



Università degli Studi di Ferrara
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
Laboratorio di Acustica
Via Saragat, 1 – 44100 Ferrara Tel. 0532-974852 Fax. 0532-974870

**Rapporto di
Prova
Molvena (VI)
(10 pagine)**

Misurazioni in opera del Potere Fonoisolante Apparente secondo la normativa UNI-EN-ISO 140-4 e del livello normalizzato di rumore di calpestio dei solai secondo la normativa UNI EN ISO 20140-7

Data delle prove:
10-10-2005

Richiedente: LATERLITE S.p.A.
Via V. Veneto 30
43035 Rubbiano di Fornovo (PR)

Oggetto della prova: misurazioni in opera, del Potere Fonoisolante Apparente secondo la normativa UNI-EN-ISO 140-4 e del livello normalizzato di rumore di calpestio di solai secondo la normativa UNI EN ISO 140-7, presso un edificio abitativo situato in via Ponticello 18/20 a Molvena (VI).

1. Premessa

Su domanda del richiedente, sono state effettuate misurazioni in opera del potere fonoisolante apparente secondo la normativa UNI-EN-ISO 140-4 e del livello normalizzato di rumore di calpestio di solai secondo la normativa UNI EN ISO 140-7, presso un edificio abitativo situato in via Ponticello 18/20 a Molvena (VI).

Le misurazioni sono state effettuate il giorno 10 ottobre 2005, dal sottoscritto prof. Patrizio Fausti, in collaborazione con l'ing. Federica Bettarello. Ha assistito alle misurazioni l'ing. Luca Beligni della Laterlite SpA.

2. Descrizione dei solai in prova e degli ambienti

Le misurazioni sono state eseguite su un solaio collocato tra il piano terra e il piano primo dell'edificio.

Il solaio è situato tra un locale commerciale al piano terra e la cucina al piano primo, e la stratigrafia dichiarata dal committente è la seguente:

- travatura in legno;
- calcestruzzo strutturale in Leca CLS 1400 (sp. 8 cm) più polistirolo (sp. 4 cm) (totale 12 cm);
- sottofondo in LecaMix facile (totale 5 cm);
- calpesto (PE espanso a cellule chiuse, spessore 1 cm, densità 30 kg/m^3 , s'pari a 25 MN/m^3);
- massetto in LecaMix (totale 7 cm).

La camera ricevente ha una superficie di 25 m^2 e un volume di 70 m^3 .

Oltre alla prova di isolamento al rumore aereo sono state eseguite 3 prove di livello di rumore di calpestio, queste ultime così suddivise:

- 1 prova su ceramica;
- 1 prova su legno;
- 1 prova su legno flottante.

