **pari a 14 Hz** che consente di attenuare efficacemente la trasmissione di rumore strutturale anche alle basse frequenze.

**In termini di percezione sonora, il rumore generato dalla macchina di calpestio normalizzata, posizionata in palestra, non risulta udibile nelle sottostanti aule scolastiche** in cui vi è peraltro un livello di rumore residuo molto basso. L'eccellente qualità di isolamento acustico ottenuta è il risultato della combinazione progettuale di soluzioni costruttive con prestazioni acustiche molto elevate e di un posa in opera accurata e supervisionata.

Ing. Michele Cattaneo  
Tecnico Competente in Acustica

Firmato digitalmente da  
**Michele Cattaneo**  
CN = Cattaneo Michele  
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo  
C = IT

Allegati:

- estratto normativo relativo al D.P.C.M. 5.12.1997 (1 pagina);
- n. 3 report di misura (7 pagine);
- certificati di taratura della strumentazione (2 pagine).

La **strumentazione di misura** utilizzata – conforme alle specifiche di precisione di classe 1 secondo le norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994 e dotata di certificati di taratura – risulta la seguente:

- Fonometro integratore / analizzatore real time *Larson Davis 831* con firmware 2.301 (S/N 0003119);
- Microfono *PCB Piezotronics PCB 377B02* a campo libero da ½" prepolarizzato da 50mV/Pa (S/N LW132777);
- Preamplificatore microfonico *Larson Davis PRM831* (S/N 023848);
- Calibratore di livello sonoro di precisione *Larson Davis CAL200* (S/N 9624);
- Generatore di campo sonoro diffuso *Brüel & Kjær*;
- Generatore di calpestio normalizzato (conforme a UNI EN ISO 140-7, appendice A e UNI EN ISO 16283-2);
- Software *Noise & Vibration Works 2.9.4* per analisi ed elaborazione dei dati.

Le misure sono avvenute in assenza di precipitazioni atmosferiche e di vento (<5m/s). La strumentazione è stata calibrata in loco, prima e dopo l'esecuzione di ogni sessione di misura, mediante calibratore di livello sonoro di precisione di classe 1 secondo la norma IEC 942 con livello a pressione costante di 114 dB alla frequenza di 1000 Hz (+/-1%). Tali calibrazioni hanno determinato uno scarto inferiore a 0,5 dB rispetto al valore di riferimento conformemente alle prescrizioni del D.M. 16.03.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

La consulenza acustica è stata eseguita dall'ing. Michele Cattaneo, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Bergamo al n. 3655, riconosciuto da Regione Lombardia con decreto n. 5282 del 13.06.2011 come **Tecnico Competente in Acustica Ambientale** ai sensi dell'art. 2, commi 6 e 7 della legge 26.10.1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e iscritto dal 10.12.2018 all'**Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA)** al n. 1596 ai sensi degli artt. 21 e 22 del d.lgs. 17.02.2017, n. 42.

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO SUI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI: D.P.C.M. 5.12.1997**

Il D.P.C.M. 5.12.1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" fa riferimento alle seguenti grandezze:

$R'_w$	indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti di distinte unità immobiliari (riferito ai solai e alle pareti divisorie);
$D_{2m,nT,w}$	indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata, normalizzato rispetto al tempo di riverberazione;
$L'_{n,w}$	indice di valutazione del livello di rumore di calpestio di solai tra ambienti sovrapposti o adiacenti, normalizzato rispetto all'assorbimento acustico;
$L_{ASmax}$	livello massimo di pressione sonora ponderato "A", con costante di tempo "slow" (S), prodotto dagli impianti tecnologici e di servizio a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria);
$L_{Aeq}$	livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto dagli impianti tecnologici e di servizio a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento).

La conformità in opera dei requisiti acustici è necessaria per il rilascio del certificato di agibilità degli edifici. La verifica dei requisiti acustici è realizzata mediante misure strumentali eseguite, a fine lavori, da Tecnici Competenti in Acustica Ambientale riconosciuti ai sensi dell'art. 2, commi 6 e 7 della legge 26.10.1995, n. 447.

*"Le misure di livello sonoro (prodotto dagli impianti tecnologici) devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina".*

Gli ambienti abitativi – definiti dall'art. 2, comma 1, lettera b) della legge 26.10.1995, n. 447 come "ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane" – sono distinti nelle categorie di seguito evidenziate in relazione all'uso a cui sono destinati:

<b>Categoria A</b>	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
<b>Categoria B</b>	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
<b>Categoria C</b>	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
<b>Categoria D</b>	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
<b>Categoria E</b>	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
<b>Categoria F</b>	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
<b>Categoria G</b>	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

In relazione alle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, il D.P.C.M. 5.12.1997 prescrive i seguenti valori limite da rispettare in opera:

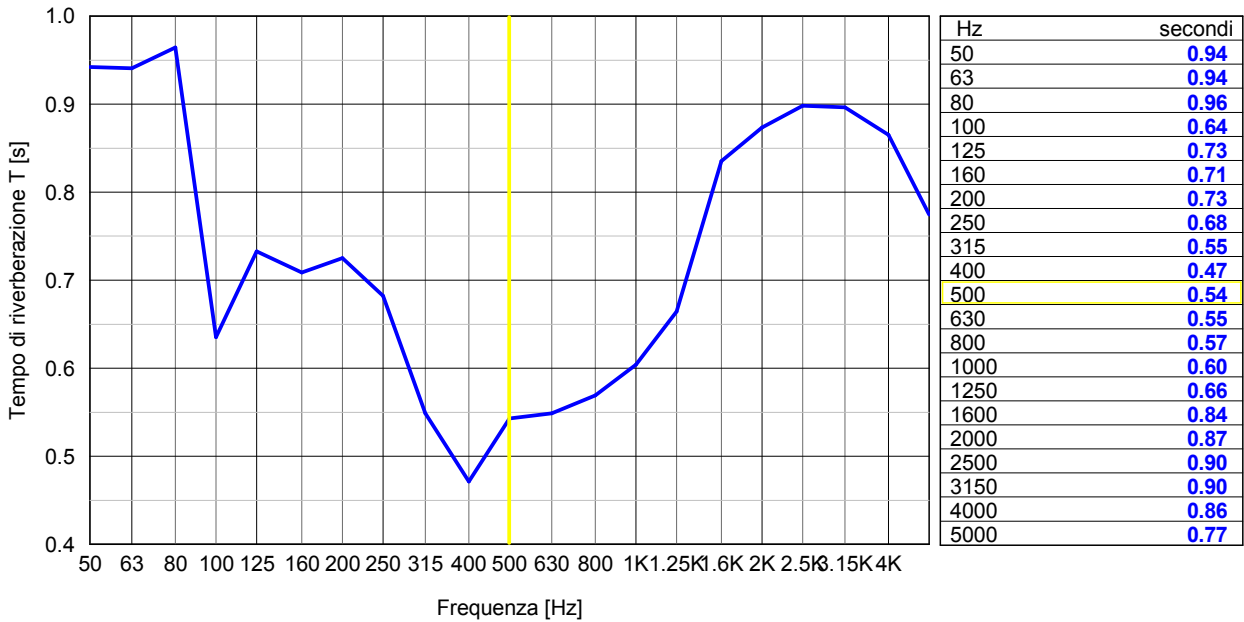
Categoria	$R'_w$ (*) [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	$L_{ASmax}$ [dB(A)]	$L_{Aeq}$ (**) [dB(A)]
<b>D</b>	≥ 55	≥ 45	≤ 58	≤ 35	≤ 25
<b>A, C</b>	≥ 50	≥ 40	≤ 63	≤ 35	≤ 35
<b>E</b>	≥ 50	≥ 48	≤ 58	≤ 35	≤ 25
<b>B, F, G</b>	≥ 50	≥ 42	≤ 55	≤ 35	≤ 35

