



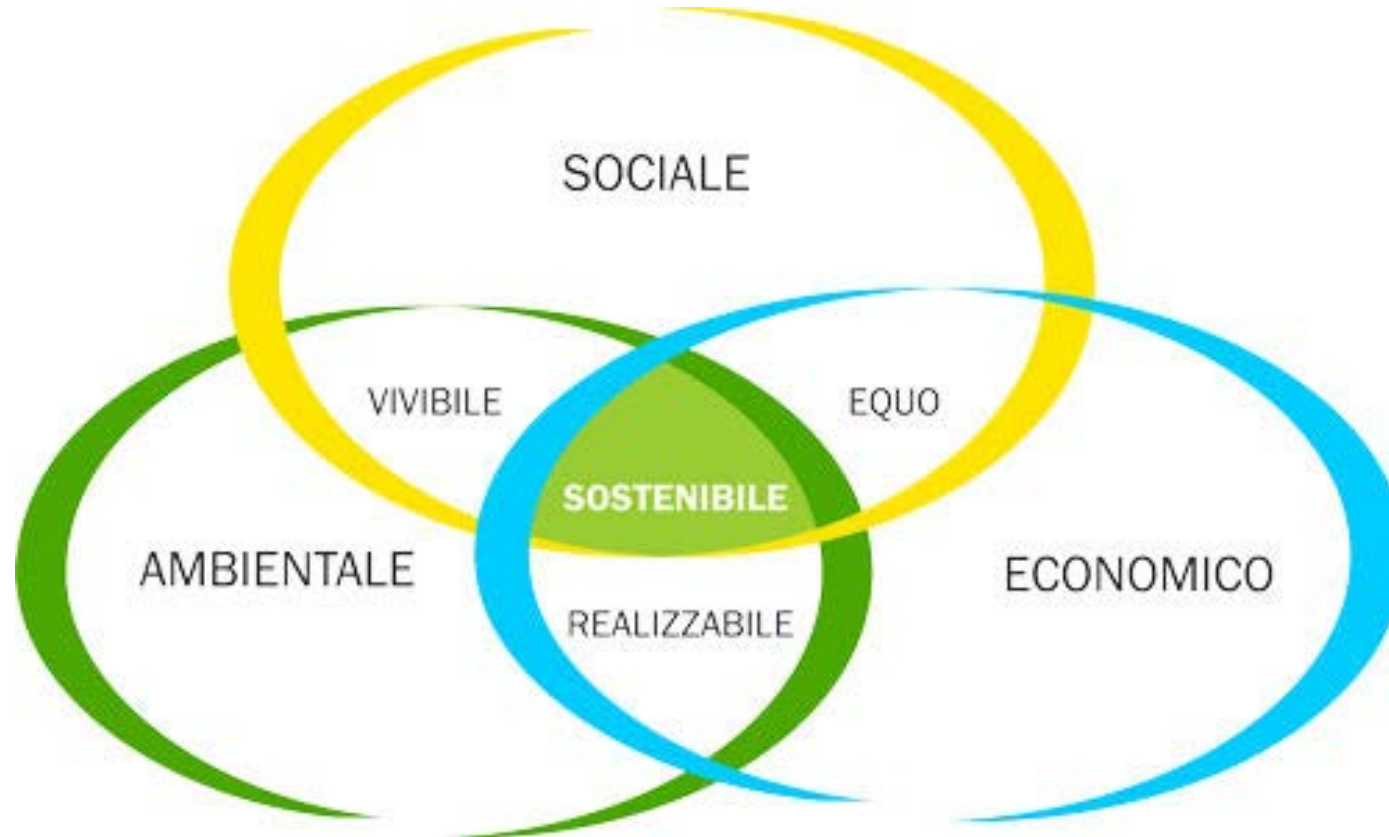
Edifici sostenibili dal punto di vista ambientale, economico e sociale

Ing. Stefano Benedetti

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

Acustica e sostenibilità?

Il concetto di sostenibilità si fonda su tre aspetti



Obiettivo: costruire una società migliore per tutti

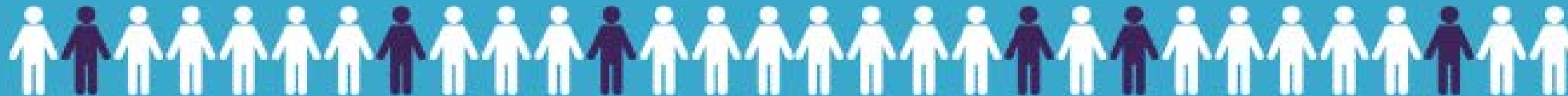


**European
Environment
Agency**

Inquinamento acustico

L'inquinamento acustico costituisce una crescente preoccupazione ambientale. Il rumore disturba il sonno e rende più difficile l'apprendimento scolastico. Inoltre, può causare o aggravare molti problemi di salute. In Europa, la più importante fonte di rumore ambientale è il traffico stradale.

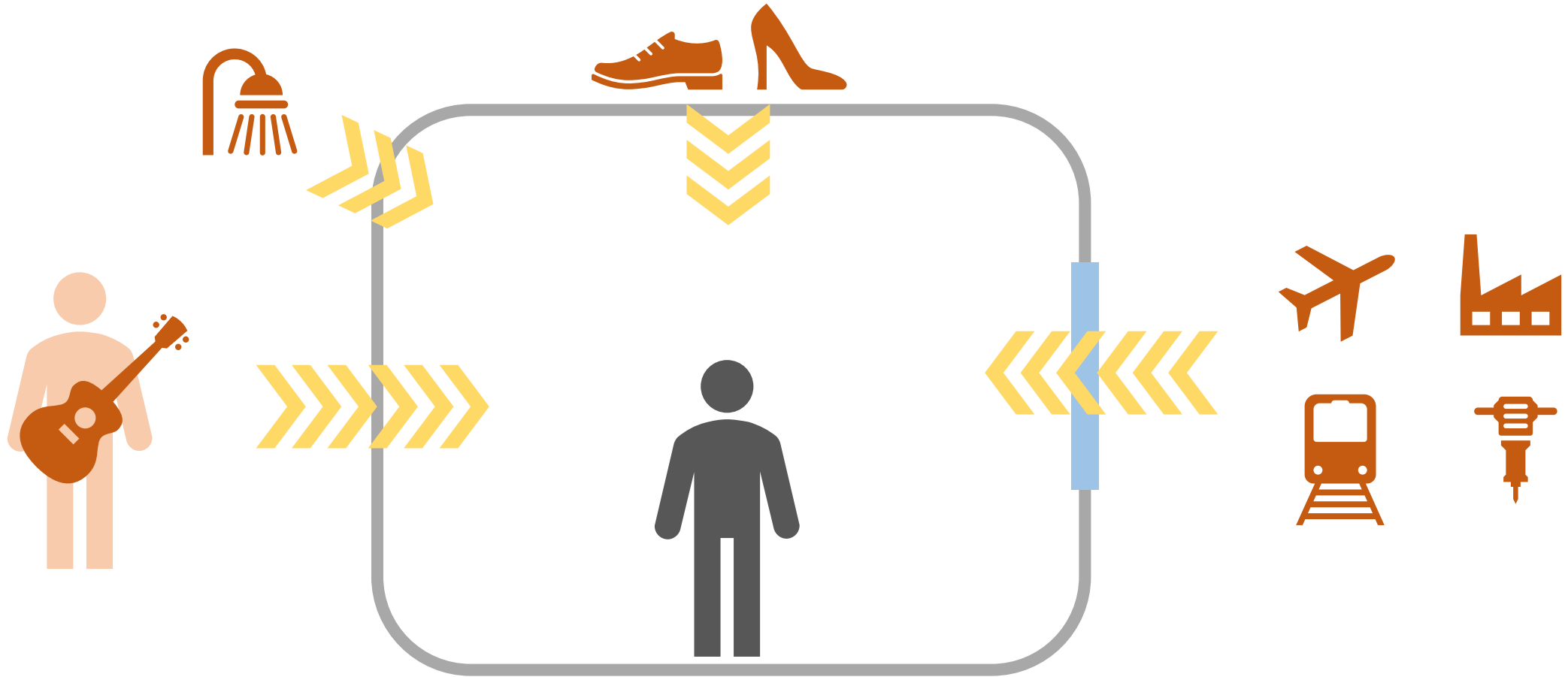
Il 20 % della popolazione dell'UE, vale a dire una persona su cinque, vive in zone in cui i livelli di rumore sono considerati nocivi per la salute.



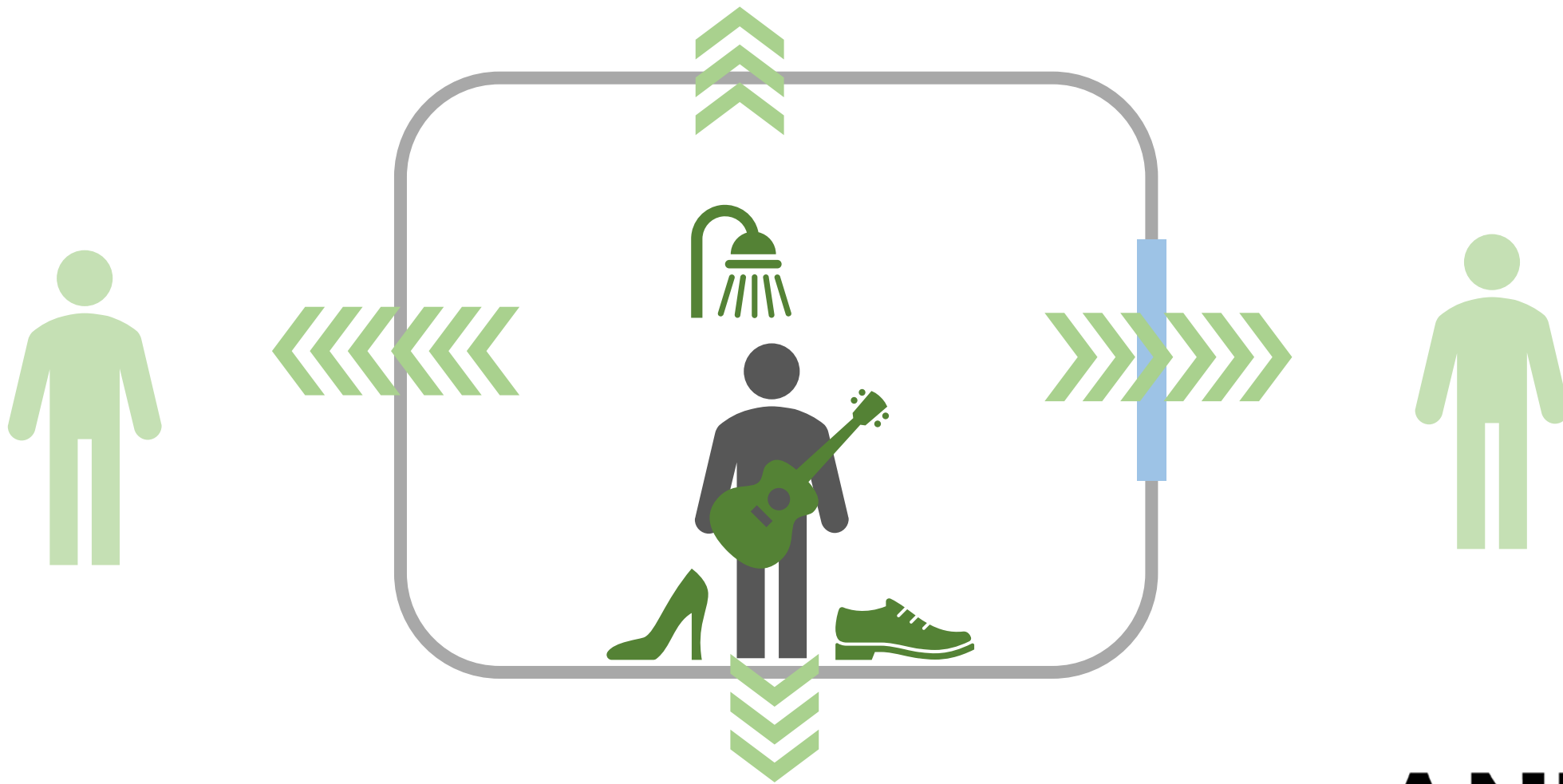
**QUALI SONO I NOSTRI BISOGNI
PER AMBIENTI
«ACUSTICAMENTE CONFORTEVOLI»?**



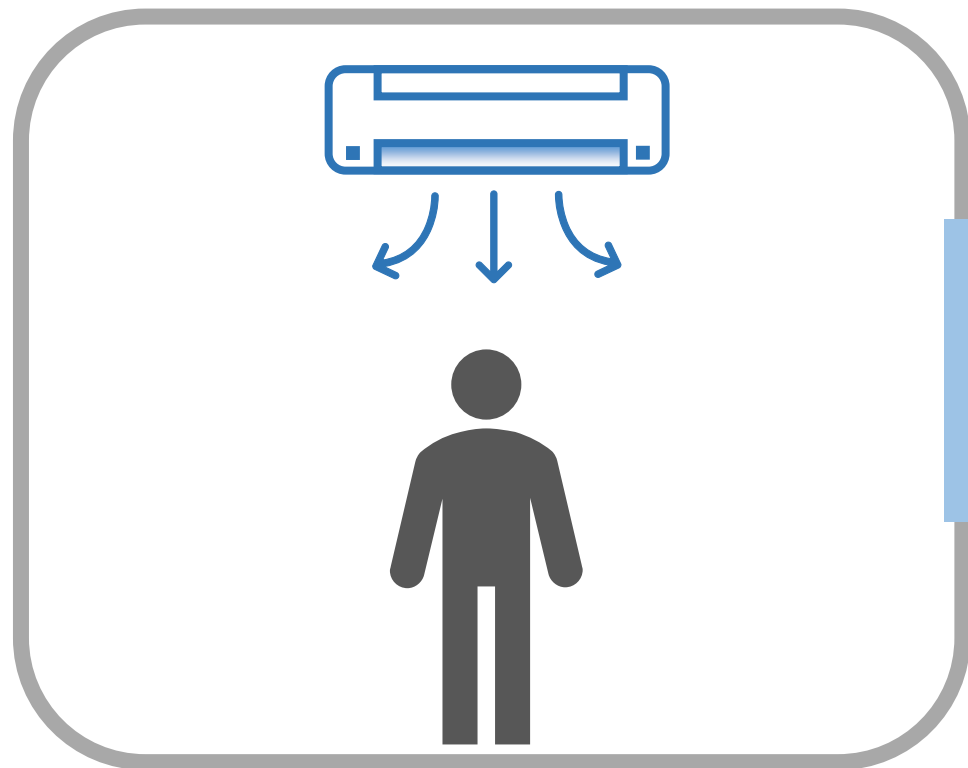
Adeguato isolamento a rumori «ESTRANEI»