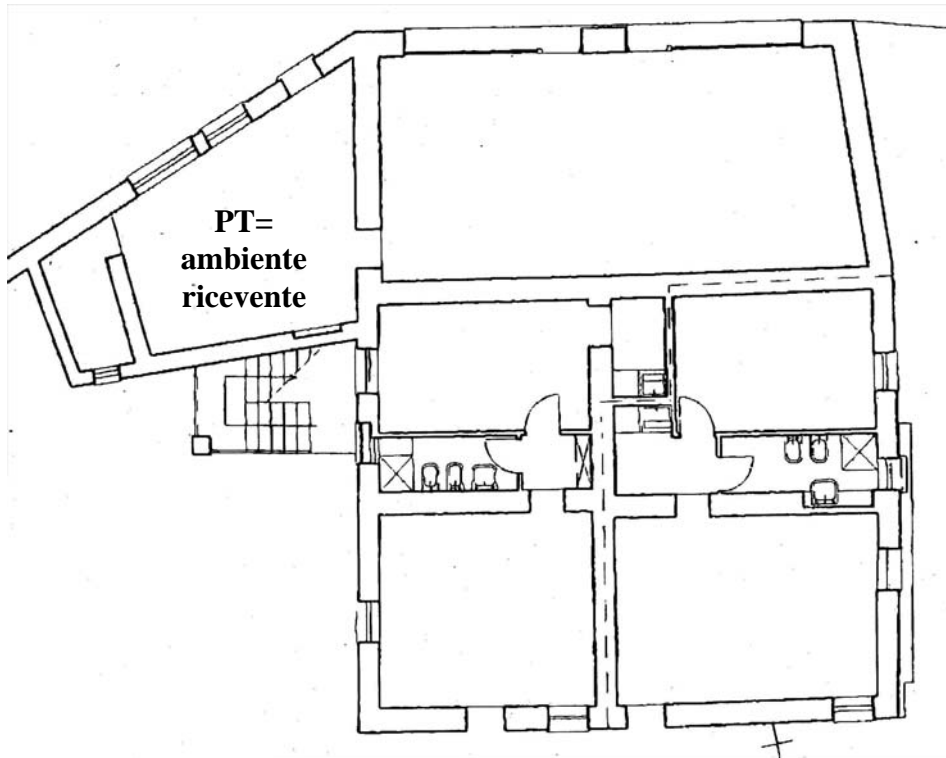


Figura 1: Pianta piano terra con individuazione del solaio in prova

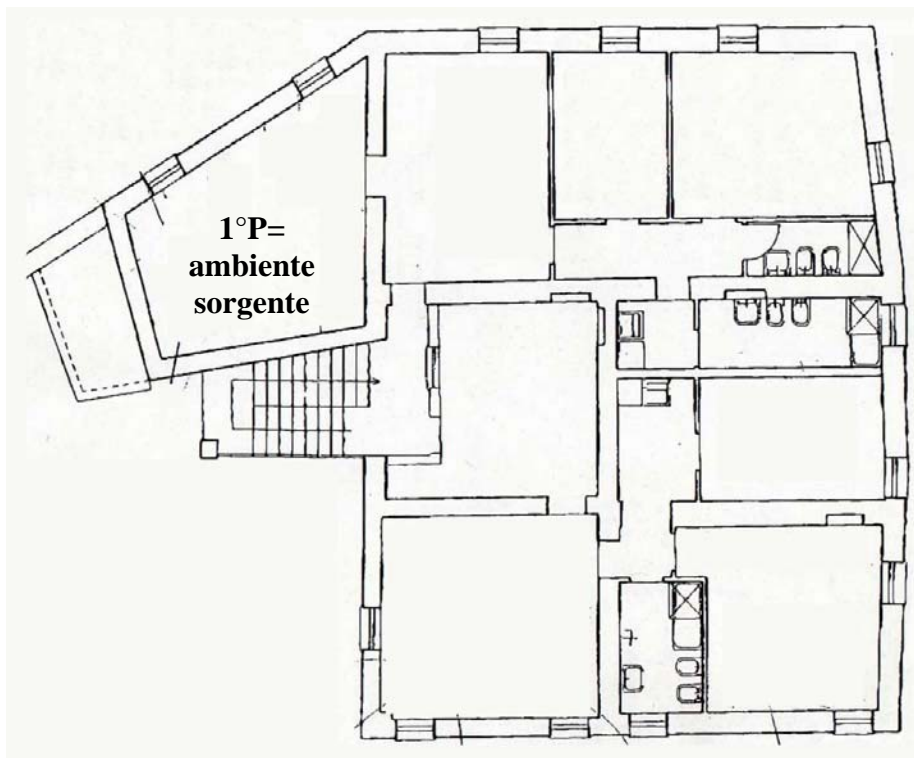


Figura 2: Pianta primo piano con individuazione del solaio in prova



Foto 1: Edificio in esame



Foto 2: Edificio in esame



Foto 3: misurazione potere fonoisolante, camera sorgente al primo piano



Foto 4: misurazione potere fonoisolante, camera ricevente al piano terra



Foto 5: misurazione livello di rumore di calpestio con ceramica



Foto 6: misurazione livello di rumore di calpestio con parquet incollato



Foto 7: misurazione livello di rumore di calpestio con parquet flottante



Foto 8: misurazione livello di calpestio, vista solaio dalla camera ricevente

3. *Strumentazione utilizzata*

E' stata impiegata la seguente strumentazione preventivamente verificata e tarata presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Ingegneria:

- fonometro integratore e analizzatore di spettro in bande di terzi di ottava in tempo reale modello Bruel & Kjaer 2260 con modulo per acustica edilizia BZ 7204;
- calibratore microfónico Bruel & Kjaer tipo 4231;
- altoparlante omnidirezionale dodecaedrico Norsonic;
- amplificatore di potenza Look Line da 400 W, con generatore di rumore bianco e rosa;
- macchina normalizzata per rumore di calpestio Look Line.

La strumentazione suddetta è stata impiegata seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore e le specifiche indicate dalle norme tecniche citate in oggetto.

All'inizio e alla fine di ogni sessione di misura è stata effettuata la calibrazione del fonometro e sono state riscontrate differenze inferiori a 0.3 dB.

4. *Dettagli sull'esecuzione delle prove e sui risultati*

4.1. Condizioni di misura

L'edificio in prova era in fase di ristrutturazione quando sono state eseguite le misurazioni. Tutti gli ambienti non erano dotati di serramenti e pertanto, durante l'esecuzione delle misurazioni, sono stati utilizzate pannellature in legno come chiusure per porte e finestre. Soltanto l'ambiente commerciale sottostante al solaio in prova, dal lato verso la vicina strada statale, era dotato di serramenti, peraltro di basso potere fonoisolante. Durante le misurazioni di isolamento al rumore aereo gli ambienti sono stati esposti alla rumorosità molto elevata della strada statale. A causa del limitato isolamento di facciata dovuto alla mancanza dei serramenti definitivi, sono stati raggiunti livelli di rumore di fondo superiori ai massimi livelli ammessi dalla normativa. Le misurazioni sono state comunque eseguite cercando di procedere durante le fasi con minore rumore da traffico. Le misurazioni di rumore di calpestio, dato il maggior livello sonoro in camera ricevente, sono risultate meno esposte al rumore di fondo.

4.2. Misurazione del Potere Fonoisolante Apparente R'

Le misure sono state eseguite tra due ambienti sovrapposti suddivisi dal divisorio in esame. Nell'ambiente ricevente è stato rilevato il tempo di riverberazione "T₂" in bande di terzi di ottave con la tecnica impulsiva registrando 9-10 decadimenti ottenuti dallo scoppio di palloncini alle varie frequenze. Si è poi rilevato il livello sonoro nell'ambiente ricevente "L₂" in diverse postazioni distribuite all'interno dell'ambiente e a diverse altezze. I risultati sono stati mediati energeticamente. Sono stati quindi effettuati i rilievi del livello sonoro "L₁" nell'ambiente sorgente, mantenendo la strumentazione con le stesse caratteristiche di amplificazione, in diverse postazioni e a diverse altezze. Infine è stato rilevato il rumore di fondo "B₂" nell'ambiente ricevente con il quale è stata effettuata la correzione del livello in camera ricevente. Il calcolo del potere fonoisolante apparente per ciascuna frequenza è stato effettuato mediante la relazione:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \left[\frac{S_t \cdot T_2}{0.16 \cdot V_2} \right]$$

dopo aver inserito i valori della superficie del tramezzo S_t e del volume dell'ambiente ricevente V₂. Si è determinato infine l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) secondo la metodica prevista dalla normativa UNI EN ISO 717-1.

4.2.1 Potere fonoisolante apparente R' del solaio in prova, situato tra un locale commerciale al piano terra e la cucina al piano primo (superficie solaio: 25 m²; volume ambiente ricevente: 70 m³); R'_w = 55 dB (55.1 dB con passi di 0.1 dB).

Frequenza [Hz]	L ₁ [dB]	L ₂ [dB]	B ₂ [dB]	T ₂ [s]	R' [dB]
100	72.5	43.0	42.8	0.9	32.6
125	77.3	43.9	41.4	1.2	37.5
160	90.7	53.4	39.3	0.9	40.5
200	94.5	54.3	34.7	0.8	42.9
250	99.0	55.9	35.6	0.7	45.0
315	100.2	53.7	35.1	0.7	48.7
400	98.7	51.6	34.2	0.7	48.8
500	97.7	49.4	33.5	0.6	49.7
630	98.3	46.5	35.6	0.6	53.2
800	98.5	45.1	34.6	0.6	54.8
1000	98.9	42.8	35.0	0.6	57.4
1250	96.6	39.4	33.8	0.6	58.4
1600	96.3	36.8	32.8	0.6	60.5
2000	97.4	35.3	30.4	0.5	62.9
2500	96.5	32.1	28.3	0.5	64.9
3150	92.8	26.8	23.6	0.5	66.3
4000	91.8	22.3	20.2	0.5	69.8
5000	87.6	19.3	18.4	0.4	68.2

Tabella 1: Potere fonoisolante solaio in prova

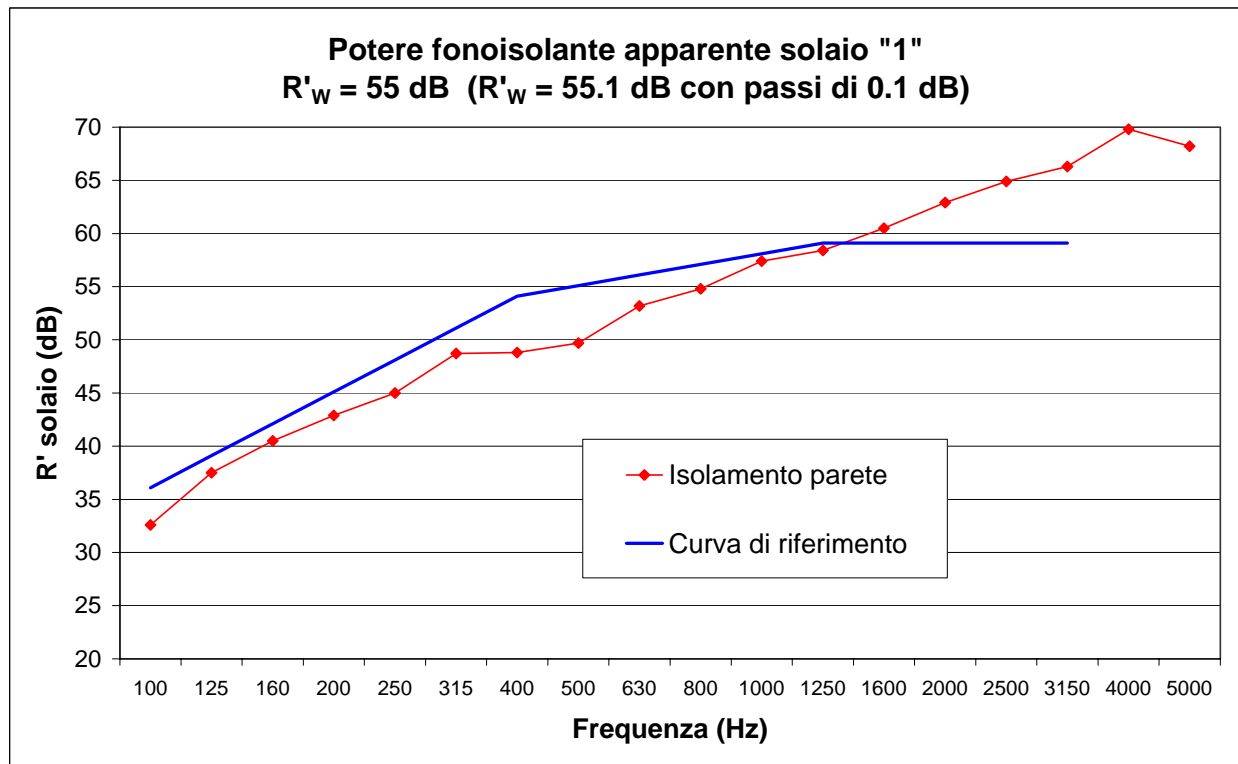


Figura 3: Grafico del potere fonoisolante solaio in prova

4.3. Misurazione del Livello Normalizzato di Rumore di Calpestio

Le misure sono state eseguite utilizzando due ambienti sovrapposti di dimensioni analoghe.

La macchina normalizzata di calpestio è stata collocata in quattro diverse posizioni sul pavimento del locale situato al piano superiore. Nell'ambiente sottostante è stato collocato il microfono del fonometro, eseguendo 3-4 misurazioni, in posizioni diverse e a diverse altezze, per ciascuna posizione della macchina di calpestio. Il valore del livello nell'ambiente ricevente è stato quindi ottenuto dalla media energetica delle 12-16 misurazioni. Nello stesso locale ricevente è stata anche eseguita la misura del tempo di riverberazione (T_2) con la tecnica impulsiva registrando 9-10 decadimenti ottenuti dallo scoppio di palloncini, e la misura del rumore di fondo. Il calcolo del Livello Normalizzato di Rumore di Calpestio per ciascuna frequenza è stato effettuato mediante la relazione:

$$L_n = L_2 + 10 \cdot \lg \left[\frac{0.16 \cdot V_2}{T_2 \cdot 10} \right]$$

dopo aver inserito il valore del volume dell'ambiente ricevente V_2 .

Si è determinato infine l'indice di valutazione del livello normalizzato di rumore di calpestio (L_{nW}) secondo la metodica prevista dalla normativa UNI EN ISO 717-2.

4.3.1 Misurazione A - Livello normalizzato di rumore di calpestio L'_n del solaio "1" (prova su ceramica), situato tra un locale commerciale al piano terra e la cucina al piano primo (volume ambiente ricevente: 70 m^3); $L'_{nW} = 58 \text{ dB}$ (57.6 dB con passi di 0.1 dB).

Frequenza [Hz]	L_2 [dB]	B_2 [dB]	T_2 [s]	L_n [dB]
100	66.6	47.7	0.91	67.5
125	68.2	47.5	1.15	68.1
160	65.3	41.4	0.94	66.0
200	62.7	40.7	0.83	64.0
250	60.8	40.3	0.71	62.8
315	56.7	38.9	0.73	58.6
400	54.7	38.4	0.66	57.0
500	52.0	40.4	0.62	54.5
630	49.5	40.8	0.62	52.0
800	47.1	40.7	0.61	49.7
1000	45.6	42.3	0.60	48.3
1250	44.0	40.8	0.59	46.8
1600	42.4	39.5	0.57	45.3
2000	40.5	37.9	0.54	43.7
2500	39.1	36.2	0.51	42.5
3150	37.4	31.1	0.48	41.1
4000	35.6	26.1	0.48	39.3
5000	31.7	23.8	0.44	35.7

Tabella 2: Livello di rumore di calpestio solaio uno con ceramica

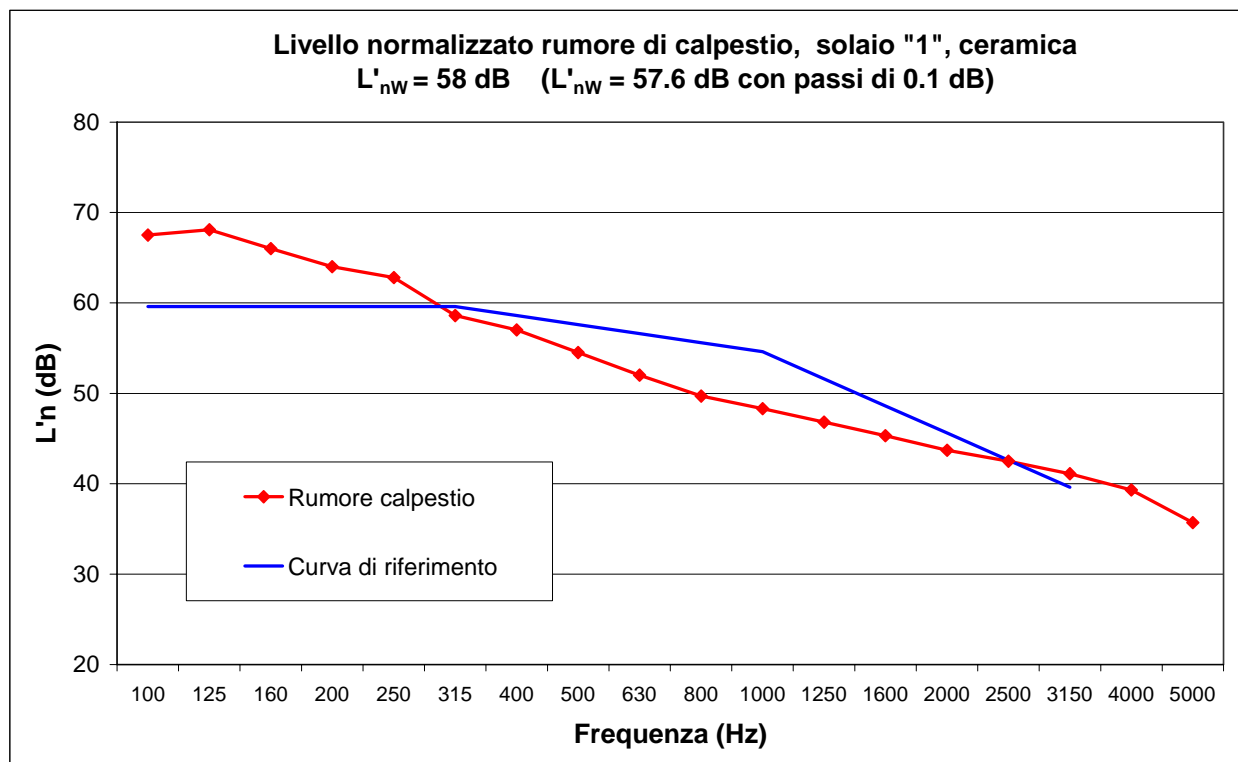


Figura 4: Grafico del livello di rumore di calpestio solaio uno con ceramica

4.3.2 Misurazione B - Livello normalizzato di rumore di calpestio L'_n del solaio "1" (prova su legno), situato tra un locale commerciale al piano terra e la cucina al piano primo (volume ambiente ricevente: 70 m^3); $L'_{nW} = 58 \text{ dB}$ (57.7 dB con passi di 0.1 dB).

Frequenza [Hz]	L_2 [dB]	B_2 [dB]	T_2 [s]	L'_n [dB]
100	67.9	46.4	0.91	68.8
125	68.2	45.4	1.15	68.1
160	63.9	40.4	0.94	64.6
200	62.5	40.5	0.83	63.8
250	61.3	41.6	0.71	63.3
315	58.5	38.7	0.73	60.4
400	56.9	38.4	0.66	59.2
500	53.7	39.4	0.62	56.2
630	50.9	39.3	0.62	53.4
800	47.2	38.7	0.61	49.9
1000	44.5	39.6	0.60	47.2
1250	42.4	39.4	0.59	45.2
1600	40.3	38.0	0.57	43.2
2000	37.4	36.2	0.54	40.6
2500	34.3	33.8	0.51	37.7
3150	29.7	28.6	0.48	33.4
4000	25.8	23.7	0.48	29.5
5000	23.4	20.9	0.44	27.5

Tabella 3: Livello di rumore di calpestio solaio uno con legno

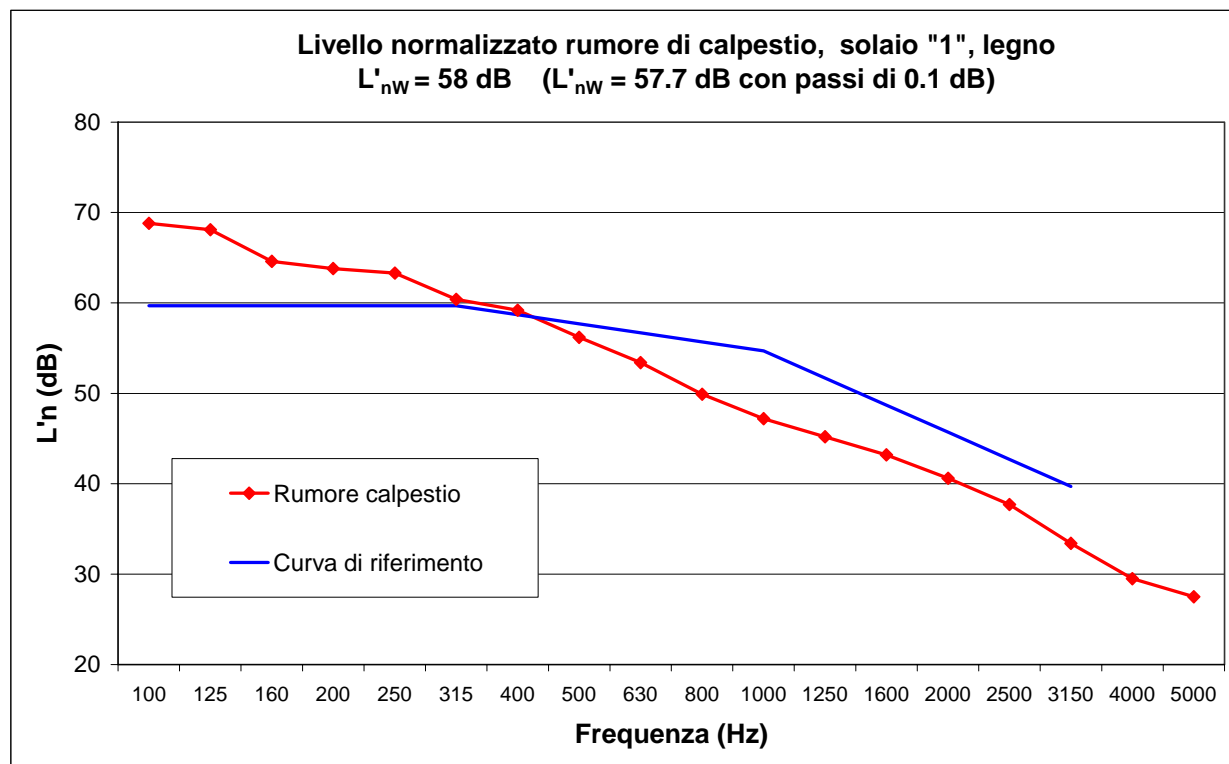


Figura 5: Grafico del livello di rumore di calpestio solaio uno con legno

4.3.3 Misurazione C - Livello normalizzato di rumore di calpestio L'_n del solaio "1" (prova su legno flottante), situato tra un locale commerciale al piano terra e la cucina al piano primo (volume ambiente ricevente: 70 m^3); $L'_{nW} = 57 \text{ dB}$ (56.6 dB con passi di 0.1 dB).

Frequenza [Hz]	L_2 [dB]	B_2 [dB]	T_2 [s]	L_n [dB]
100	66.2	46.4	0.91	67.1
125	66.3	42.0	1.15	66.2
160	63.6	39.2	0.94	64.3
200	62.2	39.9	0.83	63.5
250	60.8	38.6	0.71	62.8
315	57.4	36.4	0.73	59.3
400	53.1	36.5	0.66	55.4
500	47.1	36.5	0.62	49.6
630	42.0	36.8	0.62	44.6
800	39.8	34.3	0.61	42.4
1000	39.1	35.1	0.60	41.8
1250	38.3	35.8	0.59	41.1
1600	37.4	34.5	0.57	40.3
2000	35.2	32.8	0.54	38.4
2500	32.1	30.8	0.51	35.5
3150	27.8	26.3	0.48	31.5
4000	23.4	21.5	0.48	27.1
5000	20.9	19.0	0.44	24.9

Tabella 4: Livello di rumore di calpestio solaio uno con legno flottante

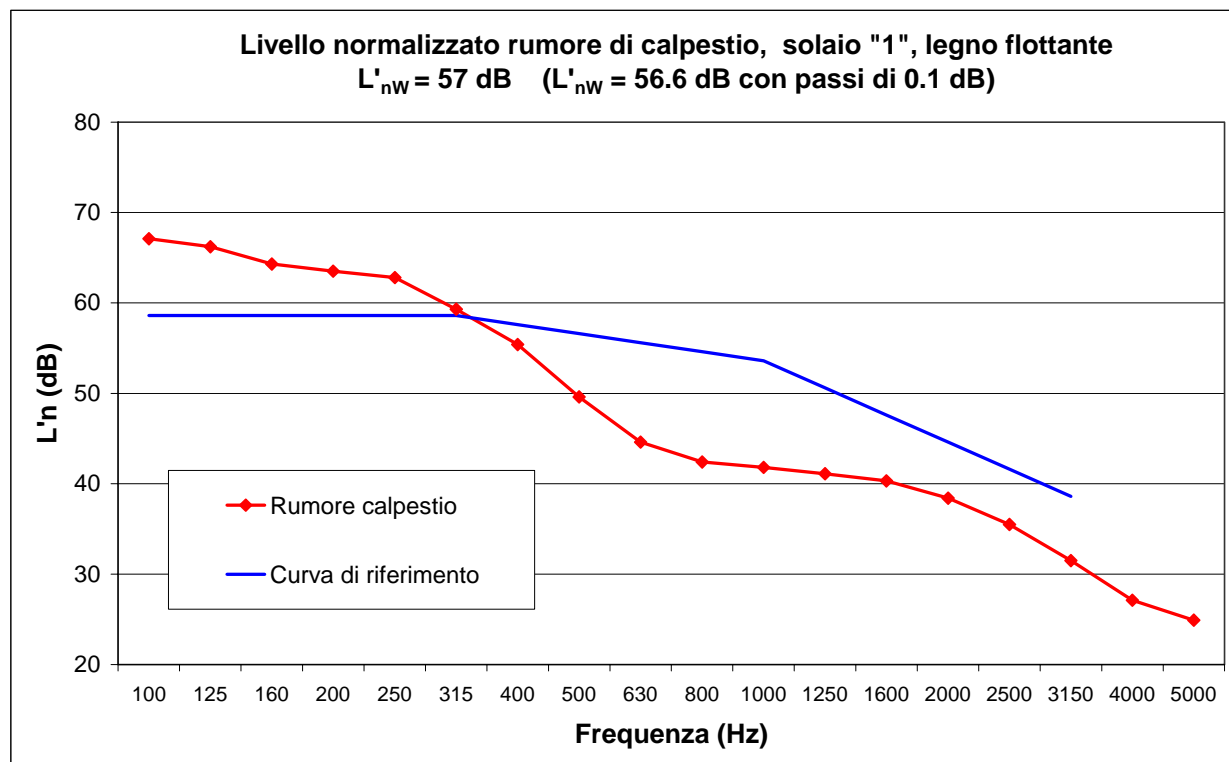


Figura 6. Grafico del livello di rumore di calpestio solaio uno con legno flottante

5. Conclusioni

Il solaio in prova, con struttura in legno, ha fornito un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante adeguato nonostante l'influenza del rumore da traffico.

Per quanto riguarda il rumore di calpestio si può osservare che i risultati ottenuti sono tutti conformi al limite previsto dal DPCM 5-12-97. In questo caso il rumore di fondo non ha influenzato le misurazioni e le diverse finiture superficiali non hanno determinato differenze sostanziali sui risultati finali.

R'_w [dB]	<i>Partizione</i>	<i>Tipologia divisorio</i>	<i>Valore ottenuto</i>	<i>Valore limite del D.P.C.M. 5/12/97</i>
	A	solaio	55	50

Tabella 5: Indice di valutazione del potere fonoisolante

$L'_{n,W}$ [dB]	<i>Partizione</i>	<i>Rivestimento superficiale</i>	<i>Valore ottenuto</i>	<i>Valore limite del D.P.C.M. 5/12/97</i>
	A	ceramica	58	63
	B	legno	58	63
	C	legno flottante	57	63

Tabella 6: Indice di valutazione del livello di rumore di calpestio - riepilogo dei valori ottenuti in opera

6. Riferimenti

- [1] D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 “*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*” pubblicato sulla G.U. n°297 del 22-12-97.
- [2] UNI EN ISO 140-4 2000. Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici – Parte 4: misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.
- [3] UNI EN ISO 717/1 1997. Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Isolamento acustico per via aerea.
- [4] UNI EN ISO 140-7 (Dicembre 2000) Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento al rumore di calpestio dei solai.
- [5] UNI EN ISO 717-2 (Dicembre 1997) Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio.

Ferrara. 10-10-2005

Lo sperimentatore

Ing. Patrizio Fausti