(\*) valori di  $R'_w$  riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari (in base all'art. 2 del D.M. 02.01.1998, n. 28 "l'unità immobiliare è costituita da una porzione di fabbricato, o da un fabbricato, o da un insieme di fabbricati ovvero da un'area, che, nello stato in cui si trova e secondo l'uso locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale").

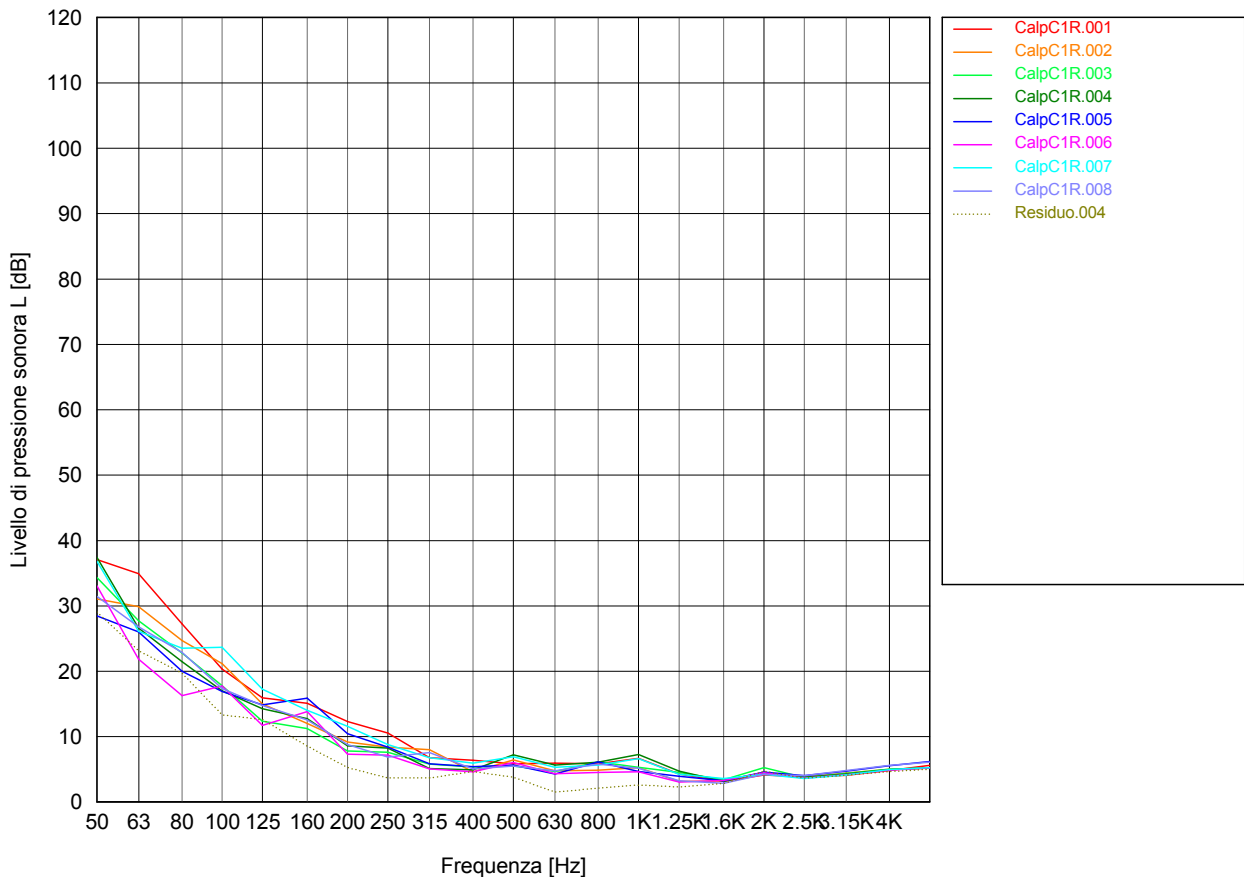
(\*\*) valori di  $L_{Aeq}$  riportati nella tabella B del D.P.C.M. 5.12.1997. L'allegato A e la tabella B del decreto specificano limiti discordanti per gli impianti a funzionamento continuo. Come precisato dall'art. 3 del decreto stesso e dal parere espresso dal Consiglio Superiore dei lavori pubblici (massimo organo tecnico consultivo dello Stato) nell'adunanza n. 129 del 27.05.2003, per  $L_{Aeq}$  si considerano i valori riportati nella tabella B. Il Ministero dell'Ambiente, con circolare del 13.08.2010, indica invece che i limiti di rumorosità prodotti dagli impianti sono quelli definiti nell'allegato A ( $L_{Aeq}=25$  dB(A) per tutte le categorie di edifici). La stessa circolare precisa che i criteri stabiliti dal D.P.C.M. 5.12.1997 non si applicano ai locali adiacenti appartenenti alla stessa unità immobiliare (e quindi tantomeno ai locali in cui si trovano le sorgenti di rumore), in quanto le disposizioni dello stesso si intendono riferite a unità immobiliari differenti. Su tale principio si fonda anche la norma UNI 11367 "Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera".

