

**Rapporto di prova P-BA 101/2022**

## **Comportamento acustico di un piano doccia con scarico a pavimento nel banco di prova**

Committente:	ACO Passavant GmbH Ulsterstrasse 3 36269 Philippsthal
Oggetto di prova:	Scarico a pavimento "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50", cod. art. 2019.55.91, scarico a pavimento verticale; con accessori di montaggio; corpo di scarico in plastica (inclinazione del raccordo 90°; Altezza di tenuta acqua 50 mm)"; guarnizione di tenuta applicata in fabbrica dalla ditta ACO; come scarico per piatti doccia a filo pavimento, installato in un incasso a soffitto disaccoppiato e in un massetto.
Indice:	Foglio dei risultati 1: Sintesi dei risultati Tabella 1: Risultato dettagliato Figura 1 e 2: Risultato dettagliato Figure da 3 a 5: Rappresentazione dell'oggetto di prova, configurazione di misura Allegato B: Esecuzione della misurazione e parametri di valutazione Allegato F: Valutazione della misurazione Allegato G: Significato dei risultati di misura Allegato P: Descrizione del banco di prova Allegato V: Valutazione secondo VDI 4100
Data del test:	La misurazione è stata effettuata il 23 giugno 2022 presso il centro tecnico del Fraunhofer-Institut für Bauphysik (Istituto Fraunhofer per la fisica delle costruzioni) a Stoccarda.

Stoccarda, 9 novembre 2022

Responsabile:

**Responsabile:**

**Müller**

**Dipl.-Ing.(FH) S. Müller**

Responsabile del centro  
di prova:

M.BP. Dipl.-Ing.(FH) S. Öhler

La prova è stata eseguita in un laboratorio di prova dell'IBP, accreditato secondo la norma DIN EN ISO/IEC 17025:2018 dalla DAkkS con il n. D-PL-11140-11-01.

I risultati di misurazione citati si riferiscono esclusivamente all'oggetto sottoposto a prova. La pubblicazione di estratti è consentita solo previa autorizzazione del Fraunhofer-Institut für Bauphysik.

Istituto Fraunhofer per la Fisica delle Costruzioni - Laboratorio di prova per l'acustica edilizia e la protezione dalle immissioni sonore

Nobelstraße 12, D-70569 Stoccarda  
Telefono +49(0) 711/970-3314; Fax -3406  
akustik@ibp.fraunhofer.de

[www.pruef.stellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html](http://www.pruef.stellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html)



Ente  
Ente di accreditamento  
D-PL-11140-11-01

**Committente:** ACO Passavant GmbH, Ulsterstrasse 3, 36269 Philippsthal

**Oggetto di prova:** Sfiato a pavimento "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50", cod. art. 2019.55.91, sfiato a pavimento verticale; con accessori di montaggio; corpo di scarico in plastica (inclinazione del raccordo 90°; Altezza di tenuta acqua 50 mm)"; guarnizione di tenuta applicata in fabbrica dalla ditta ACO; come scarico per piatti doccia a filo pavimento, installato in un'intercapedine del solaio disaccoppiata e in un massetto galleggiante (numero dell'oggetto di prova: S 11938-3, cfr. figure da 3 a 5).

**Configurazione di prova:**  
 Superficie di prova costituita da una superficie di massetto flottante con scarico a pavimento verticale in plastica "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50" della ditta ACO Passavant GmbH (inclinazione del raccordo 90°, Altezza di tenuta acqua 50 mm, scarico verticale), guarnizione di tenuta integrata, con accessori di montaggio, della ditta ACO, installato in modo pratico in un'intercapedine del solaio disaccoppiata e in un massetto galleggiante (al centro del banco di prova).

Scarico a pavimento: scarico a pavimento "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50", cod. art. 2019.55.91, scarico a pavimento verticale; materiale: plastica; inclinazione del raccordo 90°; Altezza di tenuta acqua 50 mm; Raccordo di scarico: DN 50, verticale; sifone rimovibile; cornice di copertura in plastica e griglia a fessura in acciaio inox, 150x150 mm.

Il raccordo di scarico dello scarico a pavimento e un breve tratto di tubo di scarico (DN 50, diversi curve in tubo PP (HT)) sono stati cementati nell'incavo del solaio disaccoppiato (striscia isolante perimetrale lungo il bordo dell'incavo del solaio, disaccoppiamento dal resto del solaio; vedi figura 3 in alto), il corpo di scarico dello scarico a pavimento è stato installato nel massetto galleggiante. La distanza dalla parete (fino al centro dello scarico) era di circa 200 mm. Altezza di installazione dello scarico a pavimento fino alla flangia (livello superiore del massetto): circa 90 mm

Superficie parziale del massetto galleggiante (dimensioni: 120 cm x 120 cm) con striscia isolante perimetrale verso la parete.

Struttura dal basso verso l'alto:

- Pannello fonoassorbente in lana minerale (spessore: 30 mm, rigidità dinamica  $s' \leq 8 \text{ MN/m}^3$  (dati del produttore)) ricoperto da un foglio di PE come strato di separazione (passaggio (scarico) nastrato),
- Massetto cementizio in pendenza da 60 a 88 mm. Impermeabilizzazione dello scarico e della superficie della doccia con malta impermeabilizzante e nastri sigillanti in corrispondenza dei giunti di raccordo
- rivestimento in piastrelle di circa 10 mm (100 x 100 mm) con colla per piastrelle

Altezza di posa con piastrelle: 100 - 124 mm.

I giunti di collegamento sono stati stuccati con corda per fughe e silicone disponibile in commercio. Lo scarico dell'acqua è avvenuto in modo silenzioso nel tubo di scarico nell'incavo del soffitto. L'installazione a regola d'arte è stata eseguita da un'impresa artigiana esperta.

**Banco di prova:** Banco di prova P12, massa superficiale della parete di installazione: 220 kg/m<sup>2</sup>, massa superficiale del soffitto: ca. 440 kg/m<sup>2</sup> (ca. 19 cm di cemento armato), locale di installazione: piano terra anteriore, locali di misurazione: piano interrato anteriore, piano interrato posteriore e piano terra posteriore (descrizione dettagliata nell'allegato P).

**Procedura di prova:** Misurazione in base alle norme DIN EN ISO 10052:2010-10 e DIN 4109-4:2016-07 con eccitazione mediante un rumore strutturale standard (allegati B, F e G). Inoltre, valutazione secondo VDI 4100:2012-10, ÖNORM B 8115-2:2006 e SIA 181:2020 (cfr. tabella 1) nonché misurazione della riduzione del rumore da calpestio in base alla norma DIN EN ISO 16283-2:2018-11 (cfr. figura 1).

**Risultato:**

Scarico a pavimento "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50", cod. art. 2019.55.91, scarico a pavimento verticale; con accessori di montaggio, corpo di scarico in plastica (inclinazione del raccordo 90°; Altezza di tenuta acqua 50 mm)"; guarnizione di tenuta applicata in fabbrica della ditta ACO, come scarico per piatti doccia a filo pavimento, installato in un'intercapedine del soffitto disaccoppiata e in un massetto galleggiante.	Sala di misurazione		
	Piano interrato anteriore (verticale)	Piano interrato posteriore (diagonale)	Piano terra posteriore (orizzontale)
Livello sonoro dell'impianto LAFeq,n in dB(A) secondo DIN 4109			
Rumore strutturale (KGN) sulla superficie della doccia	20 <sup>1)</sup>	16	19 <sup>1)</sup>

• I requisiti della norma DIN 4109 si applicano, nella presente situazione planimetrica «Bagno (piano terra anteriore) sopra bagno (piano interrato anteriore)», solo per il locale del piano interrato posteriore.

**Data di verifica:** 23 giugno 2022

**Osservazioni:**

- Il sistema KGN si colloca, per quanto riguarda il livello di rumore generato, al limite massimo dei soffioni comunemente in commercio.



La prova è stata eseguita in un laboratorio di prova dell'IBP, accreditato secondo la norma DIN EN ISO/IEC 17025:2018 dalla DAkkS con il n. D-PL-11140-11-01.

Stoccarda, 9 novembre 2022  
 Responsabile del laboratorio di prova:

*Signature*

S.  
C.



**Analisi dei dati di misurazione per il confronto con i requisiti di:**

- VDI 4100:2012-10 (Isolamento acustico nell'edilizia - Abitazioni - Valutazione e proposte per un maggiore isolamento acustico; dettagli nell'allegato V) e
- ÖNORM B 8115-2:2006 (Norma austriaca - Isolamento acustico e acustica degli ambienti nell'edilizia - Parte 2. Requisiti per l'isolamento acustico; informativa)
- SIA 181:2020 (Norma svizzera - Isolamento acustico nell'edilizia; informativa).

**Oggetto di prova:**

Superficie di prova costituita da una superficie di massetto flottante con scarico a pavimento verticale in plastica "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50" della ditta ACO Passavant GmbH (inclinazione del raccordo 90°, Altezza di tenuta acqua 50 mm, scarico verticale), manicotto di tenuta integrato, con accessori di montaggio, della ditta ACO, installato in modo pratico in un'intercapedine del soffitto disaccoppiata e in un massetto galleggiante (centro del banco di prova).

Maggiori dettagli sulla configurazione di prova sono riportati nella scheda dei risultati 1 e nelle immagini da 3 a 5.

**Risultato:**

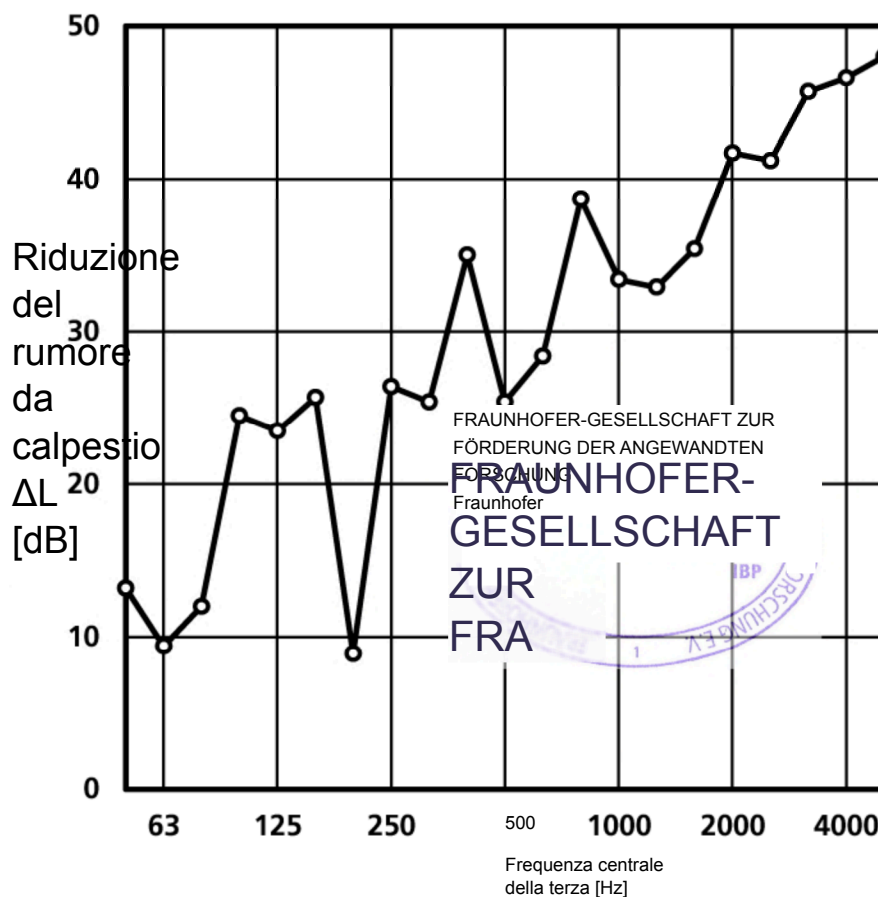
Scarico a pavimento "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50", cod. art. 2019.55.91, scarico a pavimento verticale; con accessori di montaggio, corpo di scarico in plastica (inclinazione del raccordo 90°; Altezza di tenuta acqua 50 mm)"; guarnizione di tenuta applicata in fabbrica dalla ditta ACO, come scarico per piatti doccia a filo pavimento, installato in un'intercapedine del solaio disaccoppiata e in un massetto galleggiante.	Camera di misurazione		
	Piano interrato anteriore (verticale)	Piano interrato posteriore (diagonale)	Piano terra posteriore (orizzontale)
Livello sonoro di installazione LAFeq,nTin dB(A) secondo VDI 4100			
Rumore strutturale normale sulla superficie della doccia	181)	13	161)
Livello di rumore dell'impianto LAFeq,nTin dB(A) in base alla norma ÖNorm B 8115-2			
Rumore di funzionamento in caso di eccitazione con il KGN	18	13	16
Valore complessivo LH,totin dB(A) secondo SIA 181			
Rumore di funzionamento: norma sul rumore strutturale (KGN)	18	13	16
Rumore da uso: martello pendolare EMPA	36	31	33

1) I requisiti secondo la norma VDI 4100 si applicano, nella presente configurazione planimetrica "bagno (piano terra anteriore) sopra bagno (piano interrato anteriore)", solo per il locale del piano interrato posteriore.

**Osservazione:**

La proposta della KGN è, per quanto riguarda l' *erzeugten Geräuschpegels* an si attesta al limite massimo dei soffioni comunemente in commercio.





**Riduzione del rumore da calpestio ponderata e valore di adattamento dello spettro secondo DIN EN ISO 717-2**

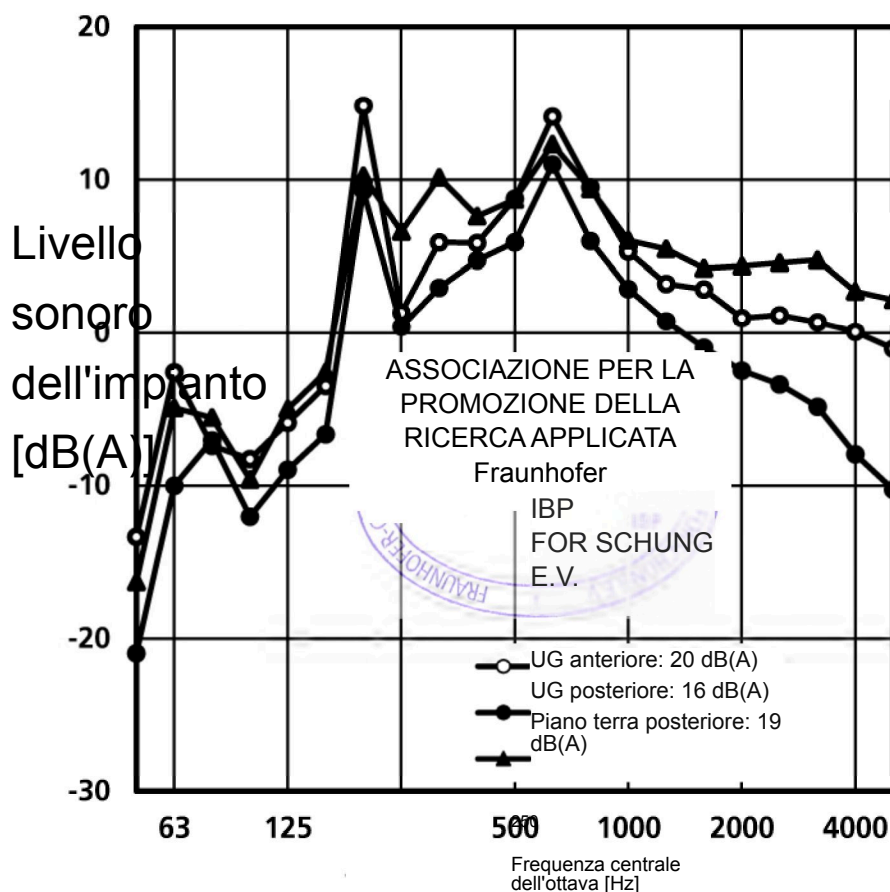
$$\Delta L_w (C_{-1}, \Delta 100-2500) = 35 (-13) \text{ dB}$$

La misurazione è stata effettuata in conformità alla norma DIN EN ISO 16283-2 con eccitazione mediante un martello standard per rumori da calpestio. È stato misurato il livello di rumore da calpestio nella stanza UG anteriore sia con eccitazione sulla superficie della doccia che con eccitazione sul pavimento del banco di prova.

**Oggetto di prova:**

superficie di prova costituita da un massetto galleggiante con scarico a pavimento verticale in plastica "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50" della ditta ACO Passavant GmbH (inclinazione del raccordo 90°, Altezza di tenuta acqua 50 mm, scarico verticale), manicotto di tenuta integrato, con accessori di montaggio, della ditta ACO, installato in modo pratico in un'intercapedine del soffitto disaccoppiata e in un massetto galleggiante (centro del banco di prova).

Maggiori dettagli sulla configurazione di prova sono riportati nella scheda dei risultati 1 e nelle immagini da 3 a 5.

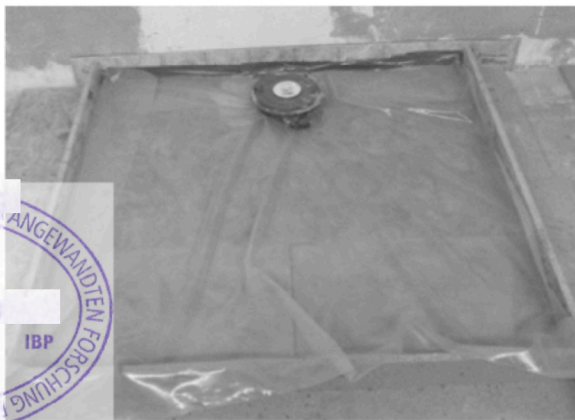


Andamento in frequenza del livello sonoro degli impianti in caso di eccitazione acustica con il rumore strutturale standard (KGN), misurato nei locali UG anteriore, UG posteriore e EG posteriore. Nella legenda sono indicati i livelli sonori degli impianti LAFeq,n in dB(A) secondo la norma DIN 4109 per la gamma di frequenza da 100 a 5000 Hz.

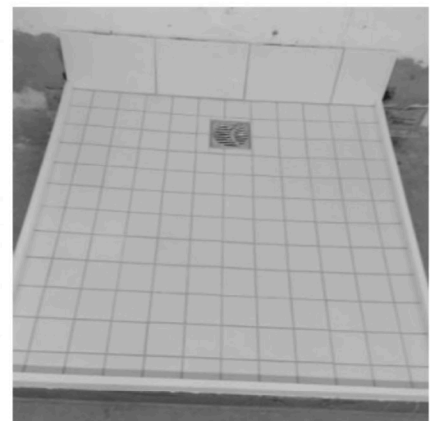
**Oggetto di prova:**

superficie di prova costituita da un massetto galleggiante parziale con scarico a pavimento verticale in plastica "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50" della ditta ACO Passavant GmbH (inclinazione del raccordo 90°, Altezza di tenuta acqua 50 mm, scarico verticale), manicotto di tenuta integrato, con accessori di montaggio, della ditta ACO, installato in modo pratico in un'intercapedine del soffitto disaccoppiata e in un massetto galleggiante (centro del banco di prova).

Maggiori dettagli sulla configurazione di prova sono riportati nella scheda dei risultati 1 e nelle immagini da 3 a 5.



FRAUNHOFER-  
GESELLSCHAFT  
ZUR FÖRDERUNG  
DER  
ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V.  
Fraunhofer  
IBP



In alto: scarico a pavimento "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50", cod. art. 2019.55.91, scarico a pavimento verticale; con accessori di montaggio della ditta ACO. Il raccordo di scarico dello scarico a pavimento e un breve tratto di tubo di scarico (DN 50, diversi gomiti in PP (HT)) sono stati cementati nell'incavo del soffitto disaccoppiato (striscia isolante perimetrale sul bordo dell'incavo del soffitto, disaccoppiamento dal resto del soffitto; vedi figura 3 in alto), il corpo di scarico dello scarico a pavimento è stato installato nel massetto galleggiante.

Al centro a sinistra: pannelli fonoassorbenti in lana minerale (spessore: 30 mm, rigidità dinamica  $s' \leq 8 \text{ MN/m}^3$  (dati del produttore)) e pellicola in PE come copertura.

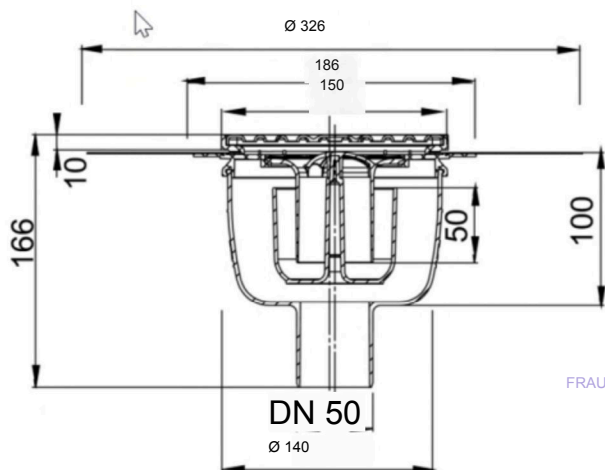
Al centro a destra: superficie parziale del massetto galleggiante con striscia isolante perimetrale e impermeabilizzazione.

In basso a sinistra: scarico a pavimento "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50", con griglia a fessura in acciaio inox, 150x150 mm.

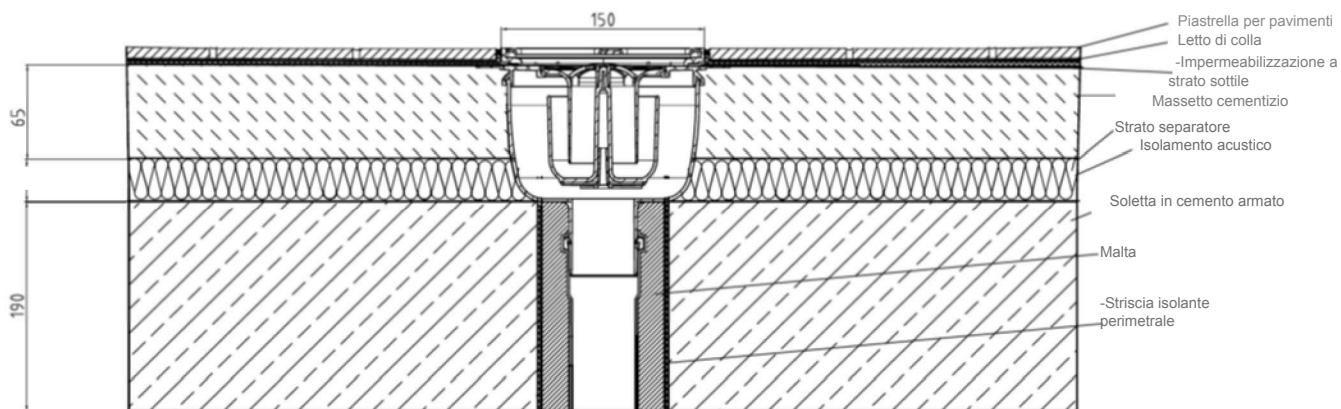
In basso al centro: struttura della superficie del massetto galleggiante (pannello fonoassorbente in lana minerale da 30 mm, massetto in cemento in pendenza da 60 - 88 mm, rivestimento in piastrelle di circa 10 mm (100 x 100 mm) con colla per piastrelle).

In basso a destra: superficie di prova costituita da un massetto galleggiante parziale con scarico a pavimento verticale in plastica "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50" della ditta ACO Passavant GmbH (inclinazione del raccordo 90°, Altezza di tenuta acqua 50 mm, scarico verticale), manicotto di tenuta integrato, con accessori di montaggio, della ditta ACO, installato in modo pratico in un'intercapedine del soffitto disaccoppiata e in un massetto galleggiante (al centro del banco di prova).

Maggiori dettagli sulla configurazione di prova sono riportati nella scheda dei risultati 1 e nelle immagini 4 e 5.



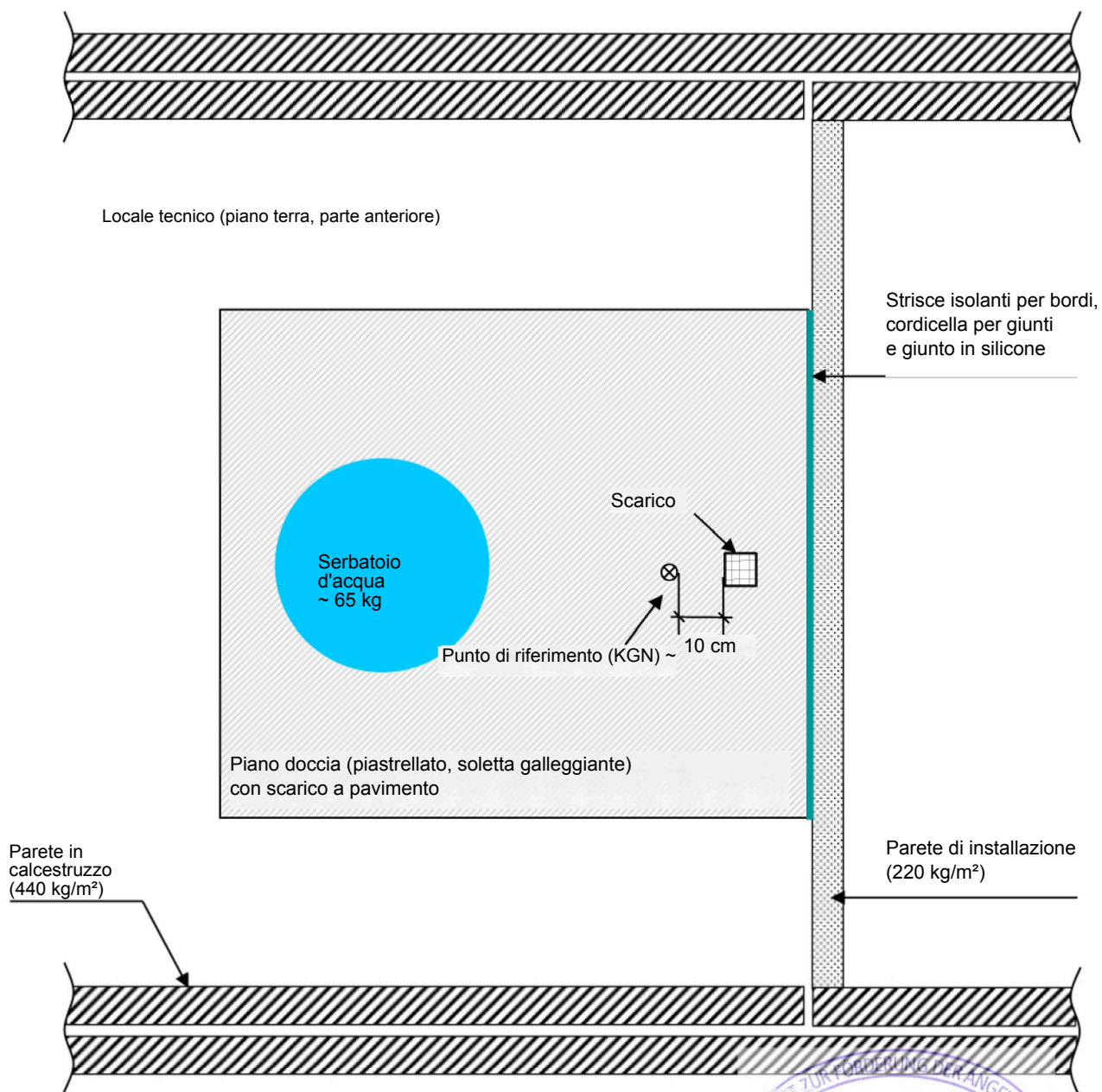
FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG  
DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.  
Fraunhofer



Vista e sezione dello scarico a pavimento, nonché sezione del dispositivo di prova con indicazione degli strati e degli spessori (disegni del committente, senza scala).

Superficie di prova costituita da una superficie di massetto galleggiante con scarico a pavimento verticale in plastica "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50" della ditta ACO Passavant GmbH (inclinazione del raccordo 90°, Altezza di tenuta acqua 50 mm, scarico verticale), manicotto di tenuta integrato, con accessori di montaggio, della ditta ACO, installato in modo pratico in un'intercapedine del soffitto disaccoppiata e in un massetto galleggiante (centro del banco di prova).

Maggiori dettagli sulla configurazione di prova sono riportati nella scheda dei risultati 1 e nelle immagini 3 e 5.



Posizione del banco di prova nel locale tecnico (piano terra, parte anteriore).

Superficie di prova costituita da un massetto galleggiante con scarico a pavimento verticale in plastica "ACO Sanitärablauf Easyflow+ GV 50" della ditta ACO Passavant GmbH (inclinazione del raccordo 90°, Altezza di tenuta acqua 50 mm, scarico verticale), manicotto di tenuta integrato, con accessori di montaggio, della ditta ACO, installato in modo pratico in una nicchia del soffitto disaccoppiata e in un massetto galleggiante (al centro del banco di prova).

Maggiori dettagli sulla configurazione di prova sono riportati nella scheda dei risultati 1 e nelle immagini 3 e 4.

## **Esecuzione delle misurazioni e parametri di valutazione**

Le misurazioni vengono effettuate in conformità alle norme DIN EN ISO 10052 e DIN 4109-4, che descrivono la misurazione del rumore degli impianti idraulici negli edifici. L'eccitazione acustica avviene tramite uno standard di rumore strutturale (KGN) sviluppato e collaudato presso l'Istituto Fraunhofer per la Fisica delle Costruzioni, che utilizza uno standard di rumore di installazione normalizzato secondo la norma DIN EN ISO 3822-1 per la formazione del getto. Il KGN genera un getto d'acqua costante che colpisce l'oggetto in prova in condizioni geometriche ben definite, consentendo così un'eccitazione acustica realistica e riproducibile. Utilizzando il KGN come fonte di eccitazione standardizzata, è possibile confrontare direttamente il comportamento acustico di diversi oggetti sanitari. Il KGN funziona con una pressione di flusso di 0,3 MPa, il che si traduce in una portata d'acqua di 0,25 l/s ( $\pm 4$  %).

I valori misurati con il KGN si collocano, per tutti i tipi di eccitazione, al limite superiore dei livelli di pressione sonora che si verificano quando si utilizzano soffioni e rubinetti disponibili in commercio. Variando il punto di eccitazione e il livello di riempimento, è possibile riprodurre sia il rumore da impatto del getto d'acqua sulla superficie dell'oggetto o dell'acqua che si verifica durante la doccia, sia il rumore generato durante il riempimento di una vasca. In questo caso, l'eccitazione può avvenire nei seguenti modi:

### **KGN su oggetto sanitario (rumori da impatto del getto d'acqua)**

Il KGN viene posizionato a un'altezza di 50 cm sopra il corpo di prova e regolato in modo tale che il getto d'acqua colpisca perpendicolarmente dall'alto a una distanza di circa 10 cm dallo scarico (bordo). La misurazione viene effettuata con lo scarico aperto, in modo che il getto d'acqua colpisca la superficie dell'oggetto.

### **KGN come rubinetto di riempimento per vasca (ingresso dell'acqua nelle vasche da bagno)**

Il KGN viene posizionato nel punto in cui si trova l'uscita di un rubinetto di riempimento per vasca disponibile in commercio. L'altezza del KGN sopra il fondo della vasca è di 50 cm e il getto è rivolto verticalmente verso il basso. Il KGN viene azionato con lo scarico chiuso fino a quando la vasca è piena. Se si desidera considerare separatamente i rumori di scarico, è possibile effettuare una misurazione aggiuntiva durante lo svuotamento della vasca. La misurazione dei rumori di riempimento con il KGN può essere effettuata in aggiunta ai rumori di impatto del getto d'acqua descritti sopra.

### **Soffioni o rubinetti disponibili in commercio**

In alternativa al KGN, è possibile utilizzare anche soffioni o rubinetti disponibili in commercio per eccitare l'oggetto in prova. Il soffione viene montato a un'altezza di 100 cm sopra l'oggetto sanitario e regolato in modo tale che il getto d'acqua colpisca perpendicolarmente dall'alto a una distanza di circa 10 cm dallo scarico (bordo). A causa della grande varietà di soffioni e rubinetterie disponibili in commercio e delle loro diverse possibilità di regolazione, non è tuttavia possibile fornire indicazioni generali sul livello sonoro dell'installazione.

**Eccitazione tramite gruppi motopropulsori (solo per vasche idromassaggio)**

L'oggetto in prova viene eccitato dagli aggregati installati (pompe, ecc.), per cui di norma sono possibili diverse condizioni di funzionamento. Viene determinato lo "stato di funzionamento più rumoroso". La vasca idromassaggio è riempita d'acqua fino a circa 5 cm al di sotto del troppopieno.

**Informazioni generali sulla misurazione**

Per tenere conto dell'influenza del carico esercitato da una persona sull'oggetto sanitario, tutte le misurazioni (ad eccezione delle vasche idromassaggio e dell'ingresso dell'acqua) vengono effettuate con un precarico statico. A tal fine, un fusto di plastica riempito con 60 l di acqua viene posizionato su due mattoni con un cuscinetto di gomma sulla superficie dell'oggetto, a una distanza di circa 40 cm dal centro del fusto al punto di impatto del KGN. Il peso del carico è di circa 65 kg, la superficie di appoggio di circa 2 x 200 cm<sup>2</sup>.

L'alimentazione al KGN avviene in modo silenzioso tramite un tubo flessibile. Lo scarico delle acque reflue avviene di norma in modo silenzioso tramite tubi isolati dal rumore strutturale. Ciò garantisce che eventuali rumori di alimentazione e scarico non abbiano alcuna influenza sui livelli di pressione sonora misurati.

In caso di rumori stazionari (ad es. eccitazione del KGN), in deroga alla norma DIN EN ISO 10052, il livello di pressione sonora viene rilevato in sei punti distribuiti nella sala di misura e mediato nello spazio e nel tempo. Ciò migliora la precisione e la riproducibilità dei risultati di misura, al fine di soddisfare i requisiti più elevati delle misurazioni al banco di prova. Il valore  $LAF_{eq,n}$  così determinato viene utilizzato come livello sonoro dell'impianto nel banco di prova.

In caso di rumori variabili nel tempo (ad es. scarico del WC, KGN come rubinetto di riempimento della vasca), vengono misurati 3 processi in una posizione del microfono e viene registrata l'andamento temporale del livello di pressione sonora durante il processo.

Il livello sonoro dell'impianto  $LAF_{eq,n}$  indicato nel rapporto di prova viene determinato secondo l'allegato F. In caso di segnali stazionari (ad es. rumori da impatto del getto d'acqua con il rumore strutturale standard - KGN), in deroga alle norme DIN 4109-4 e DIN EN ISO 10052, non viene misurato il valore massimo ( $LAF_{max,n}$ ) ma il livello medio nel tempo e nello spazio ( $LAF_{eq,n}$ ). Ciò garantisce il rispetto dei requisiti di riproducibilità e precisione obbligatori per le misurazioni al banco di prova (tra l'altro grazie alla possibilità di correzione del rumore di fondo), cosa che non sarebbe realizzabile utilizzando il livello massimo, definito dalle norme sopra citate per le misurazioni in opera. Sulla base di una vasta esperienza, si può presumere che la differenza tra  $LAF_{max,n}$  e  $LAF_{eq,n}$  sia normalmente al massimo di 2-3 dB.

In caso di rumori variabili nel tempo (ad es. lo scarico del WC), anche nel banco di prova viene misurato il livello massimo. La grandezza di misura  $LA F_{max,n}$  indicata a tal fine nel rapporto di prova corrisponde al livello massimo secondo DIN 4109-4 e DIN EN ISO 10052.

## Valutazione delle misurazioni

### Rumori stazionari

Il livello di pressione sonora misurato è disponibile come spettro di terze mediato nel tempo e nello spazio nella gamma di frequenza da 100 Hz a 5 kHz (costante di tempo: Fast \*). In primo luogo viene eseguita una correzione del rumore estraneo. Successivamente, il segnale di misura viene normalizzato su una superficie di assorbimento acustico equivalente di  $A_0 = 10 \text{ m}^2$  (indice n) e valutato secondo la curva A:

$$(1) L_{i,AFeq,n} = 10 \cdot \lg (10^{L_{i,F}/10} - 10^{L_{i,F,GG}/10}) + 10 \cdot \lg A_i/A_0 + k(A)_i \text{ [dB(A)]}$$

$L_{i,F}$  livello di pressione sonora medio spaziale e temporale nella terza i [dB]

$L_{i,F,GG}$  livello di rumore esterno nella terza i [dB]

$$A_i = 0,16 \cdot V$$

$T_i$

Superficie di assorbimento acustico della camera di misura per la terza i  
[m<sup>2</sup>]

V

Volume della camera di misura

[m<sup>3</sup>]

Tempo di riverbero della camera di misura nella terza i

[s]

Valutazione A per la terza i

$k(A)_i$

[dB]

Se la differenza tra il livello della terza misurato e il livello del rumore estraneo è inferiore a 3 dB, si rinuncia alla correzione del rumore estraneo. Al suo posto, ai fini di una stima massima, viene utilizzato il livello del rumore estraneo misurato. Il livello sonoro complessivo risulta dalla somma energetica dei valori delle terze:

$$(2) \\ L_{AFeq,n} = 10 \cdot \lg ( \sum_{i=1}^{18} 10^{L_{i,AFeq,n}/10} ) \\ \text{[dB(A)]}$$

dove i indica il numero delle bande di terza da 100 Hz a 5 kHz. Il livello calcolato  $L_{AFeq,n}$  corrisponde al livello sonoro che si verifica in una sala di ricezione moderatamente arredata a parità di condizioni.

### Rumori variabili nel tempo

Il segnale di misura consiste in una sequenza di spettri di terza (intervallo di frequenza da 100 Hz a 5 kHz) misurati in successione nello stesso punto con un intervallo di tempo di 0,125 s. A parte il fatto che si rinuncia alla correzione del rumore estraneo, la valutazione avviene allo stesso modo dei rumori stazionari. Dall'andamento temporale viene quindi determinato il valore massimo ( $L_{AFmax,n}$ ) secondo le norme DIN 4109 e DIN EN ISO 10052.

\*) Nella denominazione del livello dei rumori stazionari ( $L_{AFeq,n}$ ) si rinuncia spesso all'indice F, che sta per la valutazione Fast. Per mantenere il riferimento al valore richiesto ( $L_{AFmax,n}$ ) nella norma DIN 4109, qui si mantiene tuttavia la denominazione completa e si indica anche l'indice F.

### Significatività dei risultati di misurazione (DIN 4109)

#### Trasferibilità dei risultati di misurazione ad altre situazioni edilizie

I livelli sonori dell'impianto rilevati dipendono, oltre che dalle caratteristiche dell'impianto sottoposto a prova, anche da ulteriori fattori, quali ad esempio le condizioni di montaggio, l'esecuzione costruttiva e la disposizione dei locali di emissione e ricezione. I valori indicati nel rapporto di prova sono quindi validi solo in relazione alle condizioni costruttive presenti nel banco di prova dell'impianto. L'estensione dei valori ad altri edifici è possibile solo in presenza di condizioni costruttive simili e di condizioni di montaggio corrispondenti. A questo proposito occorre tenere presente che anche piccole variazioni delle condizioni di montaggio, come ad esempio l'utilizzo di elementi di fissaggio o materiali isolanti diversi, possono in alcuni casi determinare notevoli variazioni acustiche. Inoltre, nel confronto con i requisiti, occorre tenere presente che il funzionamento simultaneo degli impianti sanitari e le possibili interazioni tra i componenti sanitari possono portare a risultati diversi. Lo stesso vale anche per i difetti di esecuzione che causano ponti acustici.

#### Verifica dei requisiti di isolamento acustico

I requisiti di isolamento acustico stabiliti nella norma DIN 4109 si riferiscono alla situazione acustica negli edifici già realizzati. Per i rumori causati dagli impianti idraulici e da altri impianti tecnici dell'edificio, il parametro di valutazione determinante è il livello massimo di pressione sonora  $LA_{Fmax,n}$  (o  $LA_{Fq,n}$  in caso di eccitazione sonora stazionaria). Il livello sonoro dell'impianto deve essere misurato secondo la norma DIN 4109-4 e la norma DIN EN ISO 10052, per cui attualmente non vengono considerati i picchi di rumore causati dall'azionamento manuale. Nel confronto con i requisiti, occorre tenere conto delle indicazioni aggiuntive contenute nella norma DIN 4109-1 o nella norma DIN 4109-5. Secondo l'attuale versione della norma DIN 4109-1, per il livello sonoro dell'impianto valgono i seguenti requisiti:

Soggiorni e camere da letto:  $LA_{Fmax,n} \leq 30 \text{ dB(A)}$

Aule e locali di lavoro:  $LA_{Fmax,n} \leq 35 \text{ dB(A)}$

Secondo la norma DIN 4109-5, tabella 5, come requisiti per un'isolamento acustico maggiore per soggiorni e camere da letto si possono utilizzare i seguenti valori:

negli edifici plurifamiliari:  
 $LA_{Fmax,n} \leq 27 \text{ dB(A)}$   
nelle villette a schiera e nelle case bifamiliari:  
 $LA_{Fmax,n} \leq 25 \text{ dB(A)}$

L'unico modo per dimostrare la conformità ai requisiti di isolamento acustico già in fase di progettazione consiste, salvo casi particolari, nell'effettuare una prova di idoneità dei componenti o dei sistemi in un edificio campione. Ciò presuppone che l'edificio campione e l'edificio progettato abbiano una struttura simile. Se ciò non fosse il caso, occorre almeno garantire che l'edificio progettato, per quanto riguarda la trasmissione dei rumori degli impianti, non presenti un isolamento acustico inferiore a quello dell'edificio campione.

Nel caso in esame, funge da edificio campione il banco di prova per impianti dell'Istituto Fraunhofer per la fisica delle costruzioni. Il banco di prova per impianti corrisponde, per quanto riguarda le sue proprietà acustiche, a un normale edificio residenziale in muratura. I livelli di rumore degli impianti determinati in questo banco di prova possono quindi essere utilizzati direttamente per dimostrare il rispetto dei requisiti di isolamento acustico stabiliti nella norma DIN 4109-1, a condizione che sia garantita la trasferibilità dei risultati di misurazione (vedi sopra). Poiché l'impianto viene solitamente installato nella parte anteriore del piano terra, nella configurazione standard della pianta l'ambiente situato nella parte posteriore del piano interrato è da considerarsi l'ambiente più vicino che necessita di protezione. Per il rispetto dei requisiti di isolamento acustico è quindi determinante il livello di rumore dell'impianto misurato in questo ambiente.

**Informazioni sull'incertezza di misura**

L'incertezza nelle misurazioni relative agli impianti tecnici degli edifici può essere ricavata, per i presenti risultati derivanti da prove su modelli, dalle indicazioni contenute nella norma DIN 4109-4 per gli edifici realizzati.

L'incertezza è quindi pari a

$$U_{\text{situ}} = \begin{cases} 5,0 \text{ dB} - 0,1 \times L_{\text{AF},\dots} & , \text{ per } L_{\text{AF},\dots} < 35 \text{ dB} \\ 1,5 \text{ dB} & , \text{ per } L_{\text{AF},\dots} \geq 35 \text{ dB} \end{cases}$$

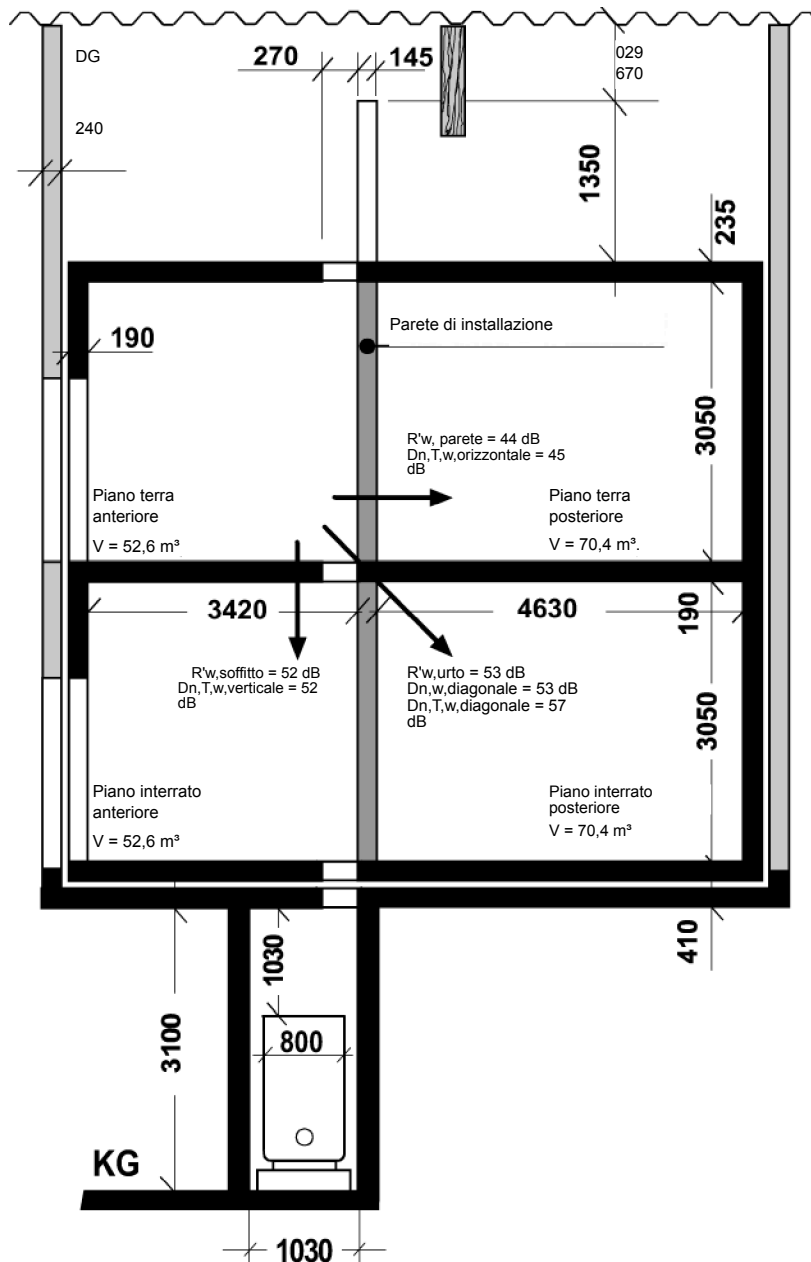
con

U<sub>situ</sub>      Incertezza nelle misurazioni su impianti tecnici degli edifici in edifici già realizzati (situ),  
L<sub>AF</sub>,...      Grandezza misurata L<sub>AF,max,n</sub> oppure L<sub>AF,max,nT</sub> ovvero L<sub>AF,eq,n</sub> oppure L<sub>AF,eq,nT</sub>.

Con un valore misurato di 30 dB, l'incertezza sarebbe quindi pari a 2,0 dB. Con livelli di rumore dell'impianto inferiori, l'incertezza è maggiore e ammonta, ad esempio, a 3,0 dB con un livello di rumore dell'impianto di 20 dB.

Le dichiarazioni di conformità, ad esempio per la verifica dei requisiti di isolamento acustico previsti dalla normativa edilizia, possono essere rilasciate nell'ambito dell'incertezza di misura data. La tracciabilità metrologica rispetto a campioni di riferimento è garantita per tutti gli strumenti di misura calibrati. Nelle dichiarazioni di conformità, le incertezze di misura vengono sempre considerate secondo la procedura prevista dalla normativa (ad es. norma, direttiva) indicata nel rapporto di prova.

Banco di prova



Disegno in sezione del banco di prova per impianti presso l'Istituto Fraunhofer per la fisica delle costruzioni (dimensioni in mm). Il banco di prova è costituito da due locali sovrapposti al piano terra e al piano interrato (PG e PI), in modo che, in combinazione con il piano mansardato e il seminterrato (PM e SI), possano essere testati anche impianti che si estendono su più piani, come ad esempio i sistemi di scarico. Le due pareti di installazione (11,5 cm di mattoni pieni in calcestruzzo cellulare (KSV), intonacati su entrambi i lati) possono essere sostituite secondo necessità. Normalmente vengono utilizzate pareti massicce a singolo strato con una massa superficiale di 220 kg/m<sup>2</sup> secondo la norma DIN 4109. Poiché l'isolamento acustico di queste pareti non soddisfa i requisiti di una parete divisoria residenziale ( $R'w \leq 53$  dB), nella configurazione abituale della pianta gli ambienti sensibili più vicini si trovano in diagonale sopra o sotto la camera di prova. Grazie alla sua struttura a doppio strato con isolamento acustico da trasmissione, il banco di prova per impianti è particolarmente adatto alla misurazione di bassi livelli di pressione sonora. Le camere di misura sono progettate in modo tale che i tempi di riverbero nella gamma di frequenze esaminata siano compresi tra 1 e 2 s. Il soffitto e gli elementi costruttivi laterali, con una massa superficiale media di circa 440 kg/m<sup>2</sup>, sono costituiti da 19 cm di cemento armato.

**Apparecchiature e strumenti di prova**

Per le misurazioni effettuate nel banco di prova P12 dell'Istituto Fraunhofer per la fisica delle costruzioni vengono utilizzati i seguenti strumenti di misura:

<b>Tipo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Produttore</b>
Analizzatore	Soundbook_MK2_8L	Sinus Messtechnik
Set microfono da ½"	46 AF (capsula: tipo 40 AF-Free Field; preamplificatore: tipo 26 TK)	G.R.A.S
Set microfonico da ½" (IEPE)	46 AE (capsula: tipo 40 AE-Free Field; preamplificatore: tipo 26 CA)	G.R.A.S
Set microfonico da 1"	40HF (capsula: tipo 40EH-LowNoise; preamplificatore: tipo 26HF; modulo di alimentazione: tipo 12HF)	G.R.A.S
Microfono da 1"	4179	Brüel & Kjær
Preamplificatore da 1"	2660	Brüel & Kjær
Calibratore per microfoni	4231	Brüel & Kjær
Accelerometri	4371 e 4370	Brüel & Kjær
Amplificatore di carica	Nexus 2692-A-014	Brüel & Kjær
Accelerometro (IEPE)	352B	PCB Piezotronics, Inc.
Calibratore di rumore strutturale	VC11	MMF
Amplificatore	LBB 1935/20	Bosch Plena
Altoparlante	MLS 82	Lanny
Sorgente sonora di riferimento	382	Rox
Martello di prova per rumore da calpestio standard	211	Norsonic

L'analizzatore utilizzato è un dispositivo di classe di precisione 1. Tutti gli strumenti di misura sono sottoposti a controlli funzionali interni ed esterni effettuati regolarmente, sono calibrati e, se necessario, tarati.

**Valutazione per un maggiore isolamento acustico secondo la norma VDI 4100 dell'ottobre 2012**

La direttiva VDI 4100 contiene proposte per un maggiore isolamento acustico negli appartamenti. Queste proposte vanno oltre i requisiti minimi contenuti nella norma DIN 4109 e possono essere concordate in via aggiuntiva tra il committente e l'impresa esecutrice.

La misurazione dei rumori degli impianti viene effettuata secondo la VDI 4100 e la DIN 4109 allo stesso modo. I dettagli della procedura e la valutazione dei risultati sono descritti nell'allegato F. L'unica differenza tra le due norme consiste nel fatto che i livelli misurati nella norma DIN 4109 sono riferiti a una superficie di assorbimento acustico equivalente di  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ , mentre nella norma VDI 4100 viene utilizzato come valore di riferimento un tempo di riverbero di  $T_0 = 0,5 \text{ s}$ . Tra i due livelli esiste la seguente relazione:

$$L_{AF,nT} = L_{AF,n} - 10 \lg(V) + 15$$

con  $L_{AF,nT}$  = livello sonoro standard dei rumori dell'impianto secondo la norma VDI 4100 [dB(A)]

$L_{AF,n}$  = livello sonoro standard dei rumori dell'impianto secondo la norma DIN 4109 [dB(A)]

$V$  = volume del locale di ricezione [ $\text{m}^3$ ]

Gli indici A e F indicano qui la ponderazione in frequenza A e la ponderazione temporale "Fast" (Nota: nella designazione del livello dei rumori stazionari ( $L_{AFeq,n}$ ) si rinuncia spesso all'indice F che sta per la ponderazione Fast. Per mantenere il riferimento al valore richiesto ( $L_{AFmax,n}$ ) nella norma DIN 4109, qui viene tuttavia mantenuta la denominazione completa e viene indicato l'indice F). A seconda che venga misurato un valore medio nel tempo o un livello massimo, a questi indici viene aggiunto l'indice "eq" o "max". Ciò vale allo stesso modo per il livello sonoro standard e per quello normativo, ad esempio  $L_{AFeq,nT}$  o  $L_{AFmax,n}$ .

I livelli sonori standard secondo la VDI 4100 e il livello sonoro normalizzato secondo la DIN 4109 differiscono di un valore costante, che dipende esclusivamente dal volume del locale di ricezione. Mentre il livello sonoro normalizzato è indipendente dal volume del locale, il livello sonoro standard diminuisce all'aumentare del volume del locale. Poiché i requisiti di isolamento acustico della VDI 4100 si riferiscono al livello sonoro standard, i valori misurati nel banco di prova dell'IBP devono essere convertiti al volume dei locali da proteggere presenti in loco per dimostrare la conformità ai requisiti. La conversione avviene secondo la seguente relazione:

$$L_{AF,nT,Bau} = L_{AF,nT,Lab} + 10 \lg(V_{Lab} N_{Bau})$$

con  $L_{AF,nT,Bau}$  = livello sonoro standard dell'installazione testata in cantiere

$L_{AF,nT,Lab}$  = livello sonoro standard dell'installazione sottoposta a prova nel banco di prova

$V_{Lab}$  = volume del locale di ricezione nel banco di prova

$V_{Bau}$  = volume del locale da proteggere in cantiere

I volumi dei tre locali di ricezione nel banco di prova dell'IBP e le rappresentazioni grafiche della formula di calcolo sopra riportata per la lettura diretta dei valori dei risultati sono illustrati di seguito:

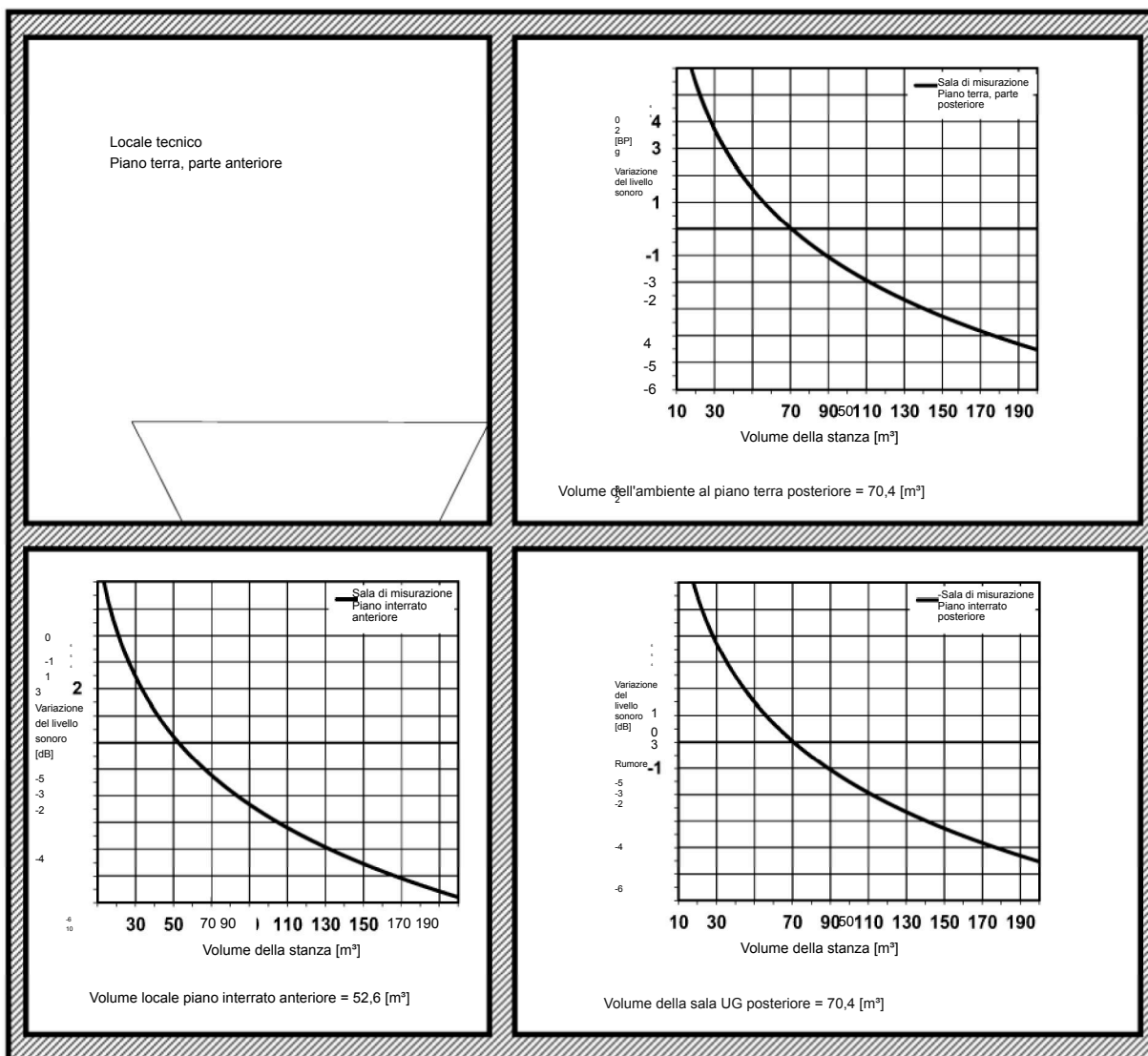


Figura 1: Variazione del livello sonoro standard misurato nel banco di prova P12 per locali con volumi diversi. Per i tre locali di misurazione piano interrato anteriore, piano interrato posteriore e piano terra posteriore, nei grafici è indicata la variazione di livello risultante rispetto al valore di misurazione riportato nel rapporto di prova in funzione del nuovo volume del locale. Se i volumi del nuovo locale e del rispettivo locale di misurazione coincidono, il livello rimane invariato (variazione di livello  $\Delta L = 0$  dB). Se il nuovo locale è più grande del rispettivo locale di misurazione, il livello sonoro diminuisce ( $\Delta L < 0$ ), se è più piccolo, il livello aumenta ( $\Delta L > 0$ ).

## Requisiti

Secondo la norma VDI 4100, negli appartamenti tutti i locali con una superficie  $\geq 8$  m<sup>2</sup> sono considerati locali che necessitano di protezione. Tuttavia, per quanto riguarda i rumori degli impianti di impiantistica dell'edificio e il rumore da calpestio, ne sono espressamente esclusi cucine, bagni, WC, corridoi e locali accessori. In caso di disposizione planimetrica usuale (bagno sopra bagno), per i valori determinati al banco di prova, il locale UG posteriore deve quindi essere considerato, in condizioni normali, come il locale che necessita di protezione più vicino.

I valori richiesti sono suddivisi nella norma VDI 4100 in livelli di isolamento acustico (SS<sub>t</sub>), che corrispondono a diversi livelli di comfort:

Tabella 1: Livello di comfort e situazione acustica per i tre livelli di isolamento acustico da SSt I a SSt III secondo la norma VDI 4100.

SSt I	«rispetto alla versione e alla dotazione più semplici»
	«in generale si evitano fastidi inaccettabili»
SSt II	«requisiti di comfort medi»
	«in generale non fastidioso»
SSt III	«esigenze di comfort particolari»
	«non fastidioso o solo raramente fastidioso»

Per i tre livelli di isolamento acustico, la norma VDI 4100 specifica requisiti diversi. Poiché SSt III rappresenta il livello di comfort più elevato, in questo caso si applicano i requisiti più severi, ovvero i livelli consentiti per i rumori di installazione sono i più bassi. I valori richiesti per gli edifici plurifamiliari, le villette bifamiliari e le villette a schiera sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 2: Requisiti di isolamento acustico per gli impianti tecnici degli edifici in condomini o case bifamiliari e a schiera secondo la norma VDI 4100 per i livelli di isolamento acustico da SSt I a III. I requisiti si applicano alla trasmissione del rumore tra appartamenti diversi. I rumori degli impianti di approvvigionamento idrico e di scarico delle acque reflue vengono qui considerati congiuntamente.

Situazione edilizia	Grandezza acustica [dB(A)]	SSt I	SSt II	SSt III
Condominio	LAF <sub>max,nT</sub> o LAFeq, <sub>nTa</sub> ) b)	≤ 30	≤ 27	≤ 24
Case unifamiliari bifamiliari e a schiera	LAF <sub>max,nT</sub> o LAFeq, <sub>nTa</sub> ) b)	≤ 30	≤ 25	≤ 22

a) I singoli picchi di rumore di breve durata che si verificano durante l'azionamento (apertura, chiusura, regolazione, interruzione e simili) della rubinetteria e degli apparecchi dell'impianto idraulico non devono superare i valori caratteristici dei livelli SSt II e SSt III di oltre 10 dB. Si presuppone un utilizzo conforme alla destinazione d'uso.

b) Poiché i rumori degli impianti sono spesso segnali variabili nel tempo, la norma VDI 4100 prevede in questi casi la misurazione del livello massimo LAF<sub>max,nT</sub>. Nel caso di segnali stazionari, come ad esempio i rumori da impatto del getto d'acqua, è tuttavia preferibile determinare invece il livello medio LAFeq,<sub>nT</sub>, poiché solo in questo modo è possibile soddisfare i requisiti di riproducibilità e precisione obbligatori per le misurazioni al banco di prova. Il livello medio misurato è generalmente leggermente inferiore al livello massimo; tuttavia, secondo un'ampia esperienza, la differenza non supera i 2-3 dB.

Oltre ai requisiti sopra menzionati per la trasmissione del rumore tra abitazioni estranee, la norma VDI 4100 contiene anche raccomandazioni per l'isolamento acustico all'interno della propria abitazione. I valori di riferimento applicabili a tal fine e il significato dei relativi livelli di isolamento acustico sono riportati nella norma VDI 4100.

Le dichiarazioni di conformità, ad esempio per la verifica dei requisiti di isolamento acustico previsti dalla normativa edilizia, possono essere rilasciate nell'ambito dell'incertezza di misura data (in base alla norma DIN 4109-4). La tracciabilità metrologica ai campioni di riferimento è garantita per tutti gli strumenti di misura calibrati. Nelle dichiarazioni di conformità, le incertezze di misura vengono sempre considerate secondo la procedura prevista dalla normativa indicata nel rapporto di prova (ad es. norma, direttiva).

**Nota sul trattamento dei rumori generati dagli utenti nella norma VDI 4100:**

Per i rumori generati dagli utenti che spesso sono oggetto di reclami (ad es. appoggiare un bicchiere per lo spazzolino da denti su un ripiano, aprire e chiudere il coperchio del WC, scorrere sul pavimento, scivolare nella vasca da bagno, sbattere le porte (anche di armadi a muro e da incasso, ecc.) non sono stati stabiliti valori caratteristici nemmeno per i livelli di isolamento acustico SSt II e SSt III, poiché questi rumori sono difficilmente riproducibili e dipendono dalla rispettiva situazione costruttiva. Si presume tuttavia che tali rumori – in caso di utilizzo conforme alla destinazione d'uso – vengano attenuati il più possibile mediante l'adozione delle consuete misure di isolamento acustico durante il montaggio di sanitari e armadi.