



# Privacy Panels



# Haller

Acustica modulare

L'acustica degli interni influisce in modo decisivo sulla nostra percezione dello spazio architettonico, se ne traiamo sensazioni piacevoli e di comfort o lo avvertiamo come stressante e opprimente.

Brusii, toni, voci e tutte le impressioni sensoriali molto forti ci influenzano costantemente. Il nostro udito è estremamente sensibile e sempre pronto alla ricezione, persino durante il sonno, condizionando di conseguenza il modo in cui percepiamo il mondo esterno ed anche se tutto ciò che ci circonda ci giunge stressante e rumoroso, non siamo in grado di disattivarlo.

Il tema dell'acustica è complesso e quanto mai importante soprattutto sul posto di lavoro dove si fanno strada sempre più nuove forme di organizzazione e strutture architettoniche aperte. Questa brochure risponde alle domande sull'importanza dei sistemi di arredamento USM Haller e sui concetti chiave delle loro proprietà acustiche ottimizzate, suggerendo esempi di utilizzo in linea con l'architettura.

Lo sviluppo di un assorbimento modulare, tramite le qualità acusticamente efficaci degli elementi USM, si basa su un pluriennale partenariato tra l'azienda USM e il noto esperto di acustica, il Dr. Christian Nocke, dello studio Akustikbüro di Oldenburg.

## Principio

- 5 Perché è importante l'acustica degli interni?
- 6 Otto domande fondamentali sull'acustica degli interni
- 20 Concetti e parametri per una miglior comprensione dell'acustica degli interni

## Prodotti USM

- 33 Soluzioni USM: valore aggiunto e confronti
- 34 Assorbimento e schermatura modulare: caratteristiche acustiche generali dei prodotti USM.

## Un esempio dalla pratica

- 65 Selezione di progetti realizzati

Perché  
l'acustica  
degli ambienti  
interni è  
importante?

# Otto domande fondamentali sull'acustica degli interni



Per quale motivo dovrei occuparmi di questo tema come utente, architetto o costruttore edile?

Il quesito più importante posto dall'acustica degli interni è questo: con quali superfici riesco a creare condizioni uditive ottimali in un ambiente chiuso? Tutte le superfici – quindi pareti, pavimenti e soffitti, unitamente all'arredamento – sono elementi fondamentali dell'architettura. Essi formano l'ambiente in cui viviamo, lavoriamo, comunichiamo e vorremmo rilassarci. I materiali di queste superfici, la loro qualità e la loro conformazione costituiscono l'essenza di un progetto architettonico.

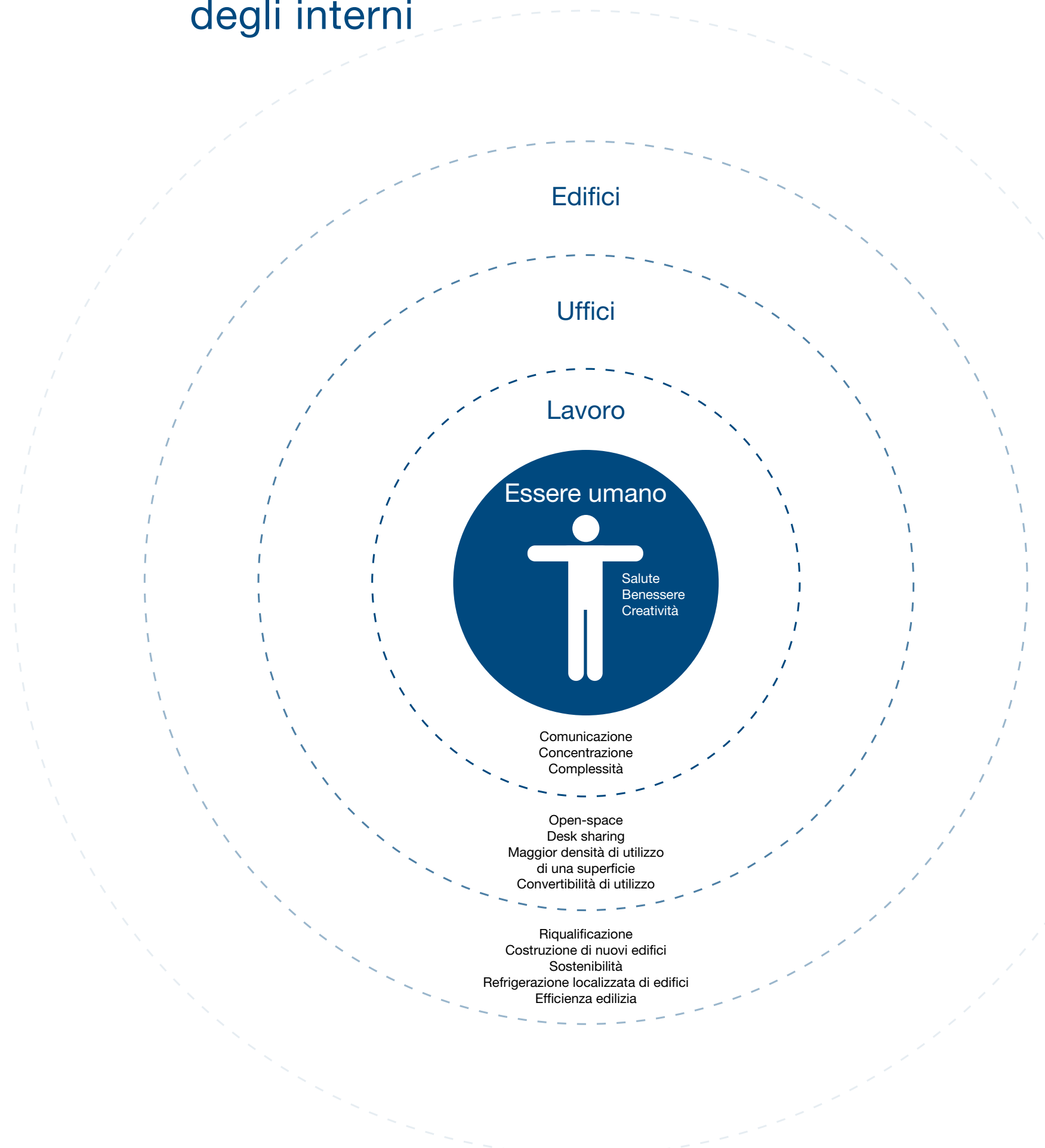
Una buona acustica degli interni non è un lusso, non rappresenta nessun «extra»; essa è parte integrante di una buona e previdente progettazione architettonica. Per questo motivo tutti i partecipanti sono coinvolti. Oggi si ritiene che circa il 70 per cento della popolazione attiva lavori in ufficio. A questo proposito, sondaggi e studi continuano a indicare che oltre all'illuminazione, l'acustica è il fattore più importante per il benessere e di conseguenza anche per il rendimento dei collaboratori negli uffici. Ciò acquista maggiore importanza se si considera che la comunicazione informale continua a diffondersi in uffici dalla struttura aperta e flessibile e che il rumore causato dai collaboratori viene in generale avvertito come la maggiore fonte di disturbo sul luogo di lavoro.

Dove c'è meno rumore, c'è meno stress, più concentrazione, un minore turnover di dipendenti e meno assenteismo legato allo stress. In breve, se un'azienda si interessa attivamente a un'ottimizzazione dell'acustica, risparmia molto in termini economici nel lungo termine.

- Se in qualità di utente o affittuario, valuto positivamente degli spazi che sul momento sembrano ideali per la realizzazione dei miei obiettivi, che poi, all'atto pratico si dimostrano inadeguati dal punto di vista acustico, ciò mi condurrà a sostenere dei costi inaspettati.
- Se come architetto, trascuro il tema dell'acustica nella fase progettuale, dovrò quindi tenere presente l'eventualità che le superfici visibili e le strutture degli ambienti nell'edificio saranno successivamente cambiate.
- Se come costruttore o investitore trascuro l'acustica degli interni nella fase progettuale, successivamente dovrò investire, date le circostanze, in misure strutturali supplementari per ricreare condizioni più vivibili.

Oltretutto, una buona acustica degli interni non è una prerogativa solo del luogo di lavoro negli uffici: una rumorosità limitata porta benefici anche in altri ambienti sensibili, come, ad esempio, in un grande atrio, nelle biblioteche, negli hotel o in una mensa. Per di più, problemi di acustica sorgono anche nelle abitazioni private, in particolare in caso di grandi altezze e superfici dure in vetro, calcestruzzo a vista o pavimenti in cemento. Chi in ambito privato dà valore alle buone condizioni acustiche – chi ad esempio ama ascoltare la musica ad alto volume – non vorrà più fare a meno dell'effetto delle superfici acusticamente ottimizzate.

## Livelli d'impatto di una buona acustica degli interni





Vetro, cemento, strutture e spazi ricreativi aperti prediletti dall'architettura moderna, sono fatali per l'acustica degli interni.

## 2

# Perché l'acustica degli interni deve essere migliorata così spesso?

Gli attuali criteri energetici, come ad esempio l'attivazione termica localizzata negli edifici, sono ora diventati criteri di cui si deve necessariamente tenere conto. Essi garantiscono sia un uso responsabile delle risorse, sia un elevato comfort e una temperatura piacevole per i frequentatori dell'edificio.

Lo stesso vale per i criteri di un ufficio moderno, in edifici di nuova costruzione o già esistenti: spazi aperti, trasparenza e un ambiente lavorativo volto a incentivare la comunicazione sono sempre più importanti. Il passaggio dalle rigide gerarchie e dagli uffici fissi a favore del lavoro in team e a strutture flessibili è avvenuto in molti luoghi. Al contempo si è dimostrato che la creatività si sviluppa molto più facilmente attraverso gli incontri e lo scambio, piuttosto che lavorando da soli nel proprio ufficio-cella, come isolati in una torre d'avorio. Le strutture open space permettono un utilizzo molto efficiente delle superfici e una reazione flessibile alle variabili composizioni del team, consentendo configurazioni con maggiore o minore densità di presenze e facilitando nuove disposizioni o raggruppamenti.

Entrambi gli sviluppi hanno consentito all'architettura di progredire e di aprirsi a nuove possibilità e prospettive future. Tuttavia, essi non hanno necessariamente un effetto positivo sull'acustica degli interni. Il rivestimento delle superfici termo-attive in calcestruzzo è molto oneroso, pertanto la parte delle superfici fonoassorbenti nell'ambiente sarà sempre più limitata. Il livello sonoro negli uffici open space viene generalmente percepito da molti collaboratori come un disturbo; si sentono distratti e stressati. Le conversazioni o anche le telefonate dei colleghi non distraggono tanto a causa del loro volume, quanto a causa del contenuto di informazioni al quale ci si può sottrarre. Nella percezione la voce ha sempre la precedenza: possiamo chiudere gli occhi, ma non le orecchie.



3



Le soluzioni USM per gli interni hanno funzioni di schermatura acustica e fonoassorbenza.

## Come possiamo risolvere questo problema?

Diversi sono i provvedimenti per porvi rimedio: mobili allestiti in modo particolare, moduli flessibili a zone, un intonaco speciale, determinati tessuti come moquette o tende, pareti divisorie fonoassorbenti, vele acustiche o altri elementi fonoassorbenti supplementari. In sostanza, questi elementi fonoassorbenti contribuiscono a trasformare l'energia acustica in un'altra forma di energia, sottraendola all'ambiente. L'ambiente diventa più silenzioso e il linguaggio più comprensibile.

Le soluzioni di USM regalano agli ambienti la combinazione dei sistemi di arredamento USM Haller ottimizzati con elementi fonoassorbenti con la schermatura acustica degli USM Privacy Panels, entrambi essenziali per un'adeguata acustica degli interni. L'uso dei due sistemi contribuisce a un effettivo miglioramento dell'ambiente, senza rendere necessario l'apporto di cambiamenti strutturali. Oltre alle superfici tecnicamente efficienti dal punto di vista acustico, USM Haller offre anche lo spazio necessario per archiviare, mentre gli USM Privacy Panels possono essere utilizzati per molteplici soluzioni di suddivisione dell'ambiente in zone.

4

## È davvero possibile migliorare l'acustica degli interni proprio con mobili di metallo?

Alla domanda su come viene assorbito il suono, ci sono, tra i non esperti del settore, molte risposte in parte approssimative. Ad esempio, sembra logico pensare che, nel caso di una superficie perforata, il suono venga «deglutito» solo dai fori. Decisivo è invece ancor di più ciò che accade direttamente dietro i fori attraverso i quali il suono passa liberamente. I USM Haller mobili tecnicamente efficaci dal punto di vista acustico, sono dotati di ante e ripiani perforati, corredati nella parte posteriore con uno speciale feltro acustico che cattura il suono e lo attenua.

Ancora più importante è il volume dell'elemento fonoassorbente, in questo caso dello spazio di archiviazione, delimitato e chiuso dalle ante perforate, dai pannelli laterali o posteriori di un mobile. Nel caso di uno scaffale d'archivio o di una credenza, USM Haller è dotato di elementi fonoassorbenti ed è proprio il volume di questo spazio che potenzia l'assorbimento del feltro. Il volume d'aria qui racchiuso agisce da cassa di risonanza proprio come uno strumento musicale che in questo caso assorbe anche se il mobile è pieno.

L'importanza del tipo di materiale della superficie perforata, utilizzato nella struttura degli USM Haller mobili, è secondaria grazie all'elevato grado di perforazione; gli elementi USM ottimizzati funzionano anche se fatti in acciaio verniciato a polvere. In quanto assorbitori, essi riducono il tempo di risonanza aumentando quindi l'intelligibilità del discorso; per questo essi possono essere paragonati per la loro efficacia, ad esempio, anche ai pannelli per pareti e soffitto in legno.



Gli elementi acustici USM, in qualità di assorbitori, riducono il tempo di risonanza e migliorano l'intelligibilità del linguaggio nella stanza.





## In che modo gli USM Privacy Panels completano i sistemi di arredamento USM Haller?

Gli USM Privacy Panels sono elementi verticali, che similmente ai sistemi di arredamento USM Haller, sono costruiti in modo modulare e possono quindi essere utilizzati, in un ambiente, in diverse configurazioni, ad esempio, come elementi schermanti ai tavoli oppure per installazioni autoportanti, per schermare una parte della stanza e creare zone separate. Si basano sul principio fondamentale della struttura di una foglia e utilizzano un'intelaiatura tubolare simile a quella di USM Haller. Gli USM Privacy Panels possono essere montati sia linearmente o formando degli angoli, possono essere ampliati e usati in maniera flessibile in combinazione con gli USM Haller mobili. Grazie alla loro superficie tessile e fonoassorbente e alla leggera sovrapposizione dei singoli pannelli, danno un'impressione di morbidezza. Diversamente dal feltro perforato fonoassorbente, gli USM Privacy Panels sono concepiti come dei classici assorbitori porosi. La superficie, permeabile al suono, lo trattiene. La loro superficie piatta e omogenea supporta l'effetto schermante. Lo spessore limitato della struttura permette l'assorbimento nella fascia delle medio-alte frequenze, compensando il miglioramento acustico apportato dai sistemi di arredamento USM Haller che hanno il più alto potere fonoassorbente nella fascia delle basse e medie frequenze. Anche in questo caso, la sinergia tra gli USM Privacy Panels e i sistemi di arredamento USM Haller, nel miglioramento acustico dell'ambiente, come in un gioco di squadra, dimostrano la modularità dell'applicazione.



# 6

## I vantaggi dei sistemi modulari di arredamento USM Haller sono evidenti – ma cosa significa assorbimento modulare

Uno dei punti di eccellenza dei prodotti USM è la loro modularità. Nel range delle dimensioni dei sistemi USM, essa permette soluzioni ad hoc adatte a tutte le esigenze e una risposta flessibile al mutare delle necessità. Questi stessi vantaggi possono essere riportati, uno ad uno, alla schermatura e all'assorbimento acustico. Sulla base dei rispettivi elementi e delle loro dimensioni, con l'aiuto di calcoli e precise misurazioni acustiche, è possibile determinare la posizione ideale di un mobile o degli USM Privacy Panels e di quanta superficie acusticamente ottimizzata si necessita.

Ciò significa che per i mobili, a seconda delle esigenze e del loro posizionamento – a parete o isolato – è possibile utilizzare di volta in volta solo i pannelli posteriori, quelli laterali o anche una combinazione con le ante frontali nella versione perforata. Per quanto riguarda invece l'impiego degli USM Privacy Panels, ciò significa che è possibile soddisfare determinate esigenze rispondendo sia con la rispettiva superficie necessaria, sia con diverse possibili configurazioni dello spazio. In questo modo, con i prodotti USM, ogni spazio ottiene la propria soluzione modulare su misura – anche dal punto di vista acustico.





Ristrutturazione e riadattamento: questi i vantaggi del sistemi di arredamento USM Haller.

## Posso semplicemente apportare delle migliorie ai mobili di USM che ho già acquistato?

Sì, perché gli elementi dei mobili vengono scambiati in modo facile, e già solo questo è sufficiente affinché i volumi chiusi siano efficaci per l'acustica. Un vantaggio rispetto ad altri sistemi è che non è necessario inserire o appendere null'altro: il mobile non cambia le proprie dimensioni, né lo spazio d'archiviazione o altre funzioni vengono perdute. Se l'ambiente richiede necessariamente una maggiore schermatura, sarà conveniente un completamento dell'arredo con gli USM Privacy Panels.



## Sembra un'ottima idea, ma comporta dei costi. Vale davvero la pena fare un investimento del genere?

Assolutamente sì, perché investire in una buona acustica per interni significa investire in soddisfazione, salute, capacità di concentrazione e quindi nell'efficienza dei collaboratori. Un'ottima acustica degli ambienti di lavoro riduce lo stress, aumentando il benessere. Il costo di ogni giorno di assenza dal lavoro o delle interruzioni di un intenso processo lavorativo è semplice da calcolare e su questo si sono svolti numerosi studi. Come investimento, un'acustica preventivamente pianificata o successivamente ottimizzata ha un ritorno economico diretto e la sua efficacia è dimostrata nel tempo.

In ogni sfera della nostra vita, gli aspetti dell'acustica degli interni riguardano in maniera fondamentale il nostro benessere. In ufficio si ripercuotono in modo incisivo sul benessere dei collaboratori, sulla produttività e sulla gestione della salute. La modularità dei sistemi di arredamento USM Haller, unitamente ai nuovi USM Privacy Panels, permette soluzioni ad hoc per il miglioramento dell'acustica degli ambienti chiusi, non come soluzione a posteriori, bensì come parte integrante della concezione dello spazio.



# Concetti e parametri per una miglior comprensione dell'acustica degli interni

- |    |                                                                       |    |                                                                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------|
| 22 | Paragone tra<br>acustica degli<br>edifici e acustica<br>degli interni | 28 | Effetto delle<br>superfici –<br>tre dimensioni<br>dell'impatto<br>acustico |
| 22 | Qualità<br>acustiche di<br>un interno                                 | 28 | Elementi<br>fonoassorbenti<br>detti anche<br>«assorbitori»                 |
| 23 | Suono                                                                 | 29 | Coefficiente<br>di assorbimento<br>acustico                                |
| 24 | Livello di<br>pressione<br>sonora                                     | 29 | Area equivalente<br>di assorbimento<br>acustico                            |
| 25 | Frequenza                                                             | 30 | Propagazione<br>del suono<br>nella stanza                                  |
| 25 | Propagazione<br>del suono                                             | 31 | Requisiti degli<br>interni                                                 |
| 26 | Tempo di<br>riverberazione                                            |    |                                                                            |
| 26 | Velocità di<br>smorzamento                                            |    |                                                                            |
| 27 | Schermatura                                                           |    |                                                                            |
| 27 | Intelligibilità<br>del linguaggio                                     |    |                                                                            |

## Qualità acustiche di un interno

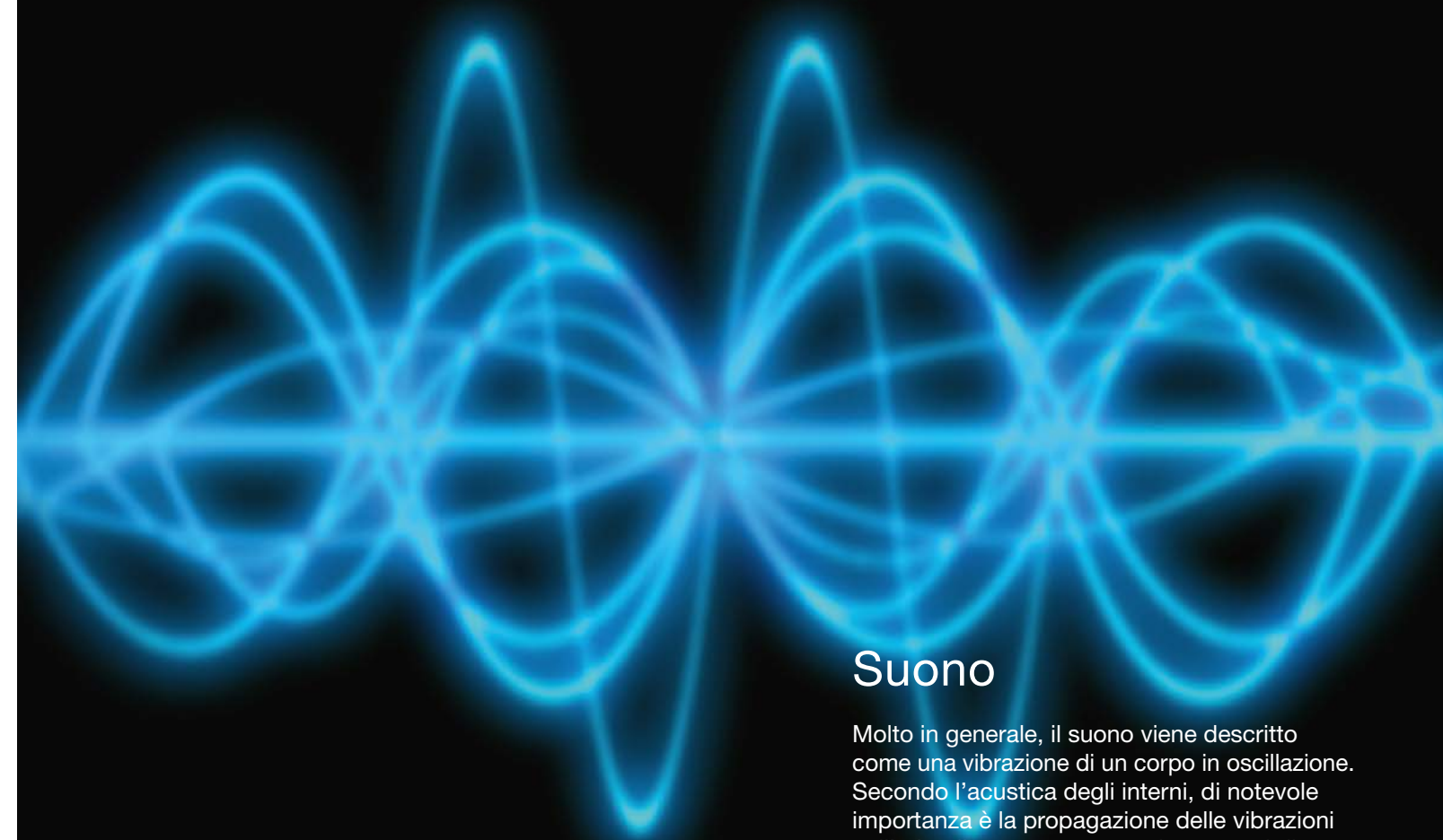
Con il concetto formale di «udibilità» la direttiva DIN 18041 descrive: «l' idoneità di un ambiente chiuso per determinate rappresentazioni sonore, in particolare per un'adeguata comunicazione verbale e spettacoli musicali». La qualità acustica di un ambiente chiuso, cioè le condizioni di udibilità e di conversazione, viene influenzata da molti fattori, come ad esempio, le caratteristiche delle superfici perimetriche dell'ambiente e degli oggetti d'arredamento, ma anche dalle persone presenti. In parole semplici, un ambiente chiuso ha requisiti per un'adeguata udibilità, se ci troviamo a nostro agio, se possiamo farci capire senza sforzo e se non lo percepiamo né come troppo rumoroso, né come troppo silenzioso.



## Paragone tra acustica degli edifici e acustica degli interni

Per entrare nel vivo dell'argomento, è importante dare uno sguardo alle sottili, ma sostanziali differenze tra i concetti di acustica per gli edifici e acustica per interni, che nel settore edilizio spesso vengono usati come sinonimi. Il principale interrogativo che riguarda l'acustica per gli edifici è questa: che percentuale di suono arriva da una parte all'altra dell'edificio in esame? Oppure: come si propaga il suono da un ambiente all'altro? La caratteristica determinante è l'isolamento acustico dell'elemento strutturale divisorio tra due ambienti. Si tratta dell'idoneità di strutture architettoniche quali pareti, soffitti, porte, finestre, ecc, che minimizzano il passaggio del suono.

Nell'acustica per interni, invece, la domanda è: per mezzo di quali superfici riesco a creare favorevoli condizioni di ascolto e conversazioni ottimali in un ambiente? I requisiti fondamentali in questo caso sono l'isolamento acustico o anche la capacità fonoassorbente dei materiali presenti nell'ambiente. Si definiscono fonoassorbenti quei materiali che hanno la capacità di isolare il suono, o meglio di mutare l'energia derivante dal suono in un'altra forma di energia.



## Suono

Molto in generale, il suono viene descritto come una vibrazione di un corpo in oscillazione. Secondo l'acustica degli interni, di notevole importanza è la propagazione delle vibrazioni nell'aria, di conseguenza parleremo qui di suono trasmesso per via aerea.

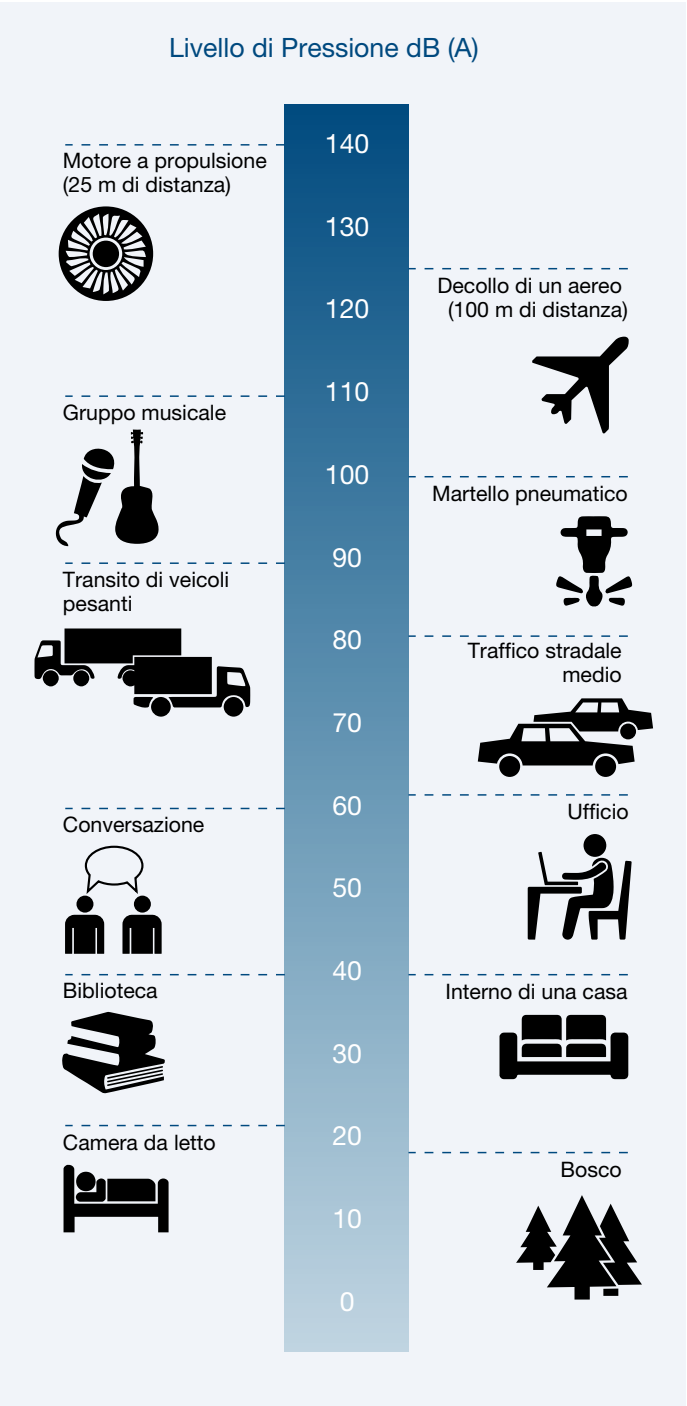
Fenomeni sonori, come la voce umana, la musica o i rumori emessi dagli impianti tecnici, provocano nell'aria un'oscillazione della pressione locale in aria, variabile nel tempo, che si propaga dal luogo di emissione all'ambiente circostante. Il modo in cui ciascuno di noi percepisce i fenomeni sonori oggettivi in modo soggettivo – come rumore fastidioso o piacevole melodia – è, in primo luogo, indipendente dai valori fisici quantificabili del suono. La psicoacustica differenzia due tipi di suono. Da una parte, il gradito «suono utile», al quale appartiene la musica di un concerto o la voce in una conversazione. Dall'altra, quello sgradito, il «suono disturbante», con cui si intendono i frastornanti rumori di fondo, voci sgradevoli, ma anche una musica non particolarmente alta, ma ugualmente fastidiosa che ci giunge dagli impopolari vicini. La voce non è solo il suono che può risultare al contempo utile e disturbante, ma è anche un aspetto che assume sempre maggiore importanza in uffici condivisi da più persone.



## Livello di pressione sonora

Il livello di pressione sonora L (in breve detto anche livello sonoro) è una grandezza fisica che viene di norma espressa in decibel (dB). La percezione umana inizia all'incirca a 0 dB e raggiunge i 140 dB. Rumori prolungati a partire da 80 dB o fenomeni sonori molto brevi come una forte esplosione, possono arrecare danni permanenti al nostro udito. Ma anche rimanendo entro questi valori, un livello sonoro troppo alto e costante può essere nocivo.

In Germania molte questioni sono disciplinate dalla normativa edilizia, ma i requisiti acustici degli ambienti negli edifici stranamente non lo sono. Nell'ambito della protezione sul lavoro, sono fissati invece degli obiettivi di tutela che si riferiscono al livello sonoro sul luogo di lavoro. Queste disposizioni riguardano indirettamente l'allestimento degli ambienti con elementi fonoassorbenti o anche con schermature acustiche. A tal riguardo, i valori dettati dal regolamento sui luoghi di lavoro, nonché dal regolamento sulle condizioni lavorative, perseguono l'obiettivo di evitare danni diretti all'udito e alla salute. Di norma, livelli sonori così elevati non vengono tuttavia raggiunti nell'ambiente di un ufficio; anche se in questi ambienti siamo certamente sottoposti a stress, manca comunque ancora una normativa giuridica che stabilisca le misure per evitarlo. Qui il fattore determinante non è solo il livello sonoro perché anche l'intelligibilità del linguaggio svolge un ruolo importante. L'esperienza ci dice che la voce comprensibile disturba di più di quella non comprensibile.



## Propagazione del suono

In linea di principio, il suono si propaga in tutte e tre le direzioni dello spazio. Anche se per molte sorgenti sonore l'irradiazione del suono dipende dal suo preciso orientamento, è utile la tesi di un'irradiazione quasi uniforme in tutte le direzioni. Tali sorgenti sonore sono definite sorgenti sonore a sfera.

La propagazione del suono, ad alte frequenze, può essere paragonata ad un raggio di luce e per questo motivo si parla anche di «raggi sonori». L'idea del raggio sonoro porta a immaginare come il suono si propaghi nello spazio. Come nell'ottica, anche in questo caso, l'angolo di incidenza equivale all'angolo di emergenza (o di riflessione). L'osservazione geometrica è esauriente per molte applicazioni nell'acustica degli interni.

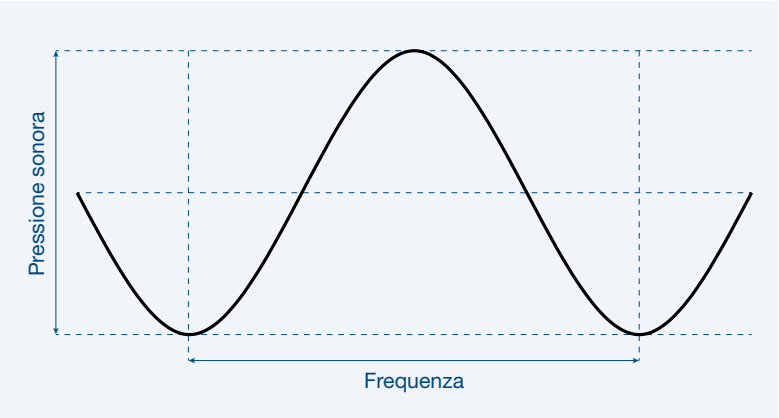
È necessario però riconoscere l'importante differenza tra suono diretto e parti riflesse del suono. Risulta evidente che in ogni ambiente chiuso, oltre alla forma dello spazio, anche le superfici che lo delimitano e l'arredamento influiscono sull'acustica.

In linea di massima, la velocità di propagazione del suono (o, in breve, anche velocità del suono) dipende dal materiale, o meglio, dal mezzo. Nell'aria, la propagazione di un'onda sonora nello spazio avviene a una velocità di circa 343 m/sec o 1.200 km/h. Si osservi, quindi, che tutte le frequenze del suono si propagano nell'aria alla stessa velocità. Negli ambienti piccoli, dunque, il suono arriva ovunque in breve tempo. Più grande è lo spazio, più importante è il posizionamento degli elementi fonoassorbenti e delle schermature acustiche nella stanza. La combinazione mirata di assorbimento, riflessione e schermatura acustica porta a ottenere una buona acustica. Mentre in una sala conferenze la propagazione del suono dovrebbe essere gestita al fine di una buona intelligibilità del linguaggio, negli uffici condivisi da più persone, spesso, la propagazione del suono viene ridotta con l'uso di schermature ed elementi fonoassorbenti.

## Frequenza

La frequenza indica il numero delle variazioni della pressione sonora al secondo. Fenomeni sonori ad alta frequenza saranno percepiti dall'orecchio umano come toni alti, mentre quelli a bassa frequenza come toni bassi. Rumori, come ad esempio il rumore di una cascata o del traffico stradale, comprendono di norma una molteplicità di frequenze. L'unità di misura della frequenza è l'Hertz. Gli Hertz indicano il numero delle oscillazioni al secondo, in sintesi  $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$ . Il campo di udibilità dell'uomo è tra i 20 e i 20.000 Hz, tuttavia esso diminuisce con l'età proprio nel campo delle alte frequenze.

La voce umana comprende un campo di frequenze da circa 200 Hz fino a 1.000 Hz negli adulti e fino a 2.000 Hz nei bambini. In questo campo il nostro udito è particolarmente sensibile. Ciò facilita, da una parte, la comunicazione interpersonale, dall'altra, però, ci rende anche particolarmente soggetti ai fastidi.



Oscillazioni al secondo = Hertz

## Tempo di riverberazione

Il tempo di riverberazione è il parametro acustico di più antica definizione usato per gli ambienti chiusi. Esso permette di mettere a confronto ambienti tra loro molto diversi e di poter valutare la qualità della loro acustica. Il tempo di riverberazione indica, detto in modo semplificato, la durata del tempo di cui un fenomeno sonoro necessita, una volta terminato, per non essere più udibile in uno spazio chiuso. Originariamente esso è stato definito dal fisico Wallace Clement Sabine e misurato in diversi ambienti per mezzo di un cronometro e tramite la soggettiva percezione uditiva. Oggi, la misurazione avviene, naturalmente, in modo molto più preciso. Dal punto di vista tecnico, il tempo di riverberazione  $T$  è definito come un arco di tempo durante il quale il livello di pressione sonora in un ambiente diminuisce fino a 60 dB, dopo lo spegnimento della sorgente sonora. Il nesso desunto da Sabine tra tempo di riverberazione, volume dell'ambiente e capacità di assorbimento nell'ambiente stesso, è ancora valido.

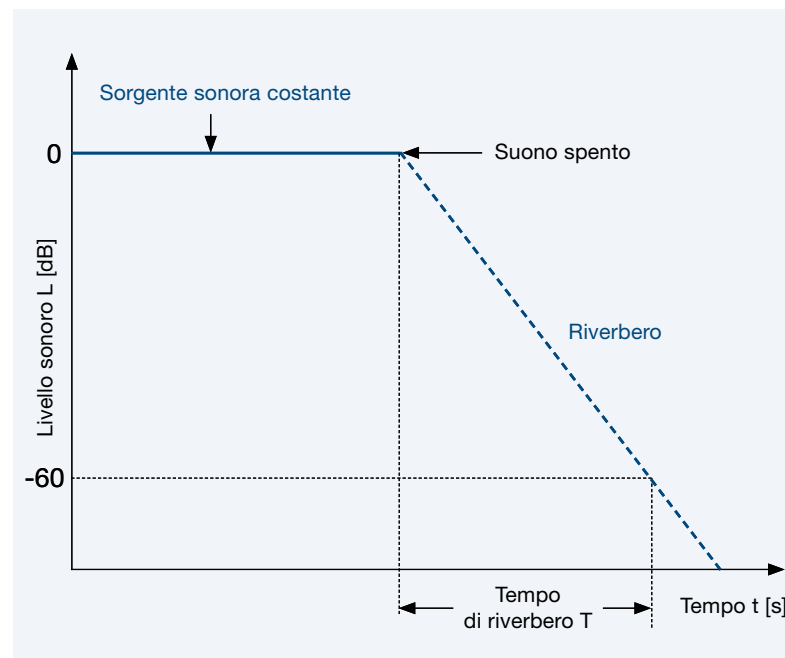
Il tempo di riverberazione condiziona in modo diretto l'intelligibilità del linguaggio in un ambiente chiuso. Se la musica d'organo in una chiesa può essere solenne, un lungo riverbero sul luogo del lavoro o in una sala conferenze è decisamente meno vantaggioso. Tempo di riverberazione e intelligibilità del linguaggio in un ambiente chiuso dipendono l'uno dall'altra, anche se entrambi sono parametri acustici indipendenti. In generale, ad un aumento del tempo di riverberazione corrisponde una diminuzione dell'intelligibilità media del linguaggio parlato nella stanza.



## Velocità di smorzamento

Il volume con cui la sorgente sonora viene percepita alle grandi distanze dipende, tra l'altro, dalla geometria dello spazio e dal tempo di riverberazione; negli uffici, dipende in particolare dalle schermature acustiche posizionate tra la sorgente e il ricevente.

L'effetto di tali schermature sull'acustica della stanza può essere descritto utilizzando diversi parametri, in particolare con l'abbassamento medio del livello sonoro raddoppiando la distanza e mantenendo una distanza di quattro metri considerando un parlante con un livello sonoro medio.



## Intelligibilità del linguaggio

L'intelligibilità del linguaggio parlato non è semplice da misurare o definire all'interno di un ambiente chiuso, poiché essa dipende dalla posizione del relativo ascoltatore rispetto alla sorgente sonora. Un metodo classico, ma molto dispendioso, per la misurazione dell'intelligibilità del linguaggio parlato negli ambienti chiusi è quello di effettuare un sondaggio sistematico tra un numero sufficientemente elevato di persone con liste standard di sillabe e frasi. L'indice di trasmissione dei segnali vocali (in ingl. Speech Transmission Index, in breve STI), è un'unità di misura fisica, sviluppata sulla base di tali indagini soggettive per la descrizione dell'intelligibilità del linguaggio parlato. In parole semplici, maggiore è il disturbo della trasmissione causato dall'ambiente, ad esempio tramite il riverbero, eco o altre sorgenti sonore, peggiore sarà l'intelligibilità del parlato e, quindi, minore sarà il valore STI.

## Schermatura

Il concetto «schermatura acustica» definisce in generale un ostacolo che interrompe o limita la propagazione diretta del suono nel tragitto da una sorgente al destinatario. Questa funzione può essere assunta da una schermatura installata su una scrivania, da un pannello divisorio, da un armadio o qualsiasi altro arredo. Quanto più la schermatura acustica è vicina alla sorgente sonora, tanto più sarà efficace. Una schermatura acustica configurata all'angolo, intorno al quale il suono, partendo dalla sorgente deve «deviare», sarà più efficace di una schermatura posizionata in modo lineare. Più la schermatura è in grado di allungare il percorso del suono, più efficacemente verrà ridotta la sua propagazione.

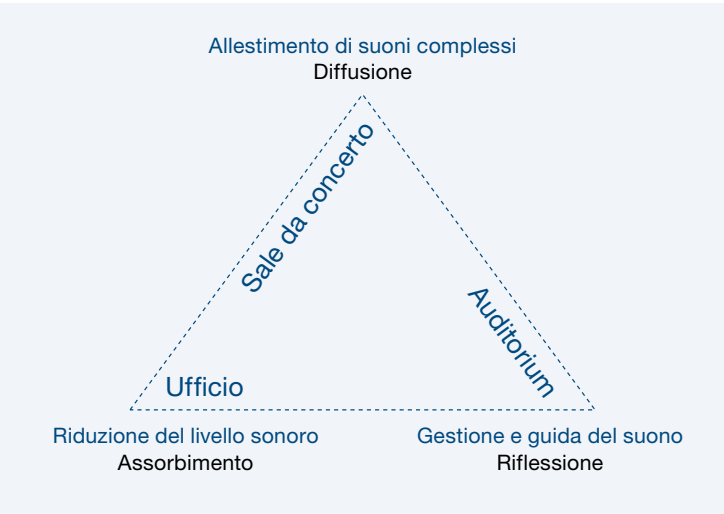
Se le schermature sono dotate di superfici fonoassorbenti, la propagazione del suono verrà ulteriormente ridotta sia in tutta la stanza, sia direttamente davanti e dietro di esse. In questo modo, una schermatura acustica contribuisce anche all'assorbimento acustico di un intero ambiente chiuso.





# Effetto delle superfici – tre dimensioni dell’impatto acustico

L’impatto acustico delle superfici in un ambiente chiuso viene determinato essenzialmente per mezzo dell’assorbimento, della riflessione e della diffusione, o meglio, della dispersione delle onde sonore sulle superfici. L’assorbimento serve di norma per abbassare il livello sonoro nella stanza, ovvero per attenuare la riflessione e quindi ridurre il tempo di riverberazione. Negli spazi chiusi, le superfici riflettenti sono necessarie per indirizzare il suono in modo mirato verso precise aree della stanza. Per evitare la percezione dell’origine delle singole riflessioni sonore, le superfici devono essere distribuite ampiamente in tutta la stanza. L’aspetto della diffusione del suono serve di norma alla progettazione del suono in ambienti che necessitano di una qualità particolarmente elevata. Negli ambienti utilizzati quotidianamente, come abitazioni o uffici, in generale, è sufficiente osservare le caratteristiche di assorbimento delle superfici.



Modello secondo Peter D’Antonio, USA

Diffusione: distribuzione del suono nello spazio  
Assorbimento: riduzione del suono nello spazio  
Riflessione: gestione e guida del suono nello spazio

## Elementi fonoassorbenti detti anche «assorbitori»

La capacità fonoassorbente è, dal punto di vista dell’acustica degli interni, la caratteristica determinante dei materiali e delle superfici. Per convertire l’energia del suono in un’altra forma di energia in un ambiente chiuso, privandolo del rumore, vengono utilizzati degli elementi fonoassorbenti, detti anche assorbitori. Con il loro utilizzo, si ottiene, da un lato un ambiente più silenzioso, dall’altro, con la modifica della riflessione, si ottimizza la propagazione del suono nell’ambiente.

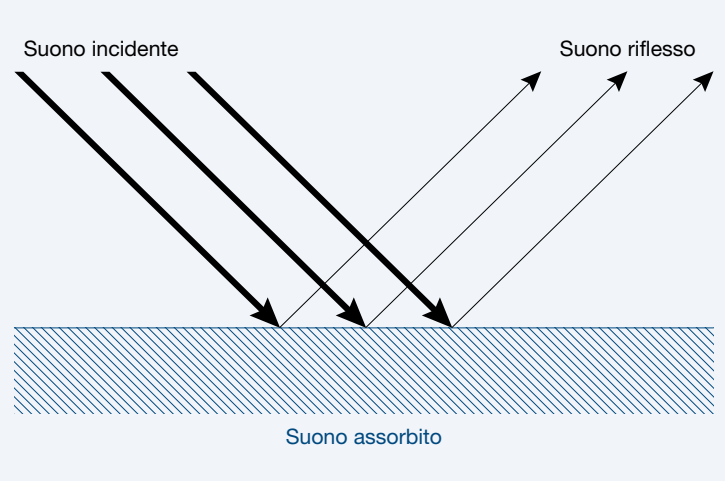
L’effetto degli assorbitori dipende in genere dalla frequenza. Si può dire che, generalmente, le alte frequenze si attenuano con assorbitori dall’altezza limitata, mentre per smorzare le basse frequenze è necessario piuttosto utilizzare assorbitori con altezze maggiori o di grandi dimensioni.

L’assorbimento acustico di superfici piane, come rivestimenti per soffitti, per pareti o per pavimenti, ma anche di schermature acustiche, viene definito tramite il coefficiente di assorbimento acustico. Per elementi come tavoli, sedie o armadi, per i quali la determinazione della superficie è ambigua o impossibile, si indica direttamente la cosiddetta area di assorbimento equivalente. Se la superficie dell’assorbitore è nota, il coefficiente di assorbimento acustico e l’area di assorbimento equivalente sono sempre comparabili tra loro.

# Coefficiente di assorbimento acustico

Alla base della pianificazione dell’acustica degli interni vi è essenzialmente l’indicazione del coefficiente di assorbimento acustico dei materiali utilizzati che definisce le caratteristiche di un materiale in grado di assorbire il suono. Un elemento fonoassorbente ideale, che «deglutisce» il 100 per cento del suono prodotto, ha un coefficiente di assorbimento acustico di 1, mentre una superficie totalmente riflettente ha un grado di assorbimento acustico pari a 0.

Per individuare il coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$  di un materiale si utilizza il metodo della camera riverberante: eseguito in una stanza di laboratorio, per la quale è stato stabilito in anticipo il tempo di riverberazione. Dal cambiamento del tempo di riverberazione durante il test, viene determinato il coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_s$  e quindi definito in che misura e a quali frequenze il materiale assorbe il suono. Il coefficiente di assorbimento acustico indica l’effetto assorbente di un materiale, riferito a un metro quadrato dello stesso. Ai fini dell’effetto fonoassorbente, il fattore determinante non è dato quindi solo dal coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$  del materiale, ma anche dalla dimensione delle superfici assorbenti presenti nella stanza. La superficie assorbente attiva, o anche area di assorbimento equivalente, si ottiene moltiplicando il coefficiente di assorbimento acustico per l’area geometrica di assorbimento S, dunque  $\alpha \times S$ . Una piccola superficie S, con un coefficiente di assorbimento elevato  $\alpha$ , è ugualmente efficace quanto una grande superficie S con un coefficiente di assorbimento  $\alpha$  inferiore. La superficie assorbente equivalente, anch’essa fondamentale per l’impatto in un ambiente chiuso, mostra valori differenti a diverse frequenze.



La percentuale di suono assorbito, rispetto al suono incidente, viene espressa tramite il coefficiente di assorbimento.

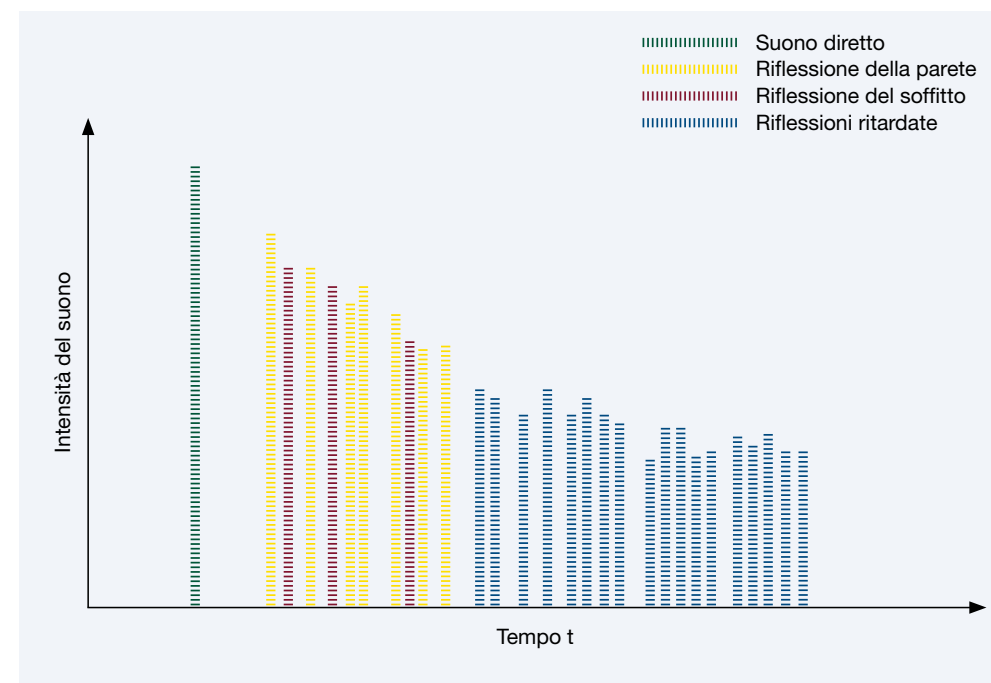
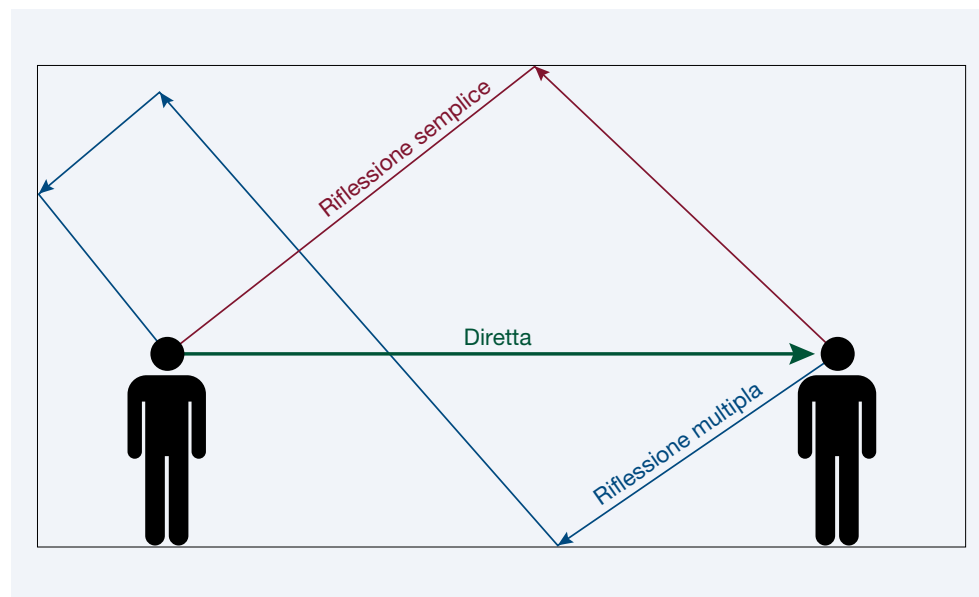
## Area equivalente di assorbimento acustico

Nella camera riverberante, è possibile definire direttamente l’area equivalente di assorbimento acustico per gli elementi con superficie non piana comparando la misurazione con e senza test nella camera del rispettivo elemento. Quest’area equivalente di assorbimento acustico di un elemento o anche di un oggetto viene indicata con  $A_{obj}$ . Per un armadio, l’impatto acustico viene perciò indicato tramite l’area equivalente di assorbimento acustico corrispondente, la quale dipende anche dalla frequenza. Se si collocano diversi armadi in una stanza, gli effetti si sommano. L’assorbimento acustico ottenuto da due armadi sarà quindi doppio rispetto a quello ottenuto con un solo armadio. USM ha effettuato numerose misurazioni per diverse configurazioni dei sistemi di arredamento USM Haller.

Dato un ambiente compiutamente arredato con diverse superfici, a ogni materiale (ad es. tappeto, intonaco, soffitto acustico, tende, finestre, scaffali, ecc.) si assegna un coefficiente di assorbimento acustico e moltiplicandolo per le grandezze delle superfici del materiale, si calcola la sua area equivalente di assorbimento acustico  $A_{eq}$ . Il numero di oggetti, moltiplicato per l’area equivalente di assorbimento acustico del rispettivo oggetto, dà l’area equivalente di assorbimento acustico degli oggetti nella stanza. Infine, si sommano le aree equivalenti di assorbimento acustico di tutti materiali e oggetti all’intera superficie equivalente di assorbimento acustico della stanza. Quest’ultima, in breve detta A, definisce poi il tempo di riverberazione.

## Propagazione del suono nell'interno

La propagazione del suono può essere visualizzata tenendo presente un modello che si basa sui raggi sonori. A seguito del suono diretto, le riverberazioni arrivano alla posizione di ascolto tramite le riflessioni sul soffitto e sulle pareti. Si verificano anche riflessioni multiple con un percorso più lungo. Le riflessioni definiscono il tempo di riverberazione in un ambiente chiuso e sono per questo un fattore essenziale per la sensazione uditiva nella stanza.



Fonte: Christian Nocke – Raumakustik im Alltag, Edizioni Fraunhofer IRB

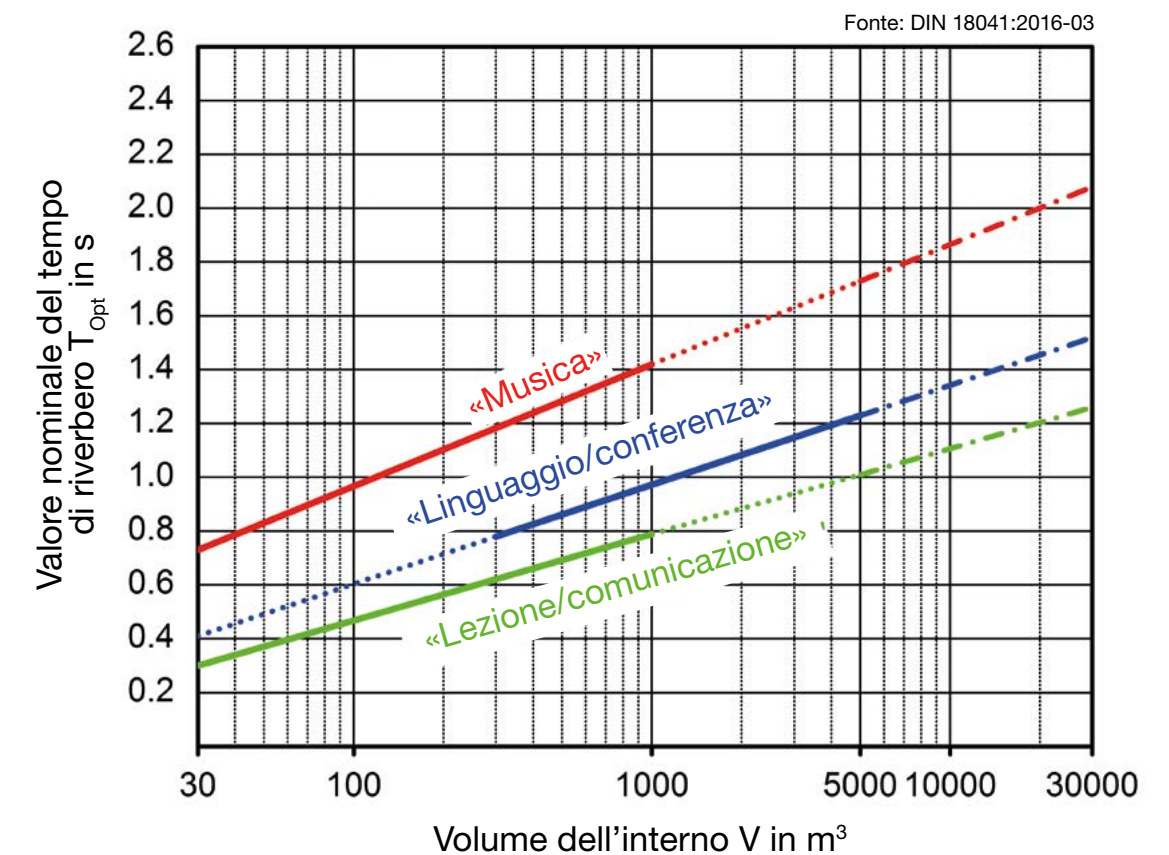
## Requisiti degli interni

La norma DIN18041 definisce, tra l'altro, tre tipologie di utilizzo: «musica», «linguaggio/conferenza», «lezione/comunicazione». Per ogni tipo di utilizzo viene indicato un valore del tempo di riverberazione  $T_{Opt}$  in relazione al volume della stanza  $V$ .

Esempio:

1. Una sala conferenze con  $V = 1000 \text{ m}^3$   
(tipo di utilizzo «linguaggio/conferenza»)  
dovrebbe avere un valore nominale del tempo di riverbero di  $T_{Opt} = 1,0$  secondi.

2. Una sala riunioni con  $V = 250 \text{ m}^3$   
(tipo di utilizzo «lezione/comunicazione»)  
dovrebbe avere un valore nominale del tempo di riverbero  $T_{Opt} = 0,6$  secondi.



Per il valore nominale del tempo di riverbero  $T_{Opt}$  si richiedono i valori secondo la norma DIN 18041 per ambienti chiusi con diverse destinazioni d'uso, in relazione al loro volume  $V$ .



# Soluzioni USM – valore aggiunto e comparazioni

# Assorbimento e schermatura modulari – caratteristiche acustiche generali dei prodotti USM

Sistemi di arredamento USM Haller  
USM Privacy Panels

Assorbimento e  
schermatura  
in una combinazione  
armoniosa



















## Spiegazioni tecniche sui concetti di assorbitori acustici e coefficiente di assorbimento acustico

Per assorbitori acustici di forma piana, la capacità di assorbire il suono viene indicata tramite il grado di assorbimento acustico  $\alpha_s$ , mentre per gli oggetti, quali i mobili, tramite l'area equivalente di assorbimento acustico  $A_{obj}$ . Entrambe le grandezze dipendono dalla frequenza; secondo la norma ISO 354, vengono utilizzate frequenze comprese tra i 100 e i 5.000 Hz. Partendo dal coefficiente di assorbimento acustico è possibile effettuare un'ulteriore valutazione dell'assorbimento del suono.

## Assorbimento acustico secondo la norma ISO 354

Il procedimento nella camera di riverberazione è un metodo classico per determinare l'assorbimento acustico ai fini delle applicazioni nell'ambito dell'acustica per interni. Il metodo viene regolato dalla norma DIN EN ISO 354 «Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante» ed è pertanto disponibile a livello internazionale.

Con il procedimento in camera riverberante, in una speciale stanza di laboratorio con un tempo di riverberazione molto lungo, si misura di quanto si riduce questo tempo di riverberazione con la presenza di oggetti in prova. Tale capacità di riduzione del tempo di riverberazione è una caratteristica dell'oggetto in prova, indicata come area equivalente di assorbimento  $A_{obj}$  (per singoli oggetti, come ad es. armadi), o meglio  $A_{eq}$  (per elementi fonoassorbenti di forma piana), che può essere efficace anche in altri ambienti chiusi. La capacità di assorbimento acustico può essere utilizzata per la progettazione e configurazione acustica degli interni. Essa riduce il tempo di riverberazione, indipendentemente dal fatto che si tratti di un mobile o di un materiale per soffitti o pareti.

## Valutazione dell'assorbimento acustico secondo le norme ISO 11654 e ASTM 423

La norma ISO 11654 ha introdotto un procedimento che descrive, in base alla misurazione del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_s$  (ISO 354), la derivazione di un valore a una cifra riferito all'assorbimento acustico. Si tratta di un procedimento a più fasi, che conduce infine all'indicazione del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_w$  stimato. Con il coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_w$  stimato, si possono definire gli assorbitori acustici di forma piana, come materiali per soffitti o schermature acustiche, ma non oggetti come ad es. i mobili.

Nel mondo anglosassone, al posto del valore a una cifra del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_w$  viene utilizzato il coefficiente NRC (Noise Reduction Coefficient), secondo la norma ASTM 423, molto diffusa in ambito internazionale.

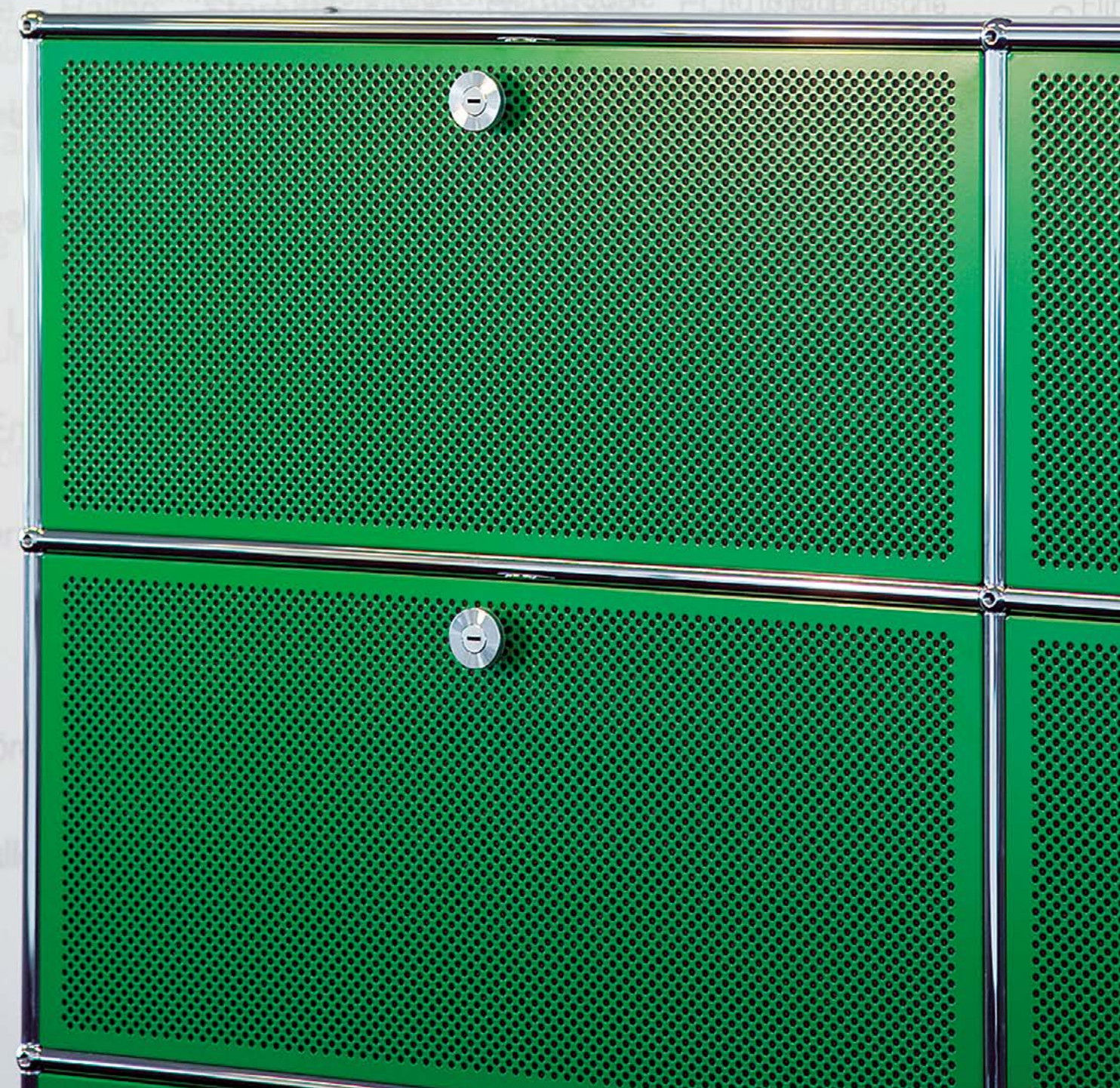


# Sistemi di arredamento USM Haller Assorbimento acustico modulare

Negli USM Haller mobili ottimizzati per l'efficienza acustica, il volume della loro struttura si comporta da cassa di risonanza, come per uno strumento musicale. Il mobile chiuso provvede, dunque, già a un assorbimento nel campo delle basse frequenze. In combinazione con un classico assorbitore poroso (feltro) posto dietro un ripiano perforato, il mobile agisce come assorbitore ad ampio spettro. Secondo l'esigenza, la capacità di assorbimento del mobile può essere modificata cambiando la superficie chiusa con una perforata. Questa caratteristica viene definita assorbimento acustico modulare.

Inoltre, grazie alla sua struttura robusta, il mobile funge anche da schermatura acustica. A questo proposito, il tipo di superficie è inizialmente d'importanza secondaria per un effetto acusticamente schermante. Idealmente, le schermature acustiche dovrebbero essere configurate nella direzione di una sorgente sonora per minimizzare il riverbero di ritorno. Questo risultato si ottiene facilmente grazie alla flessibilità dei mobili dei sistemi di arredamento USM Haller che permette lo scambio delle superfici.

Riferendoci ad alcuni esempi di ricerche effettuate, vi illustreremo alcune soluzioni per ottimizzare l'acustica degli interni realizzate con l'ausilio di elementi USM (sistemi di arredamento USM Haller e USM Privacy Panels). I seguenti valori esemplificativi di misurazione indicano le aree equivalenti di assorbimento acustico in relazione alla frequenza.



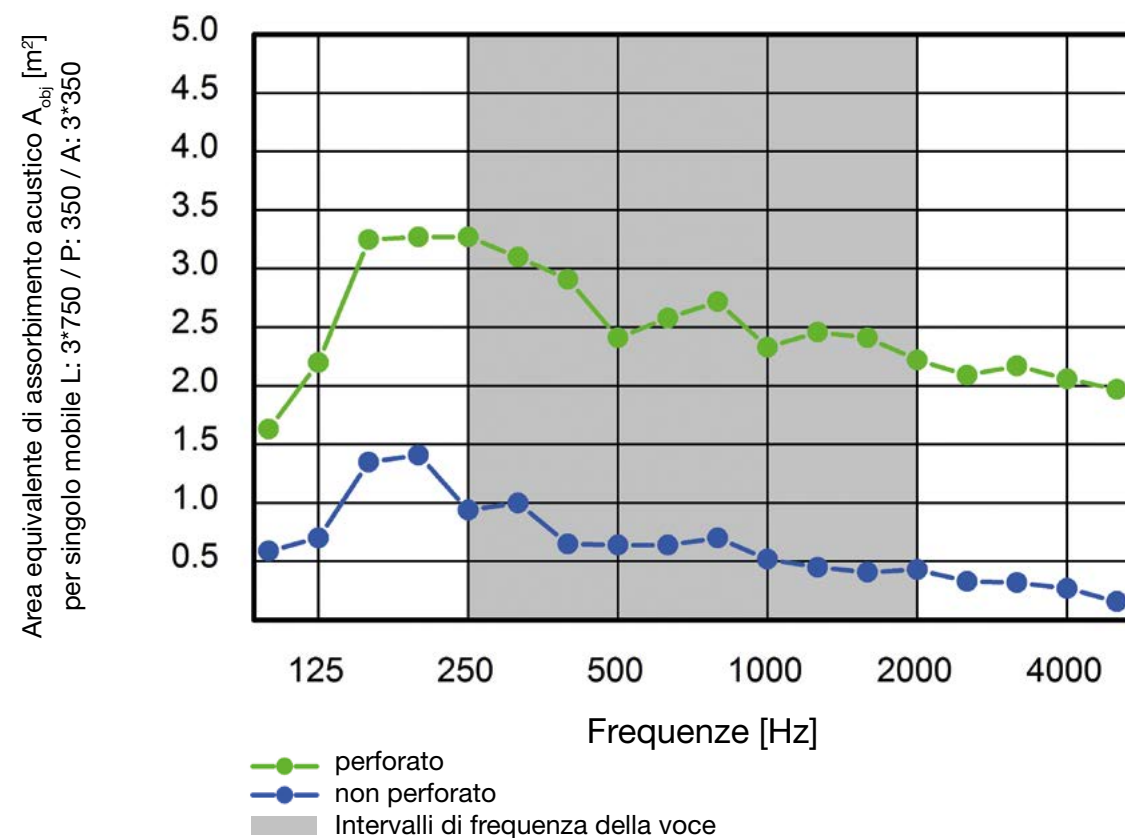


# Esempio



Sono stati misurati sia uno scaffale aperto, 3 scomparti in altezza (3 × 350 mm), 3 scomparti in ampiezza (3 × 750 mm), con elementi acustici in metallo, sia uno scaffale simile ma con ripiani standard.

Nel grafico vengono messe a confronto le aree equivalenti di assorbimento acustico dei rispettivi singoli scaffali vuoti, uno con elementi chiusi (blu) e uno con elementi perforati (verde). Si evince chiaramente che l'effetto fonoassorbente viene più che raddoppiato in tutte le frequenze nel caso della superficie perforata. (Cfr. il rapporto di controllo a pagina 52)



È indicata la rispettiva area equivalente di assorbimento acustico di uno scaffale per frequenze tra i 100 e i 5.000 Hz. L'assorbimento acustico è stato vagliato secondo la norma DIN EN ISO 354 e USM dispone di dettagliati rapporti di controllo.



## Risultato

Se lo scaffale viene assemblato con elementi acustici in metallo, la superficie perforata dietro cui è stato applicato uno speciale feltro, effettuerà un assorbimento acustico notevole.

Con assorbimento acustico modulare si intende, quindi, che il mobile in grado di intervenire sull'acustica può essere adattato, tramite precisi calcoli, alle rispettive esigenze di un interno.

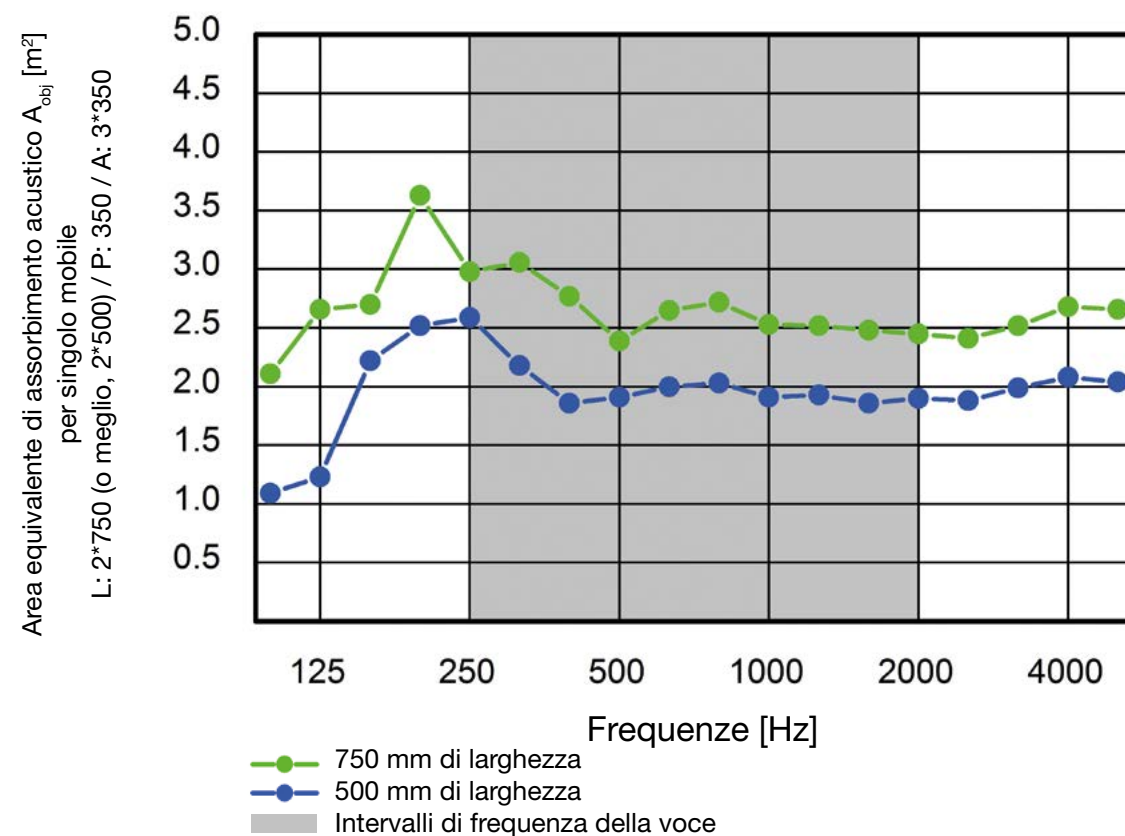


# Esempio



È stato misurato il volume del vano contenitore con elementi acustici in metallo:  
3 scomparti in altezza (3 × 350 mm), 2 scomparti in larghezza (2 × 750 mm) e  
3 scomparti in altezza (3 × 350 mm), 2 scomparti in larghezza (2 × 500 mm).

Il seguente esempio mostra che anche la larghezza del mobile influenza l'effetto di assorbimento e che l'area equivalente di assorbimento acustico dipende dalla larghezza del mobile. Nel grafico si evince che l'effetto di assorbimento acustico aumenta di ben 0,5 m<sup>2</sup> in tutte le frequenze, se la larghezza del mobile viene portata da 500 mm a 750 mm. (Cfr. il rapporto di verifica a pagina 52)



È indicata la rispettiva superficie equivalente di assorbimento acustico di un oggetto per frequenze tra i 100 e i 5.000 Hz. L'assorbimento acustico è stato vagliato secondo la norma DIN EN ISO 354 e USM dispone di dettagliati rapporti di controllo.

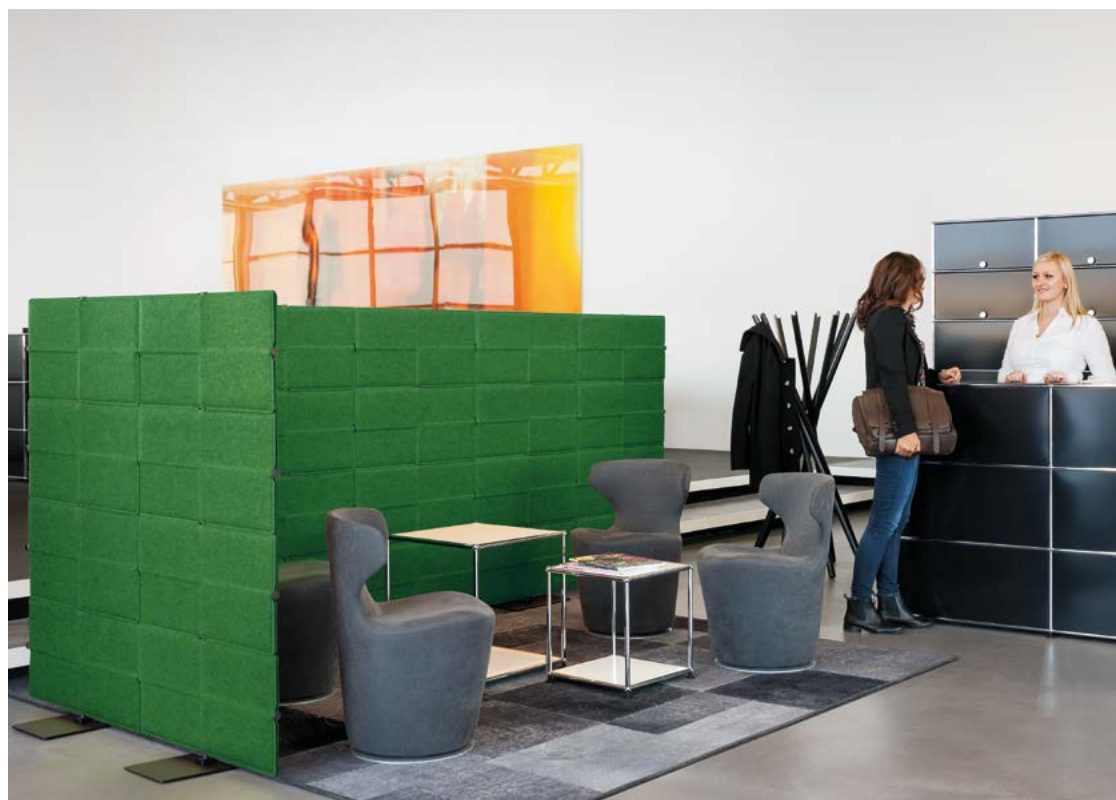
## Risultato

Già il mobile con la larghezza minore, con superficie perforata, raggiunge una notevole capacità di assorbimento. Una maggiore larghezza dell'armadio aumenta considerevolmente l'effetto.

Lo stesso accade con le diverse altezze dei sistemi di arredamento USM Haller. Un'altezza limitata raggiunge, in presenza di superfici perforate, un ottimo grado di assorbimento acustico che migliora nettamente ampliando in altezza il volume del vano contenitore.

Con assorbimento acustico modulare si intende quindi che il mobile in grado di intervenire sull'acustica può essere adattato, tramite precisi calcoli, alle rispettive esigenze di un interno.

# USM Privacy Panels Schermatura modulare

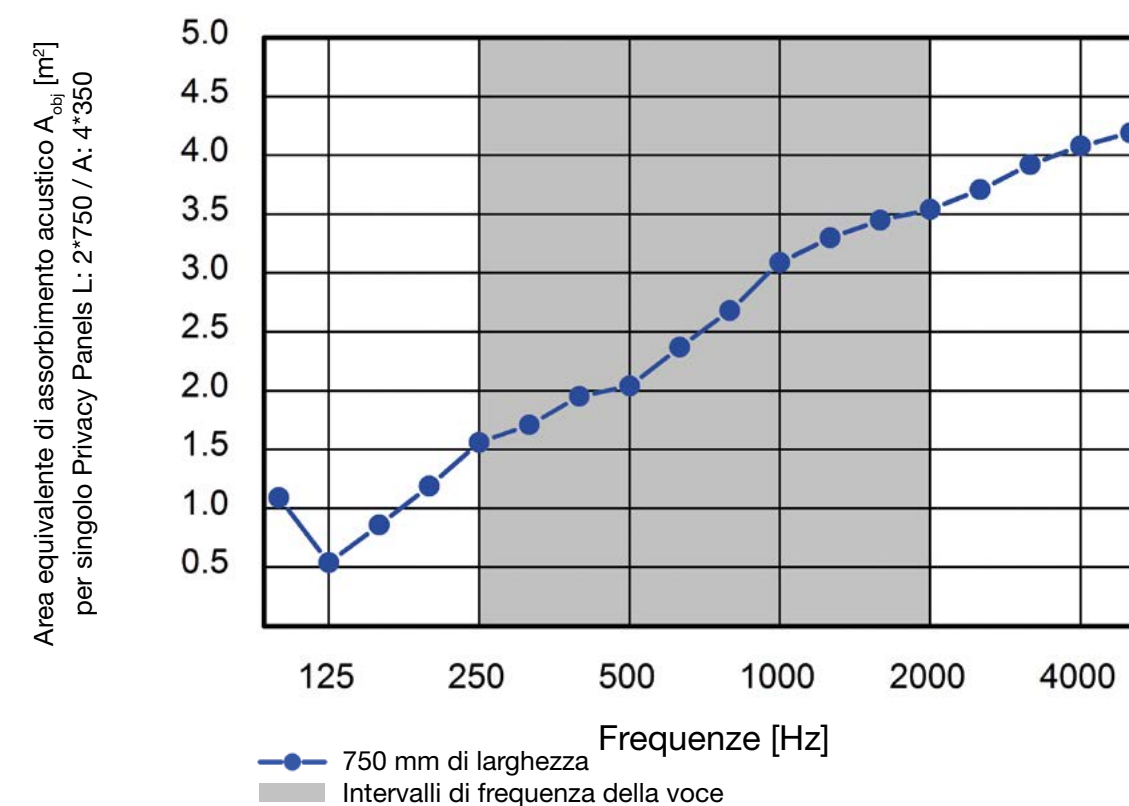


Gli USM Privacy Panels sono costruiti in modo da combinare efficacemente due risultati: l'effetto fonoassorbente del materiale per la riduzione del tempo di riverberazione e l'effetto della schermatura acustica, necessaria per la configurazione ottimale dell'acustica per interni, ad esempio per uffici con più collaboratori. Anche in ambito privato, ad esempio, in un'abitazione, i Privacy Panels si prestano ad essere utilizzati per soluzioni ad hoc, in particolare in strutture architettoniche aperte, tipo loft, in cui una riduzione del riverbero tramite una certa suddivisione in zone può contribuire al benessere e alla qualità della vita.

## Esempio di misurazione degli USM Privacy Panels, come installazione autoportante in un interno

Area equivalente di assorbimento acustico di una combinazione di USM Privacy Panels, rispettivamente di  $2 \times 750$  mm di ampiezza e  $4 \times 350$  mm di altezza, con una superficie totale di  $2 \times 2.1$  m<sup>2</sup>.

Il grafico mostra l'area equivalente di assorbimento acustico  $A_{obj}$  di un pannello nel campo di frequenza tra 100 e 5.000 Hz. Si evince chiaramente che gli USM Privacy Panels sono dei buoni assorbitori acustici nelle alte frequenze. (Cfr. il rapporto di controllo a pagina 53)



È indicata la rispettiva area equivalente di assorbimento acustico di un oggetto per frequenze tra i 100 e i 5.000 Hz. L'assorbimento acustico è stato calcolato e vagliato secondo le norme DIN EN ISO 354 e DIN EN ISO 11654; USM dispone di dettagliati rapporti di controllo.

# Rapporti di controllo dei sistemi di arredamento USM Haller

## Rapporti di controllo relativi all’esempio 1

Equivalent Sound Absorption Area according to ISO 354

Client: USM U. Schärer & Söhne GmbH, Siemensstraße 4a, 77815 Bühl

Object:

USM® open shelves

Set-up:

- 3 open shelves (each 3 OH, 3 x 750 mm)  
- side and backing perforated with acoustic fleece inlay  
- empty shelves  
- 3 objects freely standing in reverberation chamber

Equivalent absorption area  
A<sub>eq</sub> of a single object

Frequency [Hz]	A <sub>eq</sub> [m²]
100	1.8
125	2.2
160	3.3
200	3.3
250	3.3
315	3.1
400	2.9
500	2.4
630	2.6
800	2.7
1000	2.3
1250	2.5
1600	2.4
2000	2.2
2500	2.1
3150	2.2
4000	2.1
5000	2.0

Reverberation lab:

ITAP GmbH

Date of test:

18.06.2013

Volume:

200 m³

Temperature:

19°C

Humidity:

69 %

Akustikbüro Oldenburg

Oldenburg, July 16<sup>th</sup>, 2013

Signature:

Report No. 2013/00037\_M208

Equivalent Sound Absorption Area according to ISO 354

Client: USM U. Schärer & Söhne GmbH, Siemensstraße 4a, 77815 Bühl

Object:

USM® open shelves

Set-up:

- 3 open shelves (each 3 OH, 3 x 750 mm)  
- unperforated  
- empty shelves  
- 3 objects freely standing in reverberation chamber

Equivalent absorption area  
A<sub>eq</sub> of a single object

Frequency [Hz]	A <sub>eq</sub> [m²]
100	0.6
125	0.7
160	1.4
200	1.4
250	0.9
315	1.0
400	0.7
500	0.6
630	0.6
800	0.7
1000	0.5
1250	0.4
1600	0.4
2000	0.4
2500	0.3
3150	0.3
4000	0.3
5000	0.2

Reverberation lab:

ITAP GmbH

Date of test:

18.06.2013

Volume:

200 m³

Temperature:

19°C

Humidity:

69 %

Akustikbüro Oldenburg

Oldenburg, July 16<sup>th</sup>, 2013

Signature:

Report No. 2013/00037\_M206

53  
Prodotti USM

# Rapporti di controllo USM Privacy Panels

## Rapporti di controllo dell'esempio di misurazione degli USM Privacy Panels, installati come autoportanti in un interno.

Equivalent Sound Absorption Area according to ISO 354

Client: USM U. Schärer & Söhne GmbH, Siemensstraße 4a, 77815 Bühl

Object:

USM®

Set-up:

- 3 Screens, 4 HE, made of 8 modules each (each modul 750 x 350 x 25 mm)  
in row as a screen standing in reverberation chamber

Equivalent absorption area  
A<sub>eq</sub> of a single object

Frequency [Hz]	A <sub>eq</sub> [m²]
100	1.1
125	0.5
160	0.9
200	1.2
250	1.6
315	1.7
400	1.9
500	2.0
630	2.4
800	2.7
1000	3.1
1250	3.3
1600	3.4
2000	3.5
2500	3.7
3150	3.9
4000	4.1
5000	4.2

Reverberation lab:

ITAP GmbH

Date of test:

28.07.2014

Volume:

200 m³

Temperature:

19°C

Humidity:

69 %

Akustikbüro Oldenburg

Oldenburg, July 31<sup>st</sup>, 2014

Signature:

Report No. 2014/0177\_M107

## Rapporti di controllo relativi all’esempio 2

Equivalent Sound Absorption Area according to ISO 354

Client: USM U. Schärer & Söhne GmbH, Siemensstraße 4a, 77815 Bühl

Object:

USM® closed cabinets

Set-up:

- 3 cabinets (each 3OH, 2 x 500 mm)  
- front, sides and backing perforated with fleece inlay  
- empty  
- 3 objects freely standing in reverberation chamber

Equivalent absorption area  
A<sub>eq</sub> of a single object

Frequency [Hz]	A <sub>eq</sub> [m²]
100	1.1
125	1.2
160	2.2
200	2.5
250	2.6
315	2.2
400	1.9
500	1.9
630	2.0
800	2.0
1000	1.9
1250	1.9
1600	1.9
2000	1.9
2500	1.9
3150	2.0
4000	2.1
5000	2.0

Reverberation lab:

ITAP GmbH

Date of test:

18.06.2013

Volume:

200 m³

Temperature:

19°C

Humidity:

69 %

Akustikbüro Oldenburg

Oldenburg, July 16<sup>th</sup>, 2013

Signature:

Report No. 2013/00037\_M101

Equivalent Sound Absorption Area according to ISO 354

Client: USM U. Schärer & Söhne GmbH, Siemensstraße 4a, 77815 Bühl

Object:

USM® closed cabinets

Set-up:

- 3 cabinets (each 3OH, 2 x 750 mm)  
- front, sides and backing perforated with fleece inlay  
- empty  
- 3 objects freely standing in reverberation chamber

Equivalent absorption area  
A<sub>eq</sub> of a single object

Frequency [Hz]	A <sub>eq</sub> [m²]
100	2.1
125	2.7
160	2.7
200	3.6
250	3.0
315	3.1
400	2.8
500	2.4
630	2.6
800	2.7
1000	2.5
1250	2.5
1600	2.5
2000	2.5
2500	2.4
3150	2.5
4000	2.7
5000	2.7

Reverberation lab:

ITAP GmbH

Date of test:

18.06.2013

Volume:

200 m³

Temperature:

19°C

Humidity:

69 %

Akustikbüro Oldenburg

Oldenburg, July 16<sup>th</sup>, 2013

Signature:

Report No. 2013/00037\_M102

USM dispone di rapporti di controllo che possono essere richiesti, in caso di necessità, per la realizzazione di progetti.



## Valori convincenti

I sistemi di arredamento USM Haller e gli USM Privacy Panels possono sostituire le superfici fonoassorbenti sul soffitto e sulle pareti, sia se utilizzati singolarmente, sia se idealmente in combinazione tra loro.

Gli esempi che seguono mostrano quali materiali fonoassorbenti sono necessari come supplemento o come sostituzione di pareti, pavimenti e mobili convenzionali, per ottenere il necessario valore nominale del tempo di riverberazione ottimale secondo la norma DIN 18041. Viene dimostrato come questa superficie si riduce utilizzando i prodotti USM al posto di mobili non ottimizzati per avere un impatto sull'acustica.





# Ufficio open space

Larghezza della stanza: 21.90 m    Lunghezza della stanza: 15.00 m    Altezza della stanza: ca. 2.75 m

In un ambiente di lavoro open space con una superficie di approssimativamente 330 m<sup>2</sup>, 30 luoghi di lavoro e due aree per le riunioni, si può raggiungere un tempo nominale di riverberazione di 0,78 s  $\pm$  20 % per l'intera gamma di frequenze:

## Variante 1

Mobili convenzionali  
21 m<sup>2</sup> di parete fonoassorbente

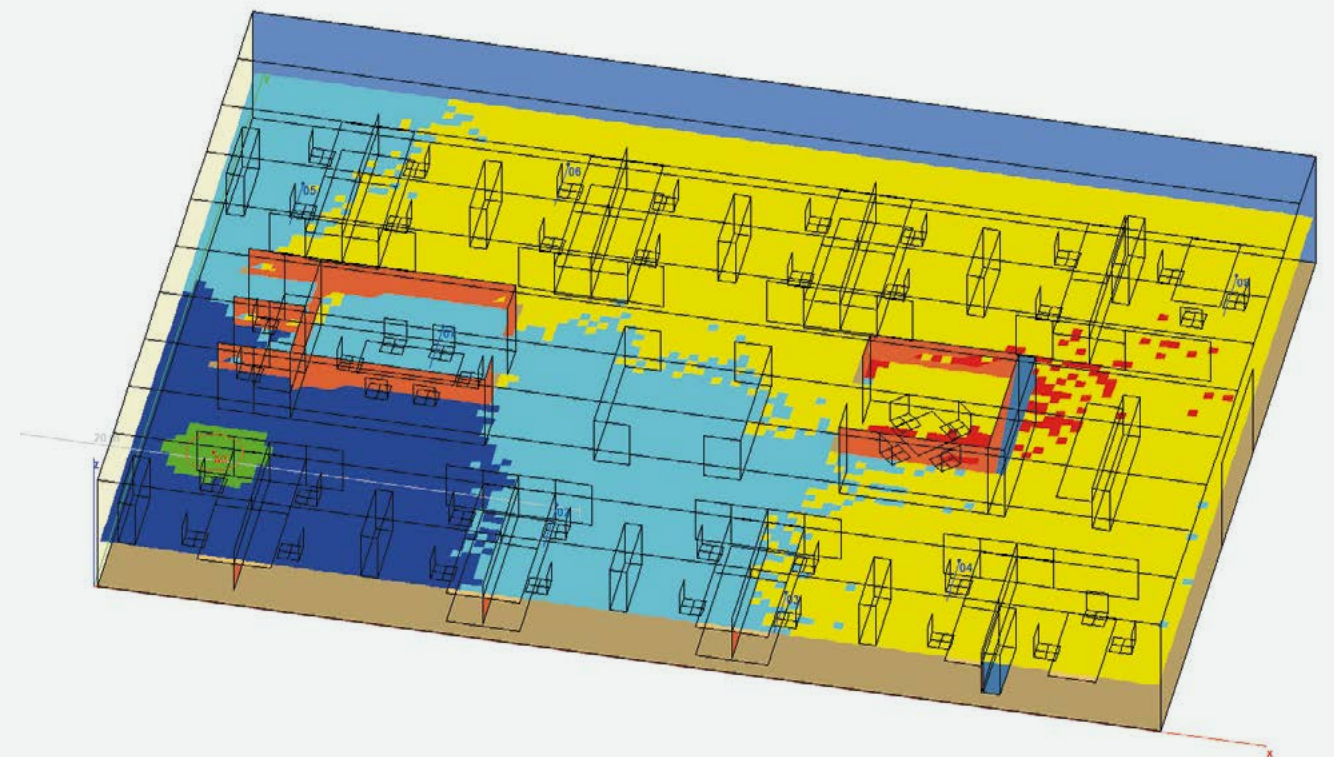
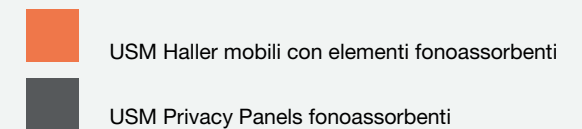
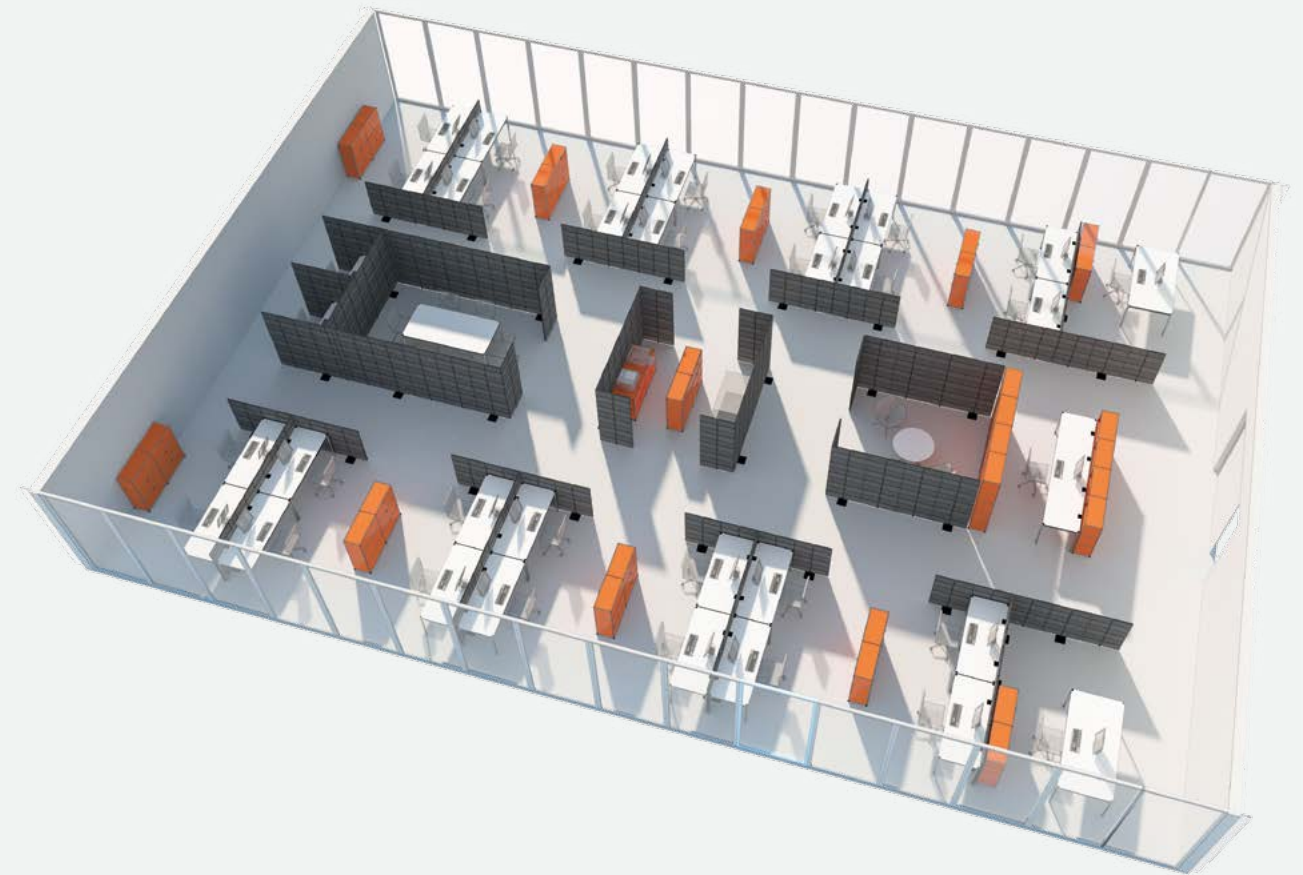
Soffitto acustico 100%

## Variante 2

USM Haller mobili con elementi fonoassorbenti  
USM Privacy Panels  
Soffitto acustico 20%

## Risultato

L'80% in meno di superficie fonoassorbente sul soffitto grazie agli elementi fonoassorbenti degli USM Haller mobili (ripiani fonoassorbenti su tutti e quattro i lati). Inoltre, per ottenere una buona acustica dell'ambiente, è possibile creare con gli USM Privacy Panels importanti schermature tra le postazioni di lavoro.





# Sala conferenze / riunioni

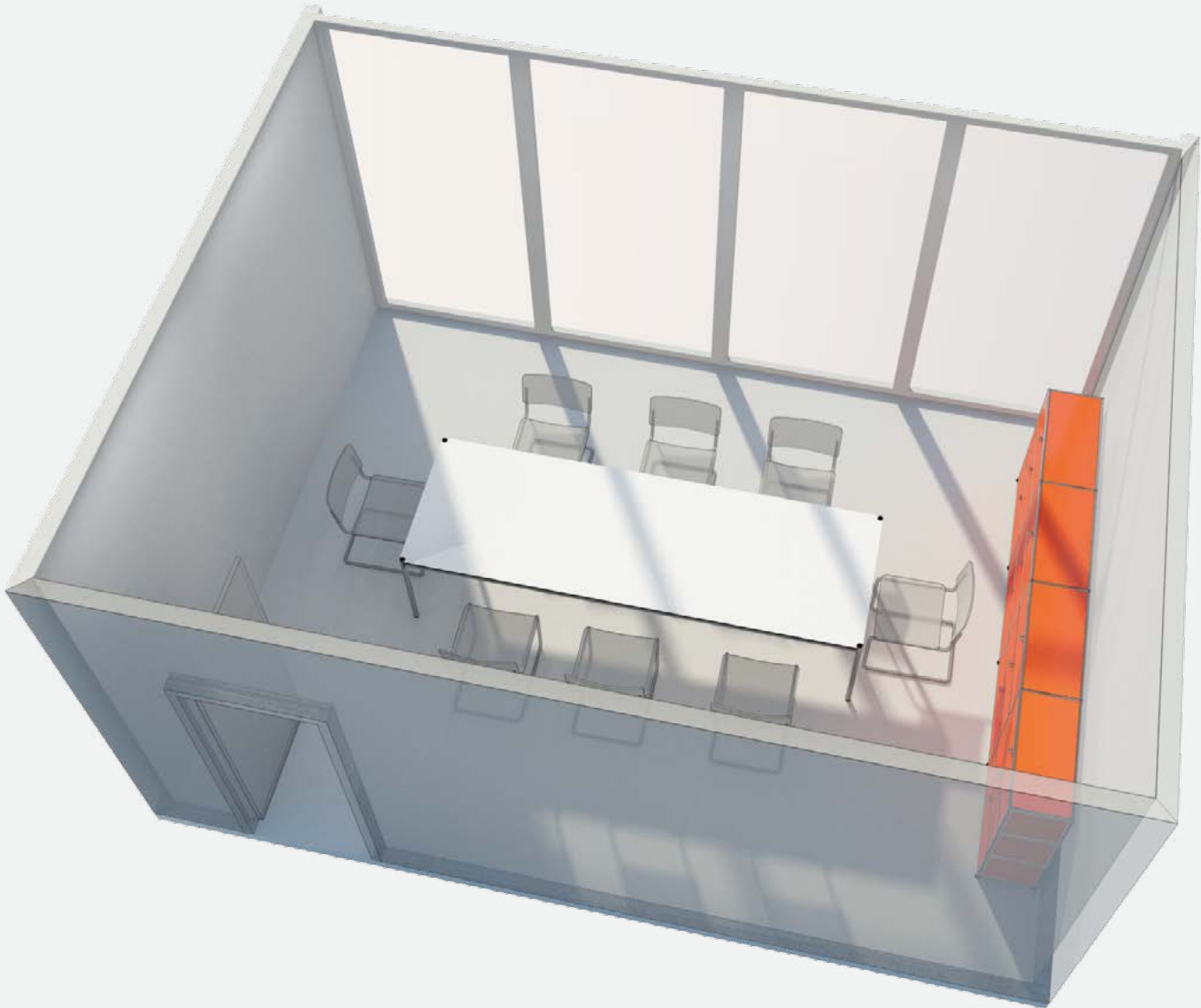
Larghezza della stanza: 5.40 m    Lunghezza della stanza: 4.10 m    Altezza della stanza: ca. 2.75 m

In una sala conferenze con una superficie di ca. 22 m², si può ottenere un valore nominale del tempo di riverberazione ottimale di 0,5 s ± 20% nell'intero campo di frequenze con:

Variante 1	Variante 2
Mobili convenzionali	USM Haller mobili con elementi fonoassorbenti
Soffitto acustico 90%	Soffitto acustico 60%

In ambienti destinati a riunioni o videoconferenze è essenziale la massima intelligibilità del linguaggio che viene ottenuta con breve tempo di riverberazione.

**Risultato**  
Il 30% in meno di superficie fonoassorbente sul soffitto grazie agli elementi fonoassorbenti degli USM Haller mobili (elementi fonoassorbenti in metallo su tutti e quattro i lati).



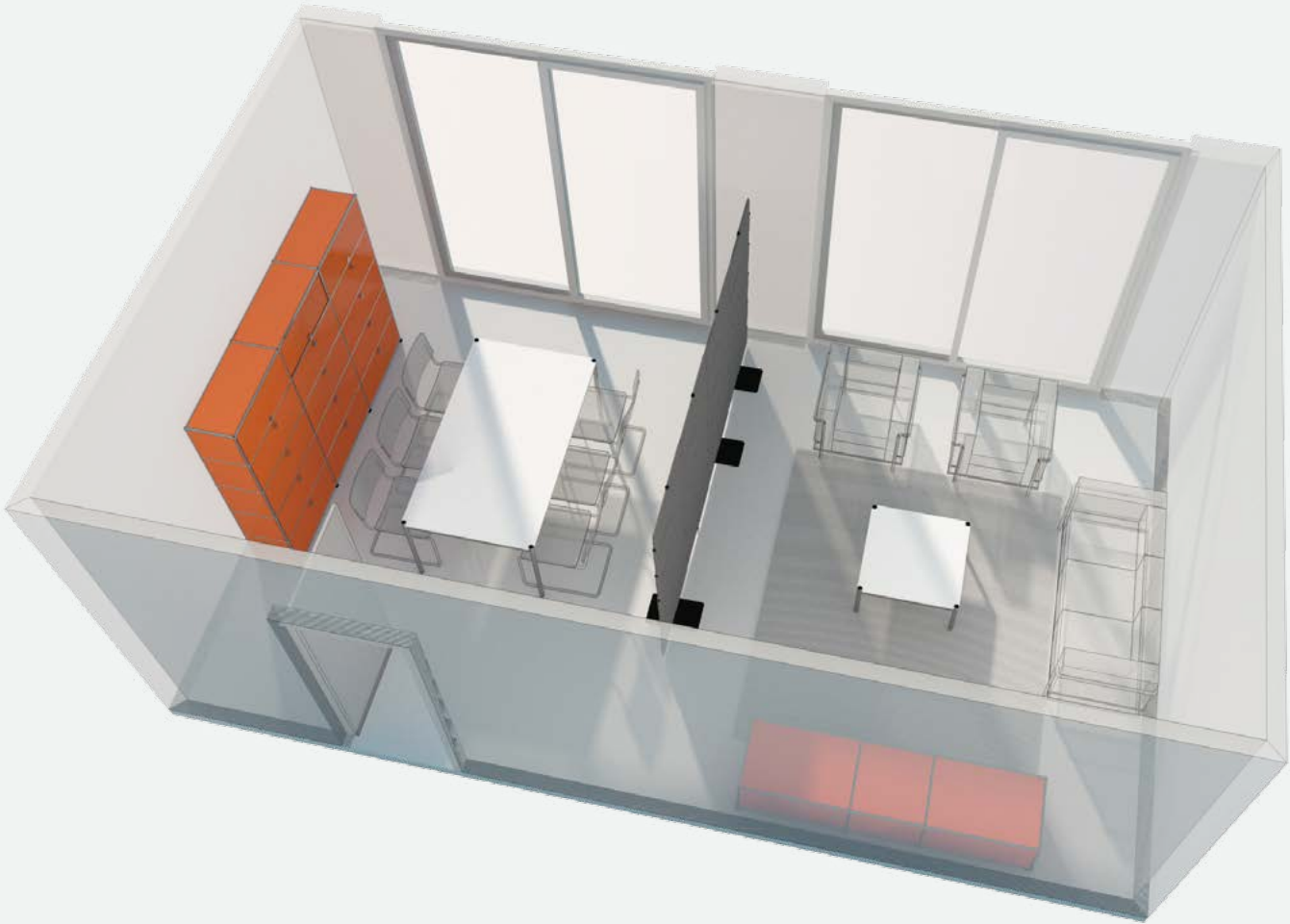
# Sala d’attesa / abitazione

Larghezza della stanza 5,40 m    Lunghezza della stanza: 4,10 m    Altezza della stanza: ca. 2,75 m

In una sala d’attesa o in un’abitazione, con una superficie di ca. 22 m², il valore nominale del tempo di riverberazione ottimale di 0,5 s ± 20% nell’intero campo di frequenze può essere ottenuto in varie modalità:

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Mobili convenzionali	USM Haller mobili con elementi fonoassorbenti	USM Haller mobili con elementi fonoassorbenti
Soffitto acustico 100%	Soffitto acustico 40%	10 m² di USM Privacy Panels

**Risultato**  
È possibile rinunciare completamente (100%) a un soffitto acustico con l’utilizzo di elementi fonoassorbenti per USM Haller mobili e degli USM Privacy Panels.



- USM Haller mobili con elementi fonoassorbenti
- USM Privacy Panels fonoassorbenti



Grazie a quali superfici riesco a creare condizioni uditive ottimali in un ambiente?



## Valori aggiunti grazie a una buona acustica degli interni



The background of the entire page is a solid dark red color. Overlaid on this background is a series of concentric circles in a lighter shade of red. These circles are centered on the page and expand outwards, creating a ripple effect. The circles are thin and closely spaced, especially towards the center.

Selezione di  
progetti  
realizzati



## Sede degli uffici della CTP – una nave da carico sulla terraferma

A volte l'architettura diventa narrativa – come per questo simbolico edificio nei pressi di Amburgo. Il progetto dell'architetto di Rellinger, Jürgen Waskow, ci racconta in modo variegato del core business della CTP Service GmbH, un'impresa di trasporto navale e di logistica, con una lunga tradizione alle spalle, e del suo amministratore, il Capitano Thomas Pöttsch.

### Il vecchio e il nuovo

La sede principale della CTP Service GmbH è un ensemble di due edifici. Una villa storica, situata nella parte anteriore della proprietà, è stata innanzitutto restaurata e quindi ristrutturata secondo gli standard moderni, in modo da accogliere ambienti destinati alla socializzazione e ai momenti di pausa, una cucina e la mensa per i collaboratori. Guardando l'ampliamento di nuova costruzione (v. foto) si potrebbe quasi pensare che una moderna nave cargo abbia direttamente «ormeggiato» accanto alla villa.

Le forme e i materiali riconducono ai motivi marittimi, giocando con il pensiero dell'osservatore e le sue associazioni mentali. Ecco che si delinea un ponte di comando, una ciminiera, che in realtà comprende un'uscita, finestre come oblò, un parapetto aperto. Anche all'interno, come d'uso in una nave cargo, i materiali principali devono essere a vista: nulla viene nascosto, tutte le funzioni devono restare riconoscibili. Calcestruzzo a vista, acciaio, vetro e un pavimento di cemento scuro conferiscono personalità all'ambiente; condutture e tracce dei cavi sono anch'esse a vista. Le porte originali dei container, verdi e rosse, fiancheggiano l'area d'ingresso del nuovo edificio.





## Una realtà lavorativa aperta

Apertura al mondo e adamantina trasparenza dell'azienda: questo l'obiettivo dichiarato dall'architetto e architettonicamente concretizzato. Per ricreare percorsi brevi e una massima facilità nella comunicazione, sono stati creati, sul piano di uffici open space del nuovo ufficio, dei collegamenti visivi tra tutte le aree di lavoro, incluse quelle dei direttori. Piccoli spazi inseriti nell'edificio disturbano o ostacolano i processi lavorativi. Il piano terra e il primo piano sono facilmente collegati da due grandi ambienti molto ariosi, cinti da balaustre in vetro.



## Mobili da ufficio a effetto acustico

Considerando il progetto architettonico e le superfici riverberanti che costituivano gli ambienti, è stato subito chiaro che una particolare attenzione doveva essere dedicata all'acustica degli interni. Per questo il Dr. Christian Nocke, dello studio Akustikbüro di Oldenburg, è stato coinvolto sin dall'inizio nel progetto di ampliamento. In combinazione con i singoli elementi per il soffitto, sospesi sopra le aree di lavoro, i sistemi di arredamento USM Haller, ottimizzati con elementi fonoassorbenti, provvedono alla buona acustica in tutto l'ambiente e di conseguenza a creare le migliori condizioni lavorative. A differenza dei sistemi di arredamento USM Haller di tipo classico, l'effetto fonoassorbente è dato in questo caso dalle ante e dagli elementi in metallo con superficie perforata. Uno speciale feltro fonoassorbente altamente performante e la dimensione dei mobili consentono l'assorbimento del suono. Grazie a una precisa pianificazione dell'acustica architettonica si è potuto determinare il numero degli elementi perforati in metallo necessari e il posizionamento ideale dei mobili nella stanza. La misurazione effettuata al completamento dei lavori, ha dimostrato chiaramente quanto sia stata migliorata l'acustica grazie a questi mobili per ufficio, senza essere obbligati a modificare le superfici a vista e la struttura dello spazio con pareti provvisorie o strutture inserite a posteriori.







## Edificio amministrativo della ditta Schöck – lavorare rilassati

L'ISOKORB Schöck è un noto materiale da costruzione prefabbricato. Da oltre 40 anni, a Steinbach, una frazione di Baden-Baden, una complessa area aziendale, con edifici amministrativi e per la produzione della ditta Schöck, cresce, un passo per volta. Qui si trova la sede principale dell'azienda, attiva in tutto il mondo, che produce un materiale da costruzione prefabbricato e standardizzato che contribuisce in prima linea a evitare ponti termici o rumori da calpestio negli edifici.

### Trasparenza e permeabilità

Innovazione e orientamento al cliente sono i principi essenziali della filosofia aziendale Schöck, come anche l'attenzione verso i collaboratori per i quali vengono create le migliori condizioni lavorative. Uno degli obiettivi fondamentali è quello di eliminare, secondo le possibilità reali, i piccoli ambienti chiusi e di allestire al loro posto dei grandi uffici open-space, coerentemente al modello ispiratore di una comunicazione interna aperta e diretta. La riqualificazione e il rinnovamento di tutti gli edifici amministrativi, tra cui un edificio di cinque piani esistente dagli anni '70, hanno offerto le migliori condizioni per attuare creativamente una tale idea di trasparenza e permeabilità.







## Massimi standard energetici e alta qualità degli uffici

L'edificio è stato adattato agli attuali standard energetici secondo i progetti degli architetti Herzog e Wolz. La vecchia armatura del tetto è stata sostituita da un nuovo tetto piatto a elevata coibentazione e ricoperto di piante, sul quale è stato anche installato un impianto fotovoltaico. La facciata è stata, allo stesso modo, ulteriormente coibentata e completata con una pregiata vetrificazione tripla.

All'interno, gli architetti hanno completamente eliminato l'organizzazione dello spazio preesistente. Sono rimaste solo le pareti esterne insieme ai supporti portanti in acciaio. Con tale spazio a disposizione hanno creato una moderna realtà lavorativa per 170 collaboratori con aree di lavoro aperte, ma chiaramente delineate in zone, sale riunioni e caffetterie separate da pareti in vetro. L'atmosfera confortevole è stata esplicitamente richiesta; essa si accorda con i soffitti e le pareti di colore chiaro, tracce dei cavi nascoste e un pavimento in legno chiaro in rovere massiccio.

## Come ottenere una buona acustica degli interni in due mosse

Due sono i provvedimenti da attuare per ottenere un'acustica degli interni ottimale in un ufficio open-space: da una parte, soffitti e pareti fonoassorbenti, dall'altra i sistemi di arredamento USM Haller ottimizzati per migliorare l'acustica con elementi in metallo perforati, corredati di un feltro fonoassorbente altamente performante. In collaborazione con il Dr. Christian Nocke dello studio Akustikbüro di Oldenburg, i mobili sono stati adattati ad hoc alle condizioni degli ambienti a cui erano destinati e la loro efficacia è stata dimostrata da precise misurazioni. Oltre ai USM Haller mobili, che hanno contribuito in maniera importante alla suddivisione dell'ambiente in aree diverse, le postazioni di lavoro negli uffici Schöck sono anche attrezzate con scrivanie regolabili elettricamente in altezza che permettono di lavorare sia da seduti, sia in piedi (tavoli USM Kitos).



## **Svizzera**

USM U. Schärer Söhne AG  
Thunstrasse 55, 3110 Münsingen  
Telefono +41 31 720 72 72, info.ch@usm.com

## **Germania**

USM U. Schärer Söhne GmbH  
Siemensstraße 4a, 77815 Bühl  
Telefono +49 72 23 80 94 0, info.de@usm.com

## **Francia**

USM U. Schärer Fils SA, Showroom  
23, rue de Bourgogne, 75007 Paris  
Telefono +33 1 53 59 30 37, info.fr@usm.com

## **Regno Unito**

USM U. Schaerer Sons Ltd., London Showroom  
Ground Floor, 49–51 Central St., London, EC1V 8AB  
Telefono +44 207 183 3470, info.uk@usm.com

## **USA**

USM U. Schaerer Sons Inc., New York Showroom  
28–30 Greene Street, New York, NY 10013  
Telefono +1 212 371 1230, info.us@usm.com

## **Giappone**

USM U. Schaerer Sons K.K., Tokyo Showroom  
Marunouchi MY PLAZA 1 · 2F  
2-1-1 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005  
Telefono +81 3 5220 2221, info.jp@usm.com

**Tutti gli altri Paesi possono  
contattare USM Svizzera.**

**[www.usm.com](http://www.usm.com)**