**Misure fonometriche eseguite per il collaudo della struttura**

Tempo di riverberazione T dell'ambiente ricevente (locale finito, arredato)



Spettri delle misure fonometriche • ambiente ricevente e rumore residuo



<b>Ing. Michele Cattaneo</b> Via Montecchio, 31 24020 Scanzorosciate (BG) Tel. 338 433 63 77 ing.mcattaneo@gmail.com	<b>Committente:</b> Arcobaleno 2 S.p.A. Via dell'Industria, 31 • 40138 Bologna (BO)	<b>N° report:</b> <b>01</b> <b>Data prova:</b> 01.02.2020
	<b>Sito del collaudo:</b> International School of Bergamo Via Monte Gleno, 54 • 24125 Bergamo (BG)	<b>Pagina:</b> 2 di 2
	<b>Struttura in esame:</b> SOLAIO divisorio (gomma, massetto, sottofondo, Arco PLUS, solaio c.a., controsoffitti) palestra 1°p. (emittente) / aula 6 p.t. (ricevente)	

**Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico secondo la UNI EN ISO 16283-2  
Misura in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai**

**STRATIGRAFIA DEL SOLAIO:**

- |   |   |
|---|---|
| 1. Pavimento in gomma e resina PAVISINT SL 75, sp.7 mm                        | 6. Solaio in cemento armato preesistente, sp.23 cm                                |
| 2. Massetto in sabbia e cemento (armato), 2.200 kg/m <sup>3</sup> , sp.5,5 cm | 7. Controsoffitto fonoisolante (con pendini antivibranti):                        |
| 3. Sottofondo alleggerito ECOLIGHT, 630 kg/m <sup>3</sup> , sp.10 cm          | - nell'intercap.(15 cm) pannelli in lana di vetro, 18 kg/m <sup>3</sup> , sp.6 cm |
| 4. Doppio strato di pannelli in legno OSB, sp.2,5+2,5 cm                      | - lastra cartong. Knauf SILENTBOARD, 1.400 kg/m <sup>3</sup> , sp.1,25 cm         |
| 5. Sistema anticalpestio Arco PLUS:   | - lamina Index TOPSILENTAdhesive, 1.250 kg/m <sup>3</sup> , sp.4 mm               |
| - supporti antivibranti in silicone e lattice Arco DAMPING, h=6 cm            | - lastra cartong. Knauf DIAMANT, 1.083 kg/m <sup>3</sup> , sp.1,25 cm             |
| - nell'intercap. pannelli in fibra di poliestere Arco FIBER, sp.5 cm          | 8. Intercapedine d'aria per passaggio impianti, sp.50 cm                          |
|   | 9. Controsof. fonoassorbente Rockfon BLANKA, 170 kg/m <sup>3</sup> , sp.2 cm      |

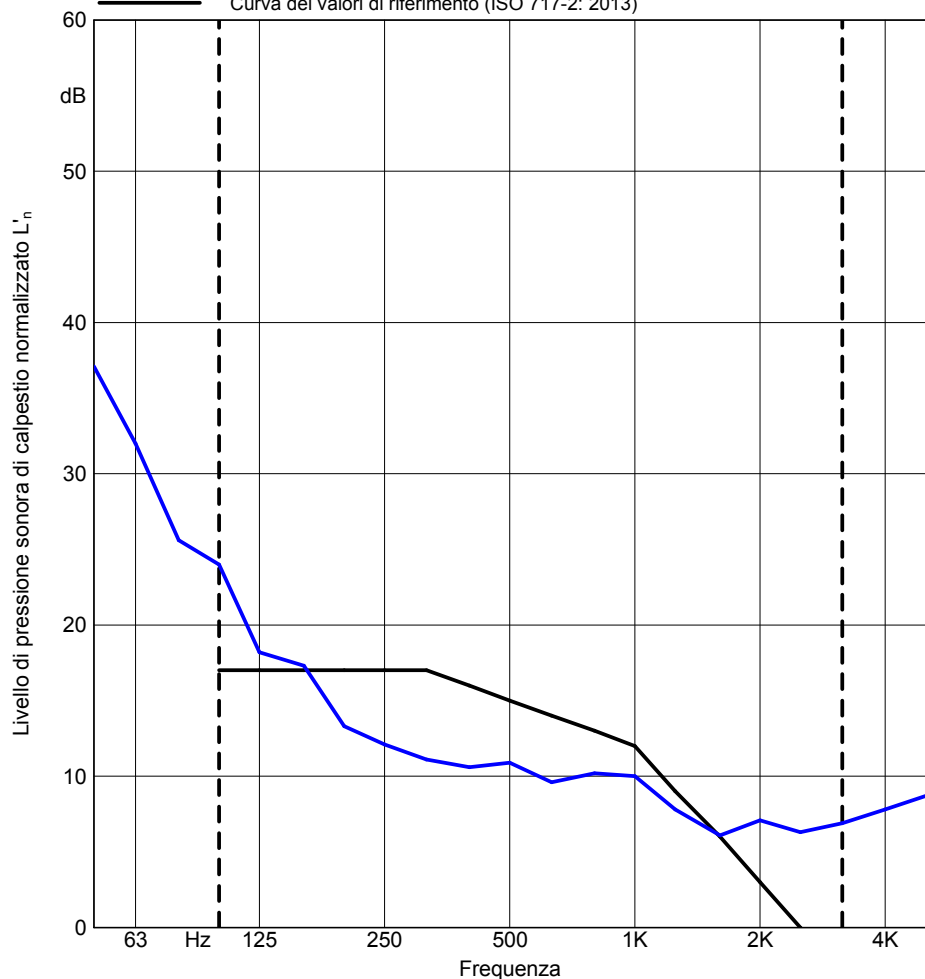
Volume dell'ambiente ricevente:

135.0 m<sup>3</sup>

Somma degli scarti sfavorevoli: 28.9 dB

----- Intervallo di frequenza (ISO 717-2: 2013)  
————— Curva dei valori di riferimento (ISO 717-2: 2013)

Frequenza Hz	L' <sub>n</sub> dB
50	37.1*
63	32.0*
80	25.6*
100	24.0
125	18.2*
160	17.3*
200	13.3*
250	12.1*
315	11.1*
400	10.6*
500	10.9*
630	9.6*
800	10.2*
1000	10.0*
1250	7.8*
1600	6.1*
2000	7.1*
2500	6.3*
3150	6.9*
4000	7.8*
5000	8.7*



Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-2

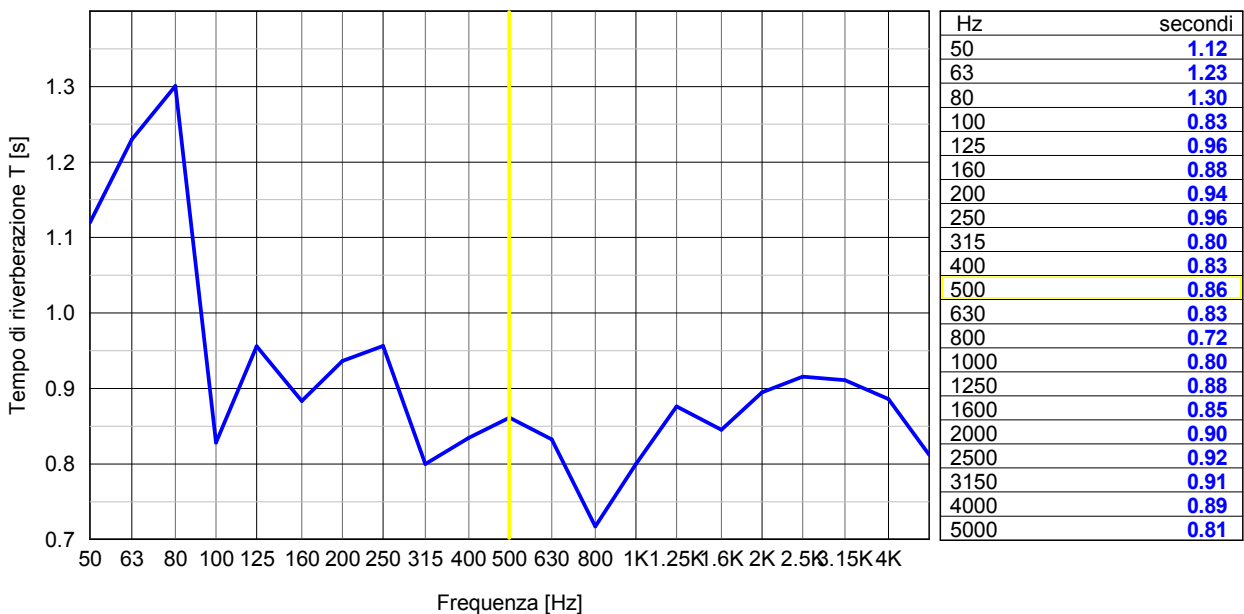
**L'<sub>n,w</sub> (C<sub>1</sub>) = 15 (-3) dB**      C<sub>1 50-2500</sub> = 9 dB;

Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera ottenuti mediante un metodo tecnico progettuale

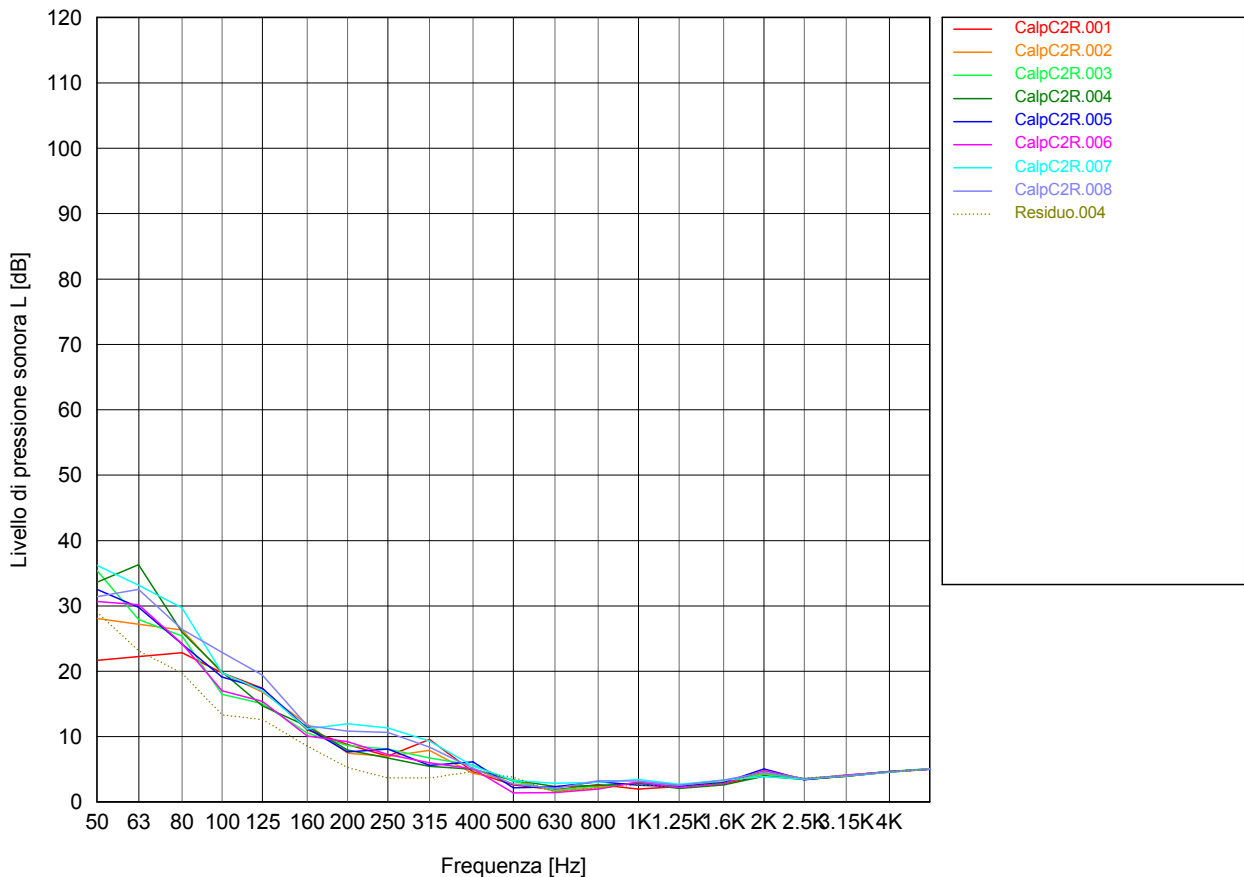


**Misure fonometriche eseguite per il collaudo della struttura**

Tempo di riverberazione T dell'ambiente ricevente (locale finito, arredato)



Spettri delle misure fonometriche • ambiente ricevente e rumore residuo



<b>Ing. Michele Cattaneo</b> Via Montecchio, 31 24020 Scanzorosciate (BG) Tel. 338 433 63 77 ing.mcattaneo@gmail.com	<b>Committente:</b> Arcobaleno 2 S.p.A. Via dell'Industria, 31 • 40138 Bologna (BO)	<b>N° report:</b> <b>02</b> <b>Data prova:</b> 01.02.2020
	<b>Sito del collaudo:</b> International School of Bergamo Via Monte Gleno, 54 • 24125 Bergamo (BG)	<b>Pagina:</b> 2 di 2
	<b>Struttura in esame:</b> SOLAIO divisorio (gomma, massetto, sottofondo, Arco PLUS, solaio c.a., controsoffitti) palestra 1°p. (emittente) / aula 7 p.t. (ricevente)	

**Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico secondo la UNI EN ISO 16283-2  
Misura in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai**

**STRATIGRAFIA DEL SOLAIO:**

- |  |  |
|--|--|
| 1. Pavimento in gomma e resina PAVISINT SL 75, sp.7 mm<br>2. Massetto in sabbia e cemento (armato), 2.200 kg/m <sup>3</sup> , sp.5,5 cm<br>3. Sottofondo alleggerito ECOLIGHT, 630 kg/m <sup>3</sup> , sp.10 cm<br>4. Doppio strato di pannelli in legno OSB, sp.2,5+2,5 cm<br>5. Sistema anticalpestio Arco PLUS:<br>- supporti antivibranti in silicone e lattice Arco DAMPING, h=6 cm<br>- nell'intercap. pannelli in fibra di poliestere Arco FIBER, sp.5 cm | 6. Solaio in cemento armato preesistente, sp.23 cm<br>7. Controsoffitto fonoisolante (con pendini antivibranti):<br>- nell'intercap.(15 cm) pannelli in lana di vetro, 18 kg/m <sup>3</sup> , sp.6 cm<br>- lastra cartong. Knauf SILENTBOARD, 1.400 kg/m <sup>3</sup> , sp.1,25 cm<br>- lamina Index TOPSILENTAdhesive, 1.250 kg/m <sup>3</sup> , sp.4 mm<br>- lastra cartong. Knauf DIAMANT, 1.083 kg/m <sup>3</sup> , sp.1,25 cm<br>8. Intercapedine d'aria per passaggio impianti, sp.50 cm<br>9. Controsof. fonoassorbente Rockfon BLANKA, 170 kg/m <sup>3</sup> , sp.2 cm |
|--|--|

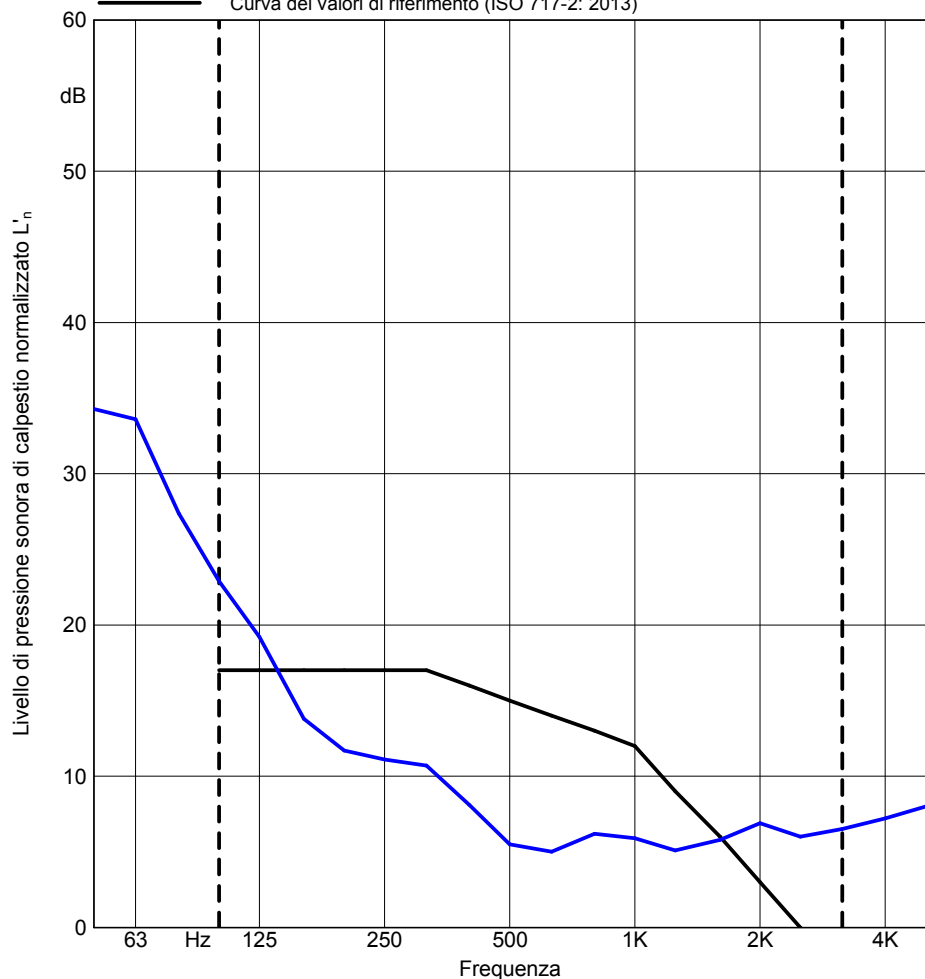
Volume dell'ambiente ricevente:

136.5 m<sup>3</sup>

Somma degli scarti sfavorevoli: 27.5 dB

----- Intervallo di frequenza (ISO 717-2: 2013)  
————— Curva dei valori di riferimento (ISO 717-2: 2013)

Frequenza Hz	L' <sub>n</sub> dB
50	34.3*
63	33.6
80	27.4
100	22.9
125	19.2*
160	13.8*
200	11.7
250	11.1
315	10.7*
400	8.1*
500	5.5*
630	5.0*
800	6.2*
1000	5.9*
1250	5.1*
1600	5.8*
2000	6.9*
2500	6.0*
3150	6.5*
4000	7.2*
5000	8.0*