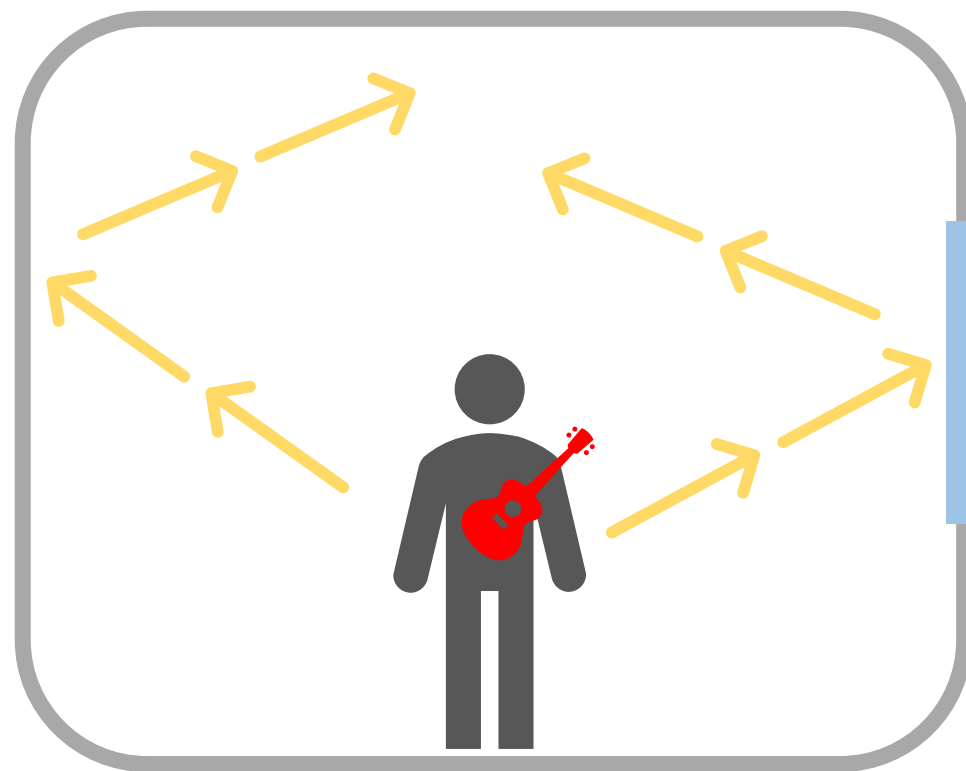
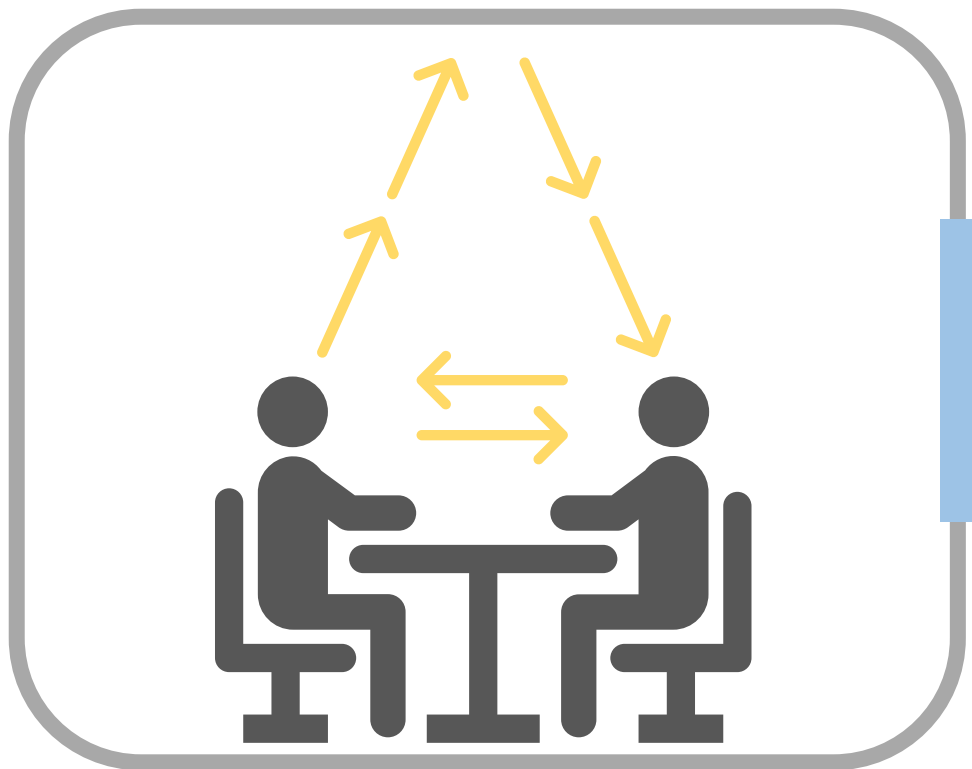
Adeguata «PRIVACY ACUSTICA»



Ridotta rumorosità impianti interni



Adeguata comprensione del parlato e riverberazione



Protocolli di sostenibilità: acustica



7 COMFORT ACUSTICO

7.1 Requisiti per il fonoisolamento

Nella seguente tabella sono indicati i limiti di fonoisolamento da rispettare:

Tabella N11: limiti di fonoisolamento per le diverse categorie di edifici

| | | | Edifici residenziali e ricettivi | Uffici, attività commerciali e ricreative | Ospedali, case di cura |
|---|---|---------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| | | | Cat. A, C | Cat. B, F, G | Cat. D |
| Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata | | $D_{2m,nT,w}$ | ≥ 40 dB | ≥ 42 dB | ≥ 45 dB |
| Potere fonoisolante apparente | di divisori verticali e orizzontali fra ambienti di diverse unità | R'_{w} | ≥ 50 dB ≥ 55 dB* | ≥ 50 dB | ≥ 55 dB |
| Livello di rumore da calpestio | fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti di differenti unità | L'_{nw} | ≤ 58 dB | ≤ 55 dB | ≤ 58 dB |
| Rumore di impianti | a funzionamento continuo | L_{ic} | ≤ 32 dB (A) | ≤ 32 dB (A) | ≤ 25 dB (A) |
| | a funzionamento discontinuo | L_{id} | ≤ 35 dB (A) ≤ 32 dB (A)* | ≤ 35 dB (A) | ≤ 35 dB (A) |

Categorie ai sensi della classificazione degli ambienti abitativi del DPCM 05/12/1997
 L_{ic} e L_{id} definiti come da norma UNI 11367:2010

* Limiti per edifici ricettivi

Protocolli di sostenibilità: acustica



PROTOCOLLO ITACA Nazionale 2011

EDIFICI SCOLASTICI

| CRITERIO D.5.6 | Destinazione d'uso | Criterio valido per: | |
|---|--|----------------------|------------------|
| | SCUOLE | Nuova costruzione | Ristrutturazione |
| Qualità acustica dell'edificio | | | |
| AREA DI VALUTAZIONE | CATEGORIA | | |
| D. Qualità ambientale indoor | D.5 Benessere acustico | | |
| ESIGENZA | PESO DEL CRITERIO | | |
| Protezione dai rumori esterni ed interni all'edificio. | nella categoria | nel sistema completo | |
| INDICATORE DI PRESTAZIONE | UNITA' DI MISURA | | |
| Valutazione acustica globale dell'edificio | - | | |
| SCALA DI PRESTAZIONE | | | |
| | | | PUNTI |
| NEGATIVO | Uno o più requisiti acustici non raggiungono la prestazione base | | -1 |
| SUFFICIENTE | La maggioranza dei requisiti acustici raggiunge la prestazione base | | 0 |
| BUONO | La maggioranza dei requisiti acustici raggiunge la prestazione superiore | | 3 |
| OTTIMO | Tutti i requisiti acustici raggiungono la prestazione superiore | | 5 |
| METODO E STRUMENTI DI VERIFICA | | | |
| Per il calcolo dell'indicatore di prestazione e relativo punteggio, si proceda come segue: | | | |
| 1. Calcolare, per ciascun ambiente dell'unità immobiliare*, i requisiti acustici (pertinenti all'unità immobiliare considerata) del prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI 11367. | | | |
| Nel caso in cui l'ambiente soggetto alla verifica non confini con ambienti di altre unità immobiliari (con destinazioni d'uso diversa da quella considerata), calcolare, per ciascun ambiente, i seguenti requisiti acustici, applicando il modello di calcolo definito nelle seguenti norme: | | | |
| - UNI/TR 11175; | | | |
| - UNI EN 12354-3 (indice di valutazione dell'isolamento di facciata D2m,nT,w); | | | |
| - UNI EN 12354-1 (isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare DnT,w); | | | |
| - UNI EN 12354-1 (isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare DnT,w); | | | |
| - UNI EN 12354-2 (indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'n,w); | | | |
| - UNI EN 12354-5 (livello di rumore immesso da impianti tecnologici LAeq, LASmax). | | | |
| Nel caso in cui invece l'ambiente soggetto alla verifica, confini con ambienti di altre unità immobiliari (anche con destinazioni d'uso diversa da quella considerata), calcolare i seguenti requisiti acustici, applicando il modello di calcolo definito nelle seguenti norme: | | | |
| - UNI/TR 11175 | | | |
| - UNI EN 12354-3 (indice di valutazione dell'isolamento di facciata D2m,nT,w); | | | |
| - UNI EN 12354-1 (indice di valutazione del potere fonisolante apparente di partizioni tra ambienti di differenti unità immobiliari Rw); | | | |
| - UNI EN 12354-2 (indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti di differenti unità immobiliari L'n,w); | | | |
| - UNI EN 12354-5 (livello di rumore immesso da impianti tecnologici LAeq, LASmax). | | | |
| 2. Definire, per ciascun requisito acustico calcolato, la tipologia di prestazione secondo il prospetto A.1 dell' Appendice A della norma UNI 11367. | | | |
| 3. Attribuire a ciascun ambiente dell'edificio il punteggio calcolando la moda dei punteggi ottenuti da ciascun requisito. | | | |
| 4. Individuare lo scenario che meglio descrive le caratteristiche dell'edificio e attribuire il punteggio (moda dei punteggi ottenuti). | | | |
| N.B (1) *Per unità immobiliare si intende "porzione di fabbricato o fabbricato che presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale" (norma UNI 11367). | | | |
| N.B (2) Il calcolo dei requisiti acustici relativi agli impianti (LAeq, LASmax) rimane in sospeso fino a quando la metodologia di calcolo degli stessi è descritta nella norma UNI EN 12354-5, non viene consolidata. | | | |
| Protocollo ITACA Nazionale 2011 - Versione basata su SBTool 2007 di iiSBE | | | |

Protocolli di sostenibilità: acustica



LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION

Traduzione italiana

Aggiornato 08 Novembre 2016

Include:

LEED BD+C: New Construction
LEED BD+C: Core and Shell
LEED BD+C: Schools
LEED BD+C: Retail
LEED BD+C: Data Centers
LEED BD+C: Warehouses and Distribution Centers
LEED BD+C: Hospitality
LEED BD+C: Healthcare



PREREQUISITO EQ - REQUISITI ACUSTICI MINIMI [*MINIMUM ACOUSTIC PERFORMANCE*] Obbligatorio

BD&C

Questo prerequisito si applica a:

- Schools

Finalità [*Intent*]

Creare aule scolastiche che facilitano la comunicazione tra insegnanti e studenti e tra gli studenti attraverso una efficace progettazione acustica.

Requisiti [*Requirements*]

SCHOOLS

Rumore di fondo degli impianti HVAC

Limitare a 40 dBA il livello di rumore di fondo degli impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC) nelle aule e negli ambienti didattici principali. Seguire le metodologie raccomandate e le migliori pratiche per il controllo del rumore degli impianti meccanici suggerite dalla normativa ANSI S12.60-2010, Parte 1, Appendice A.1, dal capitolo 48 *Noise and Vibration Control* (Controllo del rumore e delle vibrazioni) del manuale ASHRAE Handbook Applications HVAC del 2011 inclusi Errata e dalla norma AHRI 885-2008 o da un equivalente locale per progetti al di fuori degli Stati Uniti.

Rumore esterno

Per tutti i siti in cui è presente un elevato inquinamento acustico esterno (Leq di picco su base oraria superiore a 60 dBA durante le ore di lezione), adottare strategie di mitigazione acustica al fine di ridurre al minimo il rumore proveniente dalle sorgenti esterne e controllare la trasmissione sonora tra aule e negli ambienti didattici principali. Sono esentati tutti i progetti situati a una distanza maggiore di 800 metri (0,5 miglia) da qualsiasi sorgente sonora significativa (come ad esempio passaggio di aerei, autostrade, ferrovie, industrie).

Tempo di riverberazione

Rispettare i seguenti requisiti sul tempo di riverberazione.

Aule e ambienti didattici principali con volume inferiore a 566 m³ (20,000 piedi cubici)

Le aule e gli ambienti didattici principali devono essere progettati con l'inclusione di opportune finiture fonoassorbenti in grado di soddisfare i requisiti relativi al tempo di riverberazione previsti dalla normativa ANSI S12.60-2010, Parte 1, *Acoustical Performance Criteria, Design Requirements and Guidelines for Schools* (Criteri di prestazione acustica, Linee guida e requisiti di progetto per le scuole), o da un equivalente locale per progetti al di fuori degli Stati Uniti.

Opzione 1

Per ciascun locale, verificare che l'area totale dei pannelli acustici verticali, delle finiture a soffitto e delle altre superfici fonoassorbenti sia uguale o superiore all'area totale del soffitto dell'ambiente considerato (con esclusione dei sistemi di illuminazione, bocchette di immissione e griglie di ripresa dell'aria). I materiali devono avere un indice NRC pari o superiore a 0.70 per essere inseriti nei calcoli.

OPPURE

Opzione 2

Confermare mediante i calcoli previsti dalla norma ANSI S12.60-2010 che i locali sono progettati per soddisfare ai requisiti relativi ai tempi di riverberazione indicati nella citata norma.

Aule e ambienti didattici principali con volume superiore o uguale a 566 m³

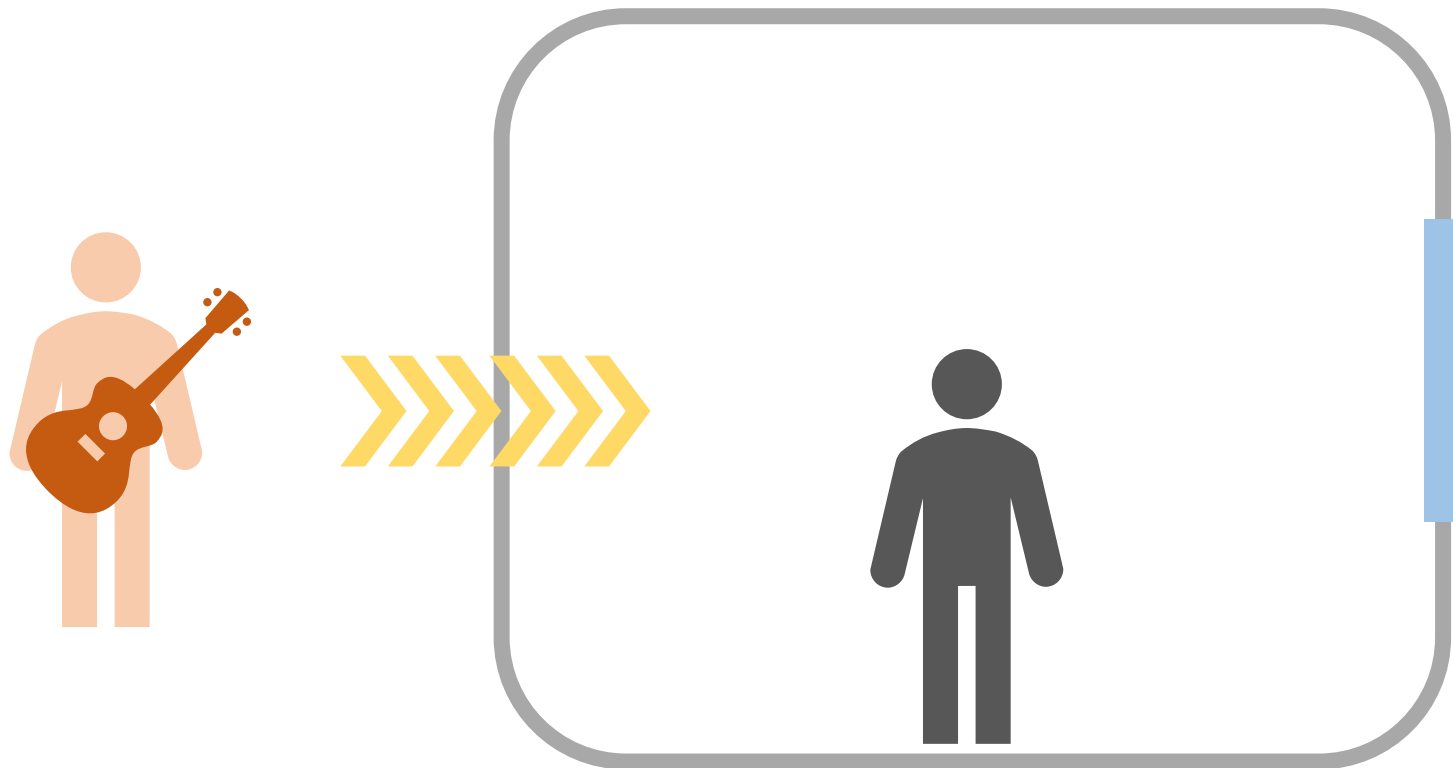
Conseguire i tempi di riverberazione raccomandati per le aule e gli ambienti didattici principali dal NRC-CNRC Construction Technology Update No. 51, *Acoustical Design of Rooms for Speech* del 2002 (Progettazione acustica degli ambienti per il parlato), o da un equivalente locale per progetti al di fuori degli Stati Uniti.

Eccezioni

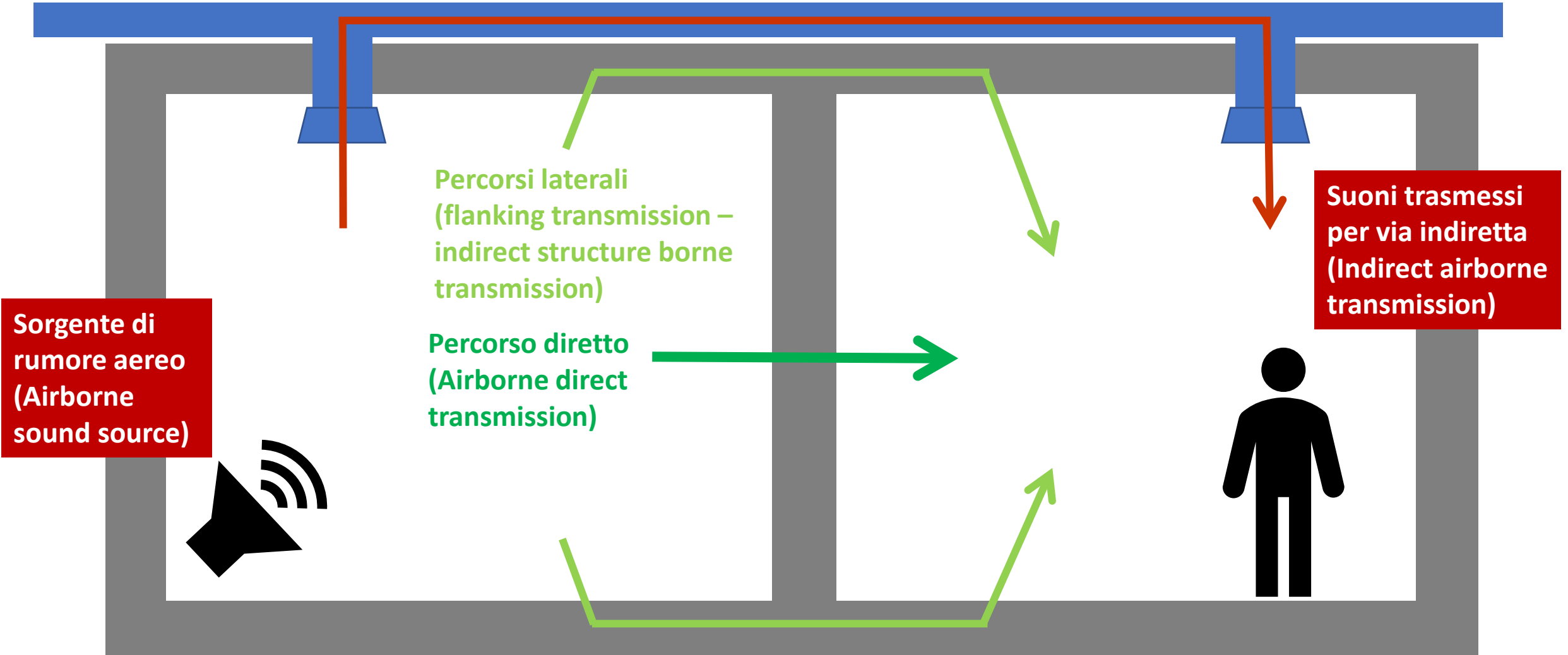
Saranno considerate eccezioni derivate da limitazioni dell'oggetto dei lavori e dal rispetto di vincoli di valenza storica.



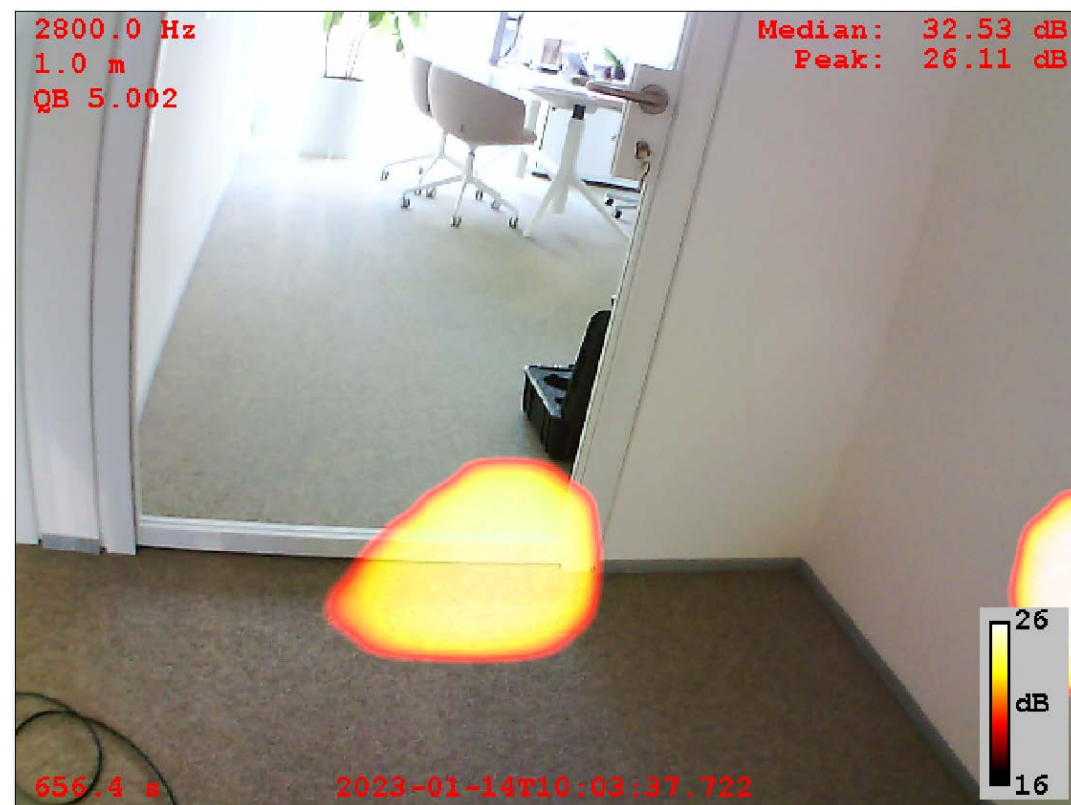
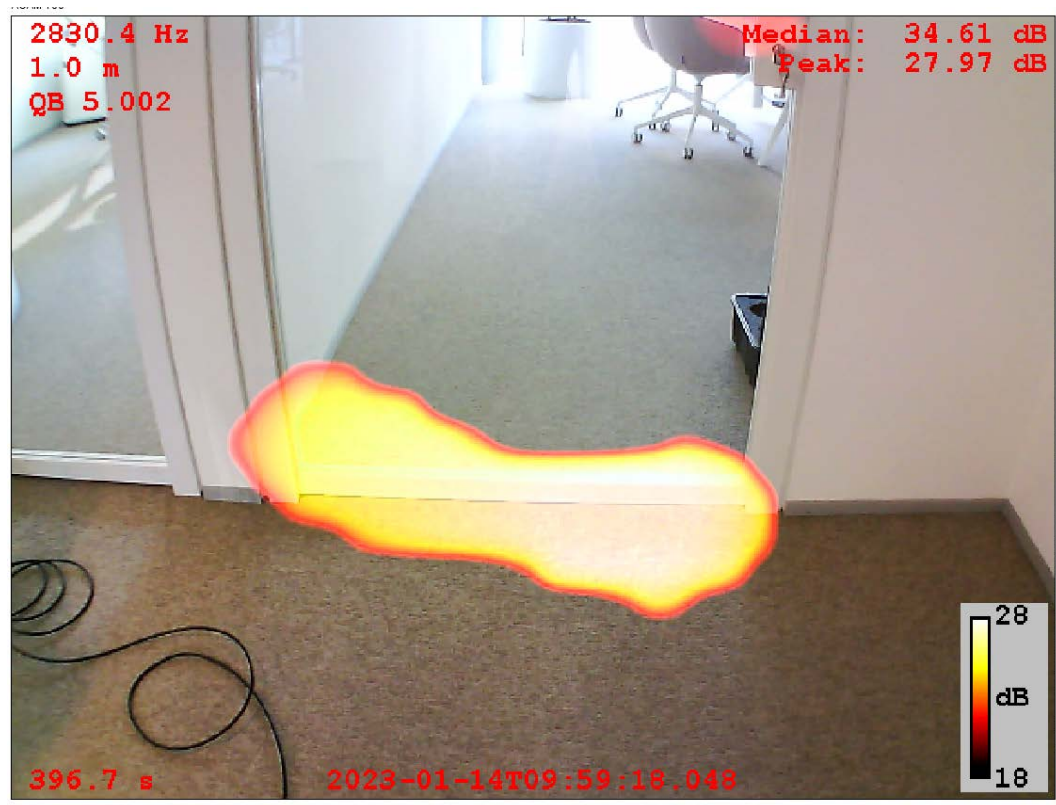
Isolamento ai rumori aerei



Percorsi sonori

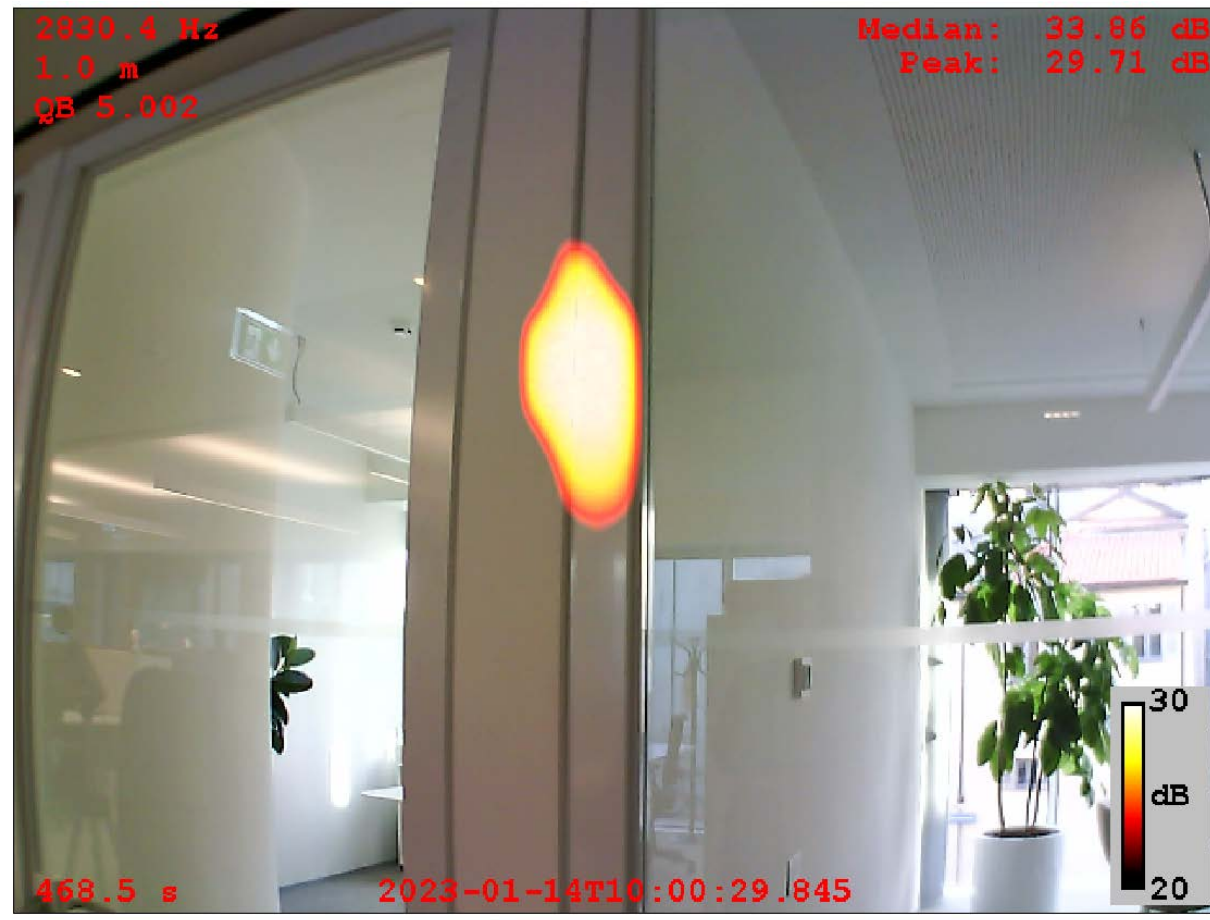


Isolamento ai rumori aerei



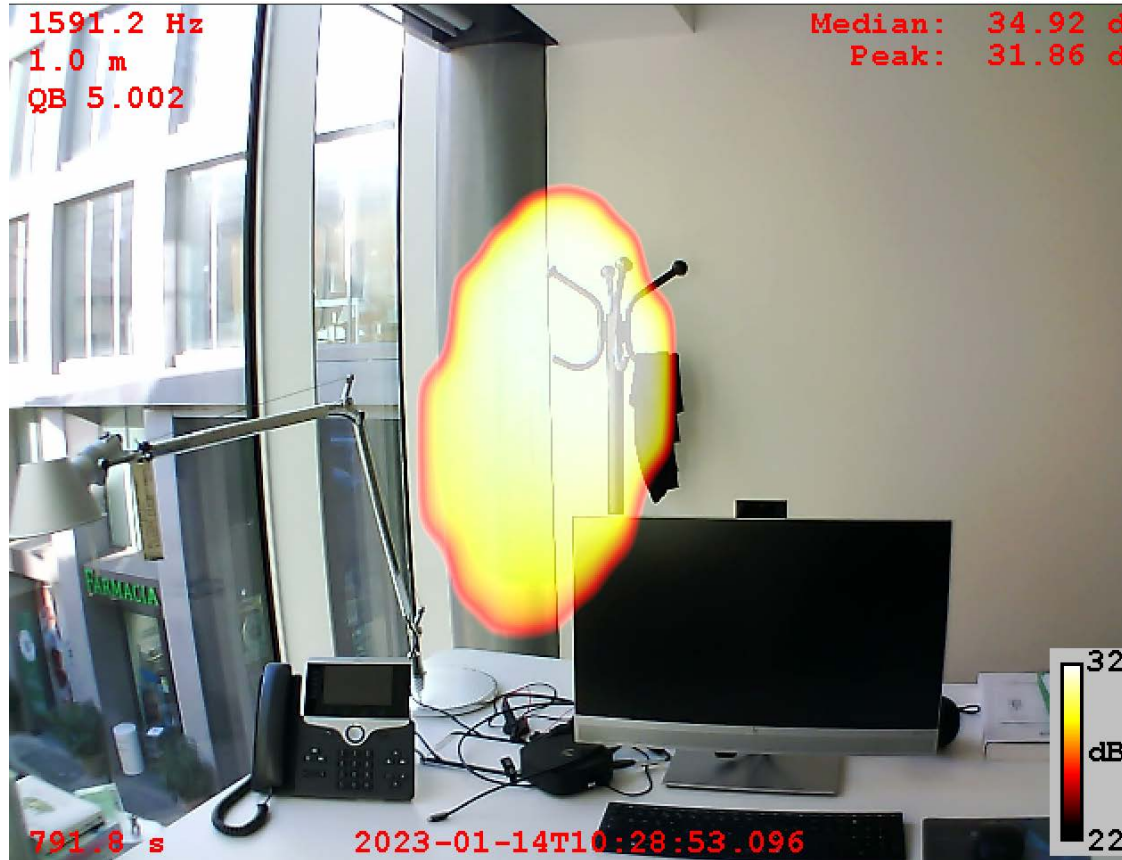
La ghigliottina non chiude in modo corretto, ripristinare!

Isolamento ai rumori aerei



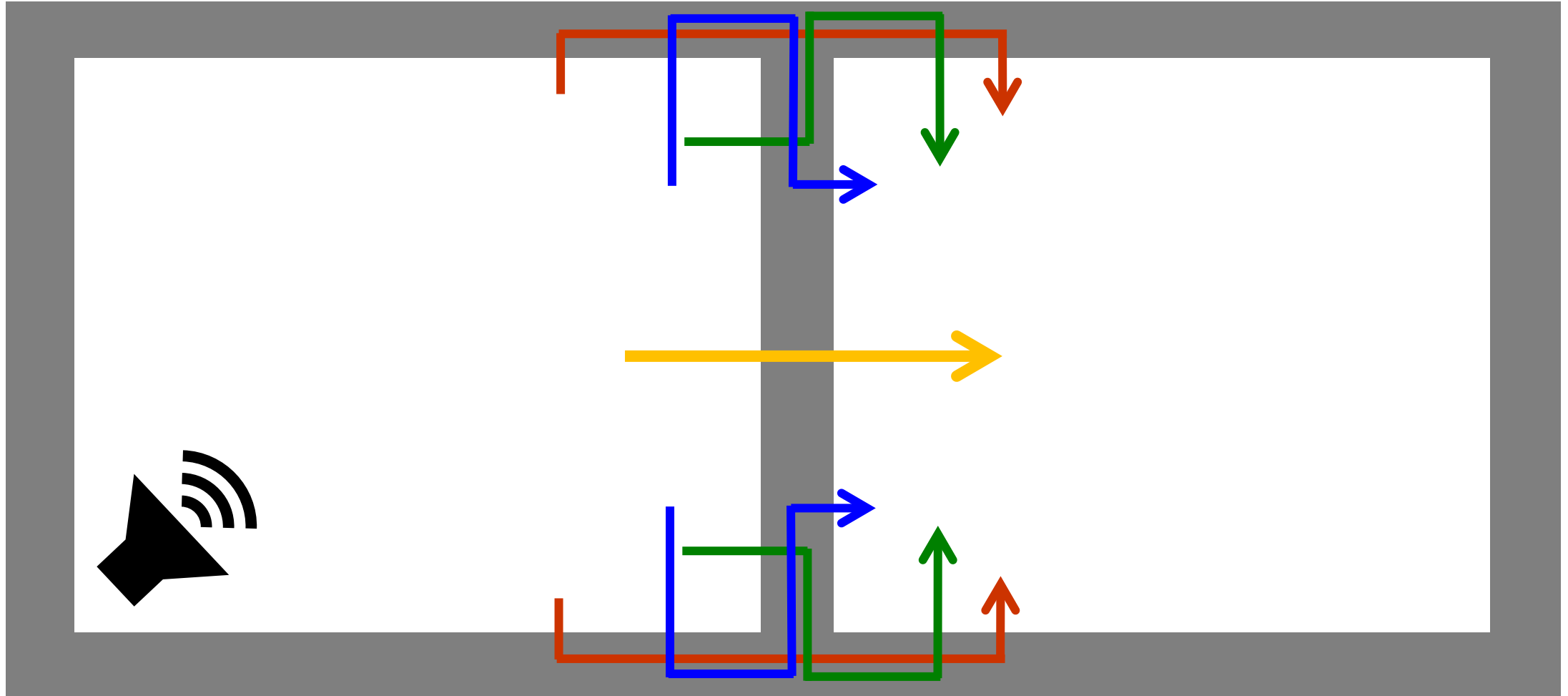
Fessurazione tra telaio mobile e fisso, siliconare!

Isolamento ai rumori aerei

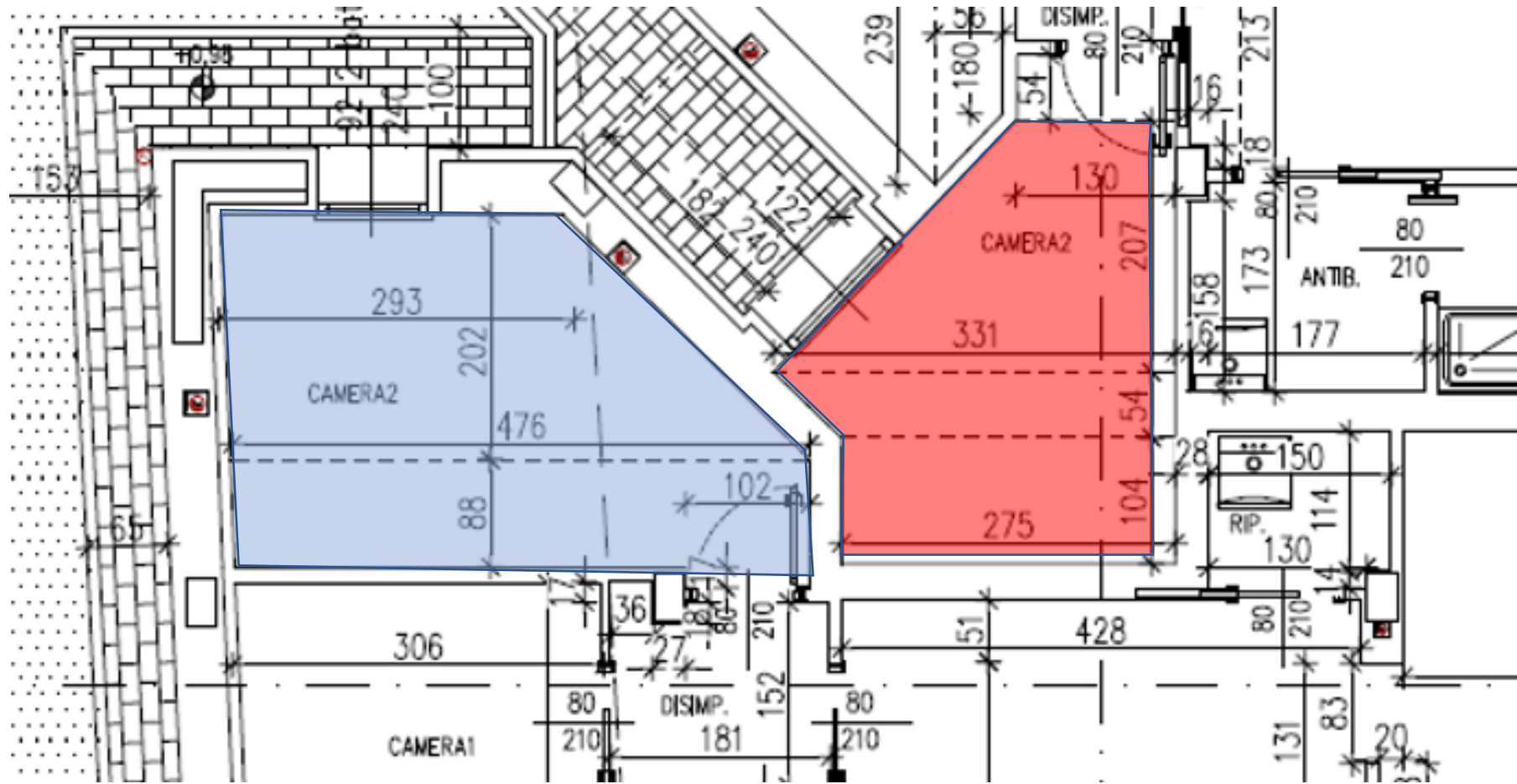


Ripristinare la tenuta totale con silicone, non sono visibili altri passaggi di rumore significativi

Soluzioni tecnologiche



Soluzioni tecnologiche



Soluzioni tecnologiche

Descrizione partizione esaminata:

ui1 camera1 vs ui2 camera2

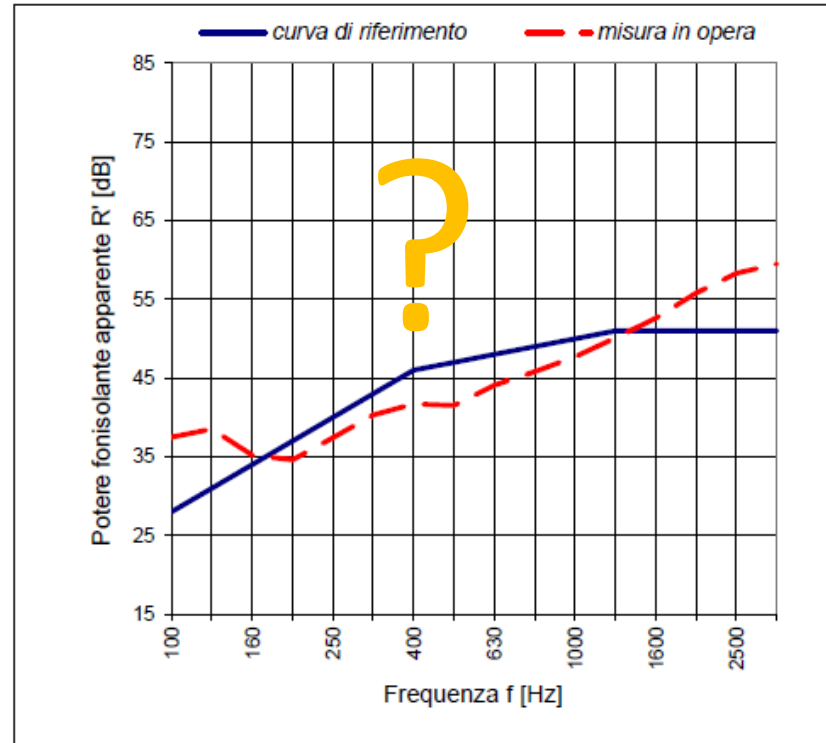
Area "S" della partizione esaminata

4,9 mq

Volume ambiente ricevente:

32,1 mc

| Frequenza f Hz | R' Terzo di ottava dB |
|----------------------|-----------------------------|
| 50 | |
| 63 | |
| 80 | |
| 100 | 37,5 |
| 125 | 38,5 |
| 160 | 35,2 |
| 200 | 34,6 |
| 250 | 37,4 |
| 315 | 40,3 |
| 400 | 41,7 |
| 500 | 41,5 |
| 630 | 44,1 |
| 800 | 45,8 |
| 1000 | 47,7 |
| 1250 | 50,1 |
| 1600 | 52,6 |
| 2000 | 55,8 |
| 2500 | 58,3 |
| 3150 | 59,5 |
| 4000 | |
| 5000 | |



Note:

Valutazione secondo ISO 717-1:

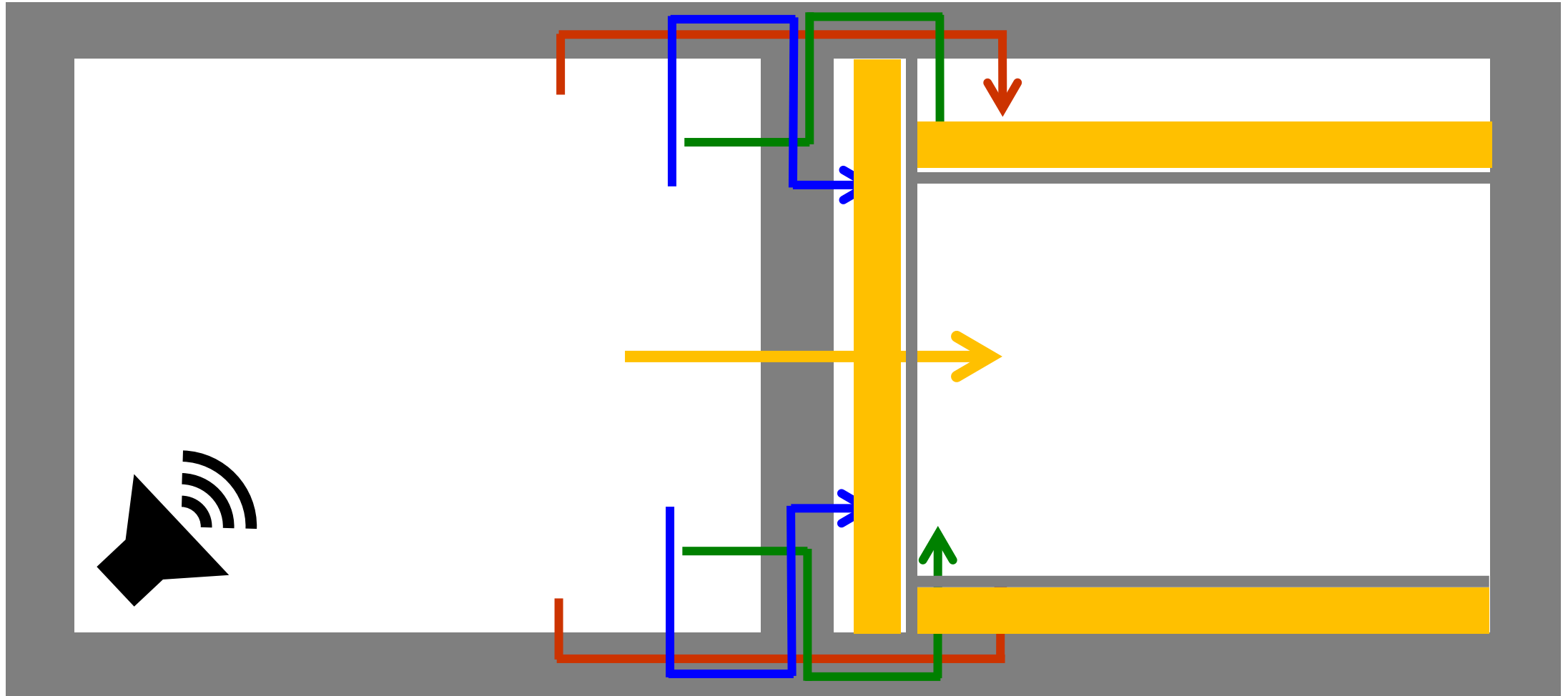
$R'_w =$ 47,0 dB

$C =$ -1 dB

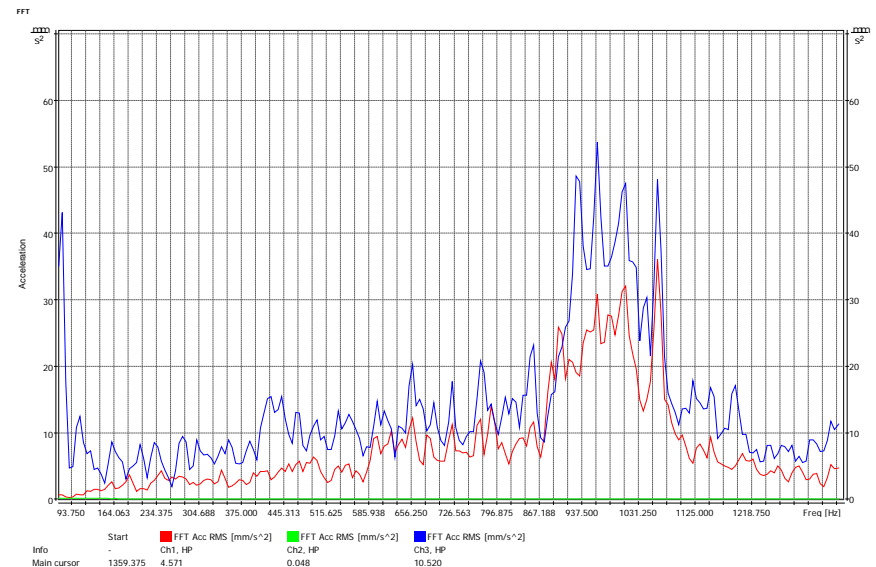
$C_v =$ -4 dB

Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera

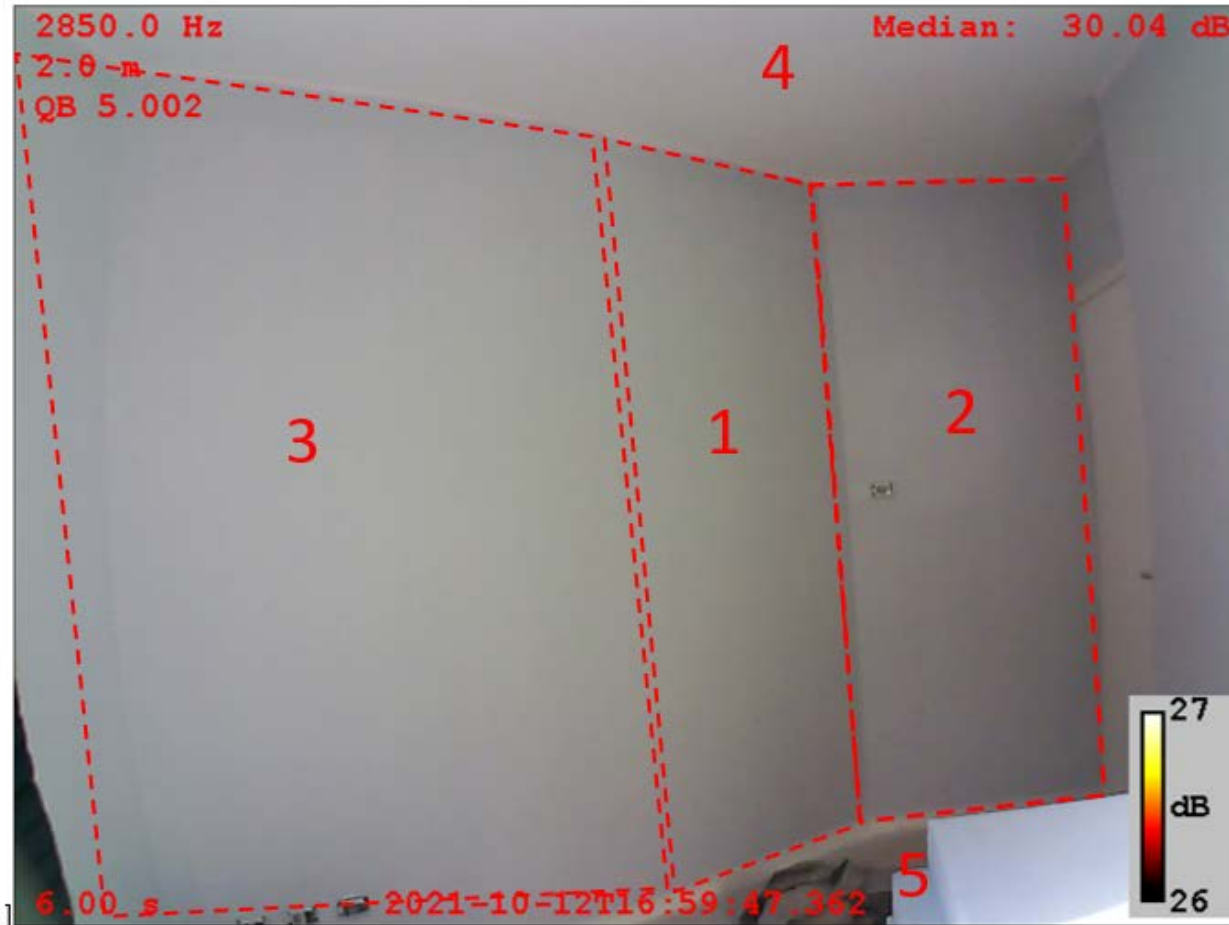
Soluzioni tecnologiche



Soluzioni tecnologiche



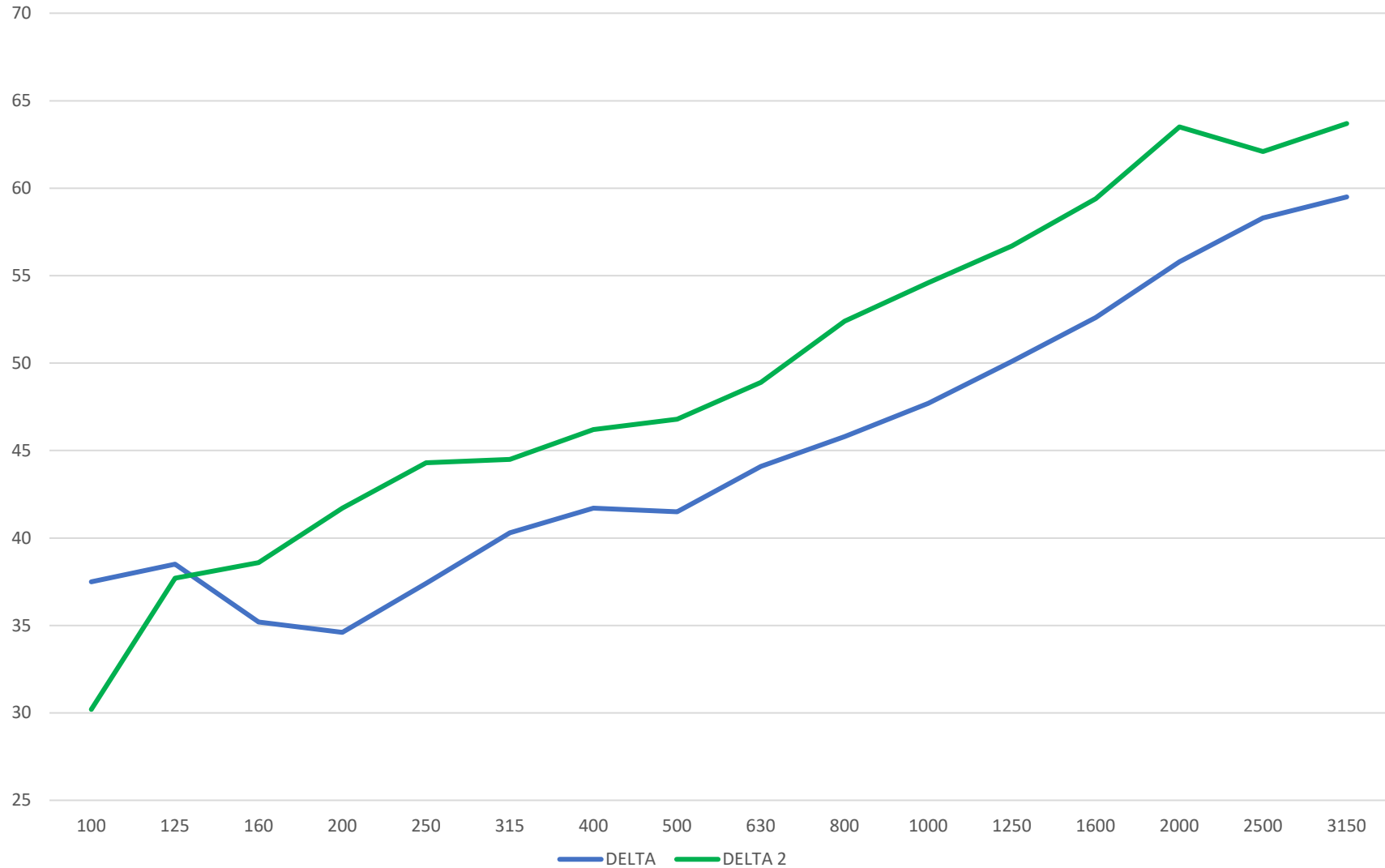
Soluzioni tecnologiche



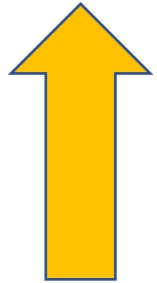
| struttura | Accelerazione [mm/s ²] |
|-----------|---------------------------------------|
| Parete 1 | 359 |
| Parete 2 | 267 |
| Parete 3 | 314 |
| Soffitto | 116 |
| Pavimento | 39 |

Soluzioni tecnologiche

confronti



52 dB



47 dB

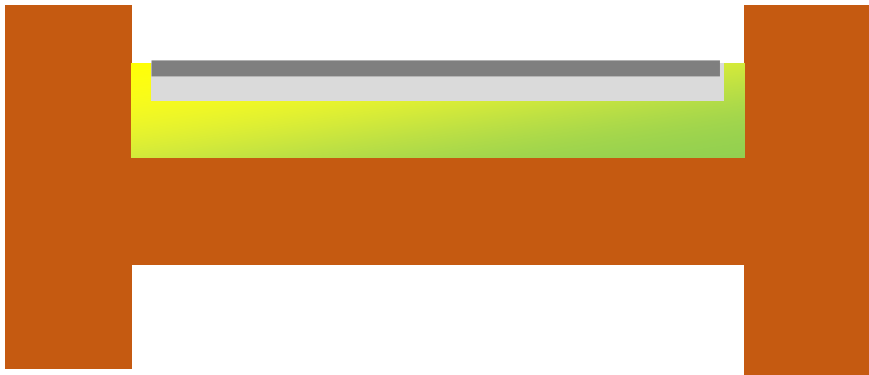
Rumori da calpestio



Soluzioni tecnologiche



Massetto galleggiante



Massetto a secco

Soluzioni tecnologiche

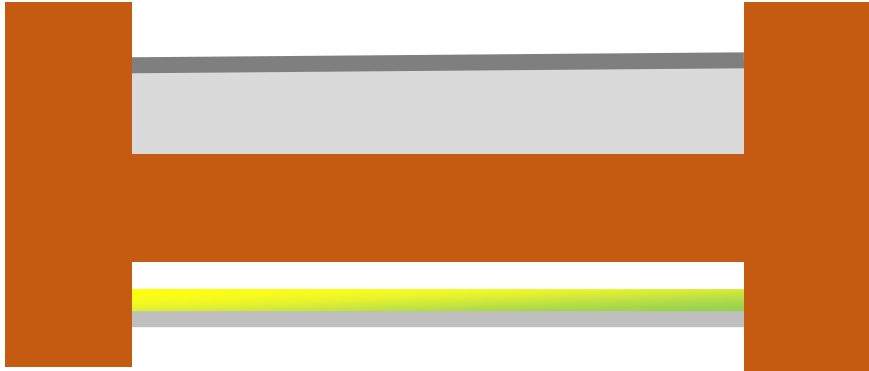


Materiale resiliente
sottopavimento



Rivestimento
resiliente

Soluzioni tecnologiche



Controsoffitto



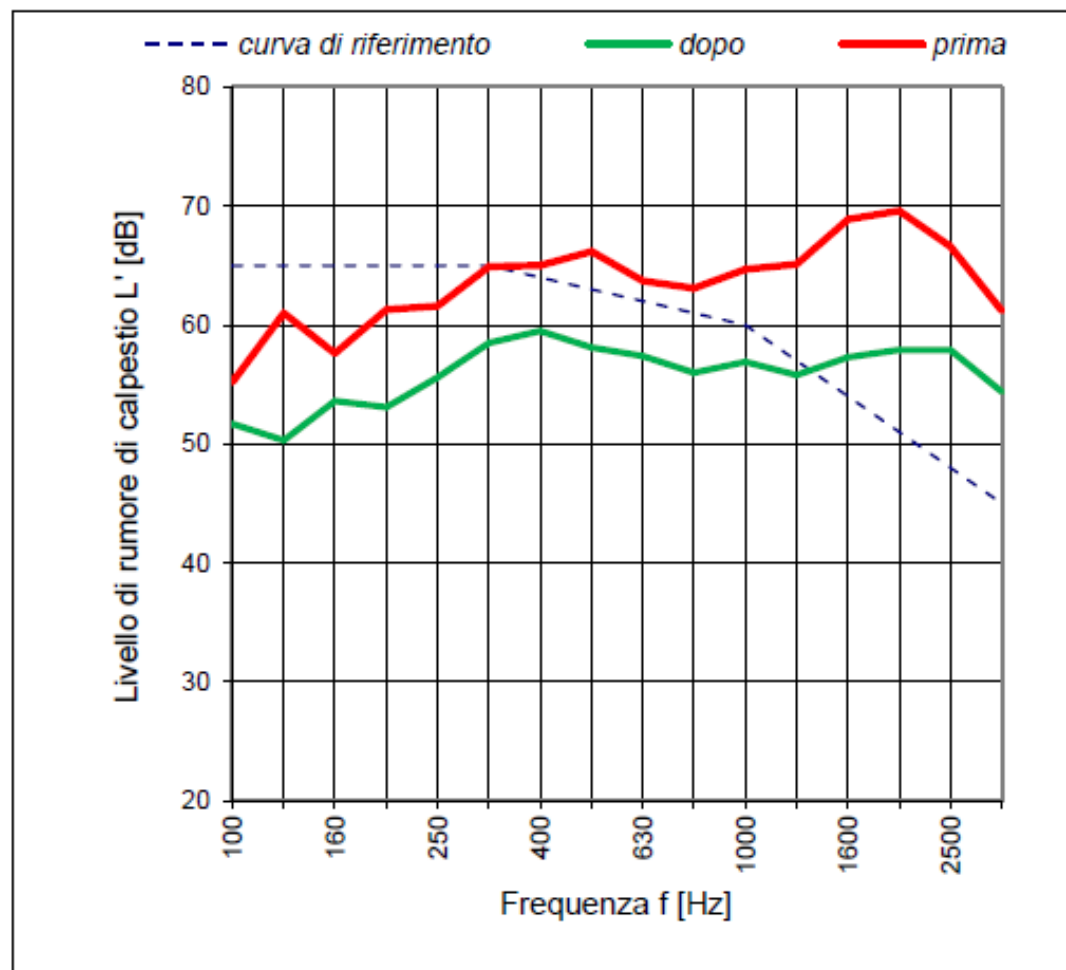
Sistemi misti

Soluzioni tecnologiche



Soluzioni tecnologiche

| Frequenza f Hz | L'n Terzo di ottava dB |
|----------------------|------------------------------|
| 50 | |
| 63 | |
| 80 | |
| 100 | 51,7 |
| 125 | 50,3 |
| 160 | 53,6 |
| 200 | 53,1 |
| 250 | 55,6 |
| 315 | 58,5 |
| 400 | 59,5 |
| 500 | 58,1 |
| 630 | 57,4 |
| 800 | 56,0 |
| 1000 | 56,9 |
| 1250 | 55,8 |
| 1600 | 57,3 |
| 2000 | 57,9 |
| 2500 | 57,9 |
| 3150 | 54,4 |
| 4000 | |
| 5000 | |

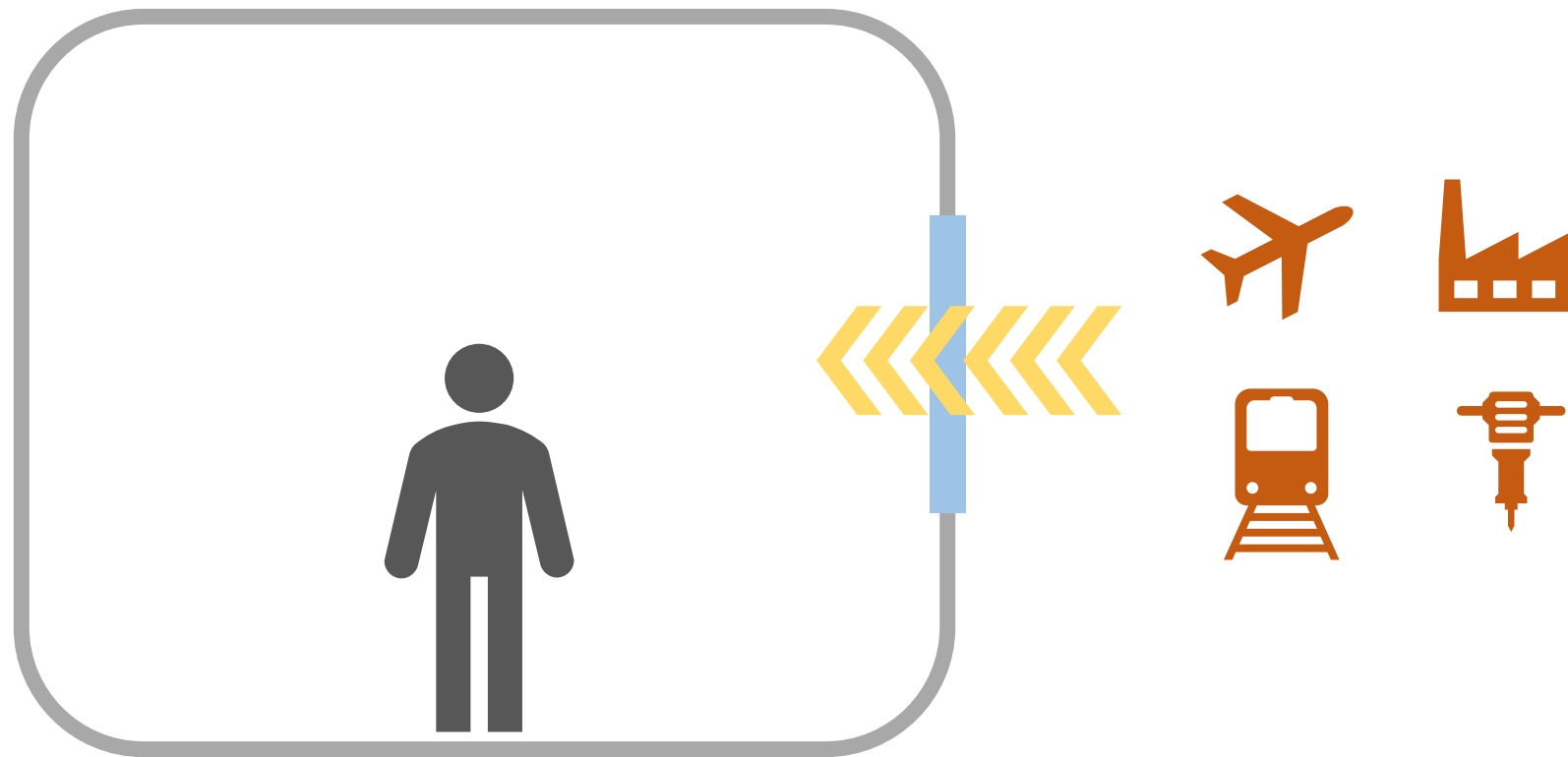


Valutazione secondo ISO 717 - 2:

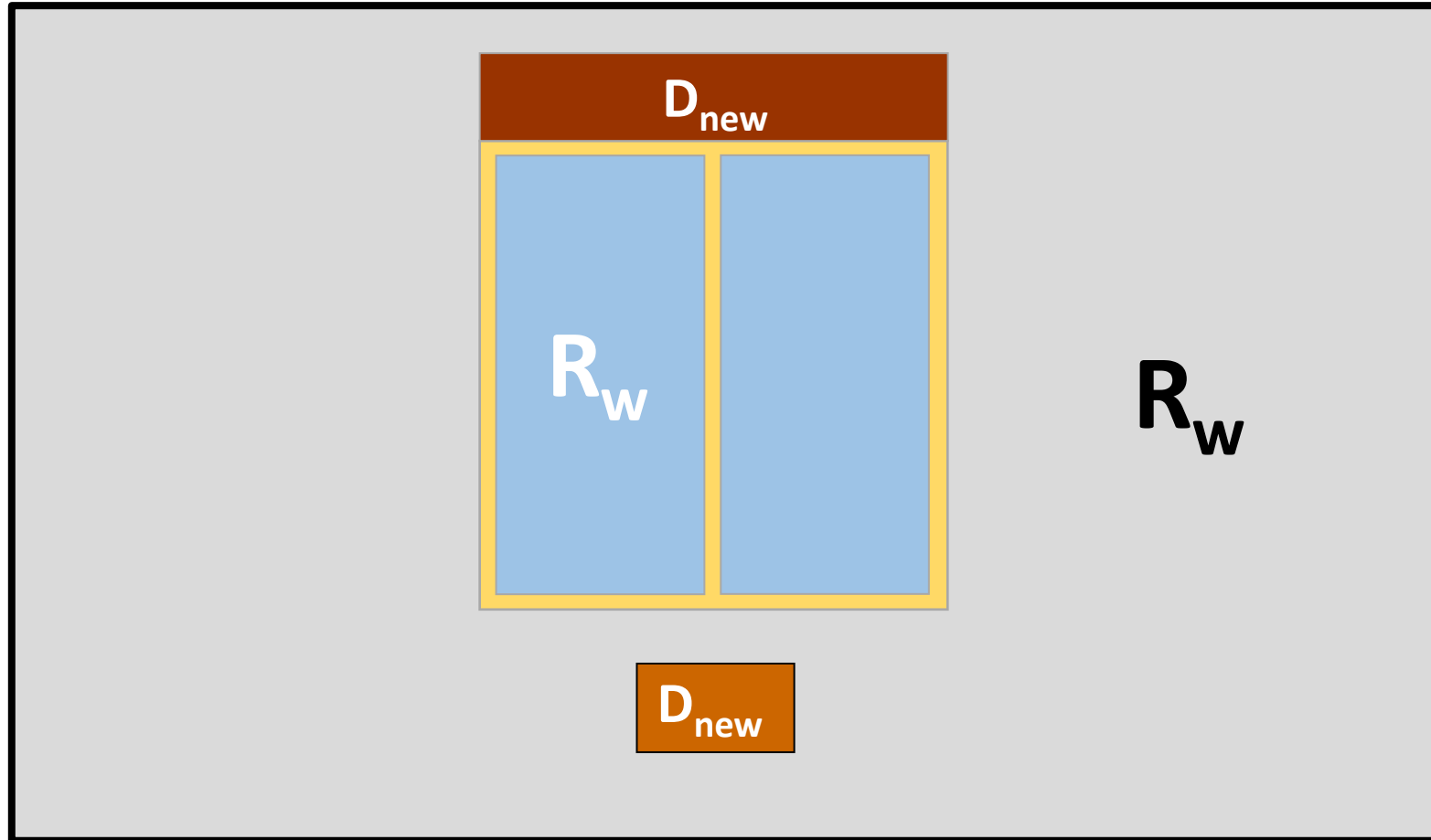
$L'_{n,w} =$ dB $C_1 =$ dB

Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera

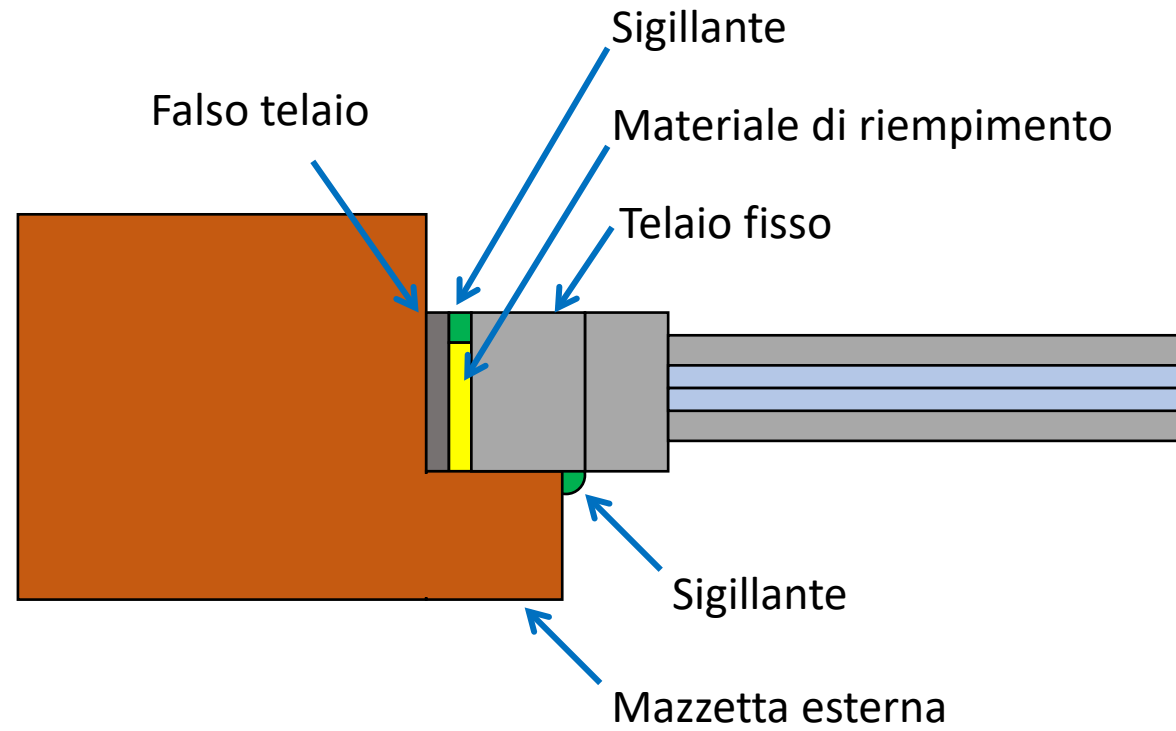
Rumori esterni



Soluzioni tecnologiche



Soluzioni tecnologiche

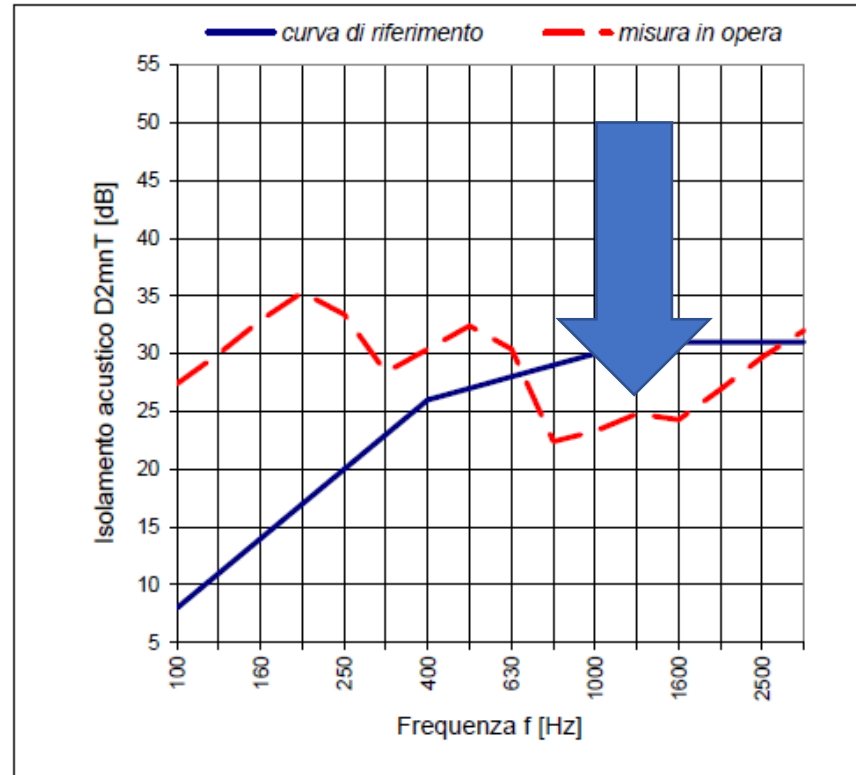


Soluzioni tecnologiche

Descrizione facciata esaminata:

PT ui01 soggiorno

| Frequenza f Hz | D_{2mnT} Terzo di ottava dB |
|----------------------|-------------------------------------|
| 50 | |
| 63 | |
| 80 | |
| 100 | 27,4 |
| 125 | 30,0 |
| 160 | 32,9 |
| 200 | 35,3 |
| 250 | 33,4 |
| 315 | 28,4 |
| 400 | 30,4 |
| 500 | 32,4 |
| 630 | 30,4 |
| 800 | 22,4 |
| 1000 | 23,3 |
| 1250 | 24,8 |
| 1600 | 24,3 |
| 2000 | 26,9 |
| 2500 | 29,7 |
| 3150 | 32,0 |
| 4000 | |
| 5000 | |



Note:

Valutazione secondo ISO 717-1:

D_{2mnTw} = dB

C = dB

C_T = dB

Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera

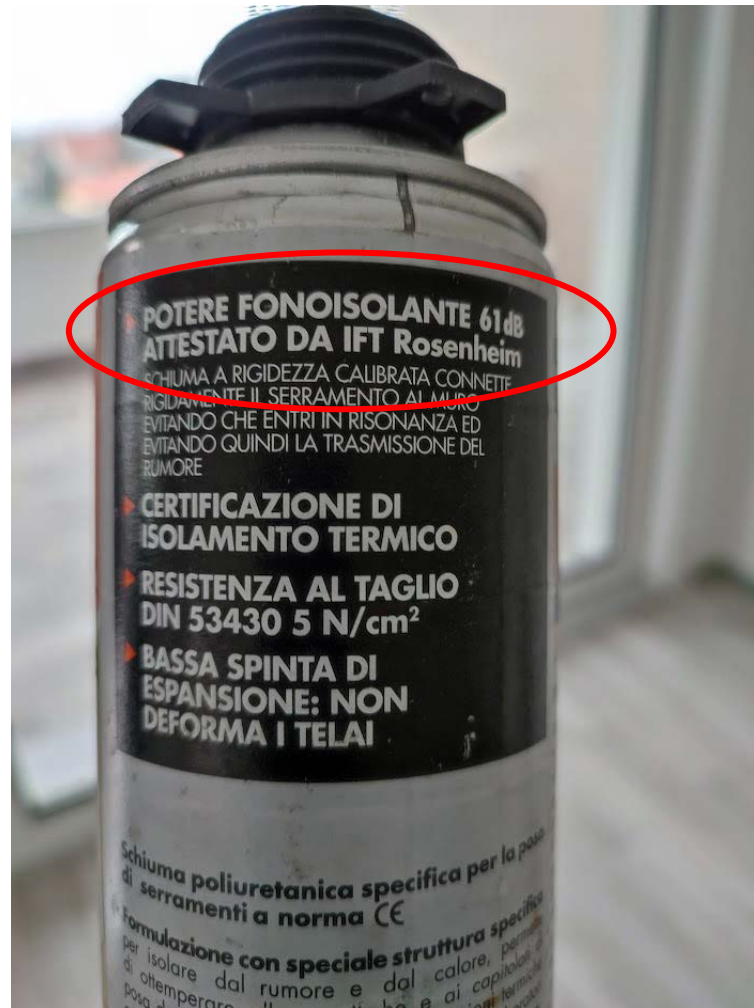
Soluzioni tecnologiche



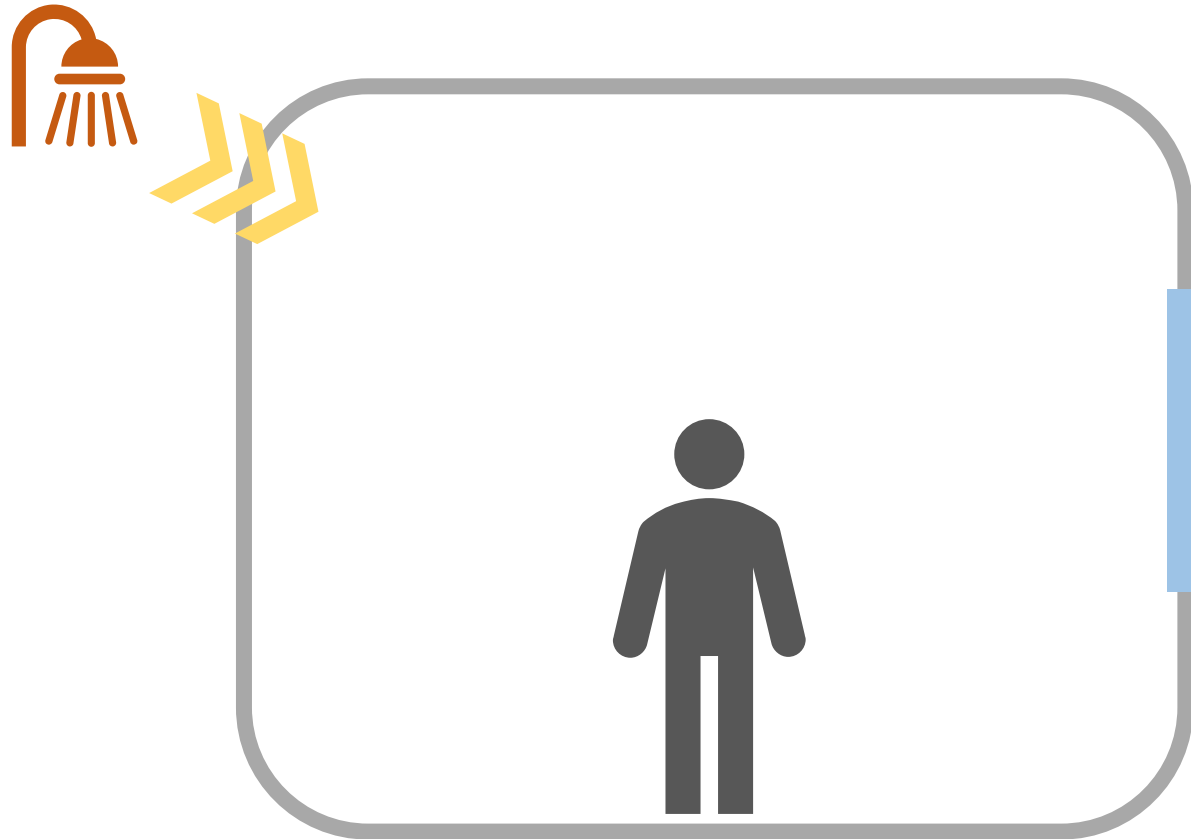
Soluzioni tecnologiche



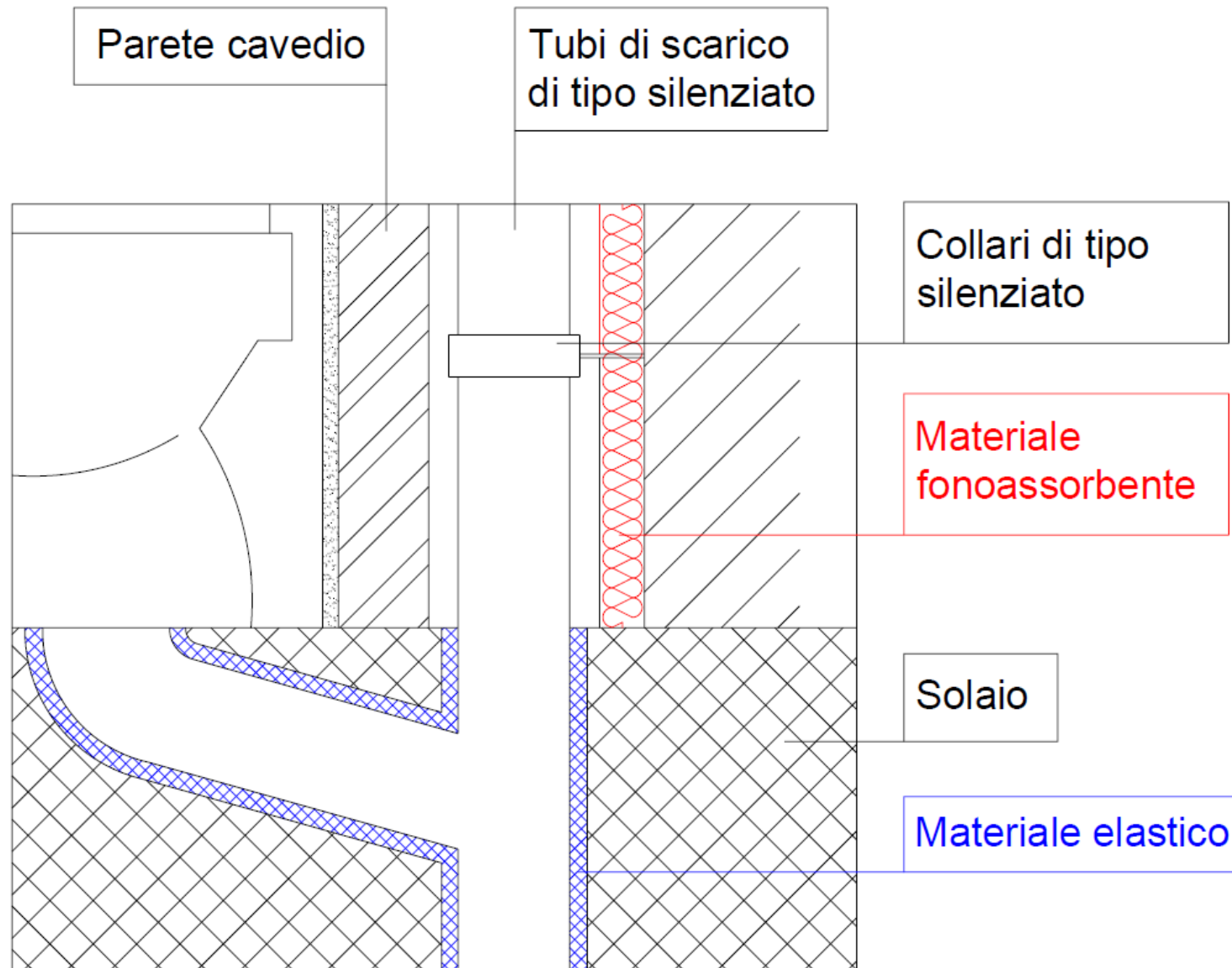
Soluzioni tecnologiche



Rumori da impianti



Soluzioni tecnologiche



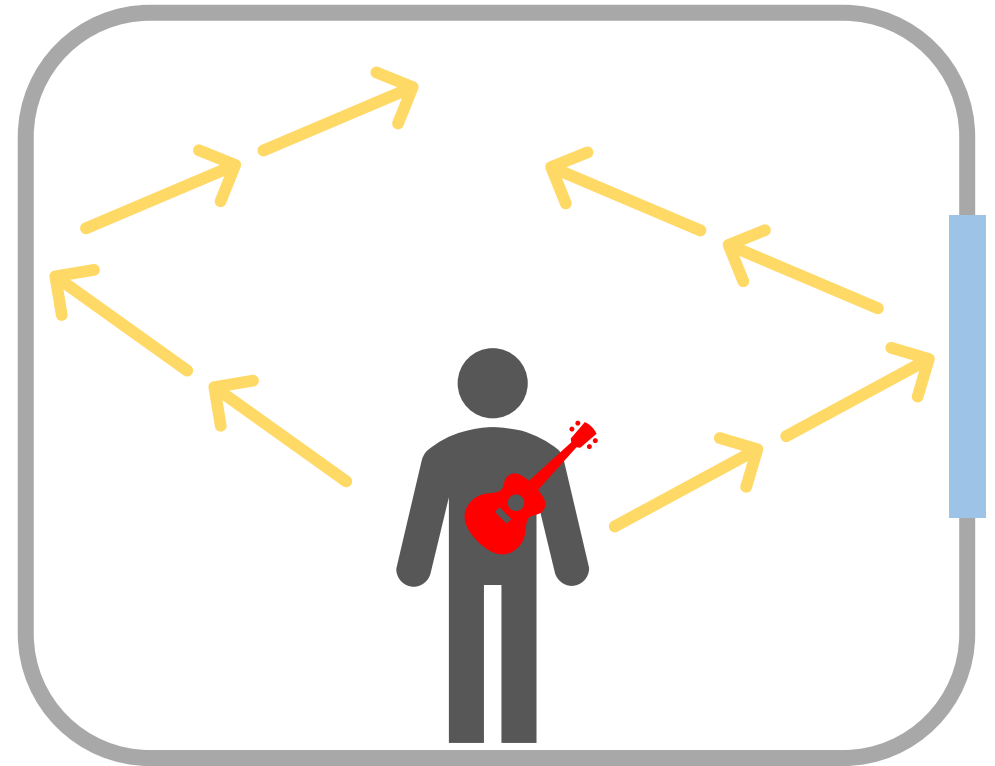
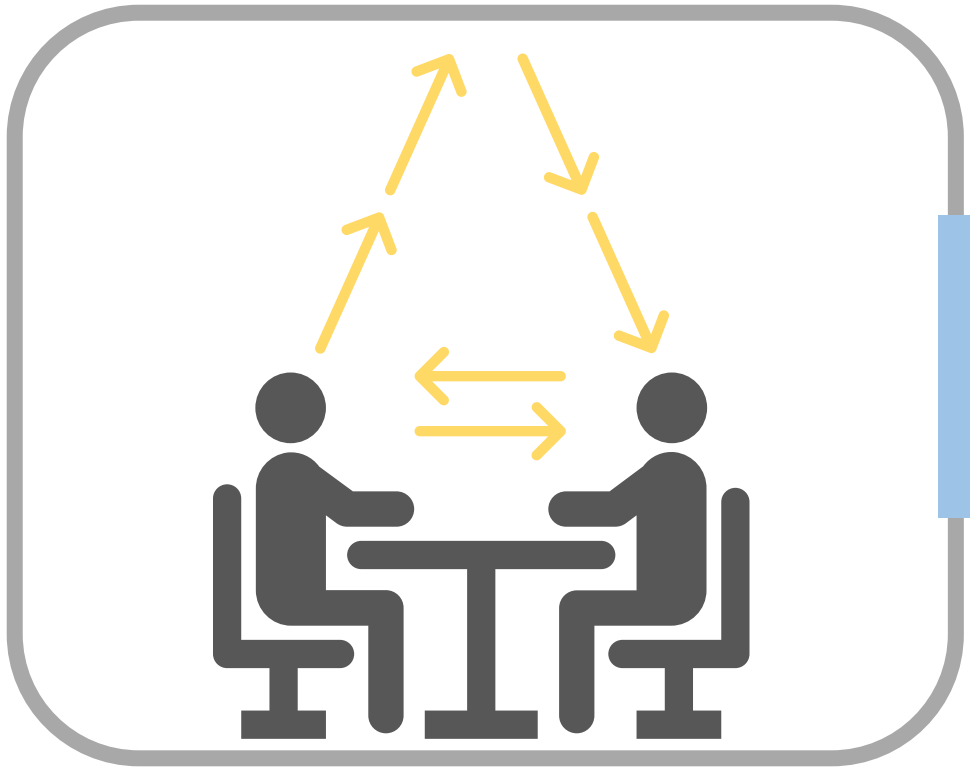
Soluzioni tecnologiche



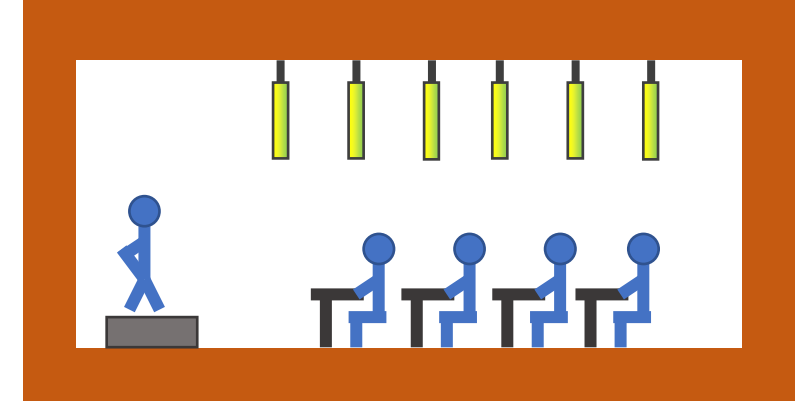
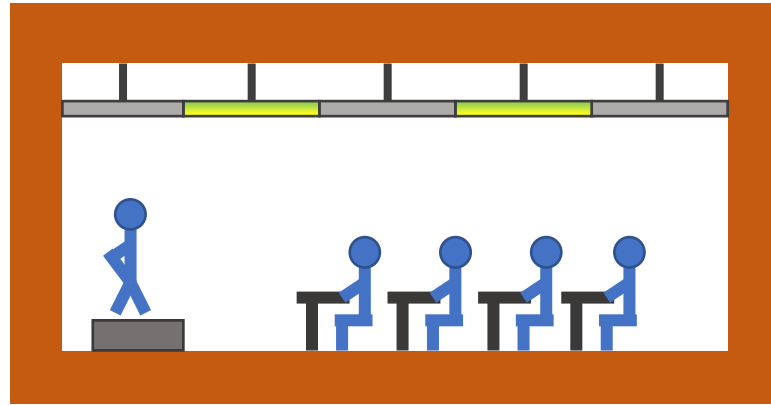
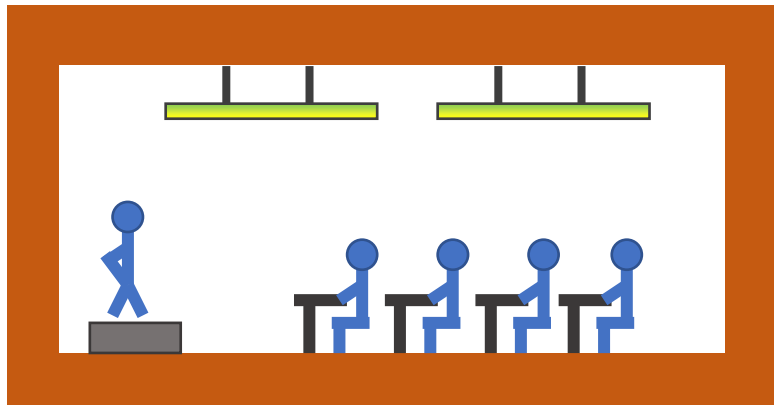
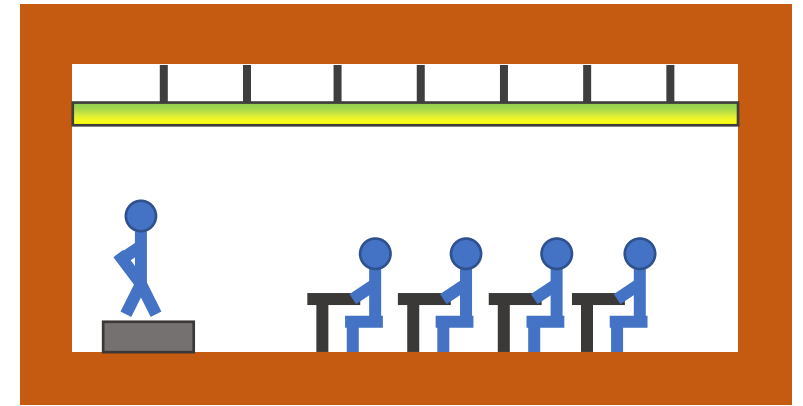
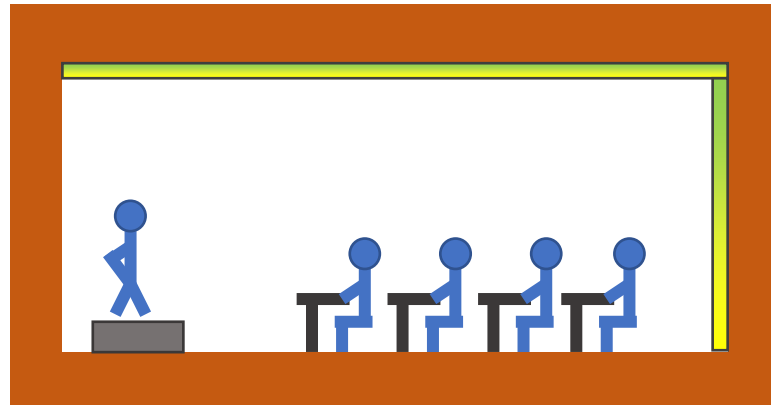
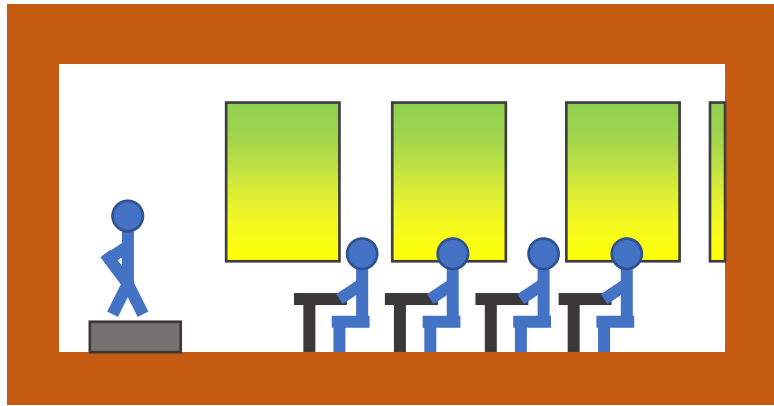
Soluzioni tecnologiche



Correzione acustica interna



Soluzioni tecnologiche



ANIT



ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO