

Acustica negli impianti idrosanitari.

**KNOW
HOW**
INSTALLED



Osservazioni generali

Le misure e valori tecnici indicati non sono vincolanti, essi s'intendono come misure con possibili tolleranze dovute ai procedimenti di fabbricazione, ai metodi di misurazione e a modifiche normative, modifiche delle misure e delle quote per il montaggio sono possibili in qualsiasi momento.

Si declina ogni responsabilità per disguidi dovuti ad errori di stampa o ad informazioni insufficienti.

Il presente manuale di acustica sottostà al diritto sulla proprietà intellettuale. L'utilizzo di estratti come testi, schizzi e figure con misure, fotografie, è unicamente concesso con l'autorizzazione della Geberit Marketing e Distribuzione SA, Manno.

Altre informazioni sui prodotti si trovano negli stampati e nelle documentazioni Geberit oppure sotto
→ www.geberit.it

Protezione dal rumore degli impianti idrosanitari con i sistemi Geberit.

Negli impianti di scarico, i rumori vengono generati in più punti. Ai fini progettuali nella riduzione del livello sonoro, si deve distinguere tra i vari tipi di rumore e il modo con il quale questi sono trasmessi.

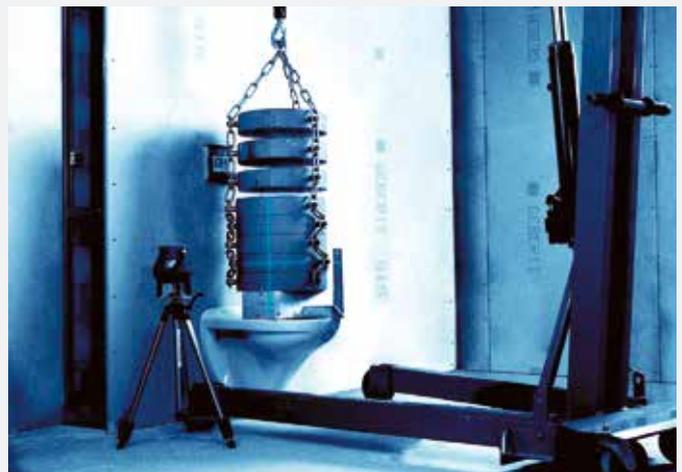
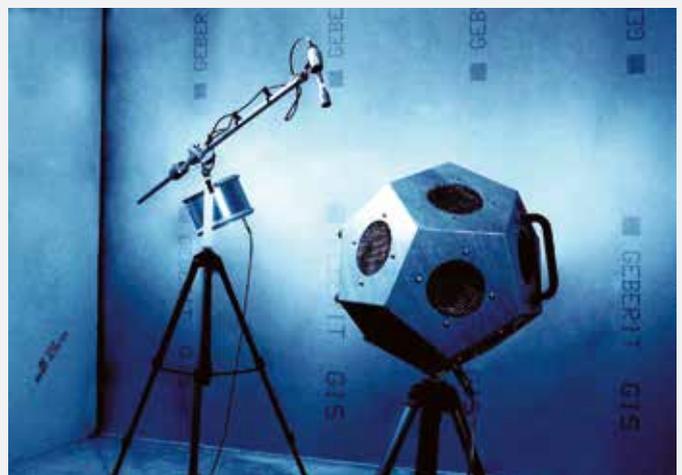
Geberit offre diversi consigli, soluzioni e prodotti che aiutano gli addetti ai lavori ad attenuare questa problematica, intervenendo già in fase progettuale con soluzioni innovative ed efficaci.

Geberit è attiva da molti anni nel campo dell'acustica applicata negli impianti idrosanitari.

Nella sede centrale di Jona in Svizzera, Geberit dispone di un laboratorio unico nel suo settore, dove effettua tutte le prove e simulazioni acustiche.

Le prove vengono visionate e certificate in collaborazione con diversi istituti o enti certificatori come:

- Institut Fraunhofer
- Delta
- Kiwa



Sommario

1	Leggi e norme di riferimento	4
1.1	DPCM del 05.12.1997	6
1.2	UNI 11367	7
1.3	DIN 4109	8
1.4	Direttiva VDI 4100	8
1.5	UNI EN 14366	7
1.6	Avvertenze di confronto sulla normativa EN 14366	10
1.7	L'incidenza della massa della parete sulla rumorosità	11
2	Nozioni di base	12
2.1	Pressione sonora	12
2.2	L'acustica nelle costruzioni	12
3	Protezione acustica	16
3.1	Progettazione	16
3.2	Fonti di rumore	17
3.3	Misure di protezione acustica	18
3.4	Prodotti per la protezione dal rumore	22
4	Misurazioni acustiche	27
4.1	Introduzione	27
4.2	Classi acustiche	27
4.3	Valori di rumorosità secondo DIN 4109 e VDI 4100	28
5	Dimensionamento	38
5.1	Acustica edilizia - Protezione acustica	38

1 Leggi e norme di riferimento

1.1 DPCM del 05.12.1997

Questo decreto, entrato in vigore nel febbraio 1998, sancisce la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

Il Ministero dell'Ambiente, unitamente ai Ministeri della Sanità, dei Lavori Pubblici, dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, ha considerato la necessità di fissare dei criteri e delle metodologie più moderne per il contenimento dell'inquinamento acustico all'interno degli ambienti abitativi. Questo decreto determina i requisiti acustici delle facciate, delle pareti interne, dei solai e fissa dei valori limite per la pressione sonora all'interno degli edifici a seconda della loro destinazione d'uso, al fine di ridurre l'esposizione delle persone al rumore. Per quanto specificatamente riconducibile al rumore prodotto dagli impianti tecnologici, esso non deve superare i seguenti limiti:

- 1: LASmax = 35 dB (A) per gli impianti dei servizi a funzionamento discontinuo (tra questi troviamo anche gli impianti di scarico).
 2: LAeq = 25 dB (A) per gli impianti dei servizi a funzionamento continuo.

1. Livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow.
2. Livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

Valori massimi riscontrabili in opera, cioè ad edificio finito ed abitabile.

Le misure del livello della pressione sonora devono essere effettuate nell'ambiente nel quale il livello del rumore è più elevato e tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Il rumore viene misurato con il fonometro munito di filtro ed espresso in dB(A) perché si misura un "disturbo" e non una "prestazione" come nel caso delle misure di isolamento di pareti e solai che invece vengono espressi in dB lineari. La misurazione viene eseguita conformemente alla norma UNI EN ISO 16032/2005.

Classificazione degli edifici.

A	Edifici adibiti a residenza o similari
B	Edifici adibiti ad uso uffici o similari
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività similari
D	Edifici adibiti ad ospedali, case di cura e similari
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli o similari
F	Edifici adibiti ad attività ricreative, di culto o similari
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o similari

↓ Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici.

Categorie di edificio Vedi classificazione	Indici di valutazione				
	Potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti di 2 distinte unità immobiliari	Isolamento acustico standardizzato di facciata	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato	Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo	Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo tra cui impianti di scarico
	R _w dB	D _{2m,nT,w} dB	L'_{nw} dB	L _{Aeq} dB	L _{ASmax} dB
D	55	45	58	25	35
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	25	35
B, F, G	50	42	55	35	35

1.2 UNI 11367

La classificazione acustica delle unità immobiliari prevista dalla UNI 11367, non ancora resa obbligatoria dalla legislazione, è una procedura di valutazione e verifica in opera volontaria che conferisce valore aggiunto all'edificio e colloca all'avanguardia i progettisti e le imprese che se ne avvalgono. La norma UNI 11367 è un valido strumento per perseguire la qualità acustica degli edifici, ottenibile solamente attraverso il controllo di tutte le fasi di progettazione nonché di realizzazione del processo edilizio (esecuzione dei lavori, posa in opera dei materiali, direzione dei lavori, eventuali verifiche in corso d'opera, collaudo finale).

La classificazione acustica si applica a tutte le nuove costruzioni, ad eccezione degli edifici con destinazione d'uso agricola, artigianale industriale e unità immobiliari destinate ad attività ricreative e di culto, in cui la qualità acustica sia una caratteristica fondamentale da valutare mediante una progettazione acustica particolarmente accurata e criteri specifici (sale da concerto, chiese, ecc.). La valutazione complessiva dell'efficienza acustica sarà accompagnata dalle valutazioni di ogni singolo requisito considerato. In tabella 1 sono indicati i valori di riferimento dei singoli requisiti prestazionali.

↓ Tabella 1. Classificazione acustica di unità immobiliari in funzione dei requisiti prestazionali.

Classe	Indici di valutazione				
	Isolamento acustico standardizzato di facciata	Potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti di 2 distinte unità immobiliari	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato	Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo	Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo tra cui impianti di scarico
	$D_{2m,nT,w}$ dB	R'_w dB	L'_{nw} dB	L_{ic} dB (A)	L_{id} dB (A)
I - Molto buona	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II - Buona	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III - Di base	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV - Modesta	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

Non bisogna farsi trarre in inganno dalla similitudine tra i valori di riferimento della classe III riportati in tabella 1 e i valori di riferimento riportati nel DPCM 5-12-97. Sulla base della verifica acustica, infatti, ad ogni requisito è associato un valore utile, corrispondente al valore misurato, corretto con l'incertezza di misura. Questo significa che il valore misurato in opera viene aumentato o ridotto, a seconda che sia rispettivamente un livello o un isolamento, di uno o più dB come riportato nella tabella 2. Per questo motivo, nonostante l'apparente similitudine, i valori di riferimento della classe III sono più ristrettivi dell'attuale DPCM.

↓ Tabella 2.

Requisito	Grandezza	Valore misurato (dB)	Incetezza di misura U_m (dB)	Valore utile (dB)
Isolamento di facciata	$D_{2m,nT,w}$	42	-1	41
Isolamento partizioni fra distinte unità immobiliari	R'_w	54	-1	53
Calpestio fra distinte unità immobiliari	L'_{nw}	54	+1	55
Impianti a funzionamento continuo	L_{ic}	29.3	+1.1	30.4
Impianti a funzionamento discontinuo	L_{id}	32.4	+2.4	34.8

1.3 DIN 4109

La DIN 4109, normativa di riferimento tedesca riguardante l'isolamento acustico nell'edilizia; requisiti e certificazioni, emessa novembre 1989, non ha nessuna valenza in Italia ma è molto più restrittiva nei criteri di misurazione ed è stata usata come base per le nostre misurazioni, in quanto tiene in considerazione anche la costante di tempo. Tra una rapida (Fast) che simula la risposta dell'orecchio umano e una lenta (Slow) che fornisce un livello sonoro abbastanza stabile anche nel caso di rumori variabili.

Gli impianti di scarico degli edifici devono essere progettati in conformità alla norma DIN 4109. La norma DIN 4109 definisce i requisiti per i vani nelle abitazioni confinanti che necessitano di protezione. Fra questi:

Camere da letto
Locali ad uso abitativo
Aule adibite all'insegnamento
Locali di lavoro (uffici, studi medici, sale riunioni)

Per quanto riguarda la propria abitazione, non sono previsti requisiti particolari.

Per le condutture (approvvigionamento e scarichi dell'acqua insieme) è richiesto **un massimo di 30 dB(A)**.

Questa norma definisce i requisiti di isolamento acustico per proteggere le persone all'interno delle abitazioni da disturbi dovuti alla trasmissione del suono e stabilisce un livello di isolamento acustico da rispettare al fine di prevenire eventuali danni alla salute provocati dal rumore.

Dal punto di vista legale, la norma DIN 4109 rappresenta un requisito minimo. Essa è stata ufficialmente introdotta nell'ispettorato tedesco per i lavori edili ed è, quindi, obbligatoria.

1.4 Direttiva VDI 4100

VDI 4100 è la direttiva di riferimento tedesca riguardante l'isolamento acustico delle abitazioni; criteri per la progettazione e valutazione, emessa settembre 1994.

La direttiva VDI 4100 stabilisce i più severi requisiti per l'isolamento acustico. Essa definisce tre livelli di isolamento acustico e distingue tra abitazioni in condominio, villette bifamiliari e a schiera e, rispetto alla norma DIN 4109, considera anche l'abitazione propria (condutture di approvvigionamento e scarichi dell'acqua insieme, tabella 3).

Dal punto di vista legale, la direttiva VDI 4100 non è considerata obbligatoria, ma ha comunque valore direttivo.

↓ Tabella 3.

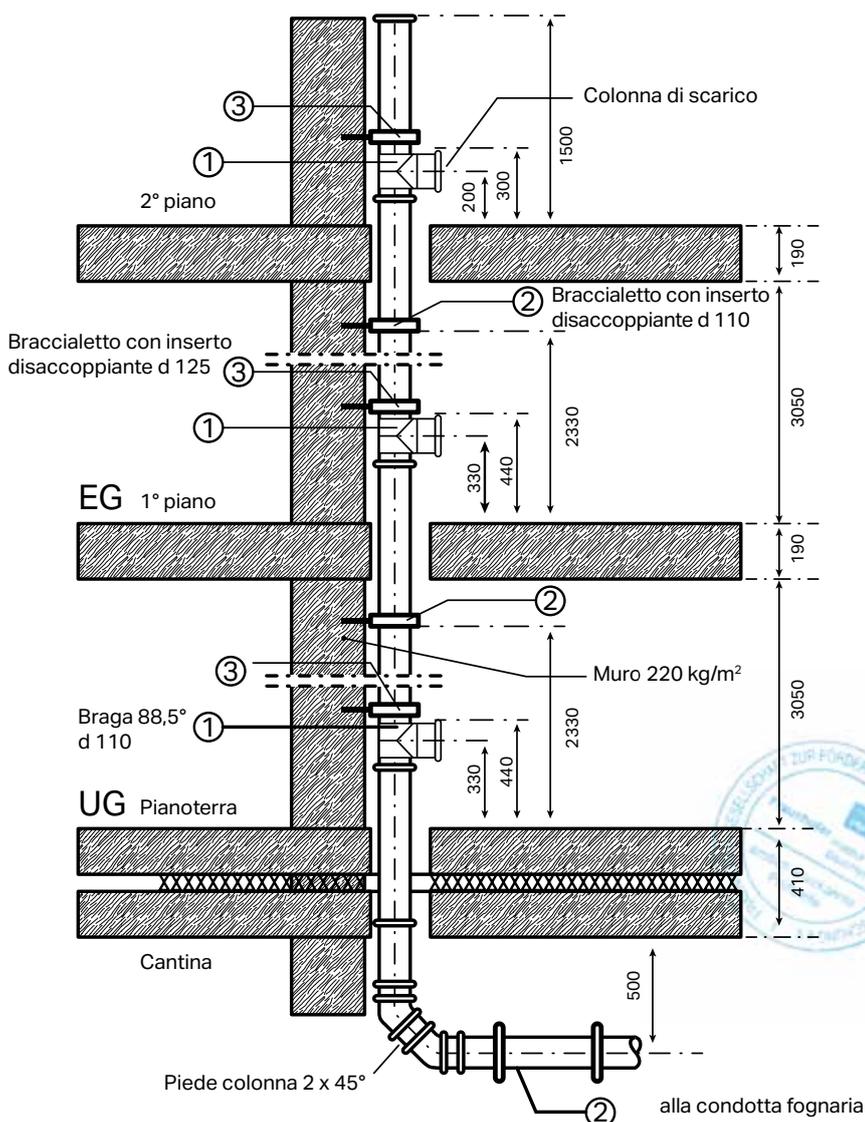
Livello di isolamento acustico	Appartamenti in condominio	Villette bifamiliari a schiera	Abitazione propria
I	30 dB(A) (come da DIN 4109)	30 dB(A) (come da DIN 4109)	30 dB(A)
II	30 dB(A)	25 dB(A)	30 dB(A)
III	25 dB(A)	20 dB(A)	30 dB(A)

1.5 UNI EN 14366

La normativa di riferimento utilizzata per i test in laboratorio **e non in opera** è la UNI EN 14366:2004 che specifica il metodo di misura e la valutazione dei risultati. L'edificio di prova è realizzato all'interno dell'Istituto Fraunhofer (Institut für Bauphysik di Stoccarda), riconosciuto come il miglior laboratorio nel settore dell'acustica: esso è completamente isolato attraverso pareti ad alto spessore realizzate con materiali fonoassorbenti di altissima qualità. Si tratta di un vero e proprio edificio realizzato su quattro piani (con altezza interna di 3050 mm), due dei quali, indicati in figura con EG ed UG, sono di

riferimento per le rilevazioni, divisi da un muro in calcestruzzo con un peso di 220 kg/m² (corrispondente ad un muro di circa 30 cm di spessore in termolatterizio) al quale viene ancorata la colonna di scarico. I piani di misura vengono distinti ciascuno in due camere: quella anteriore è la camera nella quale è installato il tubo, quella posteriore è libera da ogni installazione e risente delle vibrazioni sonore trasferite al muro divisorio; le camere posteriori hanno una volumetria di 70,4 m³ (superficie di circa 23 m²) mentre quelle anteriori di 52,6 m³ (superficie di circa 17 m²).

↓ Struttura di prova secondo la norma UNI EN 14366.



- 4 piani (incluso cantina)
- Cantina acusticamente disaccoppiata
- 2 fissaggi per piano
- Muro: 220 kg/m²
- Misurazioni a pianterreno davanti e dietro
- Portata di scarico a flusso discontinuo 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 l/s

1.6 Avvertenze di confronto sulla normativa EN 14366

Nell'ambito di una corretta progettazione e realizzazione di edifici moderni e performanti, nel corso degli anni si è provveduto a realizzare soluzioni avanzate sotto il profilo energetico ed acustico.

Allo stesso tempo si è fatta molta propaganda commerciale sulle tubazioni di scarico, utilizzando i risultati di test acustici effettuati soprattutto secondo la **norma EN14366**, che valutano prevalentemente le prestazioni della tubazione in un contesto ideale.

Sulla base delle prove così realizzate, né chi progetta né chi mette in opera, possono purtroppo trarre delle informazioni utili sulle modalità d'intervento reale sul cantiere, al fine di consegnare a chi lo abiterà, un edificio il più confortevole possibile.

Inoltre i risultati dei test effettuati secondo tale normativa sono difficilmente comparabili tra loro per la vastità di variabili in gioco.

Per questo motivo, **l'ente certificatore** più autorevole del settore, il **Fraunhofer di Stoccarda**, ha deciso di non supportare più i test di laboratorio eseguiti e certificati prima del 2014, proprio per la difficile valutazione e comparazione dei risultati ottenuti.

È possibile consultare le considerazioni ufficiali di tale istituto al link seguente:

goo.gl/CrMMJf

Livello del suono L_{IN} Rilevato oltre la parete d'installazione con braccialetti di fissaggio (UG/EG).

Il livello del suono L_{IN} viene misurato nel locale adiacente a quello dove viene prodotto il rumore e nel relativo sottostante. I risultati di tali misurazioni rappresentano la quantità di rumore trasmesso via corpo (braccialetti di fissaggio e ponti acustici strutturali) e via aria. In questo tipo di misurazioni è da tenere ben presente che lo spessore della parete di prova è molto maggiore a quello delle pareti utilizzate normalmente nella pratica costruttiva italiana, e questo ha un influsso sull'abbattimento acustico della trasmissione acustica aerea.

Livello del suono L_{IN} Rilevato oltre la parete d'installazione senza braccialetti di fissaggio (UG/EG).

Le misurazioni in questo caso vengono effettuate in maniera analogo alla precedente ma senza collegare o chiudere i braccialetti di fissaggio. Questo comporta una riduzione drastica del rumore trasmesso per vibrazione via corpo, e di conseguenza può condurre a misurazioni notevolmente inferiori rispetto alle precedenti. In un cantiere reale una situazione del genere è difficilmente riproducibile.

Livello del suono $L_{Sc.A}$ Valore del suono trasmesso via corpo (UG/EG).

Tale livello si ottiene per differenza tra una misurazione effettuata con braccialetti serrati e una misurazione senza braccialetti. In teoria rappresenta la componente di suono trasmesso esclusivamente per vibrazione attraverso ponti acustici. In pratica tale valore non alcuna valenza.

L'incidenza del bracciale con inserto disaccoppiante.

Al fine di rendere l'interpretazione dei risultati di prova il più realistico possibile, Geberit ha testato i propri sistemi con bracciale con inserto disaccoppiante Geberit, e non con bracciale speciali (per esempio modello BISMAT 1000 o altri) assai costosi, difficilmente reperibili e quindi non utilizzabili in condizioni reali di cantiere.



Braccialeto BISMAT 1000

Interpretazione dei valori misurati.

Essendo il produttore stesso responsabile delle modalità d'installazione dei tubi che saranno sottoposti a prova, e non essendoci indicazioni esatte da parte della normativa di laboratorio, ogni prova è singola, non riproducibile, e allo stesso tempo interpretabile in diverse maniere. Inoltre, le misurazioni sono soggette a vari influssi di montaggio (dimensioni corrette, distanze rispettate, copia di serraggio dei braccialeto, tipologia di fissaggio degli stessi al muro) e di conseguenza i livelli di rumore misurati possono divergere di molti dB.

Avvertenze per il confronto.

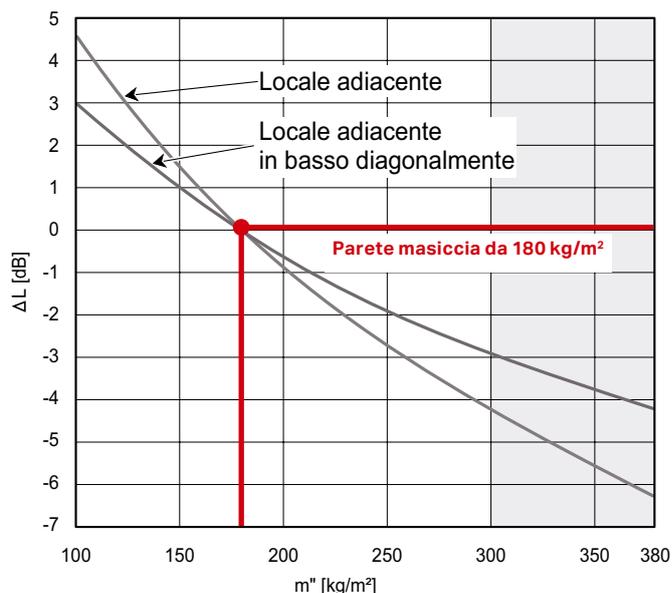
Per eventuali confronti sulle prestazioni acustiche dei sistemi di scarico insonorizzati è fondamentale conoscere le modalità di verifica, utilizzate dal riconosciuto Istituto Fraunhofer di Stoccarda (secondo la norma UNI EN 14366). Il livello di rumorosità può derivare da prove dirette sull'impianto in opera, valori L_{IN} , o da operazioni algebriche (valori $L_{Sc,A}$) con significati tecnici e risultati assolutamente non comparabili tra loro.

Nelle prossime pagine troverete alcuni test effettuati su simulazioni reali di edifici, che valutano le prestazioni acustiche inserite in un contesto facilmente riproducibile nella realtà. Ne consegue che i migliori benefici dipendono non solo dalla scelta del sistema di scarico, ma da una serie di fattori quali: la geometria dell'impianto, la disposizione delle colonne, il disaccoppiamento della tubazione, l'installazione corretta e scrupolosa ed altri fattori ancora.

1.7 L'incidenza della massa della parete sulla rumorosità

Anche la massa della parete che si interpone tra l'ambiente abitato e l'impianto di scarico, insieme alla scelta costruttiva ed alla tecnica di posa utilizzata, incide notevolmente sull'efficacia d'isolamento acustico del sistema di scarico. Per questo, tenuto conto di una tipologia d'installazione a nicchia o cavedio effettuata a regola d'arte ed evitando ponti acustici per contatto diretto con la struttura (pareti e solai), vengono rappresentati valori differenti di rumorosità in funzione della massa della parete. In caso di annegamento diretto del sistema di scarico in parete, viene palesemente riscontrata una perdita importante di prestazioni e si rende quindi obbligatorio il rivestimento con guaina disaccoppiante Geberit.

↓ Influsso della massa della parete sul livello del suono.



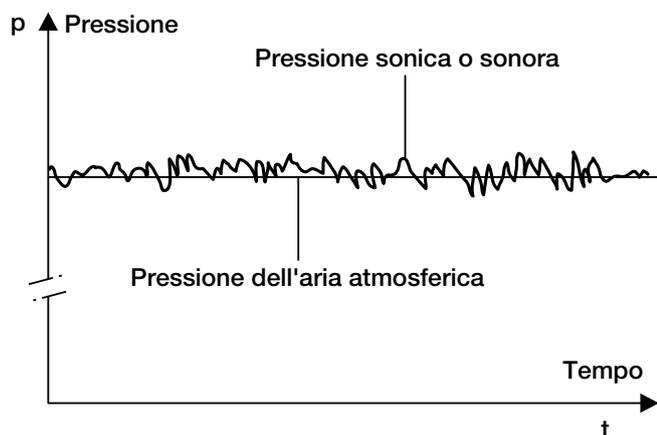
2 Nozioni di base

2.1 Pressione sonora

In fisica la propagazione del suono nell'aria avviene attraverso minime variazioni nel tempo della pressione dell'aria stessa.

Queste sono sovrapposte alla pressione dell'aria atmosferica e vengono quindi denominate pressione sonora. Il nostro orecchio percepisce queste variazioni della pressione dell'aria solo se avvengono rapidamente, per l'esattezza tra 20 e 20'000 volte al secondo (20 Hz–20 000 Hz), e in un ambito di pressione tra di 20 μPa – 20 Pa (Nota: pressione atmosferica standard 100'000 Pa).

↳ Rapporto tra pressione dell'aria atmosferica e pressione sonora.



La definizione per il livello della pressione sonora.

L'udito umano può percepire le variazioni della pressione sonora in un campo che varia da 20 μPa fino a 20 Pa. Questo significa che tra la pressione (o se si preferisce il suono) più flebile percepito e quello più forte (ai limite del dolore) esiste un rapporto di 1 a 1 milione. Per meglio descrivere e rappresentare questo enorme campo di valori è stato introdotto il livello della pressione sonora L_p . Quest'ultimo è definito come venti volte il logaritmo del rapporto tra la pressione sonora p e la pressione sonora di riferimento p_0 , che corrisponde ai 20 μPa della pressione sonora minima percepita. Il logaritmo di una frazione è di per se privo di unità di misura. Si è però adottata la convenzione di utilizzare per il livello della pressione sonora il decibel (dB).

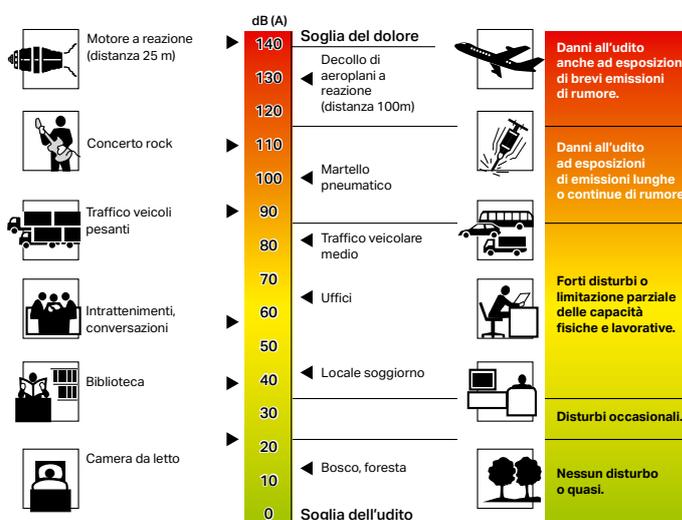
$$L_p = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \quad [\text{dB}]$$

La pressione sonora di riferimento p_0 è stata stabilita a 20 μPa. A questa pressione sonora equivale un livello di 0 dB. Un suono sinusoidale di 1'000 Hz di questo livello è appena udibile (soglia dell'udito). Grazie all'adozione della scala logarit-

mica, il campo dei valori si compatta notevolmente e in modo chiaro estendendosi solamente tra 0–120 dB.

Esempi di calcolo logaritmico:

$$\lg(1) = 0; \lg(10) = 1; \lg(100) = 2; \lg(1'000'000) = 6$$



2.2 L'acustica nelle costruzioni

L'acustica edilizia si occupa principalmente delle condizioni acustiche dentro ed intorno all'edificio. Le misure per la protezione dal rumore devono impedire, che le persone che soggiornano durante periodi di media o lunga durata nei locali delle abitazioni, siano disturbate sia da rumori molesti provenienti dall'esterno sia dai rumori interni (rumore dei vicini nei locali attigui).

La trasmissione dei rumori.

In acustica edilizia si fa distinzione tra trasmissione diretta dei rumori attraverso i corpi solidi e trasmissione indiretta attraverso l'aria. Mentre le onde sonore generate da una sorgente sonora si propagano nello spazio sotto forma di variazioni della pressione dell'aria, la trasmissione del suono nei corpi solidi avviene per lo più attraverso vibrazioni della struttura. Queste vibrazioni provocano a loro volta delle oscillazioni dell'aria e diventano così percepibili all'udito; solo raramente le vibrazioni vengono percepite in modo diretto sotto forma di scosse o altri movimenti meccanici delle pareti. Se in un locale viene generato un rumore che si trasmette attraverso l'aria del locale stesso, questo provocherà

un'oscillazione delle pareti e del soffitto, le quali a loro volta trasmetteranno il moto oscillatorio alle particelle d'aria dei locali adiacenti (trasmissione indiretta del suono). La propagazione del rumore per via diretta attraverso i corpi solidi è invece totalmente diversa dal caso precedente. Colpendo, ad esempio, una parete con un martello, poniamo direttamente la stessa in oscillazione; tale movimento oscillatorio si propagherà successivamente attraverso le particelle d'aria del locale adiacente.

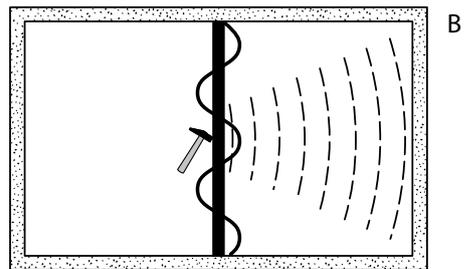
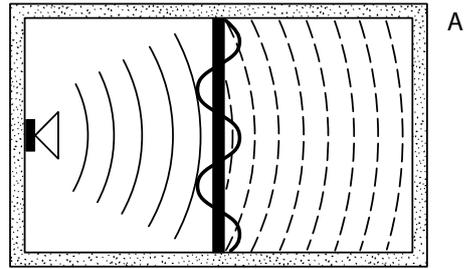
È quindi chiaro che, prima di poter prendere in considerazione misure atte a ridurre la trasmissione dei rumori, è assolutamente necessario analizzare le sorgenti dei rumori e la via attraverso la quale essi si propagano.

Misure preventive per la riduzione della trasmissione.

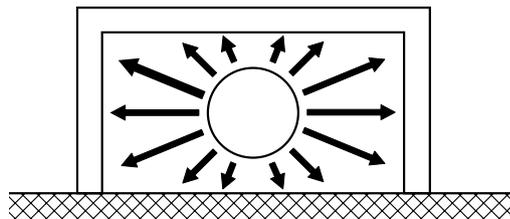
Una contromisura efficace al fine di limitare la trasmissione indiretta del suono consiste nel creare una barriera fonoisolante tramite l'impiego di pareti massicce che vengono frapposte tra la sorgente del rumore e l'utente.

Il metodo più efficace per limitare la trasmissione diretta del suono attraverso le strutture consiste, invece, nel disaccoppiare meccanicamente (con fissaggi elastici o altro) la sorgente del rumore dall'edificio. La messa in opera di questi fissaggi elastici necessita di particolare cura e precisione. È sufficiente infatti che in uno solo dei punti di fissaggio si instauri un ponte acustico, per mettere in crisi l'intera misura di prevenzione.

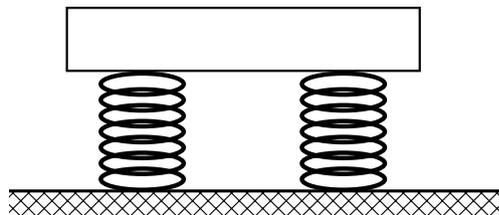
↓ Parete sollecitata (A) in modo indiretto (attraverso l'aria) e (B) in modo diretto.



↓ Fonoisolamento tramite frapposizione di pareti massicce.

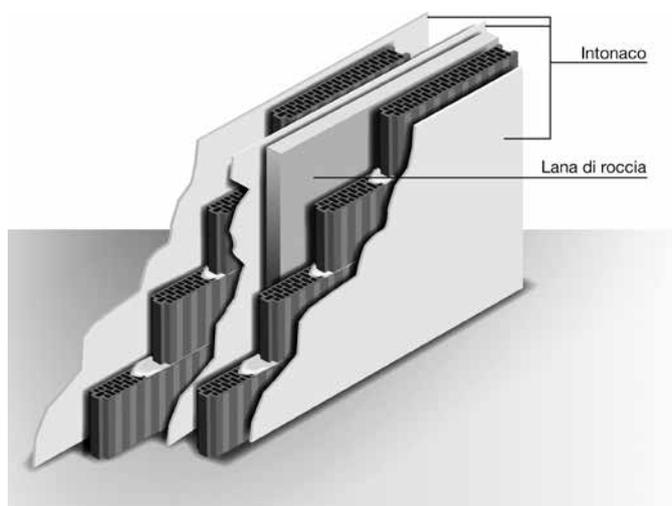


↓ Isolamento mediante disaccoppiamento meccanico.



Potere fonoisolante ponderato R_w .

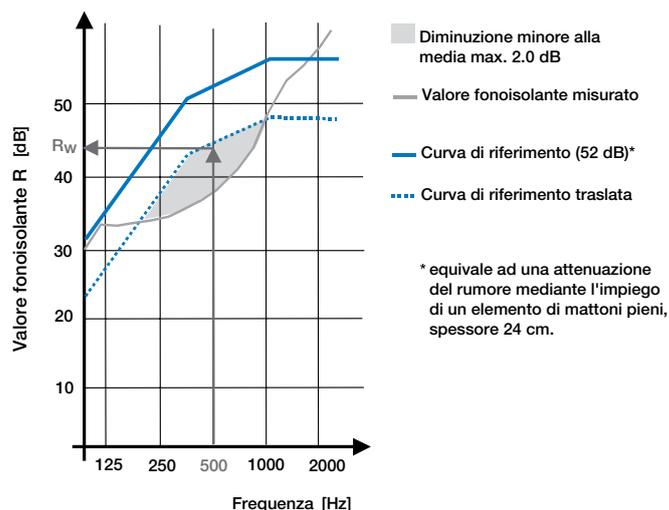
Per minimizzare la trasmissione indiretta del suono trasportato dalle molecole d'aria si raccomanda l'impiego di strutture fonoisolanti realizzate in mattoni forati con una o due intercapedini (struttura a sandwich). I manufatti realizzati con tali componenti sono da preferire in quanto il loro potere fonoisolante è a parità di peso per unità di superficie, decisamente più elevato.



Il potere fonoisolante viene espresso dal valore R [dB]. Esso dipende dalla frequenza del suono e viene rappresentato con l'ausilio di diagrammi (fig. 1).

Nella pratica si considera un valore medio che tiene conto della differente sensibilità a frequenze diverse da parte dell'udito umano. Sulla curva misurata ne viene traslata un'altra di riferimento, affinché i valori della curva di misura non risultino inferiori di più di 2 dB in media rispetto alla curva di riferimento traslata. Il valore letto a 500 Hz sulla curva di riferimento traslata viene definito quale valore fonoisolante ponderato R_w .

↓ Fig. 1: Ponderazione del potere fonoisolante di un manufatto.



La legge di massa.

Per stimare il potere fonoisolante di una parete composta da materiale uniforme (parete di cemento, piombo, ecc.), si utilizza la legge di massa riportata nell'equazione.

$$R_w = 37.5 \lg(\sigma) - 42 \text{ [dB]}$$

σ - densità superficiale della parete in kg/m^2

Per pareti di massa inferiore ai 150 kg/m^2 si può approssimare a $R_w = 20 \lg(\sigma)$

Per pareti doppie (tipicamente cartongesso) si può applicare la formula seguente, purché l'intercapedine minima sia almeno 6 cm:

$$R_w = 20 \lg(\sigma) + 20 \lg(d) - 10 \text{ [dB]}$$

σ - somma delle densità superficiali delle due pareti in kg/m^2 e d è la dimensione dell'intercapedine in cm. Si tenga conto che se lo spessore dell'intercapedine è inferiore a 6 cm ed in assenza di riempimento della stessa con materiale fonoassorbente, le due pareti lavorano come se fossero accoppiate (parete unica con massa pari alla somma delle due).

Esempio:

La densità del piombo è pari a $11'000 \text{ kg/m}^3$. Una lastra di 1 cm di spessore ha quindi $s = 110 \text{ kg/m}^2$. Applicando la formula otteniamo $R_w = 35.5 \text{ dB}$

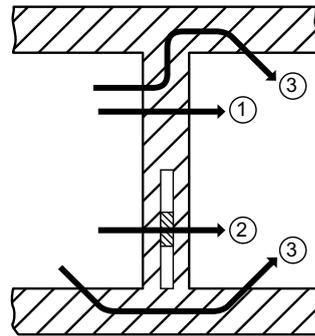
Potere fonoisolante ponderato risultante R'_w

La trasmissione del suono aereo in modalità indiretta non avviene solo da un locale all'altro attraverso le pareti divisorie, ma si propaga anche attraverso la struttura (vedi immagine seguente).

Questa trasmissione laterale del suono si riduce, a seconda di come sono realizzate le strutture che si trovano ai fianchi del manufatto e in base all'efficacia delle misure di fonoisolazione del manufatto stesso. Un buon isolamento tra i locali adiacenti si ottiene unicamente se, anche gli elementi costruttivi laterali hanno delle buone caratteristiche per l'abbattimento acustico. Tenendo quindi conto anche di queste trasmissioni laterali dei manufatti, viene definito un valore chiamato valore fonoisolante ponderato risultante R'_w che solitamente è inferiore al valore fonoisolante R_w .

Trasmissione del suono attraverso:

1. Passaggio diretto
2. Ponte acustico
3. Trasmissione laterale



Isolamento acustico di facciata $D_{nT,w}$

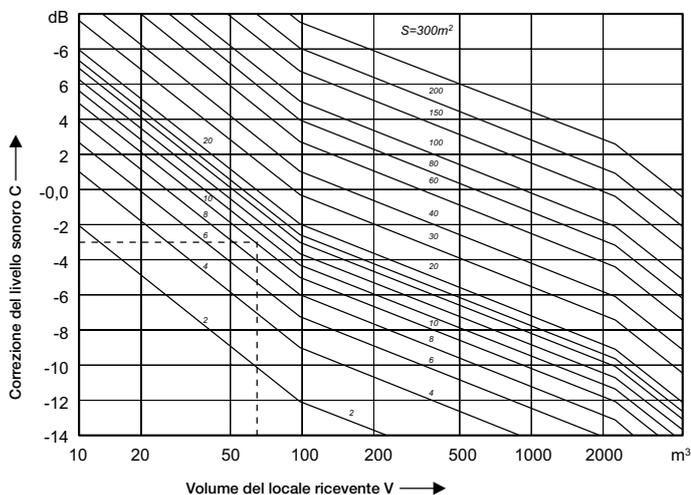
Anche conoscendo il potere fonoisolante di un singolo manufatto non è possibile tirare delle conclusioni sul suo comportamento acustico nella situazione reale d'impiego, visti anche gli effetti della trasmissione laterale del suono. Le norme indicano perciò dei valori limiti che il singolo manufatto deve rispettare espressi sotto forma di isolamento acustico ponderato $D_{nT,w}$, per il cui calcolo risulta essere:

$$D_{nT,w} = R'_w - C \text{ [dB]}$$

Il fattore di correzione del livello sonoro C tiene in considerazione il volume del locale ricevente V e la superficie S del manufatto di separazione (vedi grafico sottostante).

Correzione del livello C come funzione del V e S

Esempio: $V = 63 \text{ m}^3$; $S = 10 \text{ m}^2 \rightarrow C = -3.1 \text{ dB}$



3 Protezione acustica

3.1 Progettazione

Voler proteggere acusticamente un determinato edificio è un compito più che complesso, di cui non può farsene carico un singolo artigiano o fornitore d'opera. Al fine di ottenere un impeccabile risultato nel rispetto delle esigenze di legge e in corrispondenza alle richieste della committenza, è necessario considerare le seguenti regole:

- Concentrazione dei locali sanitari.
- Progettazione ed esecuzione delle strutture sotto il costante controllo della D.L.
- Progettazione ed esecuzione degli impianti tecnologici sotto il costante controllo della D.L.
- Progettazione ed esecuzione di opere speciali per l'isolazione acustica.
- Collocazione degli impianti tecnologici in appositi vani tecnici.

Progettazione dei locali.

La disposizione dei locali abitativi nella pianta è determinante per l'ottenimento di un buon grado di isolamento acustico nell'edificio. Se apparecchi sanitari, rubinetterie, condotte di alimentazione e di scarico sono integrate nella parete in comune con un altro locale abitativo, la situazione che si presenta è in questo caso, acusticamente parlando, molto sfavorevole.

Una progettazione che tenga conto dei problemi di isolamento

acustico risulta efficace se considera i seguenti fattori:

- Disposizione adiacente dei locali sanitari e delle cucine
- Allineamento verticale dei locali bagno e cucina
- Realizzazione di vani tecnici (cavedi) nella zona dei locali bagno e cucina
- Eliminazione di collegamenti diretti con i locali abitativi, e separazione con pareti massicce dal peso $> 200 \text{ kg/m}^2$
- Separazione dei locali abitativi da fonti di rumore tramite pareti divisorie prive di impianti e con un buon potere fonoisolante.

Generalmente vengono considerati locali abitativi le stanze da letto, i locali soggiorno e altri locali per funzioni lavorative. Si ottiene un'efficace protezione acustica per tali locali solamente se le pareti di separazione non contengono impianti tecnologici, apparecchi sanitari ecc.

Un'ulteriore possibile misura di prevenzione consiste nella realizzazione di un locale (per esempio un ripostiglio) quale vano intermedio negli appartamenti con locali bagno confinanti.

→ La figura mostra due situazioni, una favorevole e l'altra sfavorevole per la protezione acustica. Situazione favorevole: parete di separazione (comprende gli impianti tecnologici) fra il locale bagno e la cucina nello stesso appartamento. Situazione sfavorevole: parete di separazione fra il locale bagno ed il locale soggiorno dell'appartamento vicino.



3.2 Fonti di rumore

I rumori negli impianti di scarico.

Negli impianti di scarico i rumori vengono generati in più punti. Ai fini della progettazione di misure di riduzione del livello sonoro, si deve distinguere tra i vari tipi di rumore e il modo con il quale questi possono essere trasmessi.

Rumori generati dagli scarichi.

Per le tubazioni di scarico si fa distinzione tra rumori causati dalla caduta, dall'urto e dal deflusso delle acque di scarico, (vedi fig. sotto).

Rumori della caduta.

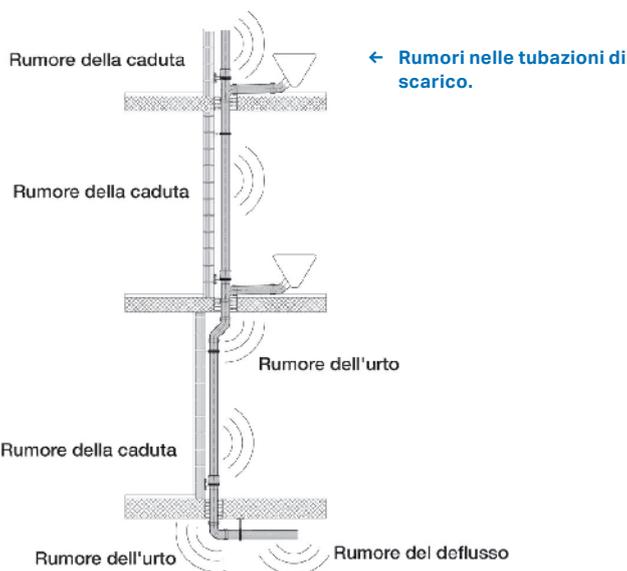
Sono rumori causati dall'acqua che cade verso il basso all'interno di un tubo.

Rumori dell'urto.

Sono causati dall'impatto dell'acqua sui cambiamenti di direzione dell'impianto. L'energia cinetica viene parzialmente trasformata in energia acustica: l'acqua perde velocità e dopo l'impatto il suo scorrimento è decisamente più lento.

Rumori del deflusso.

Sono causati dallo scorrimento dell'acqua nella tubazione orizzontale. L'acqua defluisce in modo silenzioso lungo la parete interna del tubo, movimento impercettibile che viene disturbato solo dalla presenza di cambiamenti di direzione della condotta.



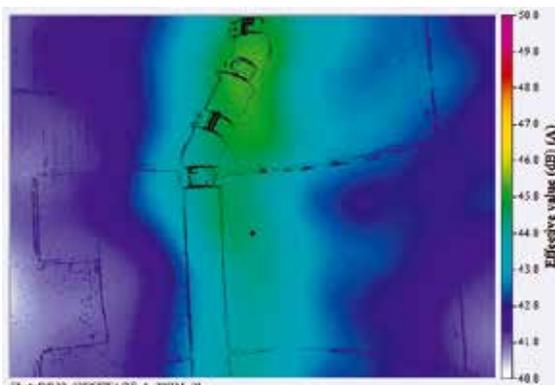
Esempi di posa corretta della colonna di scarico.

Una corretta posa della colonna di scarico ha grande influenza sulla rumorosità. Qui di seguito tre esempi di come con un semplice spostamento della colonna di scarico, i valori di rumorosità aumentano.

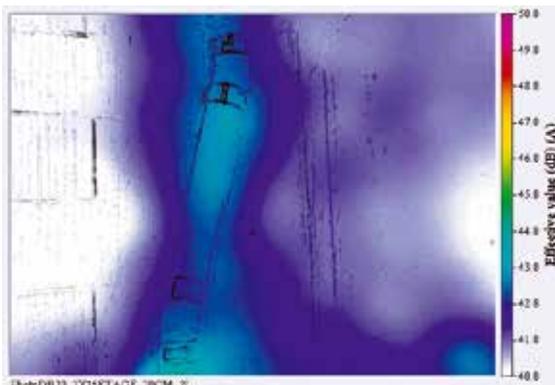
Misurazioni effettuate con telecamera acustica.



↑ Colonna di scarico con due braghe a 45° in media +9 dB(A)



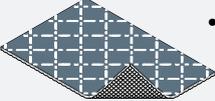
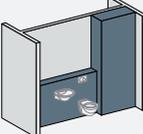
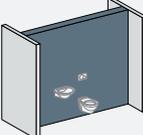
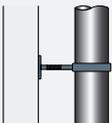
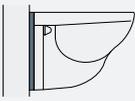
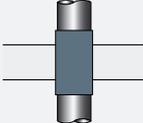
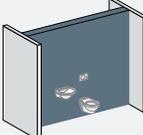
↑ Colonna di scarico con due braghe a 30° in media +7 dB(A)



↑ Colonna di scarico con due braghe a 15° in media +5 dB(A)

3.3 Misure di protezione acustica

La protezione acustica avviene tramite la riduzione della trasmissione indiretta via aria, incapsulando la fonte di rumore (ad esempio costruendo un cavedio in muratura davanti alla colonna di scarico) e riducendo la trasmissione diretta via corpi solidi disaccoppiando la fonte di rumore (ad esempio costruendo delle pareti leggere completamente disaccoppiate dalla struttura).

 Riduzione della trasmissione indiretta via aerea	 Riduzione della trasmissione diretta via corpi solidi
 <ul style="list-style-type: none"> • Incapsulare la fonte di rumore.  <ul style="list-style-type: none"> • Isolare la trasmissione via aerea ad esempio con Geberit Isol.  <ul style="list-style-type: none"> • Costruire davanti alla parete ad esempio con Geberit Duofix.  <ul style="list-style-type: none"> • Costruire pareti leggere complete ad esempio con Geberit Duofix, dotato di nastro disaccoppiante specifico per i binari di supporto. 	 <ul style="list-style-type: none"> • Disaccoppiare le tubazioni di scarico con braccialetti con inserto disaccoppiante Geberit.  <ul style="list-style-type: none"> • Disaccoppiare i sanitari con ad esempio con il kit disaccoppiante Geberit per WC.  <ul style="list-style-type: none"> • Disaccoppiare le tubazioni nell'attraversamento delle solette con ad esempio il kit disaccoppiante Geberit.  <ul style="list-style-type: none"> • Costruire pareti leggere complete ad esempio con Geberit Duofix, dotato di nastro disaccoppiante specifico per i binari di supporto.

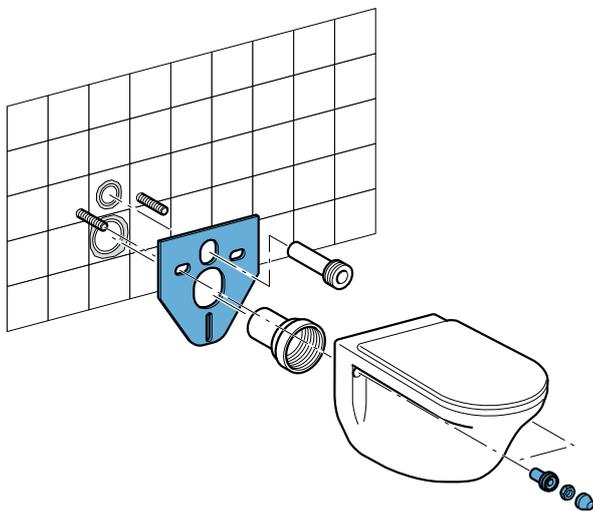
Di seguito distingueremo le misure cosiddette primarie (cioè atte a limitare il rumore direttamente alla fonte ad esempio tramite la scelta di cassette di risciacquo silenziose) e quelle definite secondarie, che cercano di impedire possibili propagazioni del suono. Le misure atte a ridurre la propagazione del rumore devono tenere conto delle modalità di trasmissione che esso può sfruttare (trasmissione diretta o indiretta).

Locali WC.

Oltre al rumore causato dal risciacquo del WC (rumore di funzionamento), risultano particolarmente molesti i rumori causati dall'utente quali l'orinare o il lasciar inavvertitamente cadere il sedile o il coperchio del vaso. Questi rumori si propagano per via diretta attraverso la struttura ai locali dell'immobile e quelli più vicini sono quelli maggiormente toccati dal disturbo. Per disaccoppiare acusticamente il vaso WC ed il bidet sospeso dalla parete del bagno, esiste nel catalogo Geberit un apposito Kit disaccoppiante (vedi figura seguente). Si tratta di un materassino con superficie autoadesiva che separa il vaso in ceramica dalla parete anch'essa normalmente molto dura, poiché rivestita di piastrelle, attenuando così la trasmissione diretta del rumore alla struttura. Le bussole in gomma in dotazione separano il corpo della ceramica dai bulloni di fissaggio.

La tabella mostra i risultati ottenuti grazie all'applicazione del Kit in locali adiacenti o sovrastanti il locale bagno.

↓ Fissaggio del vaso WC con kit disaccoppiante Geberit per WC.



↓ Risultati della riduzione della trasmissione diretta con l'applicazione del kit disaccoppiante Geberit per WC.

Rumore causato dall'utente	Attenuazione del livello sonoro
Orinare	13 dB(A)

Rumore causato dall'utente	Attenuazione del livello sonoro
Colpo della caduta del sedile	11 dB(A)
Risciacquo (con cassetta da incasso)	8 dB(A)

↑ Valori misurati nel laboratorio d'acustica Geberit.

Cassette di risciacquo.

Un'altra fonte di rumore da tenere in considerazione è il rubinetto di carico della cassetta di risciacquo. Dopo aver attivato il risciacquo, la quantità d'acqua presente nella cassetta viene ripristinata attraverso un rubinetto a galleggiante allacciato direttamente alla rete idrica.



← Rubinetto a galleggiante Geberit Impuls380 con allacciamento da 3/8" per il montaggio nelle cassette di risciacquo.

Pressione di prova 3 bar.
Rumorosità del rubinetto < 17 dB.
Classe 1, secondo norma DIN 4109.

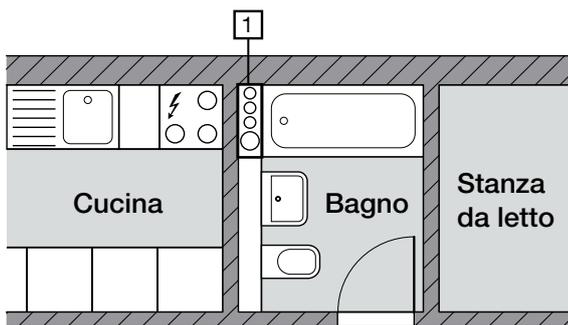
I rubinetti a galleggiante Geberit Impuls380 sono inseriti come componenti in tutte le cassette di risciacquo Geberit. Essi sono prodotti secondo le vigenti norme europee e la loro performance acustica è testata secondo le linee guida della norma DIN 4109.

Le prove di laboratorio effettuate presso il centro di ricerca LGA QualiTest di Norimberga (Germania), hanno certificato che Geberit Impuls380 rientra in Classe I di silenziosità, rispettando pienamente i requisiti richiesti dalle norme e dalle legislazioni vigenti. Inoltre la nuova norma armonizzata per le cassette di risciacquo EN14055 fissa il livello di rumorosità come requisito fondamentale. Tutte le cassette di risciacquo Geberit da incasso ed esterne sono classificate con livello di rumorosità NL I, ovvero il più basso riscontrabile secondo le prove prescritte dalla norma (vedi DoP EN14055).

Impianti di scarico.

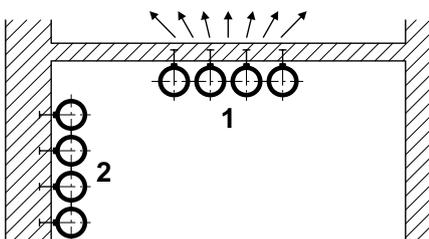
Il rumore causato dalle condotte degli impianti sanitari si propaga prevalentemente attraverso i ponti acustici esistenti tra le condotte stesse e la struttura dell'edificio. Per questo motivo, tutti i tubi e tutti i raccordi devono essere disaccoppiati dalla struttura mediante gli appositi prodotti. Tra questi troviamo i braccialetti per tubi muniti di inserto in gomma disaccoppiante e le guaine da applicare sulle condotte nei punti di passaggio attraverso le pareti e le solette. Nel limite del possibile è bene evitare il fissaggio dello scarico su pareti di separazione con locali ad uso abitativo (soggiorno o camere), mentre è consigliabile il fissaggio su manufatti aventi un elevato peso per unità di superficie (vedi figura seguente).

↓ Una progettazione ottimale, dove i tubi sono alloggiati nel vano tecnico 1 davanti alla parete divisoria fra bagno e cucina. Nella parete di separazione fra bagno e stanza da letto non devono esserci installazioni di impianti tecnologici.



Tanto maggiore è la massa per unità di superficie (Kg/m^2) del manufatto (detta anche massa frontale), tanto è minore la possibilità che esso possa essere messo in oscillazione dalle vibrazioni trasmesse dai braccialetti di fissaggio. Per tale ragione i tubi non sono da installare al centro della parete, ma in prossimità degli angoli. La zona centrale è infatti la più soggetta a vibrazioni ed oscillazioni sonore (vedi figura seguente).

↓ Posizionamento delle condotte di scarico:
 1) Posizione errata, al centro di una parete sottile (vibra)
 2) Posizione corretta, su parete pesante in una zona staticamente rinforzata.

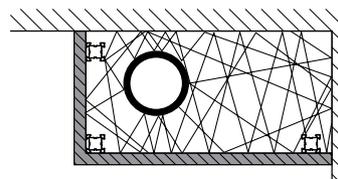


Per gli impianti di scarico dobbiamo prendere in considerazione sia la trasmissione diretta sia quella indiretta (propagazione aerea). Per limitare al massimo la trasmissione diretta attraverso la struttura, è necessario eliminare i ponti acustici fra i tubi e la struttura stessa. I passaggi attraverso pareti e solette così come anche i tubi annegati nel calcestruzzo devono essere isolati con le apposite guaine (disaccoppiamento dalla struttura). È d'obbligo prestare la massima cura ai dettagli esecutivi di queste misure.

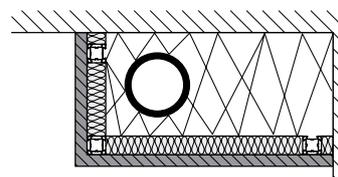


← Esempi di attraversamento solaio con guaina disaccoppiante.

In molti casi reali tubi e condotte sono posati all'interno di cavedi o vani tecnici. Misurazioni di laboratorio hanno dimostrato come in questi vani tecnici (cavedi) si assista ad un aumento del livello sonoro fino a 10 dB causato dalla riflessione delle onde sonore sulle pareti interne (vedi figura seguente). Con l'impiego di un materassino fonoassorbente di lana minerale con uno spessore di 30 mm nelle pareti interne del cavedio, il riflesso delle onde sonore viene notevolmente smorzato (vedi le due figure sottostanti). I risultati ottenuti dalle misurazioni nei laboratori Geberit confermano che un buon rivestimento fonoassorbente nel vano tecnico diminuisce quasi del tutto l'aumento del livello sonoro generato dalle riflessioni.



← Riflessione sonora nel vano tecnico senza rivestimento fonoassorbente.



← Riflessione sonora nel vano tecnico con rivestimento fonoassorbente.

Colonne di scarico.

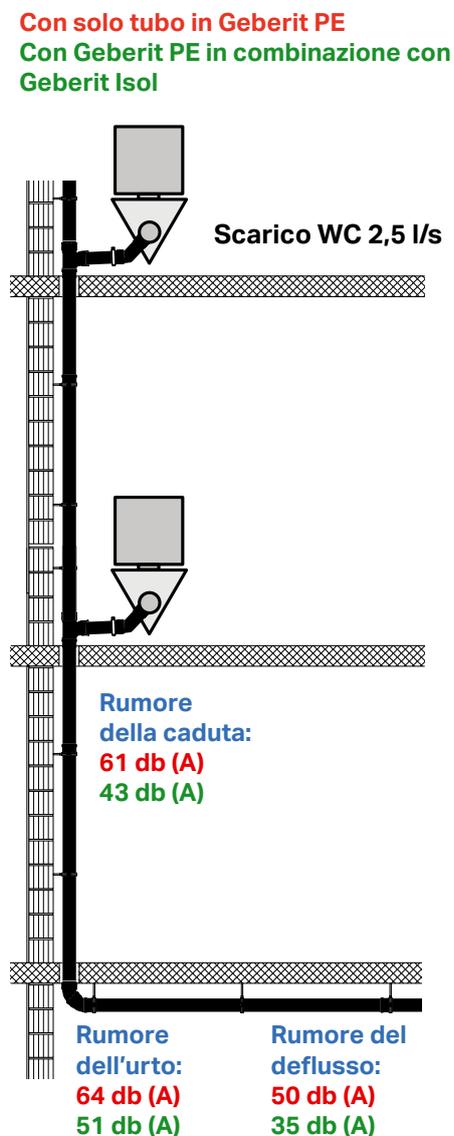
Per ridurre la trasmissione indiretta via aerea può essere utile l'utilizzo del materassino fonoisolante Geberit Isol.

Nella ristrutturazione, dove non vengono sostituite le colonne di scarico, Geberit Isol si rivela particolarmente efficace, (vedi tabella sottostante).

L'impatto sulla rumorosità di una colonna di scarico a vista utilizzando Geberit Isol è notevolmente ridotto se confrontato con una colonna realizzata in PE nudo.

Emerge un aspetto evidente:

Il solo utilizzo di Geberit Isol può anche non bastare, si rende perciò necessario l'aumento della massa intorno alla colonna di scarico tramite la costruzione di un vano tecnico o cavedio.



↓ Valori in dB(A) misurati nei laboratori Geberit.

Tipologia di rumore	Geberit PE	
	Senza isolante WC 2,5 l/s	Con Geberit Isol WC 2,5 l/s
Rumore della caduta	61	43
Rumore dell'urto	64	51
Rumore del deflusso	50	35

3.4 Prodotti per la protezione dal rumore

Geberit è da sempre impegnata nella ricerca e sviluppo di nuovi prodotti che possano migliorare la protezione acustica di un edificio.

Per realizzare impianti di scarico che garantiscano un ridotto livello di rumore, Geberit propone una serie di prodotti studiati appositamente per diverse situazioni di utilizzo suddivisi in:

1. Tubazioni

I sistemi di scarico Geberit ad innesto come Silent-Pro, Silent-PP oppure Silent-db20, sistema di scarico a saldare in PE addittivato di fibre minerali, sono i prodotti ideali fra cui scegliere per ottenere delle ottime prestazioni acustiche.

Sono abbinabili tra loro in modo da soddisfare tutte le esigenze d'installazione.

Geberit Silent-Pro



Geberit Silent-Pro, il sistema ad innesto che soddisfa tutti i principali requisiti dell'isolamento acustico. Il design dei raccordi è studiato per attenuare il rumore:

Geberit Silent-Pro assicura un elevato potere fonoisolante, grazie al suo peso e alla forma che riduce il rumore nelle zone d'impatto dei raccordi.

Disponibile nei diametri 75, 90, 110 e da luglio 2017 anche 50, 125 e 160 mm.

Geberit Silent-PP



Il sistema di scarico Geberit Silent-PP realizzato con tubi a 3 strati nei diametri 32, 40, 50, 75, 90, 110, 125 e 160 mm, è la risposta alle attuali esigenze di mercato in fatto di velocità, economia ed ottimizzazione acustica nella realizzazione di un impianto di scarico.

Compatibile sia con Geberit Silent-Pro che con Geberit Silent-db20 che permette la realizzazione di impianti di scarico con ottimi valori acustici.

Geberit Silent-db20



I tubi e i raccordi Geberit Silent-db20 si caratterizzano per la loro composizione ed il particolare design dei raccordi.

La composizione di polietilene ad alta densità e l'aggiunta di fibre minerali, forniscono a tubi e raccordi quella massa e quelle caratteristiche fisiche che consentono prestazioni fonoisolanti di tutto rispetto.

Disponibile nei diametri 75, 90, 110, 135 e 160 mm.

2. Accessori per la corretta installazione delle tubazioni

Gli accessori fonoisolanti e per il disaccoppiamento dei sistemi di tubazioni rivestono sicuramente una grande importanza nell'abbattimento del rumore. Geberit ha sviluppato appositamente una serie di accessori specifici facenti parte di un sistema completo.

Materassino fonoisolante Geberit Isol Flex



Geberit Isol Flex senza piombo: materassino dall'elevato potere fonoisolante (vedi ulteriore approfondimento a pagina 18). Per l'isolamento acustico del rumore trasmesso indirettamente via aria e il disaccoppiamento dalla struttura.
art. 356.015.00.1 / 356.016.00.1

Guaina isolante Geberit in PE



Per il disaccoppiamento dei tubi dalla struttura, art. 307.921.00.1, art. 308.921.00.1, art. 310.921.00.1 e art. 312.921.00.1

Bracciale Geberit isolato per Silent-PP, Silent-Pro e Silent-db20



Bracciale Geberit isolato,
art. 390.x99.26.1, Ø da 32 a 160 mm, per Silent-PP
art. 393.x99.26.1, Ø da 50 a 160 mm, per Silent-Pro
art. 3xx.81x.26.1, Ø da 75 a 160 mm, per Silent-db20

3. Sistemi d'installazione

Sistema Geberit Duofix, un sistema veramente completo, anche dal punto di vista dell'acustica.

I vari test effettuati in laboratorio hanno evidenziato il vantaggio in termini di ottimizzazione acustica utilizzando i sistemi d'installazione Duofix con pareti leggere, abbinati ai prodotti di scarico insonorizzati Geberit.

La Gamma dei moduli Geberit Duofix, soluzioni convincenti per tutte le situazioni costruttive.

Geberit Duofix: gli elementi principali del sistema per l'installazione davanti alla parete o in pareti divisorie in cartongesso.



Modulo Duofix Italia Sigma8 per WC sospeso, adatto a pareti da 8 cm, art. 111.795.00.1, disponibile anche nella versione Duofix Sigma12, per pareti da 12 cm di spessore art. 111.907.00.5, art. 111.908.00.5, con allacciamento al sistema d'aspirazione. art. 111.909.00.5 per WC disabili.



Modulo Duofix per bidet, elemento specifico per il montaggio di bidet sospesi, in perfetto abbinamento con il modulo WC. art. 111.512.00.1 art. 111.510.00.1, regolabile.

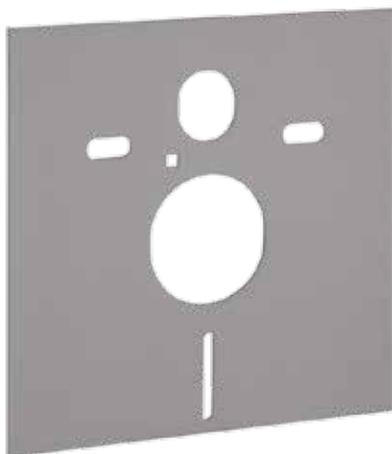


Modulo Duofix per lavabo. art.111.432.00.1, con rubinetteria a pianale. art. 111.452.00.1, con rubinetteria a parete.

4. Accessori disaccoppianti per i moduli Duofix

Gli accessori per il disaccoppiamento dei sistemi d'installazione rivestono anch'essi una grande importanza nell'abbattimento del rumore. Geberit ha sviluppato appositamente una serie di accessori facenti parte di un sistema completo.

Kit disaccoppiante Geberit per WC



Materassino disaccoppiante Geberit per WC in dotazione al modulo Duofix, art. 156.050.00.1

Nastro disaccoppiante Geberit



Nastro disaccoppiante Geberit, inserito tra binari del modulo e struttura, evita la trasmissione del rumore, art. 111.889.00.1

Kit disaccoppiante Geberit per gomiti flangiati Geberit Mepla



Kit di disaccoppiamento, per gomito di allacciamento 90°. Per gomito di allacciamento Geberit con filetto femmina Rp 1/2", art. 601.801.00.1

5. Accessorio disaccoppiante per sistema di riscaldamento a pavimento Geberit

Il pannello isolante bugnato anticallpestio permette un'ottima riduzione del rumore trasmesso attraverso la struttura del pavimento.

Pannello isolante bugnato Geberit, anticallpestio



Pannello isolante bugnato anticallpestio Geberit per sistemi di riscaldamento a pannelli radianti, art. 651.820.00.1

4 Misurazioni acustiche

4.1 Introduzione

Geberit ha svolto nel proprio laboratorio di acustica diverse prove basate su reali installazioni riscontrabili nella cantieristica sulla base della normativa DIN 4109 (dettagli a pagina 8).

Le diverse misurazioni sono state suddivise in 4 classi acustiche.

Le classi acustiche possono essere d'aiuto nell'individuare quale tipologia e con l'uso di quali materiali sarà possibile raggiungere un risultato ottimale dal punto di vista acustico dell'impianto.

Ovviamente, come già precedentemente descritto, una corretta progettazione dell'installazione è alla base della sua realizzazione.

I valori misurati per le installazioni complete sono molto più realistici che quelli indicati da semplici prove effettuate in laboratorio secondo la normativa DIN EN 14366 (dettagli a pagina 9).

Le prove sono state effettuate con volume di risciacquo di 6 litri/sec.

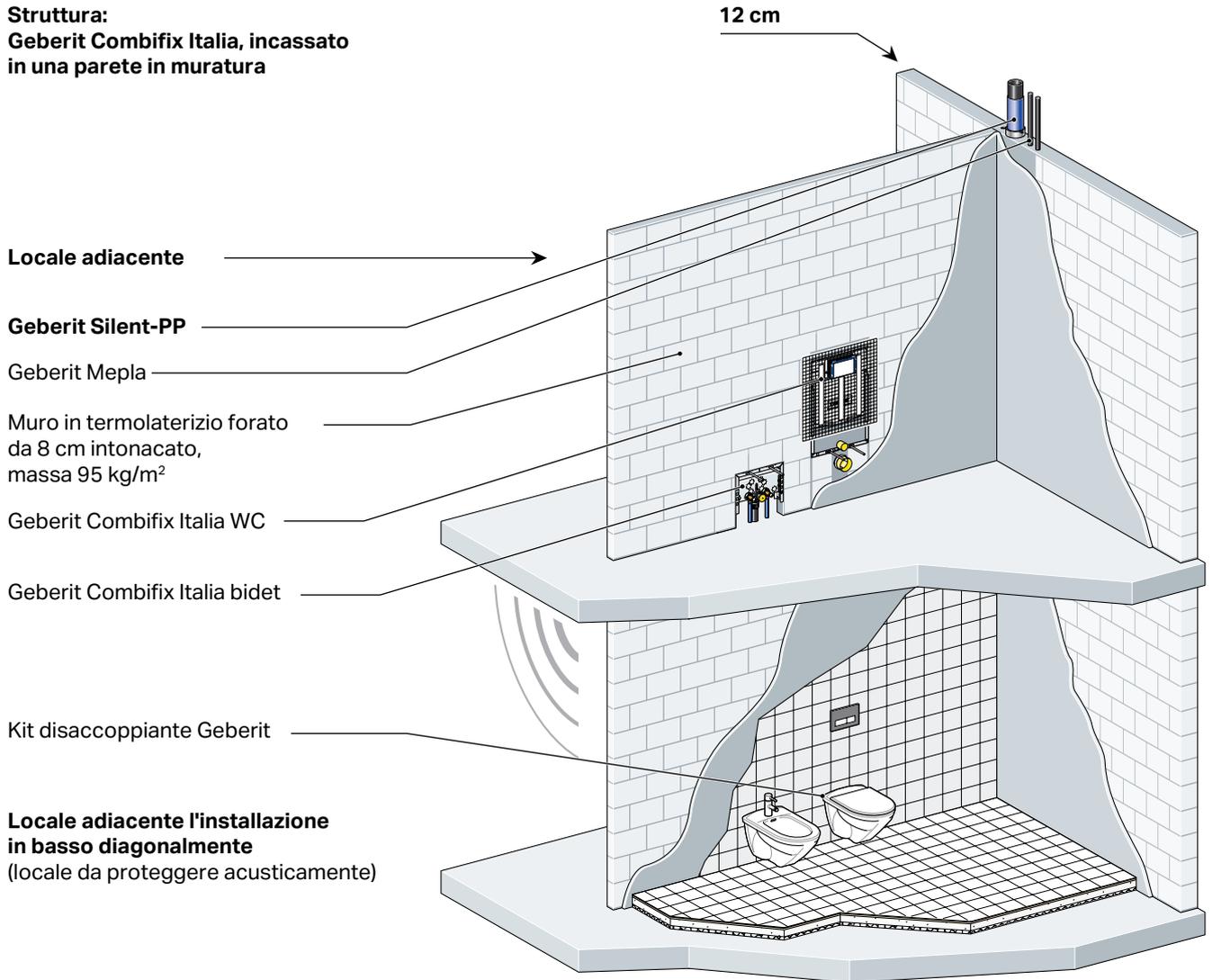
4.2 Classi acustiche

Test effettuati presso l'istituto Fraunhofer di Stoccarda

Classi	Locale adiacente l'installazione, in basso diagonalmente dove avviene la misurazione	
	L_{IN}	
1. Classe A dB(A) Soluzione Geberit Top	fino a	25 db (A)
2. Classe B dB(A) Soluzione Geberit Comfort	fino a	30 db (A)
3. Classe C dB(A) Soluzione Geberit Standard	fino a	35 db (A)
4. Classe D dB(A)	oltre	40 db (A)

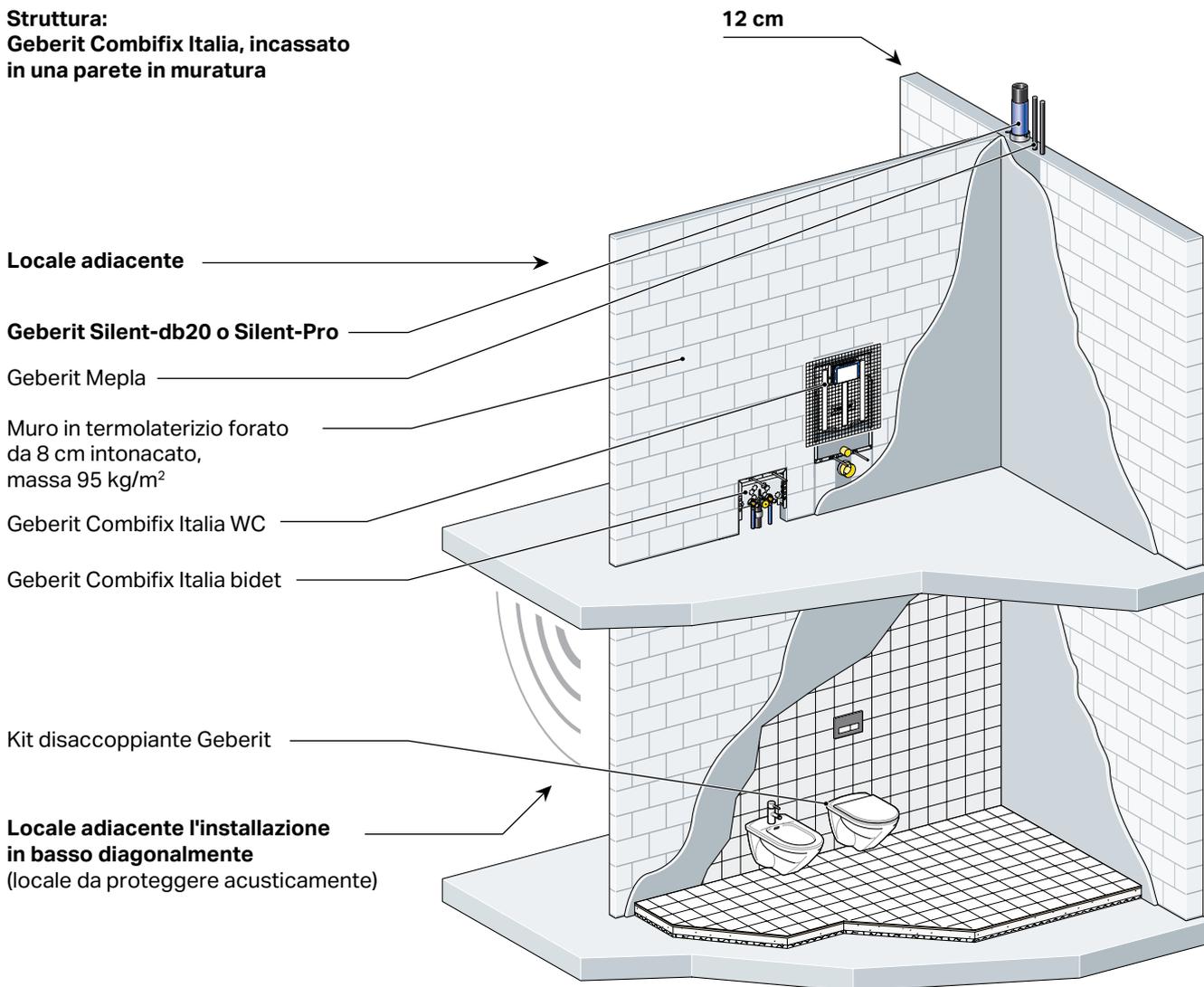
4.3 Valori di rumorosità secondo DIN 4109 e VDI 4100

Struttura:
Geberit Combifix Italia, incassato
in una parete in muratura



Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	35 db (A)	C

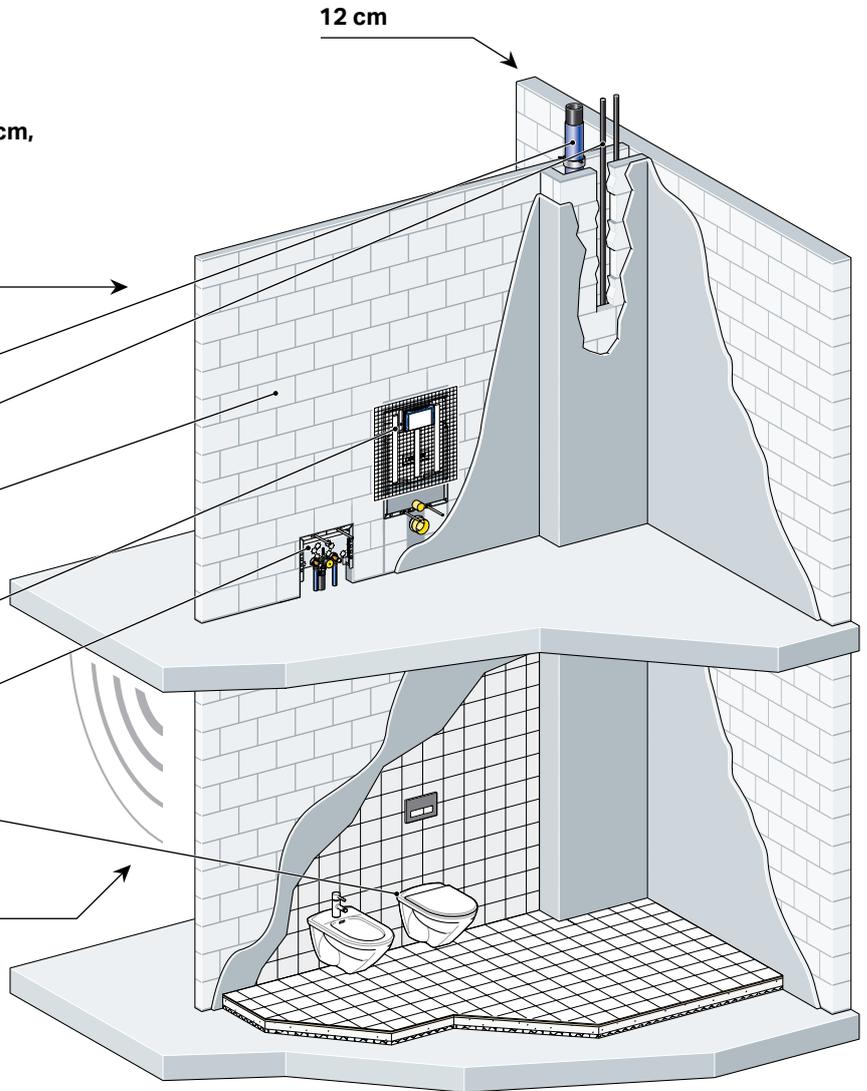
Struttura:
Geberit Combifix Italia, incassato
in una parete in muratura



Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	30 db (A)	B

Struttura:
Geberit Combifix Italia, incassato in una parete in muratura con colonna di scarico all'interno di un cavedio realizzato con termolaterizio forato da 8 cm, intonacato, massa 95 kg/m²

- Locale adiacente →
- Geberit Silent-PP →
- Geberit Mepla →
- Muro in termolaterizio forato da 8 cm intonacato, massa 95 kg/m² →
- Geberit Combifix Italia WC →
- Geberit Combifix Italia bidet →
- Kit disaccoppiante Geberit →
- Locale adiacente l'installazione in basso diagonalmente (locale da proteggere acusticamente) →



Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
<p>Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente</p>	<p>35 db (A)</p>	<p>C</p>

Struttura:

Geberit Combifix Italia, incassato in una parete in muratura con colonna di scarico all'interno di un cavedio realizzato con termolaterizio forato da 8 cm, intonacato, massa 95 kg/m²

Locale adiacente

Geberit Silent-db20 o Silent-Pro

Geberit Mepla

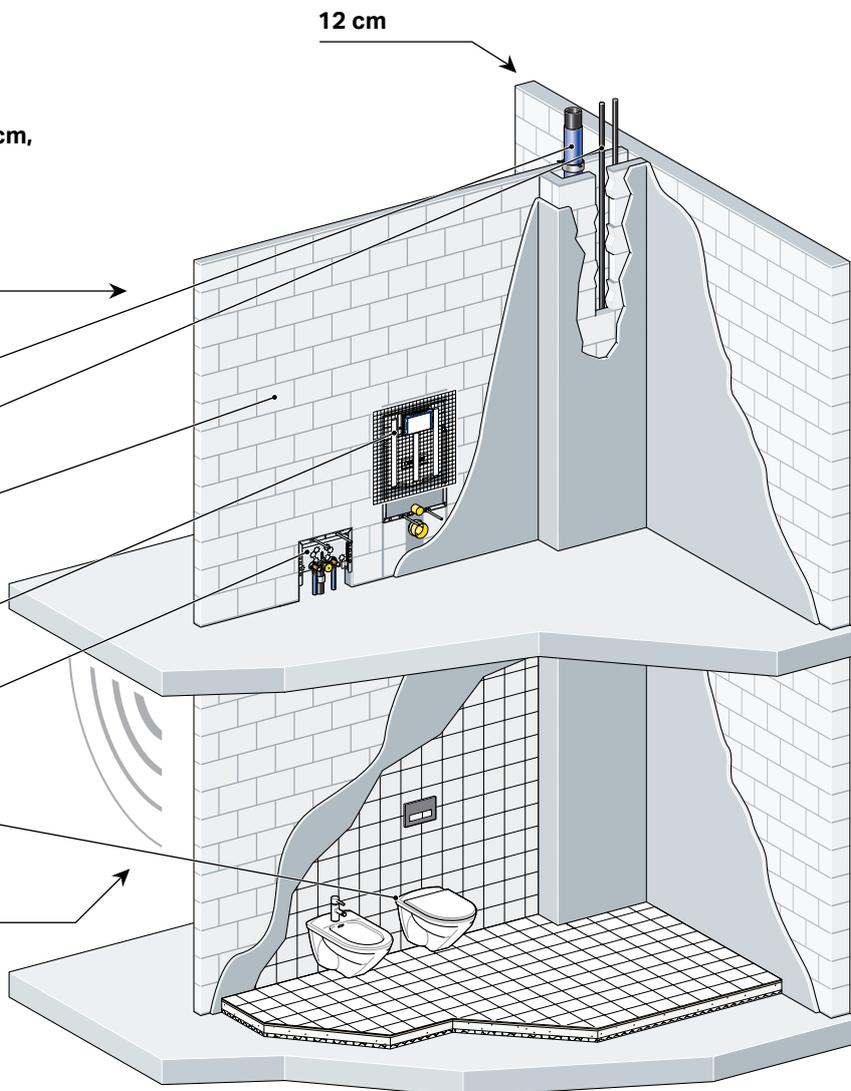
Muro in termolaterizio forato da 8 cm intonacato, massa 95 kg/m²

Geberit Combifix Italia WC

Geberit Combifix Italia bidet

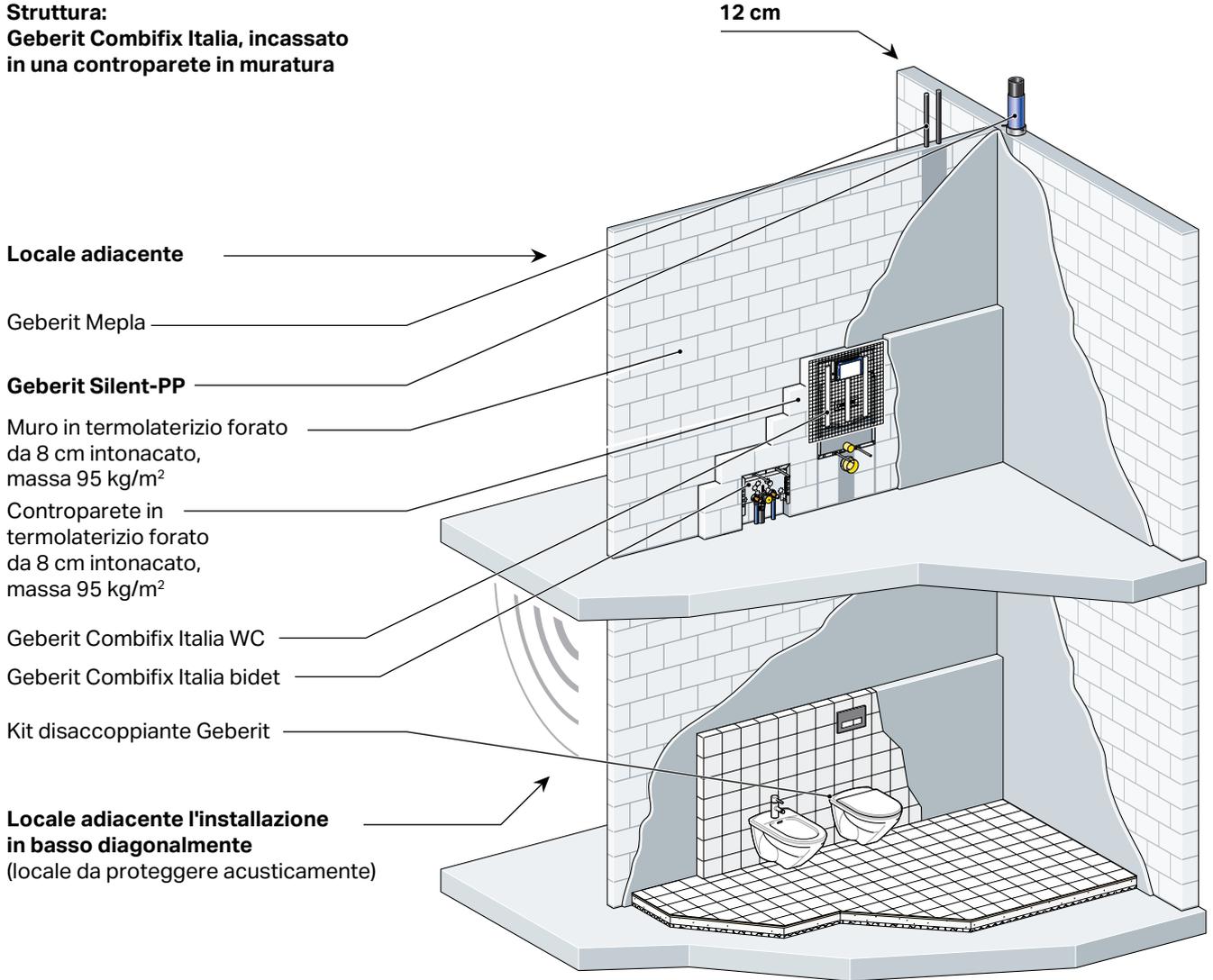
Kit disaccoppiante Geberit

Locale adiacente l'installazione in basso diagonalmente (locale da proteggere acusticamente)



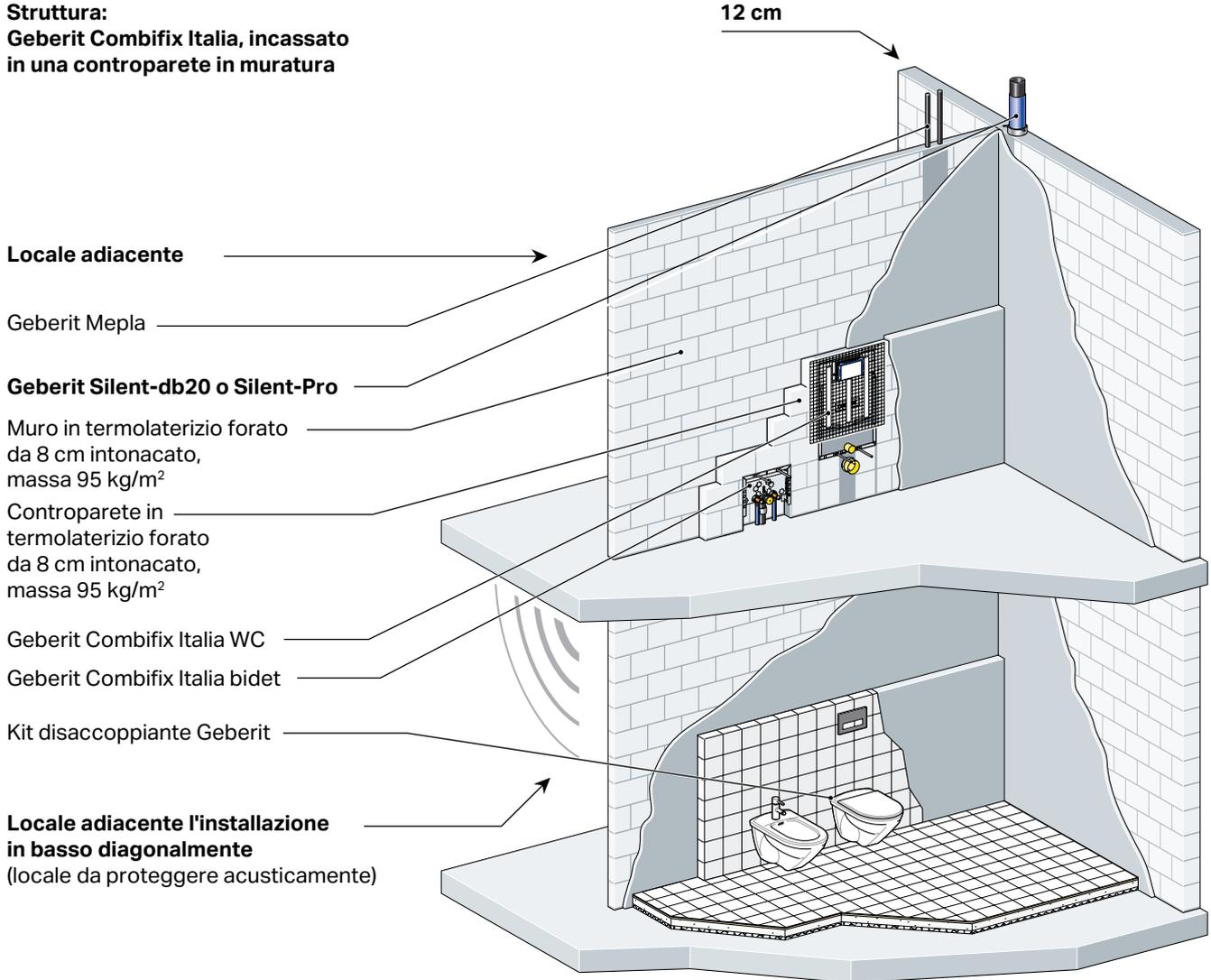
Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	30 db (A)	B

Struttura:
Geberit Combifix Italia, incassato
in una controparete in muratura



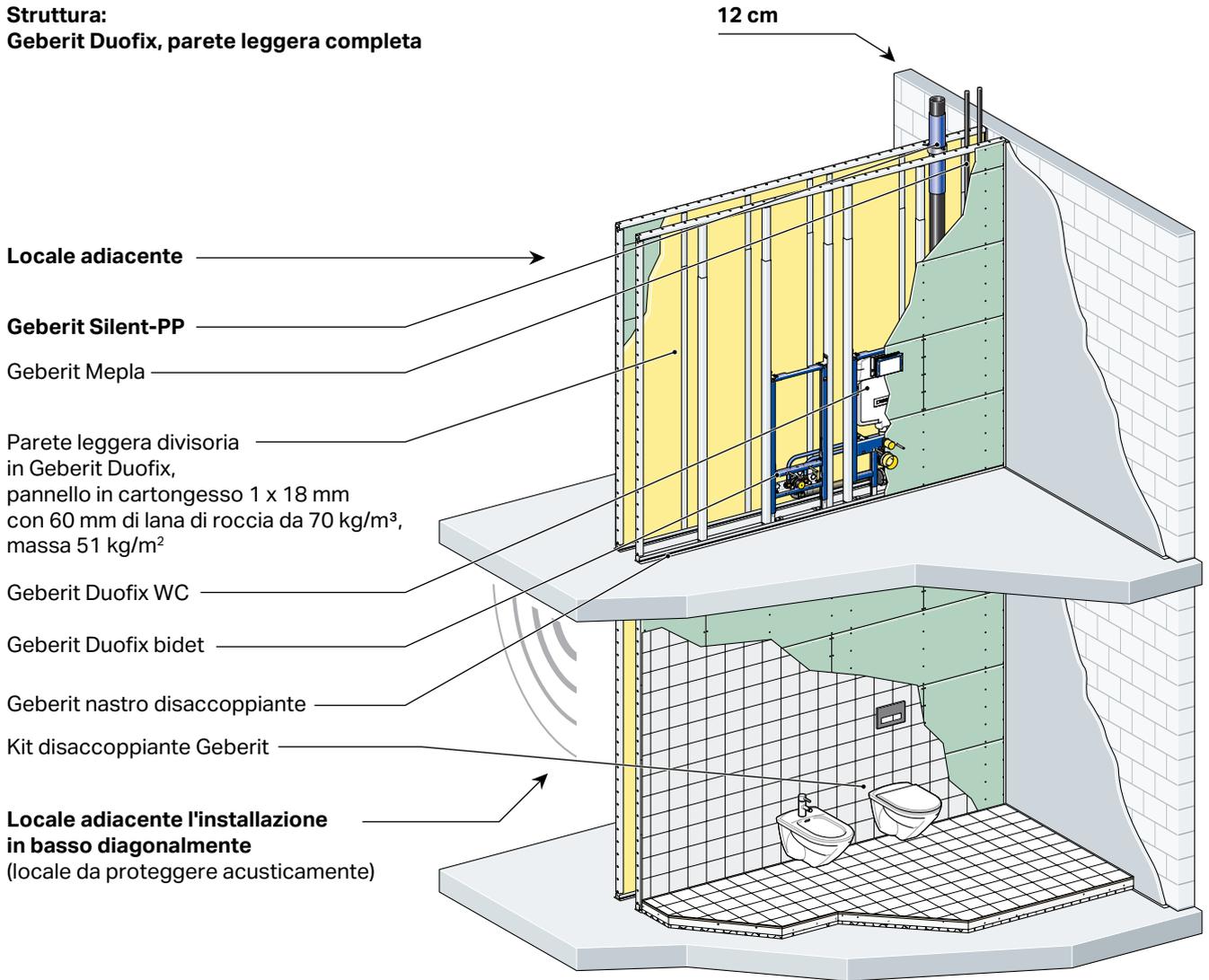
Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	35 db(A)	C

Struttura:
Geberit Combifix Italia, incassato
in una controparete in muratura



Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	30 db(A)	B

Struttura:
Geberit Duofix, parete leggera completa



Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	30 db (A)	B

Struttura:
Geberit Duofix, parete leggera completa

12 cm

Locale adiacente

Geberit Silent-db20 o Silent-Pro

Geberit Mepla

Parete leggera divisoria
 in Geberit Duofix,
 pannello in cartongesso 1 x 18 mm
 con 60 mm di lana di roccia da 70 kg/m³,
 massa 51 kg/m²

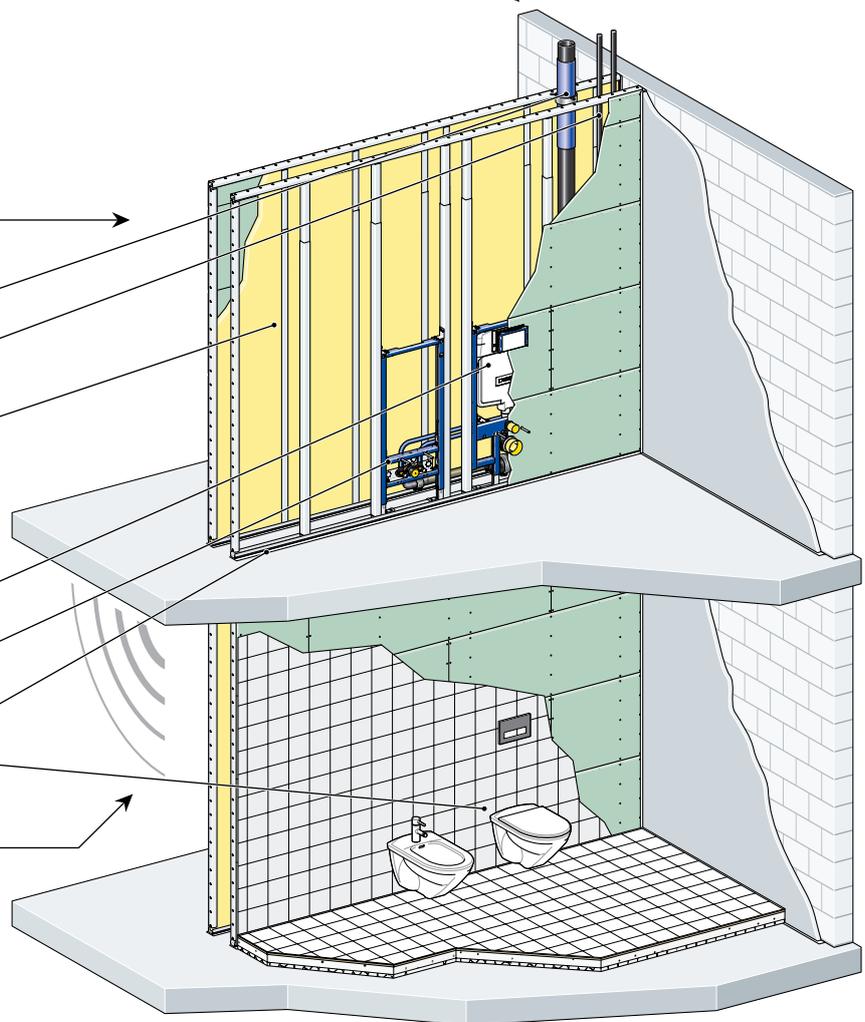
Geberit Duofix WC

Geberit Duofix bidet

Geberit nastro disaccoppiante

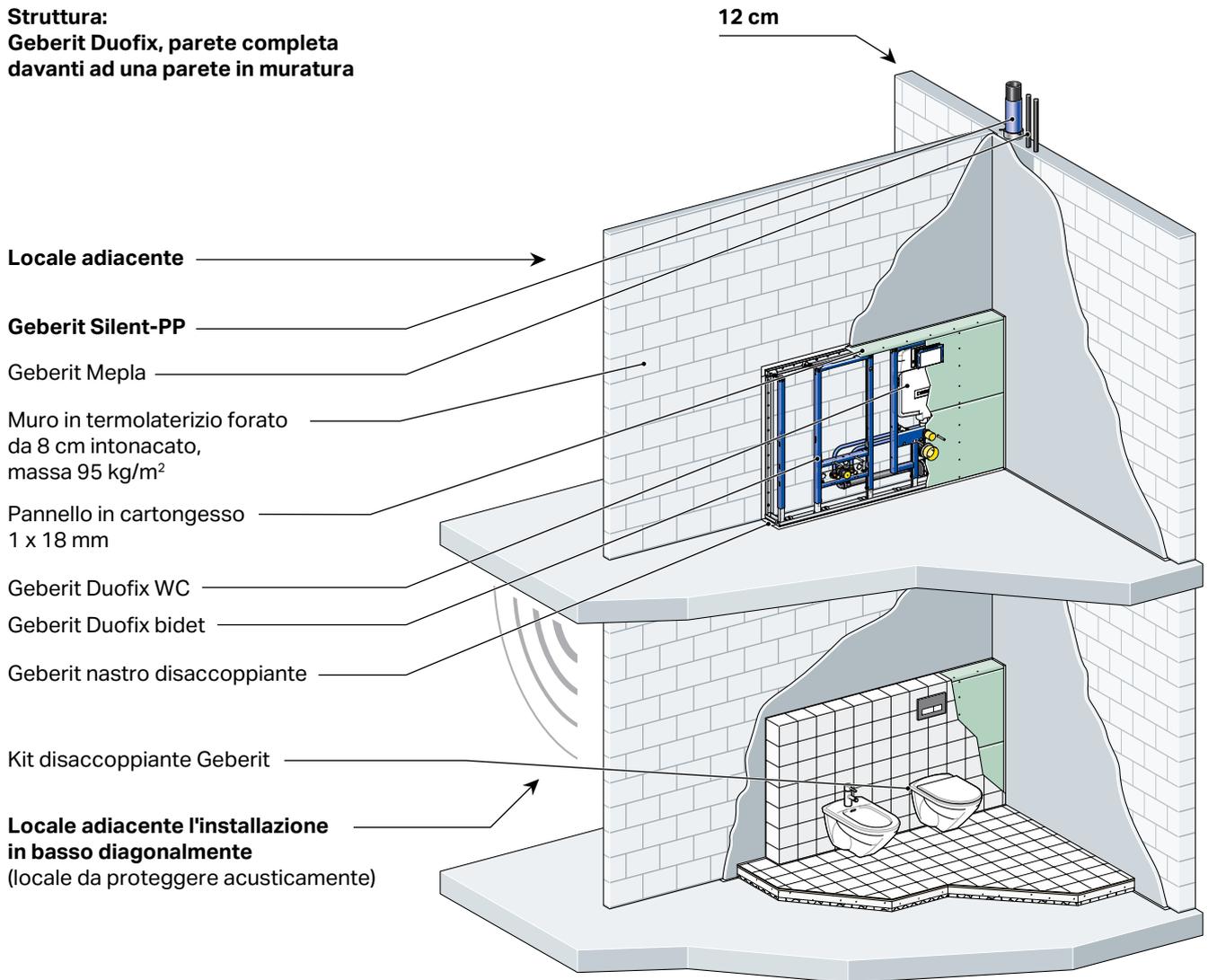
Kit disaccoppiante Geberit

Locale adiacente l'installazione
 in basso diagonalmente
 (locale da proteggere acusticamente)



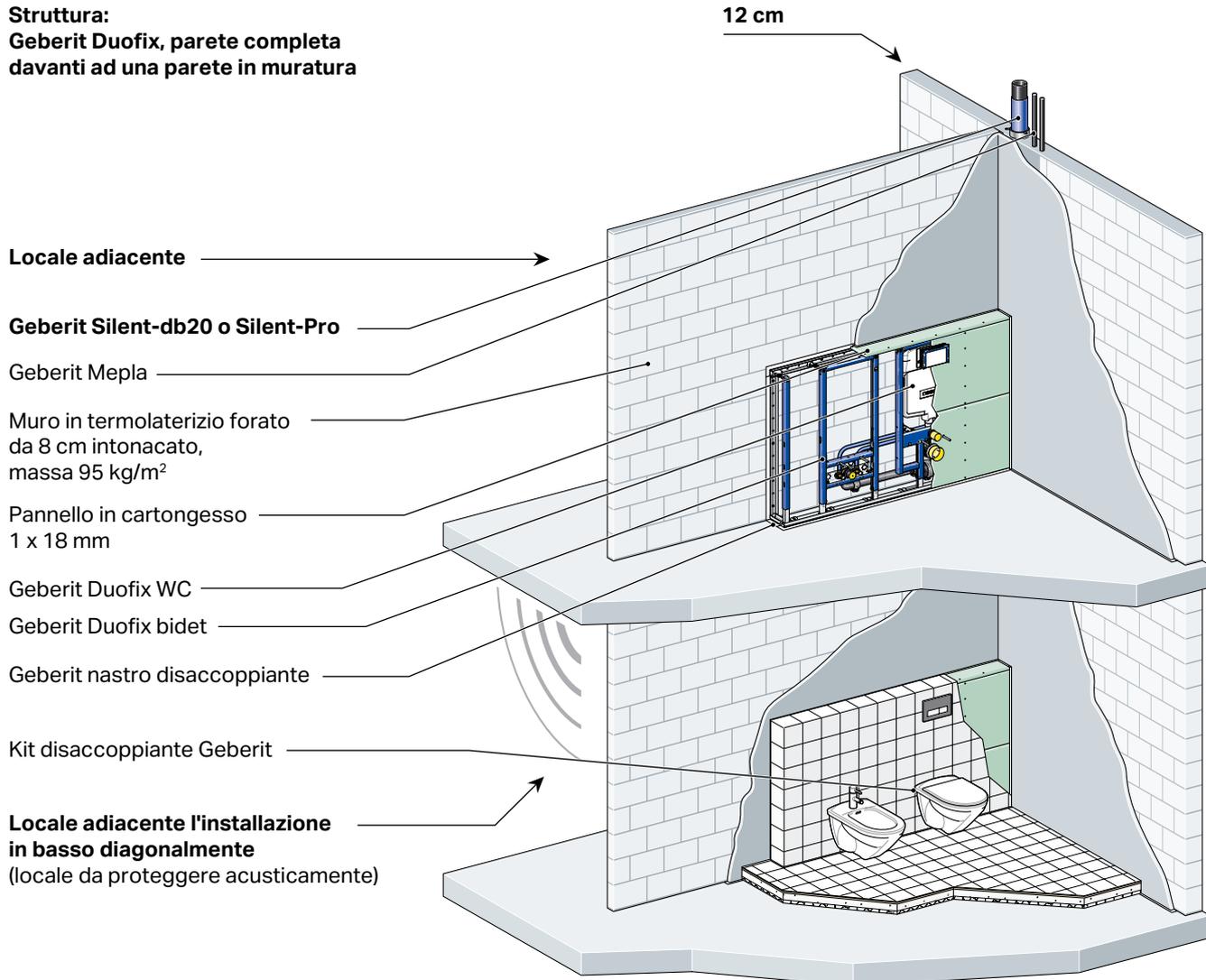
Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	25 db(A)	A

Struttura:
Geberit Duofix, parete completa davanti ad una parete in muratura



Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	35 db(A)	C

Struttura:
Geberit Duofix, parete completa davanti ad una parete in muratura



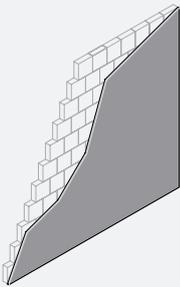
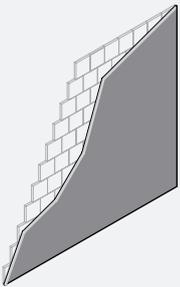
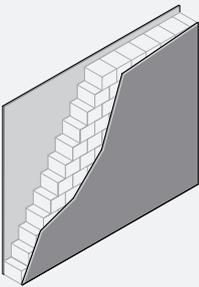
Luogo di misurazione	Valori misurati fino a:	Classe
Locale adiacente l'installazione in basso e diagonalmente	30 db(A)	B

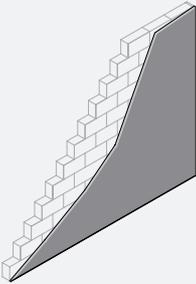
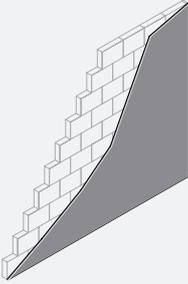
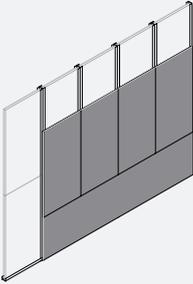
5 Dimensionamento

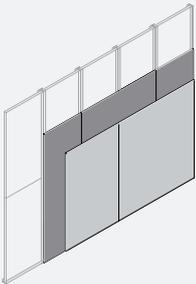
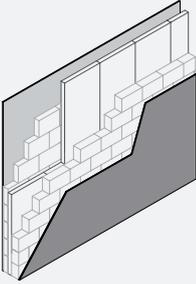
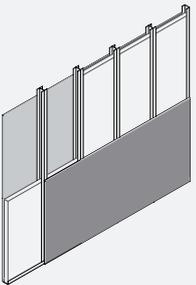
5.1 Acustica edilizia - Protezione acustica

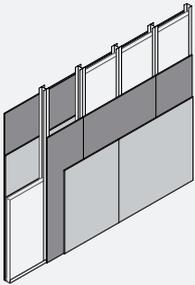
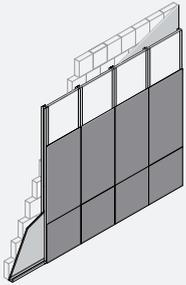
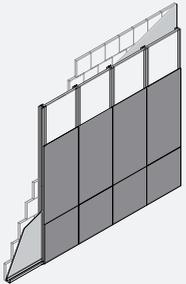
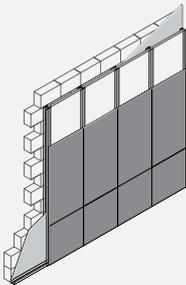
La tabella seguente mostra, a dipendenza dello spessore e della tipologia della parete e del corrispondente peso superficiale, il valore fonoisolante R'w in dB.

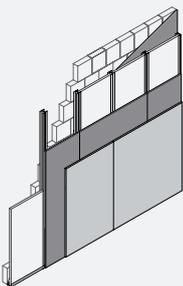
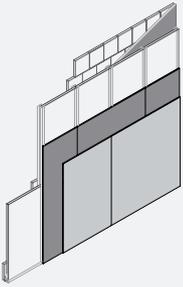
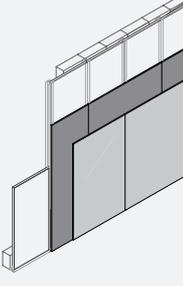
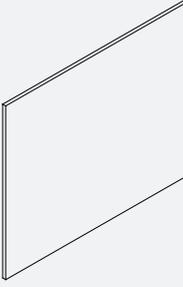
↓ Potere fonoisolante delle pareti interne del fabbricato.

Parete	Tipologia della parete	Spessore totale in cm	Massa frontale (kg/m ²)			Valore fonoisolante R'w [dB]
			Parete	Intonaco	Totale	
	Laterizio forato di 8 cm intonacato su un lato	9.5	28	30	58	35
	Tavella forata di 3 cm intonacata su un lato	4.5	11	30	41	30
	Blocco in termolaterizio di 30 cm (< 45% fori) intonacato su due lati	33.0	285	60	345	50

Parete	Tipologia della parete	Spessore totale in cm	Massa frontale (kg/m ²)			Valore fonoisolante R' _w [dB]
			Parete	Intonaco	Totale	
	Blocco in termolaterizio di 12 cm (< 45% fori) intonacato su un lato	13.5	103	30	133	42
	Blocco in termolaterizio di 8 cm intonacato su un lato	9.5	65	30	95	39
	Lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	4.3	-	-	14	22

Parete	Tipologia della parete	Spessore totale in cm	Massa frontale (kg/m ²)			Valore fonoisolante R' _w [dB]
			Parete	Intonaco	Totale	
	Doppia lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	5.6	-	-	26	28
	Doppia parete con blocchi in termolaterizio da 12 cm e 8 cm (< 50% fori) intonacate su due lati con intercapedine da 6 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³	29	205	60	265	54
	Parete in cartongesso singola lastra su telaio da 75 mm con 6 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³	10.1	-	-	27	46

Parete	Tipologia della parete	Spessore totale in cm	Massa frontale (kg/m ²)			Valore fonoisolante R' _w [dB]
			Parete	Intonaco	Totale	
	Parete in cartongesso doppia, lastra su telaio da 75 mm con 6 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³	12.7	-	-	51	52
	Laterizio forato di 8 cm intonacato su un lato e lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	13.8	-	-	72	51
	Tavella forata di 3 cm intonacata su un lato e lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	8.8	-	-	55	49
	Blocco in termolaterizio di 12 cm (< 45% fori) intonacato su un lato e lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	17.8	-	-	147	55

Parete	Tipologia della parete	Spessore totale in cm	Massa frontale (kg/m ²)			Valore fonoisolante R' _w [dB]
			Parete	Intonaco	Totale	
	Laterizio forato di 8 cm intonacato su un lato e doppia lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	15.1	-	-	84	54
	Tavella forata di 3 cm intonacata su un lato e doppia lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	10.1	-	-	67	50
	Blocco in termolaterizio di 12 cm (< 45% fori) intonacato su un lato e doppia lastra in cartongesso, accoppiata a 3 cm di lana di roccia da 70 kg/m ³ posata su telaio 55 mm	19.1	-	-	159	58
	Strato di calcestruzzo di 5 cm che ricopre il tubo	5	-	-	110	40

Geberit Marketing e Distribuzione SA
Via Gerre 4
6928 Manno
Svizzera

T +41 91 611 92 92
F +41 91 611 93 93
info.it@geberit.com

→ www.geberit.it
→ www.facebook.com/GeberitPro