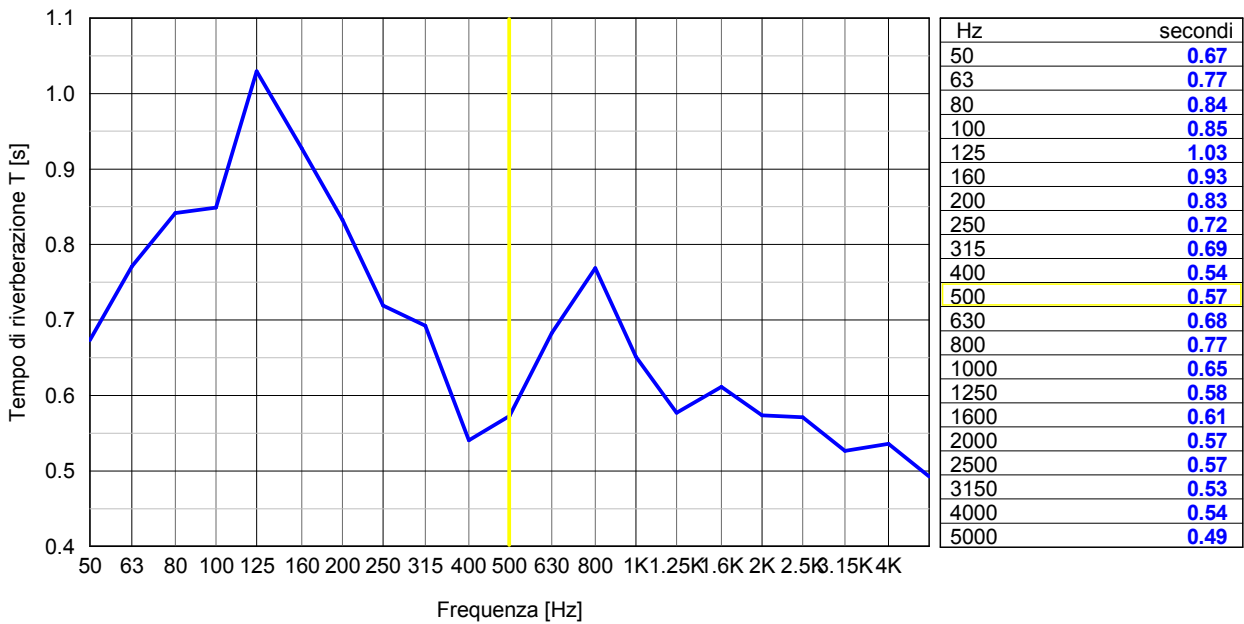
Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-2

**L'<sub>n,w</sub> (C<sub>1</sub>) = 15 (-4) dB**      C<sub>1 50-2500</sub> = 8 dB;

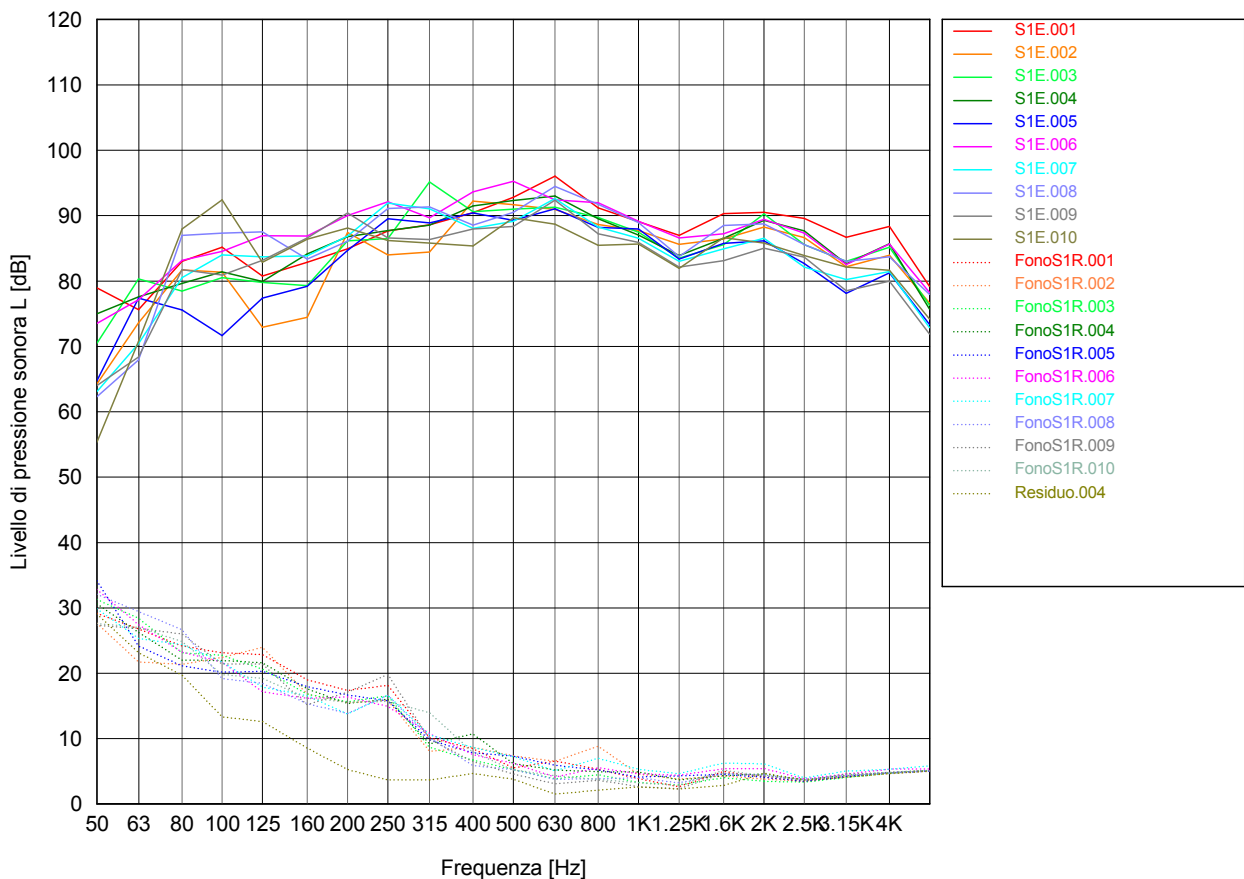
Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera ottenuti mediante un metodo tecnico progettuale

**Misure fonometriche eseguite per il collaudo della struttura**

Tempo di riverberazione T dell'ambiente ricevente (locale finito, vuoto)



Spettri delle misure fonometriche • ambiente emittente, ricevente e rumore residuo



**Potere fonoisolante apparente secondo la UNI EN ISO 16283-1**  
**Misura in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti**

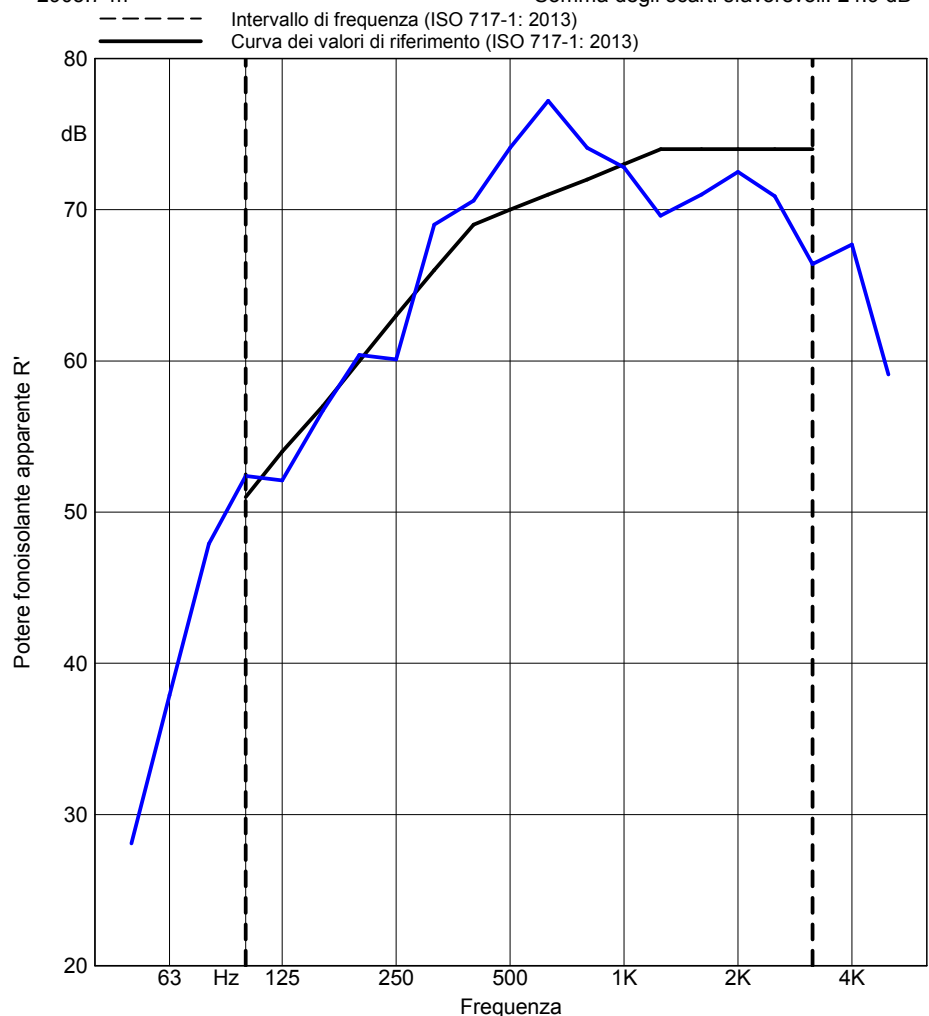
**STRATIGRAFIA DEL SOLAIO:**

- |   |   |
|---|---|
| 1. Pavimento in gomma e resina PAVISINT SL 75, sp.7 mm                        | 6. Solaio in cemento armato preesistente, sp.23 cm                                |
| 2. Massetto in sabbia e cemento (armato), 2.200 kg/m <sup>3</sup> , sp.5,5 cm | 7. Controsoffitto fonoisolante (con pendini antivibranti):                        |
| 3. Sottofondo alleggerito ECOLIGHT, 630 kg/m <sup>3</sup> , sp.10 cm          | - nell'intercap.(15 cm) pannelli in lana di vetro, 18 kg/m <sup>3</sup> , sp.6 cm |
| 4. Doppio strato di pannelli in legno OSB, sp.2,5+2,5 cm                      | - lastra cartong. Knauf SILENTBOARD, 1.400 kg/m <sup>3</sup> , sp.1,25 cm         |
| 5. Sistema anticalpestio Arco PLUS:   | - lamina Index TOPSILENTAdhesive, 1.250 kg/m <sup>3</sup> , sp.4 mm               |
| - supporti antivibranti in silicone e lattice Arco DAMPING, h=6 cm            | - lastra cartong. Knauf DIAMANT, 1.083 kg/m <sup>3</sup> , sp.1,25 cm             |
| - nell'intercap. pannelli in fibra di poliestere Arco FIBER, sp.5 cm          | 8. Intercapedine d'aria per passaggio impianti, sp.50 cm                          |
|   | 9. Controsof. fonoassorbente Rockfon BLANKA, 170 kg/m <sup>3</sup> , sp.2 cm      |

Area S del provino: 45.0 m<sup>2</sup>  
Volume dell'ambiente emittente: 135.0 m<sup>3</sup>  
Volume dell'ambiente ricevente: 2905.7 m<sup>3</sup>

Somma degli scarti sfavorevoli: 24.9 dB

Frequenza Hz	R' dB
50	28.1*
63	37.9*
80	47.9*
100	52.4
125	52.1
160	56.7
200	60.4
250	60.1
315	69.0*
400	70.6*
500	74.1*
630	77.2*
800	74.1*
1000	72.8*
1250	69.6*
1600	71.0*
2000	72.5*
2500	70.9*
3150	66.4*
4000	67.7*
5000	59.1*



Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1

**R'<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>) = 70 (-1; -4) dB**

C<sub>50-3150</sub> = -5 dB; C<sub>50-5000</sub> = -6 dB; C<sub>100-5000</sub> = -4 dB;

Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera ottenuti mediante un metodo tecnico progettuale

C<sub>tr,50-3150</sub> = -18 dB; C<sub>tr,50-5000</sub> = -18 dB; C<sub>tr,100-5000</sub> = -5 dB;

**Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione secondo la UNI EN ISO 16283-1**  
**Misura in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti**

**STRATIGRAFIA DEL SOLAIO:**

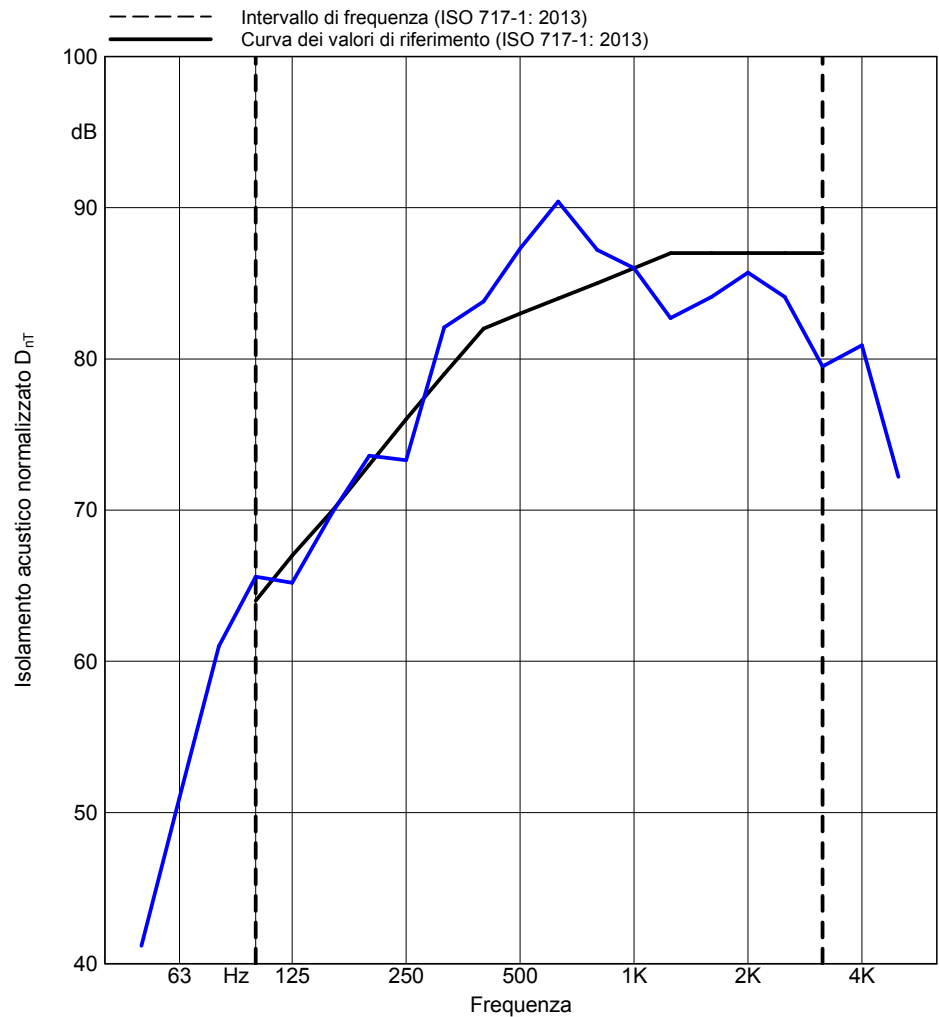
- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pavimento in gomma e resina PAVISINT SL 75, sp.7 mm</li> <li>2. Massetto in sabbia e cemento (armato), 2.200 kg/m<sup>3</sup>, sp.5,5 cm</li> <li>3. Sottofondo alleggerito ECOLIGHT, 630 kg/m<sup>3</sup>, sp.10 cm</li> <li>4. Doppio strato di pannelli in legno OSB, sp.2,5+2,5 cm</li> <li>5. Sistema anticalpestio Arco PLUS:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- supporti antivibranti in silicone e lattice Arco DAMPING, h=6 cm</li> <li>- nell'intercap. pannelli in fibra di poliestere Arco FIBER, sp.5 cm</li> </ul> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Solaio in cemento armato preesistente, sp.23 cm</li> <li>7. Controsoffitto fonoisolante (con pendini antivibranti):             <ul style="list-style-type: none"> <li>- nell'intercap.(15 cm) pannelli in lana di vetro, 18 kg/m<sup>3</sup>, sp.6 cm</li> <li>- lastra cartong. Knauf SILENTBOARD, 1.400 kg/m<sup>3</sup>, sp.1,25 cm</li> <li>- lamina Index TOPSILENTAdhesive, 1.250 kg/m<sup>3</sup>, sp.4 mm</li> <li>- lastra cartong. Knauf DIAMANT, 1.083 kg/m<sup>3</sup>, sp.1,25 cm</li> </ul> </li> <li>8. Intercapedine d'aria per passaggio impianti, sp.50 cm</li> <li>9. Controsof. fonoassorbente Rockfon BLANKA, 170 kg/m<sup>3</sup>, sp.2 cm</li> </ol> |
|--|--|

Volume dell'ambiente emittente: 135.0 m<sup>3</sup>

Volume dell'ambiente ricevente: 2905.7 m<sup>3</sup>

Somma degli scarti sfavorevoli: 23.5 dB

Frequenza Hz	D <sub>nT</sub> dB
50	41.2*
63	51.0*
80	61.0*
100	65.6
125	65.2
160	69.9
200	73.6
250	73.3
315	82.1*
400	83.8*
500	87.3*
630	90.4*
800	87.2*
1000	86.0*
1250	82.7*
1600	84.1*
2000	85.7*
2500	84.1*
3150	79.5*
4000	80.9*
5000	72.2*



Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1

**D<sub>nT,w</sub> (C; C<sub>tr</sub>) = 83 (-1; -4) dB**

C<sub>50-3150</sub> = -5 dB; C<sub>50-5000</sub> = -6 dB; C<sub>100-5000</sub> = -4 dB;

Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera ottenuti mediante un metodo tecnico progettuale

C<sub>tr,50-3150</sub> = -18 dB; C<sub>tr,50-5000</sub> = -18 dB; C<sub>tr,100-5000</sub> = -5 dB;

**Sky-lab S.r.l.**

Area Laboratori  
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)  
Tel. 039 6133233  
skylab.tarature@outlook.it

LAT N° 163

Pagina 1 di 10  
Page 1 of 10

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 19505-A  
Certificate of Calibration LAT 163 19505-A

- data di emissione date of issue	2019-01-10
- cliente customer	DOTT. ING. MICHELE CATTANEO 24020 - SCANZOROSCIATE (BG)
- destinatario receiver	DOTT. ING. MICHELE CATTANEO 24020 - SCANZOROSCIATE (BG)
- richiesta application	20/19
- in data date	2019-01-10
<u>Si riferisce a</u> Referring to	
- oggetto item	Fonometro
- costruttore manufacturer	Larson & Davis
- modello model	831
- matricola serial number	3119
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2019-01-10
- data delle misure date of measurements	2019-01-10
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

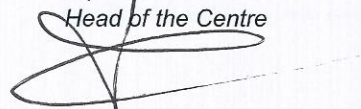
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre



**Sky-lab S.r.l.**Area Laboratori  
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)  
Tel. 039 6133233  
skylab.taratura@outlook.it

LAT N° 163

Pagina 1 di 4  
Page 1 of 4CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 19504-A  
Certificate of Calibration LAT 163 19504-A

- data di emissione date of issue	2019-01-10
- cliente customer	DOTT. ING. MICHELE CATTANEO 24020 - SCANZOROSCIATE (BG)
- destinatario receiver	DOTT. ING. MICHELE CATTANEO 24020 - SCANZOROSCIATE (BG)
- richiesta application	20/19
- in data date	2019-01-10
<b>Si riferisce a</b> Referring to	
- oggetto item	Calibratore
- costruttore manufacturer	Larson & Davis
- modello model	CAL200
- matricola serial number	9624
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2019-01-10
- data delle misure date of measurements	2019-01-10
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre