

Fisica delle costruzioni per i sistemi a secco

Nozioni di base

Indice

Capitolo	Pagina
Protezione antincendio	4
Introduzione alla progettazione antincendio	4
Comportamento del gesso in caso di incendio	5
Norme e direttive	5
Classificazione dei materiali da costruzione	6
Materiali da costruzione combustibili	6
Materiali da costruzione non combustibili	6
Classificazione degli elementi costruttivi	7
Prodotti e sistemi edili riconosciuti in generale	8
Criterio di incapsulamento	10
Verifica di progetto della sicurezza strutturale	11
Sintesi dei punti salienti	12
Isolamento acustico	13
Introduzione alla progettazione dell'isolamento acustico	13
Trasmissione del suono	13
Trasmissione laterale	14
Isolamento acustico	15
Elementi costruttivi a parete singola	15
Elementi costruttivi a doppia parete	16
Verifica dell'isolamento acustico per via aerea secondo la norma SIA 181	17
Isolamento acustico con sistemi Rigips® per pareti divisorie	18
Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w e termini di adattamento spettrale C e C_{tr}	18
Determinazione dell'isolamento acustico necessario $R_w + C$	20
Valutazione dei fattori che influiscono sull'isolamento acustico	21
Influenza dell'isolamento a insufflaggio	24
Isolamento acustico con contropareti Rigips®	26
Incremento del potere fonoisolante di contropareti con sottostruttura in profilato metallico	26
Incremento del potere fonoisolante di contropareti con lastre composite	27
Isolamento acustico con nodi di riduzione	28
Calcolo della prestazione fonoisolante di superfici composte da elementi eterogenei	29
Nodi di riduzione Rigips	30
Indici di valutazione del potere fonoisolante risultante	31
Collegamento del nodo di riduzione all'elemento costruttivo	32
Sintesi dei punti salienti	33
Acustica architettonica	34
Introduzione alla progettazione acustica	34
Tempo di riverberazione	34
Assorbimento acustico	35
Fattori che influiscono sul comportamento assorbente	37
Percentuale di foratura	37
Altezza di sospensione/nterapedine	37
Materassino di lana minerale	37
Progettazione acustica architettonica	38
Progettazione secondo SIA 181	38
Progettazione secondo DIN 18041	39
Sintesi dei punti salienti	40

Isolamento termico e protezione dall'umidità	42
Isolamento termico	42
Conducibilità termica λ e resistenza alla trasmittanza R	42
Coefficiente di trasmittanza termica U	44
Protezione dall'umidità	46
Umidità superficiale critica	46
Contenimento dell'umidità nelle costruzioni	47
Comfort	48
Comfort in inverno	48
Comfort in estate	47
Sintesi dei punti salienti	49
Statica strutturale	50
Progettazione strutturale	50
Condizioni di carico agenti su partizioni verticali non portanti	50
Carico distribuito equivalente (carico di vento)	50
Carichi a mensola	50
Rivestimenti ceramici	50
Efficienza funzionale (criteri di deformazione)	50
Altezze massime consentite delle sistemi per pareti Rigips®	51
Tabella	51
Condizioni generali	56
Avvertenze	56
Sintesi dei punti salienti	57
Protezione sismica	59
Fondamenti di sismologia	58
Sicurezza antisismica di pareti divisorie non portanti	59
Calcolo delle forze sostitutive dovute all'azione sismica	59
Requisiti dei sistemi di ancoraggio da utilizzare nel calcestruzzo	63
Classi d'opera	63
Categorie di prestazione sismica per i mezzi di fissaggio	64
Interassi raccomandati per i mezzi di fissaggio	65
Interazione tra la struttura portante principale e gli elementi costruttivi non portanti	66
Rinuncia alla verifica della categoria di prestazione sismica dei tasselli	66
Rivestimenti a soffitto e controsoffitti soggetti a carichi sismici	67
Sintesi dei punti salienti	68
Indicazioni bibliografiche	69

Protezione antincendio

Introduzione alla progettazione antincendio

Per poter adottare misure adeguate nella protezione antincendio edile è necessario conoscere più da vicino le singole fasi dell'andamento di un incendio.

Il cosiddetto «incendio senza fiamma» si trasforma in un «incendio con fiamma» quando si ha l'accensione di una sostanza riscaldata. Un incendio con fiamma localizzato è definito «principio di incendio». Il tipo e l'intensità della sorgente di accensione, nonché delle sostanze interessate, influiscono in maniera decisiva sulla velocità con cui si svilupperà poi l'incendio. Sono presenti braci appena visibili che alimentano l'incendio senza fiamma (detto anche incendio covante). Se, dopo un certo periodo, risultano coinvolti grandi quantitativi di sostanze combustibili, la quantità di calore liberata e la temperatura aumentano in modo esponenziale. Nei casi peggiori, al posto di uno sviluppo lento si può verificare un incendio esplosivo a causa della presenza di una miscela di aria unita a gas, vapori o polveri infiammabili.

L'ulteriore aumento di temperatura determina una massiccia gassificazione delle sostanze combustibili con vasta formazione di fiamme. Nel far ciò il principio di incendio si trasforma in un incendio vero e proprio. Prima che subentri il flashover esiste una buona probabilità di arginare il tutto, in caso contrario il danno totale è di regola inevitabile. Se il volume di ossigeno è sufficiente, l'incendio vero e proprio si evolve in funzione della quantità e della disposizione spaziale del combustibile presente. La potenza dell'incendio diminuisce soltanto all'esaurirsi delle scorte di materiale combustibile (incendio alimentato dal materiale). Se l'apporto d'aria risulta essere limitato è eventualmente possibile «soffocare» il fuoco, anche se una nuova improvvisa adduzione di aria provocherebbe pur sempre l'immediata ripresa delle fiamme (incendio alimentato dall'aria), (Zürcher & Frank, 2010).

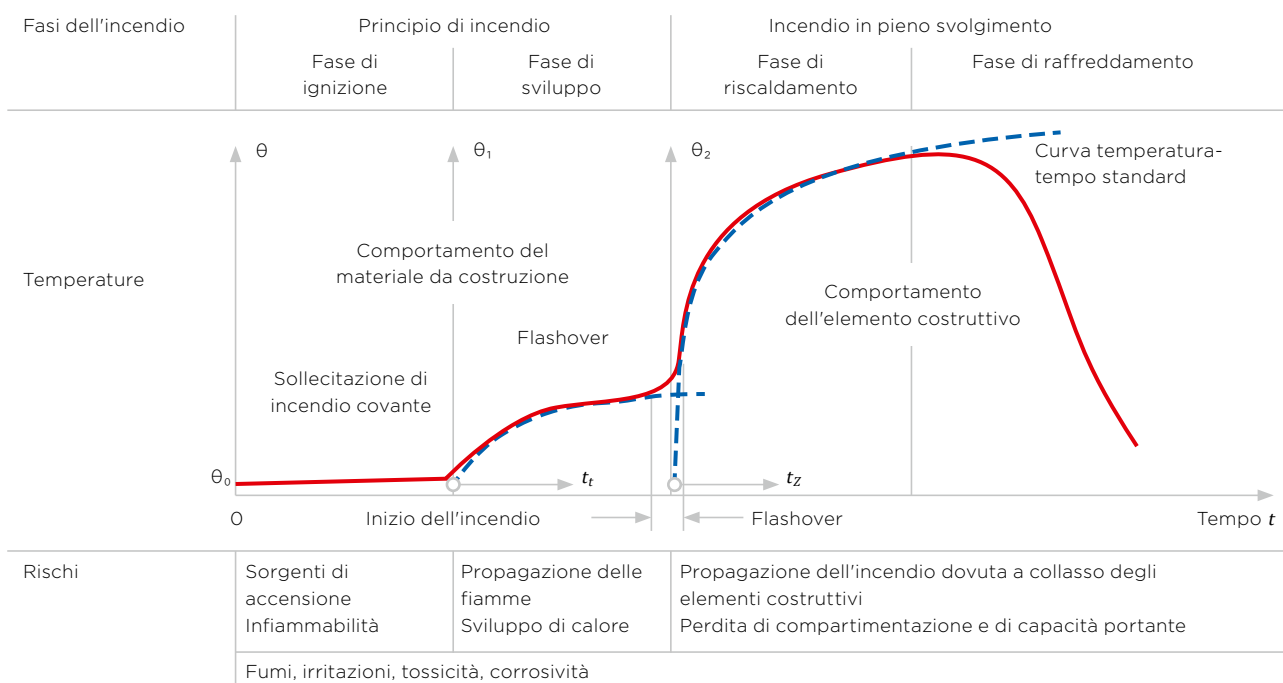


Figura 1: andamento di un normale incendio naturale (Zürcher & Frank, 2010)

Comportamento del gesso in caso di incendio

Il materiale di base delle lastre da costruzione Rigips® è un prodotto naturale: il gesso. Nella sua struttura cristallina quest'ultimo contiene molecole d'acqua che, in caso di incendio, fungono da «mezzo estinguente». Infatti, finché si ha formazione di vapore acqueo, lo stesso fuoriuscendo fa in modo che la temperatura delle superfici da proteggere non salga al di sopra dei 100°C. Partendo da un contenuto medio di acqua di cristallizzazione pari al 21% per metro quadro, in una lastra antincendio Rigips® da 20 mm di spessore sono presenti oltre 4 litri di «mezzo estinguente». Oltre a ciò il gesso disidratato funge da isolante in quanto il valore di conducibilità termica scende man mano che diminuisce il contenuto di acqua.

Norme e direttive

In Svizzera il fondamento giuridico della protezione antincendio è dato dalle prescrizioni antincendio svizzere elaborate dall'Associazione degli Istituti Cantionali di Assicurazione Antincendio AICAA. La norma di protezione antincendio e le direttive a essa collegate costituiscono la base sia per la definizione dei concetti sia per la classificazione dei materiali da costruzione e degli elementi costruttivi. Quale massima autorità antincendio svizzera l'AICAA rilascia le rispettive omologazioni antincendio per i vari sistemi a seconda del tipo di utilizzo.

Già in fase di progettazione le opere da costruzione devono essere concepite così da garantire una sicurezza ottimale in caso di incendio, il tutto sulla scorta di un concetto di protezione antincendio economicamente sostenibile. In linea di principio gli edifici e altri impianti (comprese le attrezzature di esercizio) devono essere realizzati, gestiti e mantenuti in modo tale da

- assicurare la sicurezza degli occupanti/utenti,
- prevenire lo sviluppo di incendi e la formazione di esplosioni, nonché limitare la generazione e la propagazione di fiamme, calore e fumi,
- mantenere la capacità portante per un determinato periodo di tempo,
- permettere un'efficace lotta antincendio tenendo conto della sicurezza delle squadre di soccorso e con un impatto minimo sull'ambiente (AICAA, 2017).

Classificazione dei materiali da costruzione

Determinanti per la valutazione antincendio dei materiali da costruzione sono la combustibilità, la formazione di fumi e il gocciolamento.

Materiali da costruzione combustibili

Per materiali da costruzione facilmente combustibili si intendono i tutti i materiali che si infiammano in presenza di aria atmosferica per effetto della fiamma di un fiammifero e che bruciano interamente in modo rapido e autonomo senza ulteriore apporto di calore.

I materiali da costruzione mediamente combustibili continuano a bruciare autonomamente senza ulteriore apporto di calore dopo essersi infiammati in presenza di aria atmosferica.

I materiali da costruzione che si infiammano con difficoltà per effetto del fuoco e del calore, bruciando poi completamente in modo lento soltanto grazie a un ulteriore apporto di calore, sono invece considerati materiali diffi-

cilmente combustibili. Nel caso di tali materiali le fiamme si spengono poco dopo che è venuta a mancare la sorgente di calore e non si hanno incandescenze residue.

Materiali da costruzione non combustibili

Per materiali da costruzione non combustibili si intendono i tutti i materiali che non si infiammano, non carbonizzano e non inceneriscono. I materiali da costruzione che contengono una quota molto bassa di componenti combustibili possono essere considerati a loro volta non combustibili.

La struttura finora confusa e la grande quantità di indici di combustibilità che definivano le proprietà dei prodotti da costruzione sono state rispettivamente riorganizzate e semplificate con le attuali prescrizioni antincendio. Nella stragrande maggioranza la gamma di lastre da costruzione Rigips® ricade adesso nel gruppo di reazione al fuoco RF1 (abbreviazione dal francese «réaction au feu») che comprende i prodotti con nessun contributo all'incendio (Zürcher & Frank, 2010).

Denominazione del prodotto/ Norma di prodotto	Condizioni tecniche	Gruppo di reazione al fuoco
OSB	Pannelli di scaglie di legno orientate	RF3
Pannello truciolare	Pannello truciolare	RF3
Legno compensato	Pannello di legno compensato	RF3
Pannello di particelle con legante a base di cemento	Massa volumica $\geq 1.200 \text{ kg/m}^3$ Spessore $\geq 10 \text{ mm}$ Contenuto di cemento $\geq 75\%$ della massa	RF1
Lastre di gesso/SN EN 520 Carta/SN EN ISO 536	Massa volumica $\geq 800 \text{ kg/m}^3$ Spessore lastra $\geq 6,5 \text{ mm}$ Grammatura carta $\leq 220 \text{ g/m}^2$ ($\leq 5\%$ di additivo organico)	RF1

RF1

Gruppo di reazione al fuoco dei materiali da costruzione con nessun contributo all'incendio

RF2

Gruppo di reazione al fuoco dei materiali da costruzione con limitato contributo all'incendio

RF3

Gruppo di reazione al fuoco dei materiali da costruzione con contributo all'incendio ammesso

Figura 2: materiali da costruzione riconosciuti in generale e loro assegnazione al rispettivo gruppo di reazione al fuoco (AICAA, 2017)

Classificazione degli elementi costruttivi

Per la maggior parte dei sistemi Rigips® è importante che, se esposti a un carico d'incendio, riescano a mantenere la loro funzione fino a una determinata temperatura e per un determinato periodo di tempo. Il comportamento al fuoco degli elementi costruttivi è caratterizzato in particolare dalla durata della resistenza al fuoco.

In Svizzera la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi è classificata in base alla norma EN 13501-2 oppure secondo AICAA.

Utilizzazione degli elementi costruttivi	Classificazione secondo AICAA	Classificazione secondo EN 13501-2
Elementi portanti	F	R
Elementi portanti con funzione di compartimento	F	REI
Elementi non portanti con funzione di compartimento	F	EI
Elementi di chiusura a tenuta di fumo e fiamme	R	E
Serrande tagliafuoco	K	EI
Barriere	S	EI

Tabella 1: classificazione delle parti della costruzione secondo la norma EN e AICAA (Zürcher & Frank, 2010)

Le seguenti sigle e definizioni costituiscono la base della classificazione secondo la norma EN.

Origine della sigla	Criterio	Ambito di utilizzo
R (Résistance)	Capacità portante	Descrizione della capacità di resistenza al fuoco
E (Etanchéité)	Compartimentazione	
I (Isolation)	Isolamento termico (sotto l'azione del fuoco)	
W (Radiation)	Limitazione del passaggio di radiazione	
M (Mechanical)	Azione meccanica sulle pareti (sollecitazione d'urto)	
S (Smoke)	Limitazione della permeabilità al fumo (tenuta, tasso di fuga) sia a temperatura ambiente che a 200°C	Porte tagliafumo, impianti di ventilazione (botole comprese)
C (Closing)	Capacità di autochiusura, compresa la durabilità meccanica	Chiusure tagliafuoco/tagliafumo mobili
K	Funzione antincendio	Rivestimenti di pareti e soffitti
i → o i < o i ↔ o	Direzione della durata della resistenza al fuoco classificata	Pareti non portanti, cavedi e canali per installazioni, impianti e valvole di ventilazione
a → b a < b a ↔ b	Direzione della durata della resistenza al fuoco classificata	Controsoffitti
v _e h _o	Per montaggio verticale/orizzontale	Condotte e valvole di ventilazione

Tabella 2: spiegazione delle sigle secondo la norma EN 13501-2 (Zürcher & Frank, 2010)

Prodotti e sistemi edili riconosciuti in generale

I prodotti e i sistemi da costruzione privi di attestato di conformità antincendio AICAA possono essere utilizzati qualora risulti comprovata la loro idoneità secondo lo stato dell'arte, in virtù dei risultati di prove acquisite o tramite determinazione matematica secondo procedimenti convalidati (attestato d'utilizzazione in singoli casi).

In linea di principio la resistenza al fuoco dei sistemi Rigips® è testata in base alla rispettiva norma di riferimento per le prove e gli stessi sono classificati sulla scorta delle norme europee. Tuttavia per vari sistemi a secco (costruzioni leggere in legno e acciaio) esistono strutture standardizzate che sono definite nella DIN 4102-4 e nella SIA 1363-1. Tali sistemi possono essere utilizzati senza ulteriori prove e attestati antincendio.

I prodotti edili riconosciuti in generale dall'AICAA sono calcolati prevedendo sempre un po' di riserva e garantiscono così in ogni caso «robustezza» ai sensi della protezione antincendio. Tra le cosiddette lastre antincendio

(BSP) si annoverano anche le lastre in gesso, le lastre in gessofibra e le lastre in gesso per pareti Rigips®. Le lastre antincendio si impiegano, ad esempio, su pilastri in legno dimensionati per resistere alle azioni agenti a temperatura normale al fine di assicurare la capacità portante del pilastro per tutta la durata di reazione al fuoco della lastra stessa, oppure su entrambi i lati di un elemento costruttivo dimensionato per resistere alle azioni agenti a temperatura normale (ad es. controsoffitto) così da garantirne la funzione portante e compartimentante. Per ottenere strutture con resistenza al fuoco, di regola le lastre antincendio devono essere montate rispettivamente su tutti i lati negli elementi costruttivi lineari (ad es. travi e pilastri), ovvero su entrambi i lati negli elementi costruttivi bidimensionali (ad es. pareti). L'applicazione di una lastra antincendio (BSP) su un solo lato non è una misura sufficiente a garantire il potere compartimentante di un elemento costruttivo (EI). Per l'impiego nella realizzazione di strutture a pavimento le lastre antincendio devono essere posate a tutta superficie su un supporto resistente.

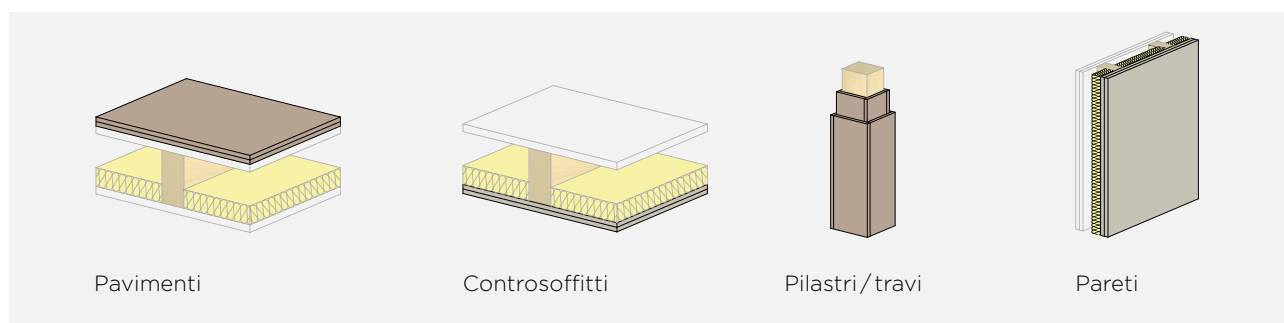


Figura 3: elementi costruttivi con rivestimento in lastre BSP (Lignum, 2015)

Per l'impiego delle lastre antincendio ci si deve attenere alle direttive di applicazione e lavorazione di Rigips® SA. La tabella al seguito illustra gli spessori di rivestimento richiesti per raggiungere una durata di resistenza al fuoco di 30, 60 e 90 minuti.

Durata della resistenza al fuoco [minuti]	Spessore minimo del rivestimento [mm]			Gruppo di reazione al fuoco	Resistenza termica costante
	30	60	90		
Pannelli di vermiculite (massa volumica $\geq 700 \text{ kg/m}^3$)	22	30	40	RF1	sì
Lastre in gesso	18	2×15	3×15	RF1	—
Lastre in gesso per pareti	25	40	2×25	RF1	—
Lastre in gessofibra, omogenee (massa volumica $\geq 800 \text{ kg/m}^3$)	18	2×12,5	3×12,5	RF1	—
Pannelli a base di legno (massa volumica $\geq 580 \text{ kg/m}^3$)	30	—	—	RF3	—
Pannelli in calciosilicato-fibrocemento (massa volumica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$)	20	30	40	RF1	sì
Calcestruzzo leggero, calcestruzzo cellulare, gasbeton, argilla espansa	40	40	40	RF1	sì
Massetti con legante a base di solfato di calcio	20	30	50	RF1	—
Massetti con legante a base di cemento	20	30	50	RF1	sì
Pannelli truciolari con legante a base di cemento (massa volumica $\geq 1.200 \text{ kg/m}^3$, contenuto di cemento $\geq 75\%$ della massa)	20	30	40G	RF1	sì

Tabella 3: lastre antincendio come da «Prodotti edili riconosciuti in generale» (AICAA, 2017)

Per ottenere una determinata durata di resistenza al fuoco si possono inoltre utilizzare le malte di gesso e gli stucchi in pasta Rigips® come da tabella riportata al seguito (ad esempio negli interventi di risanamento di fabbricati esistenti per gli elementi costruttivi trattati a intonaco o stucco laddove non sia possibile attribuirli a una classe di resistenza al fuoco specifica).

Durata della resistenza al fuoco [minuti]	Spessore minimo di intonaco [mm]		
	30	60	90
Malta di calce, malta cementizia e malta di gesso	20	30	50
Intonaci fibrosi a base di fibra minerale, intonaci a spruzzo	20	30	45
Malta di perlite, malta di vermiculite	20	25	35

Tabella 4: intonaci come da «Prodotti edili riconosciuti in generale» (AICAA, 2017)

Criterio di incapsulamento

Come criterio di efficienza per i rivestimenti antincendio, specialmente in corrispondenza delle vie di fuga e dei vani scala delle costruzioni in legno, si utilizzano le classi di incapsulamento K_230 e K_260 . In forza dei requisiti aggiuntivi dati dall'incapsulamento è possibile attribuire un carattere di non combustibilità all'intero elemento costruttivo. Rispetto ai classici rivestimenti con lastre antincendio (BSP), la differenza consiste nel fatto che l'incapsulamento inibisce l'azione del fuoco sull'elemento combustibile per un determinato lasso di tempo (azione che si evidenzia, ad esempio, nella carbonizzazione della superficie dell'elemento stesso). In questo modo si ritarda il contributo fornito dal materiale all'incendio e le funzioni strutturali permangono in essere per un periodo definito. Gli elementi costruttivi RF1 comprendono tanto strutture

realizzate in materiali da costruzione RF1, quanto strutture ignifughe multistrato con componenti combustibili quando l'elemento costruttivo è provvisto di rivestimento in materiali RF1 su tutti i suoi lati. Le eventuali intercapedini devono essere inoltre riempite con materiali RF1 in modo che non restino cavità libere. Per l'applicazione su elementi costruttivi RF1 i rivestimenti di classe antincendio RF1 devono fornire una prova aggiuntiva della propria azione incapsulante. Nel caso degli elementi costruttivi RF1 con una durata di resistenza al fuoco pari a 30 minuti si fornisce una prova dell'intero elemento (dovuta al requisito minimo di 30 minuti richiesto dal rivestimento antincendio). Ciò corrisponde alla sistematica di un rivestimento con lastre antincendio (BSP), laddove l'elemento costruttivo in legno può essere dimensionato per una temperatura normale (Lignum, 2015).

Classe di resistenza al fuoco	Elementi costruttivi RF1 Durata di resistenza al fuoco: 30 min	Elementi costruttivi RF1 Durata di resistenza al fuoco: 60 min	Elementi costruttivi RF1 Durata di resistenza al fuoco: 90 min
Elementi costruttivi bidimensionali	Elementi costruttivi portanti e/o compartimentanti		
Elementi costruttivi lineari	Elementi costruttivi portanti e/o compartimentanti		
Rivestimento antincendio	Minimo K 30-RF1	Minimo K 30-RF1	Minimo K 60-RF1

Tabella 5: elementi costruttivi RF1 con incapsulamento (Lignum, 2015)

Nelle lastre antincendio l'aumento di temperatura sul lato non esposto al fuoco è limitato a $\Delta T_{MW} = 250^\circ\text{C}$ e $\Delta T_{max} = 270^\circ\text{C}$, nel caso di elementi costruttivi con funzione compartimentante a $\Delta T_{MW} = 140^\circ\text{C}$ e $\Delta T_{max} = 180^\circ\text{C}$.

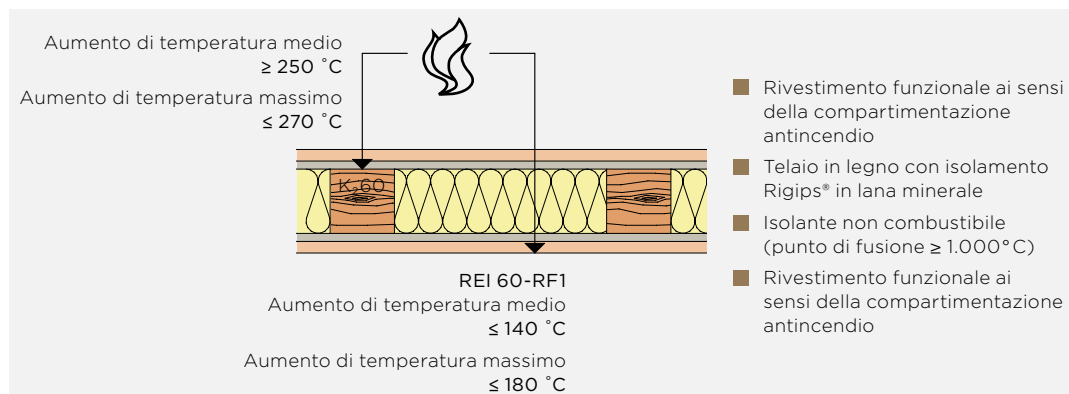


Figura 4: criteri di temperatura per rivestimenti ed elementi costruttivi

Verifica di progetto della sicurezza strutturale

Nei sistemi per pareti Rigips® in cui l'altezza di montaggio corrisponde a quella certificata in caso di incendio (compreso l'ambito di utilizzo diretto) si considerano verificati i requisiti minimi di stabilità. Tuttavia nel caso in cui l'altezza di montaggio superi l'altezza certificata (ambito di utilizzo diretto compreso), è necessaria una verifica separata dei requisiti minimi di stabilità come previsto dalle direttive antincendio AICAA. Generalmente, inoltre, la stabilità minima richiesta non è sufficiente nella pratica, sicché nell'impiego dei sistemi per parete Rigips® si deve comunque tenere conto di alcuni aspetti aggiuntivi.

Altezza parete – Dimensionamento in caso normale Riferimenti base Rigips SA:

- Freccia massima per altezze parete $h \leq 4.00$ m per $f \leq h/200$
- Freccia massima per altezze parete $h > 4.00$ m per $f \leq h/350$
- Freccia massima per altezze parete con rivestimenti suscettibili a deformazione $f \leq h/500$
- Carico lineare: 0.5 kN/m per il campo d'impiego 1; 1.0 kN/m per il campo d'impiego 2
- Carico pensile: 210 Nmm/mm (70 kg × 0.3 m)
- Carico distribuito equivalente: 0.285 kN/m²

In questo modo, per la stabilità delle pareti a telaio Rigips®, risultano soddisfatti i 0.2 kN/m² di carico distribuito equivalente richiesti dalle direttive AICAA per il dimensionamento a freddo in caso di incendio.

I carichi e le deformazioni presunte e considerate da Rigips SA diventano quindi determinanti per le altezze parete. Si deve inoltre tener conto delle seguenti condizioni costruttive generali:

- sottostruttura con montanti in profilato metallico Rigips®, spessore nominale della lamiera pari a 0.6 mm e limite minimo di snervamento pari a 240 N/mm²
- rivestimento con lastre in gesso e in gessofibra Rigips®, sfalsamento dei giunti trasversali pari a 400 mm e stuccatura dei giunti in tutti gli strati di lastre
- connessione con viti a fissaggio rapido Rigips®, diametro nominale ≥ 3.5 mm, interasse viti pari a 250 mm nello strato superiore di lastre e a 750 mm in quello inferiore
- altezze parete fino a max 12.00 m

In alternativa all'interasse indicato per montanti singoli, nelle contropareti e nelle pareti divisorie è possibile realizzare anche una struttura a doppio montante «dorso-dorso» con interasse raddoppiato. Ad esempio: montanti «dorso-dorso» con $e = 625$ mm al posto di montanti singoli con $e = 312.5$ mm. In tal caso il rivestimento deve essere fissato a tutti i montanti in profilato (IGG, 2016).

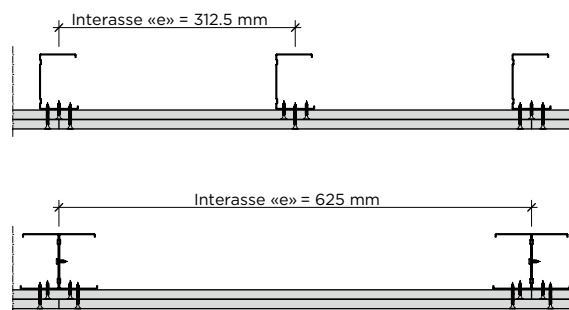


Figura 5: esecuzione di una sottostruttura con montanti «dorso-dorso» (fonte: IGG 8)

Sintesi dei punti salienti



Funzione estinguente

In caso di incendio le molecole d'acqua contenute nella struttura cristallina del gesso fungono da «mezzo estinguente»

Nessun contributo all'incendio

Le lastre in gesso Rigips® sono conformi al gruppo di reazione al fuoco RF 1 – Materiali da costruzione con nessun contributo all'incendio

Incombustibilità

Con le lastre in gesso Rigips® gli elementi costruttivi combustibili diventano elementi non combustibili

Funzionalità strutturale

Le strutture a parete Rigips® soddisfano tutti i requisiti strutturali anche in caso di incendio

Isolamento acustico

Introduzione alla progettazione dell'isolamento acustico

Siamo costantemente circondati dai rumori, dal suono. Spesso sorgenti di rumore come il traffico e le macchine da cantiere, oppure quelle dovute ad attività svolte all'interno di un edificio, ci procurano fastidio e sono motivo di reclamo. Il rumore è un eccesso di suono che può compromettere il benessere psicofisico dell'individuo. Ciò accade in particolar modo quando la sensazione di disturbo si ha tra le proprie pareti domestiche. L'esposizione a emissioni troppo elevate sul posto di lavoro pregiudica inoltre la capacità di concentrazione.

Il dare troppo poca importanza all'isolamento acustico o il trascurarlo per motivi di costo non comporta soltanto una perdita di qualità di vita e di lavoro, bensì anche e sempre una riduzione del valore dell'immobile. Spesso non è possibile attuare interventi di abbattimento del rumore a posteriori, ovvero lo è solamente con una spesa sproporzionata, ragion per cui la predisposizione di un isolamento acustico ottimale è in ogni caso parte integrante del progetto.

L'isolamento acustico ha il compito di proteggere l'utente di un locale dall'effetto eccessivo del rumore prodotto nel locale adiacente. Il livello sonoro all'interno del «locale rumoroso» varia a seconda del tipo di utilizzo, tuttavia nel locale adiacente si deve raggiungere sempre un'intensità sonora finale pressoché uguale. Per questo motivo dalle pareti e dai solai posti tra due locali si richiedono insonorizzazioni diverse in dipendenza del tipo di utilizzo cui sono destinati.

Trasmissione del suono

Si definiscono «suono» le oscillazioni e le onde meccaniche di un mezzo elastico, specialmente quelle comprese nel campo uditivo dell'uomo che si estende da una frequenza di ca. 16 Hz fino a 20.000 Hz.

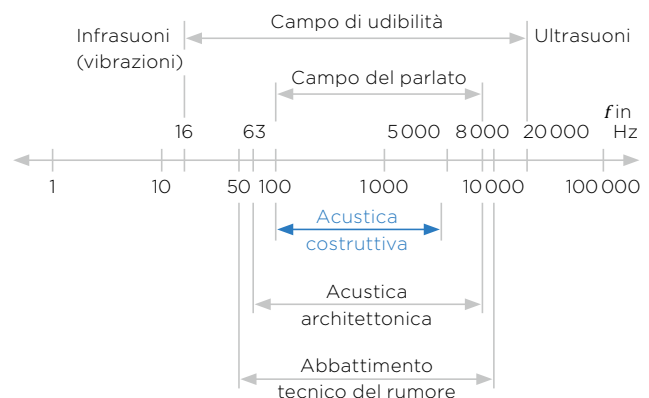
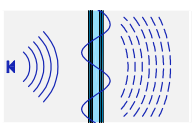
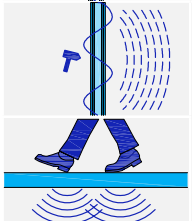


Figura 6: banda di frequenze

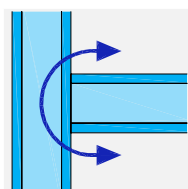
Il suono si propaga all'interno di un mezzo come onda sonora. A seconda del mezzo di trasmissione del suono la SIA 181 differenzia tra rumore per via aerea, rumore per via solida e rumore per calpestio.

	Rumore per via aerea	Rumore che si propaga nell'aria tramite oscillazione di particelle (onde sonore).
	Rumore per via solida e per calpestio	Rumore dovuto all'impatto (o ad altre eccitazioni simili aventi carattere di urto) su una parete, un solaio, una scala ecc. e trasmesso attraverso la struttura stessa per poi essere irradiato come rumore aereo.

Trasmissione laterale

La trasmissione del rumore aereo tra due locali adiacenti non avviene soltanto attraverso gli elementi di partizione. Infatti, incide altresì una trasmissione indiretta attraverso, ad esempio, elementi costruttivi affiancati, buchi acustici, forature, impianti di ventilazione, condotte ecc. La trasmissione longitudinale dipende dal tipo di partizione e da come la stessa è collegata agli elementi costruttivi affiancati.

La forma principale di trasmissione indiretta è la conduzione del suono attraverso elementi costruttivi adiacenti, ovvero affiancati. Anche qui le onde sonore si propagano provocando emissione nel locale confinante. Oltre alla trasmissione del rumore attraverso una partizione è quindi necessario tener conto altresì di questa trasmissione longitudinale attraverso gli elementi costruttivi affiancati.



Trasmissione laterale del rumore per via aerea

Percentuale di trasmissione del rumore aereo tra locali che non avviene attraverso partizioni in comune, bensì in percentuale o totalmente attraverso gli elementi costruttivi affiancati (soffitti, pareti ecc.).

Isolamento acustico

L'isolamento acustico è una misura atta a separare acusticamente i diversi ambienti così da contenere i rumori indesiderati provenienti da locali attigui o dall'esterno.

Se la trasmissione del suono avviene esclusivamente attraverso l'elemento di partizione senza trasmissione laterale si parla di potere fonoisolante per via aerea R di detto elemento costruttivo. Il valore del potere fonoisolante per via aerea R dipende dalla frequenza del rumore incidente e, secondo la norma EN ISO 140, si misura nella banda di frequenze comprese tra i 100 Hz e i 5.000 Hz.

Negli edifici l'isolamento acustico tra i vari locali si determina attraverso tutti gli elementi costruttivi coinvolti nella trasmissione del suono. Di questi fanno parte sia le pareti e i solai quali elementi separanti e fiancheggianti, sia anche pozzetti, cavedi, condotte, buchi acustici e ponti acustici strutturali. Come grandezza caratteristica, misurata in opera, dell'elemento di separazione si utilizza perciò il valore del potere fonoisolante apparente R' .

Elementi costruttivi a parete singola

Gli elementi costruttivi a parete semplice vibrano nel loro insieme come corpo unico. L'isolamento acustico degli elementi costruttivi compatti e omogenei a parete singola (ad es. una parete massiccia Alba®) dipende in prima linea dalla loro massa superficiale: più pesante è un siffatto elemento, maggiore sarà l'isolamento acustico. La «legge di massa» sperimentale prevede che, a una frequenza costante f , raddoppiando il peso l'isolamento acustico aumenti di 6 dB.

All'interno di un determinato campo di frequenze si ha tuttavia un peggioramento del comportamento fonoisolante. La frequenza più bassa alla quale il fenomeno sopra descritto compare in un elemento costruttivo è definita frequenza di coincidenza o frequenza critica f_g . Intorno a questa frequenza la riduzione dell'isolamento acustico è particolarmente alta.

Come già accennato, la frequenza di coincidenza f_g di una parete semplice dipende dalla massa superficiale e dalla resistenza alla flessione. Nel caso di elementi costruttivi flessoresistenti di media densità (ad es. pareti massicce Alba®) detta frequenza si ritrova tra i 100 Hz e i 300 Hz, mentre nel caso di elementi costruttivi leggeri e flessibili (ad es. contropareti Alba® e Rigips®) al di sopra di circa 2.500 Hz.

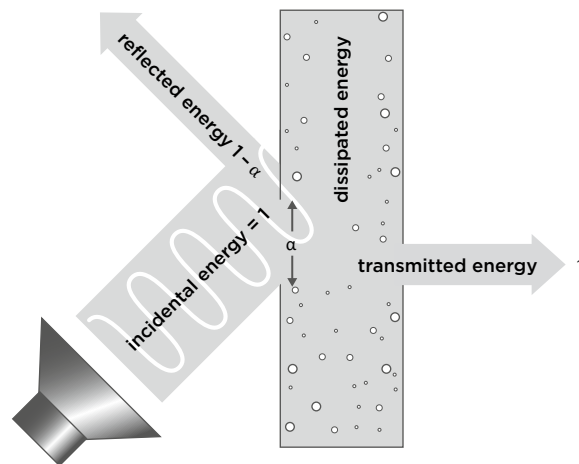


Figura 7: percorso dell'energia sonora nell'isolamento acustico per via aerea

Il fattore di trasmissione τ (tau) indica il rapporto tra l'energia sonora trasmessa e l'energia incidente totale.

$$\tau = \frac{\text{energia trasmessa}}{\text{energia totale}} [-]$$

Il rapporto tra τ e il potere fonoisolante per via aerea R si esprime con la formula:

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau}$$

Dal momento che si tratta di una funzione logaritmica in base 10, riducendo la trasmissione τ di un decimo il potere isolante per via aerea R migliorerebbe di 10 dB.

R [dB]

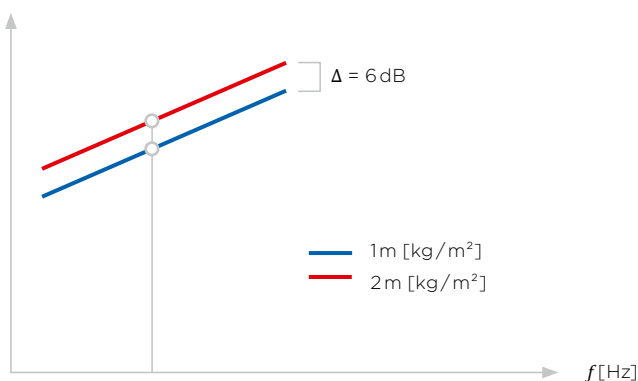


Figura 8: aumento dell'isolamento acustico all'incremento della massa

Elementi costruttivi a doppia parete

Questa tipologia costruttiva si ritrova comunemente sia nelle costruzioni leggere che nelle rifiniture interne a secco. Negli elementi costruttivi a doppia parete due strutture vibranti sono disposte una dietro l'altra a una certa distanza e accoppiate con un collegamento «morbido». In forza di tale accoppiamento un elemento costruttivo a doppia parete può essere considerato un sistema «massa-molla-massa». Da molla fungono l'aria inglobata nell'intercapedine, i pannelli isolanti compressi ivi inseriti e gli elementi di connessione. Così facendo, diversamente da quanto accade per gli elementi a parete singola, si ha qui la possibilità di influire in vario modo sull'isolamento acustico dell'elemento stesso.

L'energia sonora incidente sulla prima delle due pareti viene trasmessa alla seconda in parte come rumore per via aerea attraverso l'intercapedine e, in parte, come rumore per via solida tramite gli elementi di connessione (ad es. la sottostruttura) ed eventuali collegamenti non programmati (ponti acustici dovuti alla malta, impurità ecc.); da qui viene poi irradiata nel locale adiacente. In virtù di questo sistema «massa-molla-massa» il tutto ha due frequenze di risonanza:

- f_0 è la frequenza di risonanza dell'intero sistema «massa-molla-massa»
- f_g è la frequenza di coincidenza di ogni singola parete

Il sistema è inoltre ottimizzato dal fatto che queste due frequenze si trovano al di fuori del campo di misurazione dell'acustica strutturale. Grazie a detto principio le strutture leggere e sottili possono raggiungere valori di potere fonoisolante nettamente maggiori di quanto si abbia con gli elementi costruttivi a parete semplice.

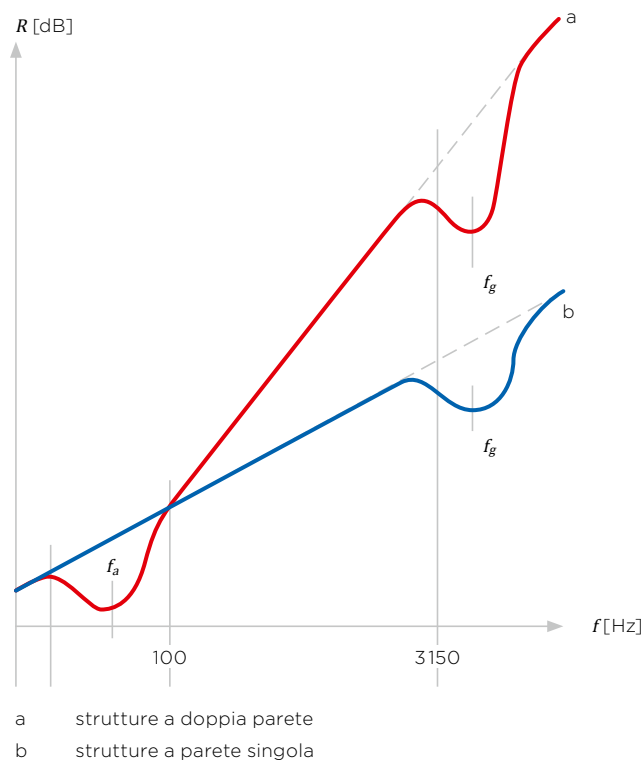


Figura 9: potere fonoisolante teorico e posizione ideale delle frequenze di risonanza

Verifica dell'isolamento acustico per via aerea secondo la norma SIA 181

In Svizzera l'isolamento acustico tra unità di utenza diverse è regolato dalla norma SIA 181. Quale misura per la protezione dal rumore per via aerea incidente dall'interno funge la differenza di livello sonoro $D_{i,d}$ (adeguata allo spettro e corretta in base al volume).

Per una previsione nel caso di sorgenti interne è da verificarsi quanto segue:

$$D_{i,d} \geq D_i$$

Nella norma SIA 181 il valore richiesto D_i è indicato in relazione al grado di disturbo e alla sensibilità al rumore. Al fine di fornire un supporto ai progettisti e come base per i relativi accordi contrattuali, l'allegato G della norma SIA 181 contiene raccomandazioni aggiuntive per gli elementi di partizione all'interno di un'unità di utenza suddivise per destinazione d'uso. Le raccomandazioni prevedono due livelli: il livello 1 assicura un isolamento acustico che permette di inibire soltanto un disturbo considerevole, mentre il livello 2 offre un isolamento acustico grazie al quale la maggior parte degli individui si sente normalmente a proprio agio nell'edificio.

La differenza di livello sonoro di progetto $D_{i,d}$ è definita con la seguente equazione:

$$D_{i,d} = D_{nT,w} + C - C_v - K_p$$

L'isolamento acustico dal rumore aereo si descrive tramite l'indice di valutazione della differenza di livello sonoro standardizzata $D_{nT,w}$ tra ambiente emittente e ambiente ricevente.

La differenza di livello sonoro standardizzata D_{nT} è definita come segue (EN ISO 140-4):

$$D_{nT,w} = R'_w + \Delta L_{LS} = R_w - K_F + \Delta L_{LS}$$

La differenza di livello sonoro si può quindi calcolare così:

$$D_{i,d} = R_w - K_F + \Delta L_{LS} + C - C_v - K_p$$

R_w [dB]	Indice di valutazione del potere fonoisolante
R'_w [dB]	Termine di adattamento spettrale
K_F [dB]	Correzione volumetrica
ΔL_{LS} [dB]	Supplemento di progetto
C [dB]	Supplemento per la trasmissione laterale
C_v [dB]	Correzione del livello di rumore aereo
K_p [dB]	Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente

Destinazione d'uso	Ambiente 1'	Ambiente 2'	Raccomandazione per il rumore aereo	
			Livello 1	Livello 2
Abitazione	Camera da letto	Camera da letto	40	45
	Camera da letto	Soggiorno	40	45
	Camera da letto	Vano a uso servizi	40	45
	Camera da letto	Attività lavorativa	40	45
Ufficio	Ufficio	Ufficio	35	40
	Ufficio	Sala riunioni	40	45
	Ufficio	Direzione	45	50
	Corridoio	Ufficio	30	35
	Sala riunioni	Direzione	45	50
	Corridoio	Direzione	35	40
	Sala riunioni	Sala riunioni	40	45
	Corridoio	Sala riunioni	30	35
Scuola	Aula	Aula	45	50
	Corridoio	Aula	35	40
	Sala musica	Aula	55	60
	Sala musica	Sala musica	55	60
	Lavori manuali	Aula	50	55
	Lavori manuali	Lavori manuali	45	50
Hotel	Camera	Camera	50	55
	Corridoio	Camera	40	45
	Camera	Attività	55	60
Casa per anziani, ospedale	Camera	Camera	50	55
	Corridoio	Camera	30	35
Ambienti per contatto sociale ²	Camera	Camera	50	55
	Camera	Corridoio	35	40

¹ Raccomandazioni per ambienti senza influsso delle porte e delle scale aperte (misurazione con contropareti).

² Ambienti in cui il contenuto delle conversazioni dovrebbe essere inudibile dall'esterno (ad es. studio medico, servizio sociale).

Tabella 6: valore richiesto D_i raccomandato secondo la norma SIA 181 (SIA, 2006)

Isolamento acustico con sistemi Rigips® per pareti divisorie

Al momento di progettare l'isolamento acustico edile il tecnico è libero di scegliere se calcolare il fonoisolamento necessario partendo dall'isolamento acustico o, al contrario, se calcolare l'isolamento acustico risultante partendo dal fonoisolamento richiesto.

Non soltanto si migliorano costantemente le condizioni di prova normalizzate (banchi di prova, tecniche di misura), bensì si ha anche un'ottimizzazione continua dei prodotti da costruzione interessati. Ciò riguarda sia le lastre in gesso Rigips® che i profilati e i materiali isolanti. Sono inoltre cambiati i materiali di cui sono costituiti gli elementi costruttivi fiancheggianti, costringendo così a cambiare a sua volta il modo di vedere le cose.

Utilizzando lastre in gesso per pareti studiate specificamente per strutture che devono assicurare protezione acustica (ottimizzate in termini di flessibilità rispetto alla massa della lastra) possono raggiungere valori fonoisolanti più elevati. Queste pareti mostrano un comportamento lineare anche alle basse frequenze dal momento che, grazie alla struttura massiccia, non si ha risonanza.

Le pareti a orditura metallica possono essere utilizzate per svariate finalità acustiche strutturali. In virtù del sistema «massa-molla-massa» dette pareti hanno un valore fonoisolante particolarmente elevato, specialmente alle alte frequenze. Con le lastre in gesso speciali ottimizzate per l'isolamento acustico (ad es. Rigips® Duo'Tech) è possibile dissipare ulteriore energia sonora migliorando così la prestazione generale della parete.

Ogni sistema Rigips® per pareti divisorie riporta l'indicazione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w , nonché dei termini di adattamento spettrale C e C_{tr} .

Rispetto alle normali lastre da costruzione ottimizzate ai fini della protezione acustica, tutti i sistemi Alba® e Rigips® per pareti divisorie hanno inoltre il vantaggio di disporre di appositi raccordi studiati per ridurre al minimo la trasmissione laterale.

Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w e termini di adattamento spettrale C e C_{tr}

Dal momento che il potere fonoisolante dipende dalla frequenza del suono incidente e, all'interno del campo di altezze tonali compreso tra i 100 Hz e i 5.000 Hz, si determina in passi singoli, è stato necessario definire un metodo di valutazione capace di descrivere in modo sufficiente la qualità acustica di una partizione edilizia tramite un unico valore. Nell'applicare detta procedura una curva di riferimento viene traslata su quella sperimentale (ottenuta con le misure delle prove effettuate in laboratorio) secondo regole prestabilite. Dopo la traslazione il punto di intersezione della curva di riferimento a 500 Hz fornisce il cosiddetto «indice di valutazione del potere fonoisolante» R'_w in dB come valore singolo. Più alto è l'indice del potere fonoisolante maggiore sarà l'isolamento acustico.

I termini di adattamento spettrale C e C_{tr} sono valori espressi in decibel da sommare al valore numerico singolo R_w . Così facendo si tiene conto delle peculiarità degli spettri acustici specifici di varie sorgenti sonore, ad esempio il rumore proveniente dalla strada o quello dovuto ad attività svolte all'interno dell'edificio. Il valore dei termini di adattamento spettrale C e C_{tr} è riportato tra parentesi dopo l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w . Il termine di adattamento C presuppone un'azione del rumore con uno spettro di frequenze distribuite in modo piuttosto uniforme, mentre il termine C_{tr} tiene in considerazione lo spettro che presenta considerevoli componenti di basse frequenze, ad esempio il rumore causato dalla circolazione stradale (« tr » sta per «traffic»). Di norma i termini di adattamento C e C_{tr} sono valori negativi e vanno quindi a ridurre l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w . I valori bassi indicano un comportamento favorevole ai fini della prestazione fonoisolante, quelli alti un comportamento sfavorevole (ad esempio $C = -3$ dB è migliore di -5 dB).

Conformemente alla norma SIA 181 «Isolamento acustico nell'edilizia residenziale», nella valutazione del disturbo provocato dal rumore è obbligatorio tenere conto della percezione uditiva utilizzando i termini di adattamento spettrale, per la precisione::

- C_{tr} per l'isolamento acustico contro i rumori provenienti dall'esterno per via aerea, ovvero contro le basse frequenze generate da musica
- C per l'isolamento acustico contro i rumori provenienti dall'interno per via aerea
- $C_{tr50-3150}$ per l'isolamento acustico per via aerea (valutazione a partire da 50 Hz), fra le altre cose nel caso di discoteche e speciali stabilimenti produttivi con attività notturna

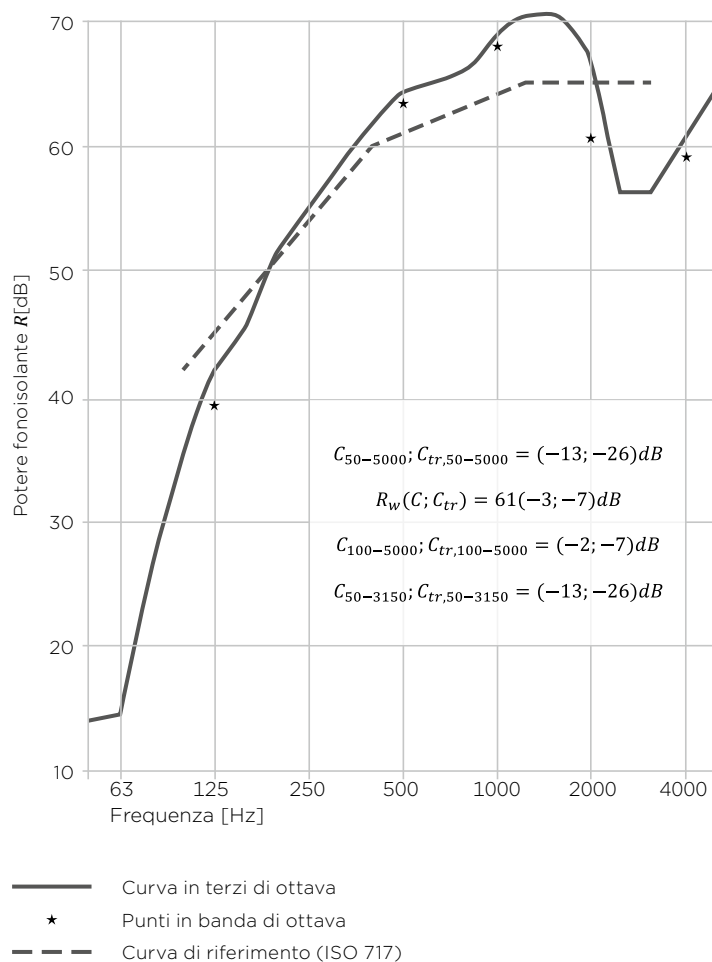


Figura 10: esempio di valutazione del potere fonoisolante per una parete divisoria Rigips® con rivestimento a doppio strato di lastre CW75/125 Habito®

Determinazione dell'isolamento acustico necessario R_w+C

Per il dimensionamento degli elementi costruttivi, compresi i rispettivi raccordi, Rigips SA mette a disposizione il software «Rigips® Calc» con il quale, a seconda dei requisiti posti all'isolamento acustico, si possono elaborare le soluzioni di volta in volta più convenienti.

Nella maggior parte dei casi per un calcolo preliminare si può utilizzare la tabella che segue. Essa mostra quale sia il valore calcolatorio R_w+C che una parete divisoria deve avere come minimo per raggiungere il valore richiesto D_i . I valori riportati sono calcolati per una parete modello di dimensioni definite, completa di alcune configurazioni tipiche di raccordo agli elementi fiancheggianti.

R_w+C in dipendenza del tipo di raccordo all'elemento costruttivo						
Valore richiesto per il rumore aereo dovuto a sorgenti interne D_i [dB]	30	33				
	35	38				
	40	43				
	45	48			49	
	50	53	54	55	56	57

Tabella 7: valore di calcolo necessario R_w+C della parete in relazione al valore richiesto D_i e comuni tipologie di raccordo

Supplemento di progetto $K_p = 2$ dB

Dimensioni della parete divisoria $B \times H = 5 \times 3$ m

Volume dell'ambiente ricevente $V < 200$ m³

Questi risultati evidenziano come quanto normalmente richiesto possa già essere soddisfatto completamente utilizzando strutture Rigips®.

Una parete divisoria (ad esempio per un edificio residenziale) con le dimensioni sopra descritte e il tipo di raccordi indicati deve presentare il valore $R_w+C \geq 43$ dB per soddisfare il requisito minimo $D_i \geq 40$ dB.

Decisivi per la qualità dell'isolamento acustico ottenuto in opera sono, in prima linea, una progettazione coerente di tutti gli elementi costruttivi compresi i relativi raccordi, nonché un'esecuzione a regola d'arte.

Valutazione dei fattori che influiscono sull'isolamento acustico

Sull'isolamento acustico delle pareti leggere influiscono vari fattori:

- il profilo dei montanti (tipo e interasse)
- la tipologia esecutiva dell'isolamento nell'intercapedine (spessore e percentuale di materiale coibente)
- il rivestimento (tipo, spessore, peso e disposizione delle lastre di tamponamento)
- i raccordi e gli elementi fiancheggianti

In seguito a numerose prove sono stati acquisiti i valori empirici esposti al seguito.

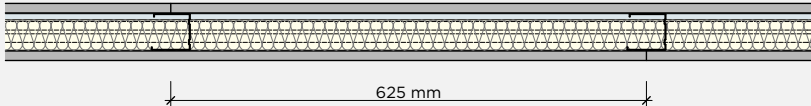
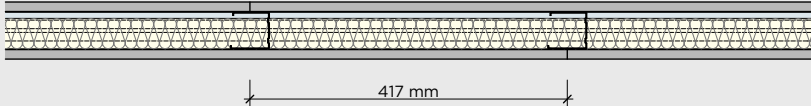
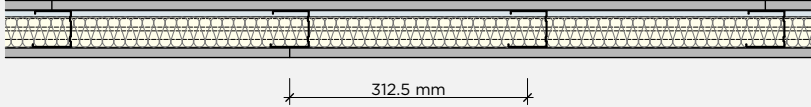
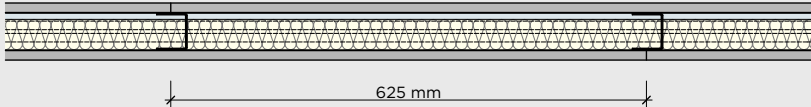
Tipologia esecutiva	Riduzione isolamento acustico dB			
	-6	-4	-2	0
CW 50/75 esecuzione standard  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
CW 50/75  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
CW 50/75  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
UA 50/75  Spessore lamiera dei profili UA 2.0 mm				

Tabella 8: pareti divisorie con rivestimento a uno strato di lastre, influenza esercitata sull'isolamento acustico dalla disposizione dei montanti e dallo spessore della relativa lamiera

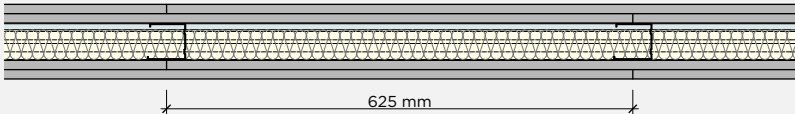
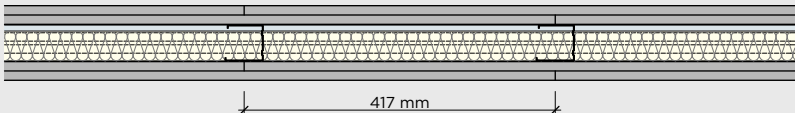
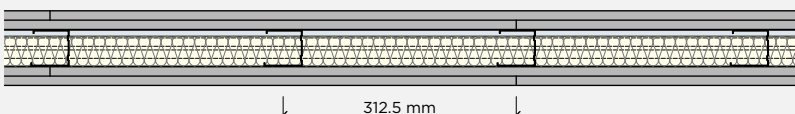
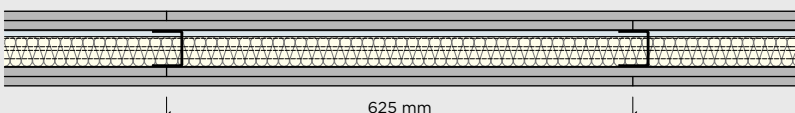
Tipologia esecutiva	Riduzione isolamento acustico dB			
	-6	-4	-2	0
CW 50/100 esecuzione standard  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
CW 50/100  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
CW 50/100  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
UA 50/100  Spessore lamiera dei profili UA 2.0 mm				

Tabella 9: pareti divisorie con rivestimento a uno strato di lastre, influenza esercitata sull'isolamento acustico dalla disposizione dei montanti e dallo spessore della relativa lamiera

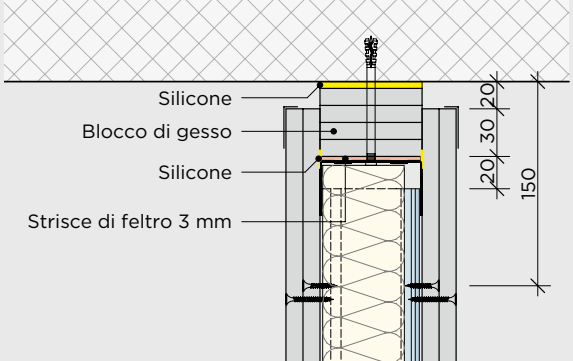
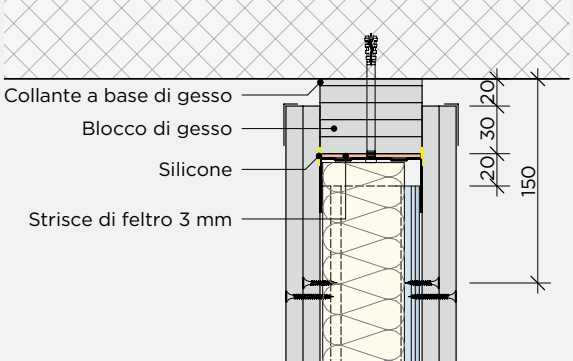
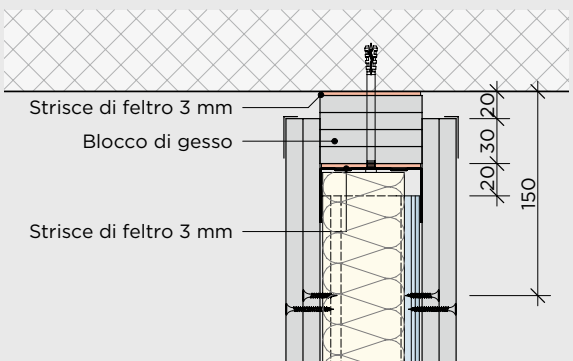
Tipologia esecutiva	Riduzione isolamento acustico dB			
	-6	-4	-2	0
Non scorrevole, sigillatura con gesso o stucco (stucco = Rimastic - gesso = Alba® AGK PLUS, Alba® Albacol PLUS, Rigips® Rifino PLUS o malta per giunti di sistema Rigips® Vario)				
Scorrevole fino 20 mm, sigillatura stucco-stucco (stucco = Rimastic)				
				
Scorrevole fino 20 mm, sigillatura gesso-stucco (stucco = Rimastic - gesso = Alba® AGK PLUS, Alba® Albacol PLUS, Rigips® Rifino PLUS o malta per giunti di sistema Rigips® Vario)				
				
Scorrevole fino 20 mm, senza sigillatura				
				

Tabella 10: influenza dei raccordi a soffitto

Influenza dell'isolamento a insufflaggio

Le analisi degli effetti di un riempimento delle intercapedini con lana minerale sull'isolamento acustico di una parete leggera a doppia struttura hanno dimostrato che questo processo consente di:

- ridurre la rigidità elastica dell'intercapedine,
- ridurre il livello di pressione acustica nell'intercapedine e
- minimizzare l'influenza delle risonanze dell'intercapedine (in direzione longitudinale e trasversale).

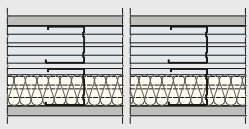
In base a queste influenze è quindi possibile migliorare l'isolamento acustico di una parete leggera a doppia struttura con un isolamento a insufflaggio con lana minerale. Sono stati analizzati i seguenti parametri e la loro influenza sull'isolamento acustico:

- resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale
- grado di riempimento
- massa volumica

Come parametro fondamentale per il materiale è stata calcolata la resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale r ($\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$). Per quanto riguarda la lana minerale, più elevata è la resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale, maggiore sarà l'energia acustica trasformata in calore dall'attrito sulla struttura delle fibre. La resistenza al flusso è tanto più elevata quanto più sottile e densa è la struttura del tessuto. È stato riscontrato che, con resistenze al flusso d'aria misurate in direzione laterale $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$, non si ottiene alcun aumento significativo dell'isolamento acustico per costruzioni leggere a due strutture comuni. Il requisito necessario per ottenere un tale risultato è un grado di riempimento minimo del 50%.

Diverse pubblicazioni specialistiche e test sull'influenza del grado di riempimento sull'isolamento acustico dimostrano che un aumento di questo parametro con isolamento con lana minerale produce un effetto positivo. Gli attuali sistemi di costruzione a secco presentano un grado di riempimento dell'80% circa. Gli studi hanno dimostrato che solitamente, a fronte di un aumento del grado di riempimento dall'80% al 100%, ci si può aspettare un miglioramento del singolo valore di solo 1dB circa. Con un grado di riempimento del 100% e un isolamento installato ben teso e dall'elevata rigidità, si rischia di ottenere involontariamente un accoppiamento degli strati (rivestimento), con conseguente riduzione dell'isolamento acustico.

Per contro, l'influenza sull'isolamento acustico della massa volumica p (kg/m^3) degli isolamenti in lana minerale nei sistemi di costruzione a secco è trascurabile. Ciò è stato dimostrato da vari studi condotti presso il Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca Empa LPMR (rapporto d'inchiesta n. 5214010997) e dalla Höhere Technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt TGM (perizia TGM-VA AB 10814) sulla base di costruzioni a secco testate.

Costruzione a secco		Grado di riempimento	Spessore	Tipo di isolamento	Massa volumica	Resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale	Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w ($C; C_{tr}$)
	CW 50-50/137,5	50%	50 mm	Lana di vetro	11 kg/m ³	5,4 kPa · s/m ²	48 (-4; -12)
				Lana minerale	14 kg/m ³	8,0 kPa · s/m ²	48 (-4; -11)
				Lana di vetro	30 kg/m ³	9,4 kPa · s/m ²	48 (-5; -13)
				Lana minerale	115 kg/m ³	39 kPa · s/m ²	48 (-5; -12)
				Lana di vetro	128 kg/m ³	34 kPa · s/m ²	48 (-5; -13)
		100%	2 × 50 mm	Lana minerale	11 kg/m ³	5,4 kPa · s/m ²	53 (-5; -12)
				Lana di vetro	14 kg/m ³	8,0 kPa · s/m ²	53 (-4; -11)
				Lana minerale	30 kg/m ³	9,4 kPa · s/m ²	53 (-5; -13)
				Lana di vetro	115 kg/m ³	39 kPa · s/m ²	52 (-3; -10)
				Lana minerale	128 kg/m ³	34 kPa · s/m ²	54 (-4; -11)

Isolamento acustico con contropareti Rigips®

Le contropareti sono un sistema semplice per migliorare l'isolamento acustico di elementi costruttivi massicci sia esistenti che nuovi. Questa tipologia costruttiva è particolarmente efficiente grazie al sistema «molla-massa». Rigips® ha in programma vari sistemi studiati a seconda delle esigenze. Detti sistemi si possono suddividere fondamentalmente in due gruppi:

- contropareti con lastre composite: Alba®phon e Rigitheer® MW (strato isolante fissato direttamente all'elemento di supporto).
- contropareti con sottostruttura in profilato metallico

Per conseguire risultati ottimali è indispensabile osservare i seguenti aspetti:

- struttura il più flessibile possibile
- disaccoppiamento meccanico della controparete dalla parete massiccia
- strato isolante poroso nell'intercapedine con una resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale pari a

$$r \geq 5kPA \frac{s}{m^2}$$

In relazione alle rispettive esigenze è possibile ottimizzare lo spessore dell'intercapedine delle contropareti servendosi di una sottostruttura in profilato metallico. Le nozioni di base esposte nel capitolo che segue intendono fungere da supporto per la progettazione.

Il miglioramento dell'isolamento acustico per mezzo di contropareti dipende sempre dal tipo di elemento costruttivo di base al quale le stesse andranno applicate. Al seguito si forniscono informazioni in merito a un modo di procedere sia realistico che pratico.

Incremento del potere fonoisolante di contropareti con sottostruttura in profilato metallico

Le contropareti Alba® e Rigips® con sottostruttura in profilato metallico sono ottimizzate per il miglioramento acustico. Contestualmente alle ampie prove effettuate da Rigips® sono stati conseguiti valori di abbattimento migliori rispetto a quanto previsto dalla norma DIN EN 12354-1.

In dipendenza dell'isolamento acustico dell'elemento costruttivo esistente, i valori di incremento del potere fonoisolante ΔR_w [dB] delle contropareti possono essere individuati con le tre curve A1-A3. Le curve sono indicate sulla scorta della tipologia costruttiva e dello spessore di isolante della controparete.

Spessore di isolante [mm]	Rivestimento a uno strato di lastre o Alba® 25	Rivestimento a due strati di lastre o Alba® 40	Rivestimento a tre strati di lastre
$30 \leq d < 60$	A3	A2	A2
$60 \leq d < 80$	A2	A1	A1
≥ 80	A1	A1	A1

Tabella 12: determinazione della curva di progetto per contropareti con sottostruttura in profilato metallico

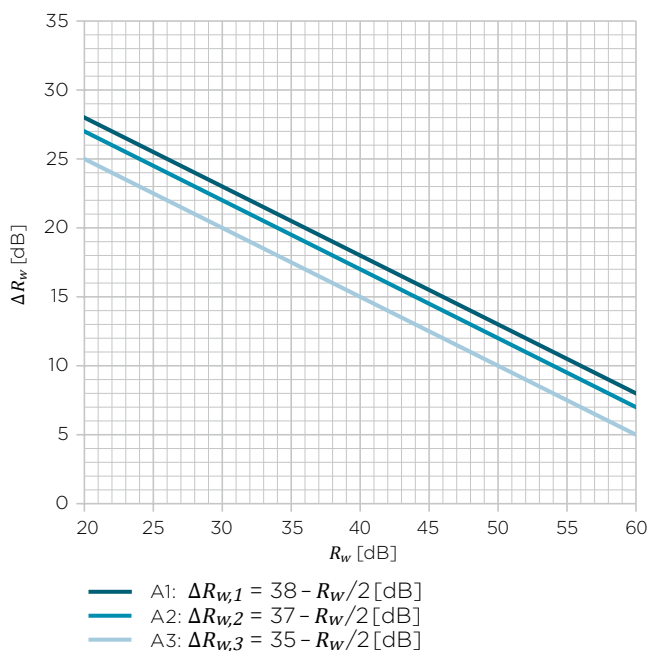


Figura 11: curve di progetto per contropareti con profili in acciaio

Utilizzando lastre performanti Rigips® in tutti gli strati di rivestimento (ad esempio Habito®, Duraline®, Aquaroc, Rigidur® H, Glasroc F e X-Ray Protection) si ha un ulteriore miglioramento dell'isolamento acustico di 1 dB.

Incremento del potere fonoisolante di contropareti con lastre composite

Le contropareti realizzate con lastre composite constano di lastre accoppiate Alba® e Rigips®, laddove il pannello di lana minerale viene incollato all'elemento costruttivo esistente a tutta superficie o con il metodo a cordolo e punti. Dal momento che, in questo caso, è lo strato di isolante a farsi carico del comportamento flessio-elastico altrimenti dato dal sistema «massa-molla-massa», oltre alla rispettiva massa ha rilievo anche la rigidità dinamica dell'isolante stesso ed è stata perciò ottimizzata.

In dipendenza dell'isolamento acustico dell'elemento costruttivo esistente, i valori di incremento del potere fonoisolante ΔR_w [dB] delle contropareti possono essere individuati con le quattro curve B1 e B2. Le curve sono indicate in relazione alla lastra composita e dello spessore di isolante.

Spessore di isolante d [mm]	Rigitherm® MW incollata	Alba®phon 25 incollata	Alba®phon 40 incollata
20	—	B2	B2
30	—	B2	B1*
40	B2	B2	B1
50	—	B1	B1

*vale per una massa superficiale dell'elemento costruttivo esistente pari a $m > 150$; per masse $m \leq 150$ considerare la curva B2

Tabella 13: determinazione della curva di progetto per contropareti con lastre composite

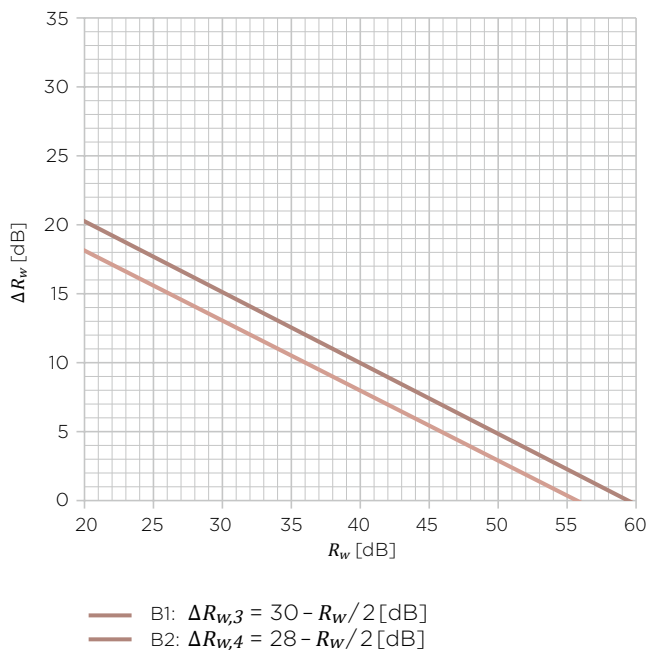


Figura 12: curve di progetto per contropareti con lastre composite

Isolamento acustico con nodi di riduzione

Spesso quando si devono raccordare pareti a orditura metallica Rigips® a una facciata leggera si ha a disposizione soltanto una porzione di spazio molto limitata. In questo caso la parete divisoria si collega all'involucro esterno con un cosiddetto «nodo di riduzione» («restringimento della parete», «raccordo a facciata con spessore ridotto»).

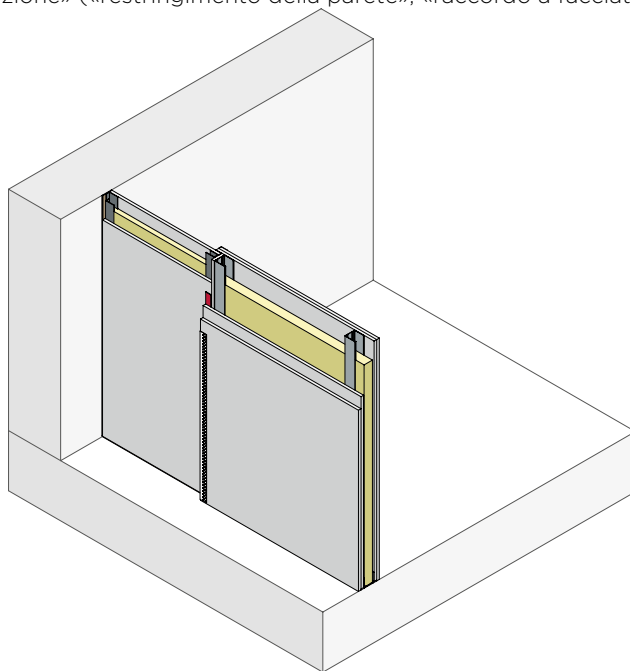


Figura 13: rappresentazione schematica di un nodo di riduzione

Dal momento che un nodo di riduzione è più sottile della rispettiva partizione verticale ne consegue, di norma, un minor isolamento acustico. Di ciò si deve necessariamente tener conto in fase di progetto. L'influenza esercitata dal nodo di riduzione sull'isolamento acustico tra locale e locale è determinata da vari fattori:

- potere fonoisolante del nodo di riduzione in sé
- potere fonoisolante della parete divisoria
- rapporto percentuale tra la superficie della parete divisoria e quella del nodo di riduzione
- dimensioni del nodo di riduzione
- materiali utilizzati
- modalità esecutiva del raccordo del nodo di riduzione alla facciata e alla parete divisoria
- potere fonoisolante degli elementi costruttivi adiacenti (in particolare quello della «facciata leggera»)

Calcolo della prestazione fonoisolante di superfici composte da elementi eterogenei

Se considerate sotto l'aspetto dell'isolamento acustico le partizioni verticali con nodo di riduzione sono elementi divisori aventi due valori fonoisolanti diversi. Conoscendo il valore del potere fonoisolante di ciascuna delle singole porzioni di superficie è possibile determinare l'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante dell'intera superficie ($R_{w,res}$) applicando la seguente equazione:

$$R_{w,res} = -10 \lg \left[\frac{1}{S_s} \cdot \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-R_{i,w}/10} \right]$$

Laddove:

$R_{w,res}$: indice di valutazione del potere fonoisolante risultante dell'intera superficie [in dB]

S_s : superficie totale della struttura [m²]

S_i : porzione di superficie «i», ad es. porte, finestre, nodo di riduzione ecc. [m²]

$R_{w,i}$: indice di valutazione del potere fonoisolante della porzione di superficie «i» [dB]

Nel calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante confluiscono pertanto la percentuale di superficie di ciascuna porzione e il rispettivo valore fonoisolante. Ciò significa che quanto maggiore è la superficie del nodo di riduzione rispetto alla superficie totale dell'elemento divisorio (in percentuale) e quanto più si discostano tra loro i valori fonoisolanti delle singole superfici, tanto maggiore sarà l'impatto esercitato dal nodo di riduzione sull'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante. In tali casi un aumento del valore fonoisolante della parete in sé incide poco sull'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante.

Tuttavia, laddove la superficie del nodo di riduzione è percentualmente piccola rispetto a quella totale, è pur sempre possibile supplire fino a un certo grado allo scompenso creatosi incrementando il valore fonoisolante della parete.

Il nomogramma illustrato sotto consente di rilevare la riduzione del valore del potere fonoisolante in funzione della differenza della prestazione fonoisolante delle singole porzioni di superficie e della percentuale di superficie della porzione più piccola. Il tutto è rappresentato sulla scorta di una parete divisoria corredata di porta.

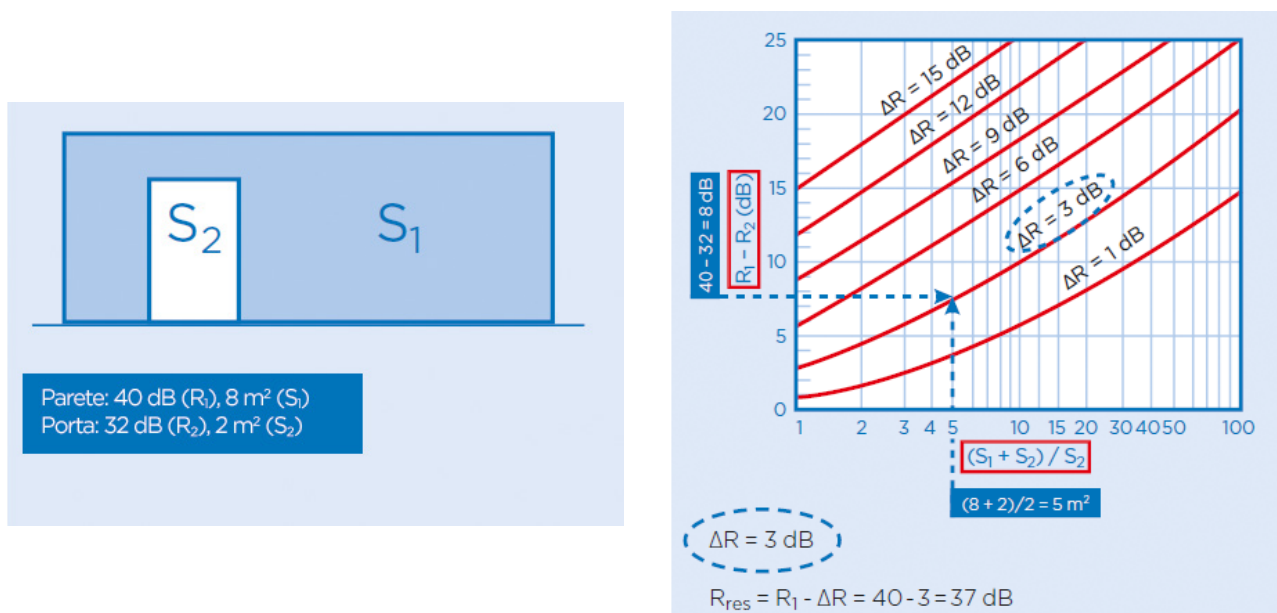


Figura 14: esempio per il calcolo del potere fonoisolante risultante di superfici composte da elementi eterogenei

Nodi di riduzione Rigips

Rigips ha fatto analizzare la prestazione fonoisolante di varie tipologie di nodi di riduzione. Come esposto nella tabella 13, dette soluzioni si differenziano tra loro per il tipo di rivestimento, per l'esecuzione con o senza lamiera d'acciaio e per lo spessore del materiale coibente. I nodi di riduzione sono stati testati con una larghezza di 625 mm.

Sono state prese in esame le seguenti varianti di nodo di riduzione:

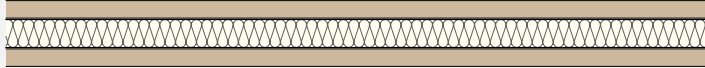
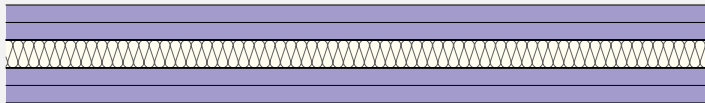
Struttura stratigrafica	R _w [dB]	Rappresentazione schematica del sistema
Nodo di riduzione 1: Rigips® Habito 12.5 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 0.5 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 0.5 mm Rigips® Habito 12.5 mm Spessore totale 46.0 mm	41	
Nodo di riduzione 2: Rigips® Duraline 15.0 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duraline 15.0 mm Spessore totale 50.0 mm	44	
Nodo di riduzione 3: Rigidur® H 15.0 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigidur® H 15.0 mm Spessore totale 50.0 mm	43	
Nodo di riduzione 4: Elem. per pavim. Rigidur® EE 20 20.0 mm Elem. per pavim. Rigidur® EE 30 MF 30.0 mm Spessore totale 50.0 mm	44	
Nodo di riduzione 5: Rigips® Duo'Tech Duraline 25.0 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 25.0 mm Spessore totale 70.0 mm	55	
Nodo di riduzione 6: Rigips® Duo'Tech Duraline 25 mm Lana minerale Rigips® 20 mm Rigips® Duraline 12.5 mm Spessore totale 57.5 mm	50	
Nodo di riduzione 7: Rigips® Duraline 12.5 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duraline 12.5 mm Spessore totale 45.0 mm	43	

Tabella 14: tipologie di nodo di riduzione certificate

Indici di valutazione del potere fonoisolante risultante

Gli indici di valutazione del potere fonoisolante risultante riportati nella seguente tabella valgono per nodi di riduzione la cui superficie è pari all'8% ovvero al 16% della superficie totale della partizione.

Per l'8% ciò corrisponde, ad esempio, a una parete di dimensioni 7.2 m × 3.0 m con nodo di riduzione di 0.625 m × 3.0 m, mentre per il 16% a una parete di dimensioni 3.0 m × 3.28 m con nodo di riduzione di 0.625 m × 3.0 m.

Descrizione del nodo (larghezza 625 mm)	Indice di valutazione del potere fonoisolante del nodo	Parete base* $R_w = 50$ dB		Parete base* $R_w = 56$ dB		Parete base* $R_w = 60$ dB		Parete base* $R_w = 63$ dB		Parete base* $R_w = 70$ dB	
		8 %	16 %	8 %	16 %	8 %	16 %	8 %	16 %	8 %	16 %
°	R_w [dB]	Indice di valutazione del potere fonoisolante risultante $R_{w,res}$ [dB]									
Nodo di riduzione 1: 12.5 mm Rigips® Habito 0.5 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 20.0 mm Lana minerale Rigips® 0.5 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 12.5 mm Rigips® Habito	41	48	47	50	48	51	48	51	48	52	49
Nodo di riduzione 2: 15.0 mm Rigips® Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 15.0 mm Rigips® Duraline	44	49	48	52	50	53	51	54	51	55	52
Nodo di riduzione 3: 15.0 mm Rigidur® H 20.0 mm Lana minerale Rigips® 15.0 mm Rigidur® H	43	48	47	52	50	53	50	53	50	54	51
Nodo di riduzione 4: 20.0 mm Elem. per pavim. Rigidur® EE 20 30.0 mm Elem. per pavim. Rigidur® EE 30 MF	44	49	48	52	50	53	51	54	51	55	52
Nodo di riduzione 5: 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline	55	50	50	56	55	59	58	61	60	65	62
Nodo di riduzione 6: 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 12.5 mm Rigips® Duraline	50	50	50	55	54	58	55	59	56	61	57
Nodo di riduzione 7: 12.5 mm Rigips® Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 12.5 mm Rigips® Duraline	43	48	47	52	50	53	50	53	50	54	51

Tabella 15: tabella sinottica

* L'esatta composizione stratigrafica delle pareti base (con i rispettivi valori di isolamento acustico) è disponibile nella documentazione tecnica.

Esempio di calcolo del valore del potere fonoisolante

Nel caso di una parete base Rigips® con $R_w = 60$ dB **a** si utilizza il nodo di riduzione **b** con una percentuale di superficie dell'8% **c**. Ne consegue pertanto un indice di valutazione del potere fonoisolante risultante pari a $R_{w,res} = 59$ dB **d**.

Disegno di esempio del valore del potere fonoisolante

Parete a secco con 60 dB: sistema 1-HA.1.2-10 (CW 75/125)

+ nodo di riduzione 5 → valore del potere fonoisolante risultante $R_{w,res} = 59$ dB

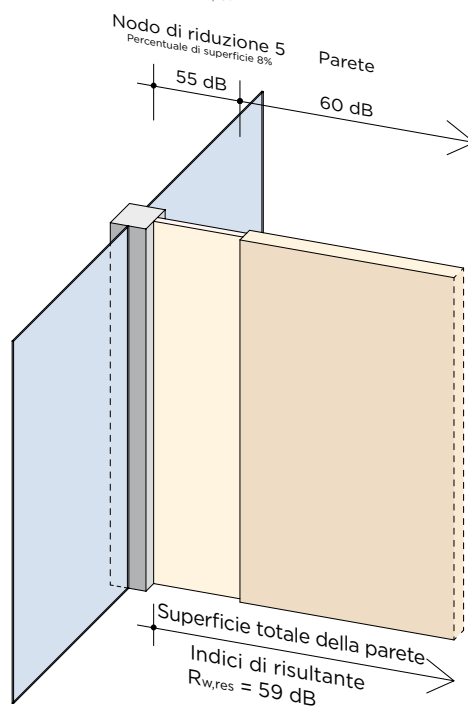


Figura 15: valore del potere fonoisolante

Collegamento del nodo di riduzione all'elemento costruttivo

Oltre a tener conto del potere fonoisolante degli elementi costruttivi circostanti, un aspetto decisivo per le prestazioni acustiche dell'intera struttura è anche il collegamento ermetico ed eseguito a regola d'arte della partizione verticale in sé agli elementi costruttivi a essa adiacenti. Ogni difetto in questo senso (buco acustico) porta infatti a un peggioramento delle prestazioni insonorizzanti. Per compensare irregolarità e dislivelli è indispensabile foderare la superficie di contatto del raccordo (ad es. con una striscia di feltro Rigips), nonché sigillare il tutto stuccando alla perfezione i punti di giunzione agli elementi costruttivi adiacenti.

Dettaglio: Nodo di riduzione collegato a pilastro di facciata

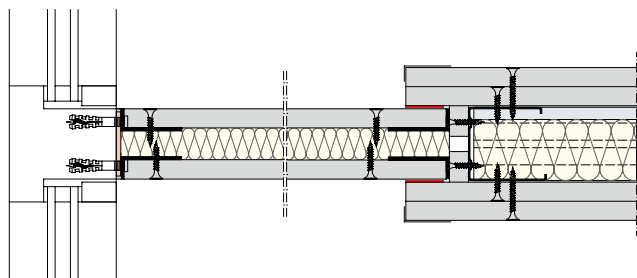


Figura 16: Profili a L verso l'interno

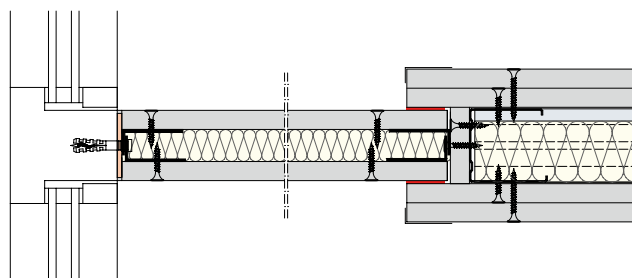


Figura 17: Profili a L verso l'esterno

Sintesi dei punti salienti



Massa e rigidezza flessionale

La massa e la rigidezza flessionale, le quali influiscono sulla frequenza di coincidenza f_c (frequenza critica), sono i fattori principali nella valutazione dell'isolamento acustico degli elementi costruttivi a parete singola

Elevato potere fonoisolante

Grazie al sistema «massa-molla-massa», con gli elementi costruttivi a doppia parete si è in grado di raggiungere un potere fonoisolante molto elevato pur impiegando strutture leggere e sottili

La norma SIA 181

In Svizzera l'isolamento acustico tra unità di utenza diverse è regolato dalla norma SIA 181. Oltre ai metodi di calcolo, la norma fornisce anche raccomandazioni inerenti la prestazione fonoisolante degli elementi di partizione

Semplicità e ingombro ridotto

Con le contropareti Rigips® è possibile ottenere un incremento del potere fonoisolante in maniera semplice e risparmiando spazio

Acustica architettonica

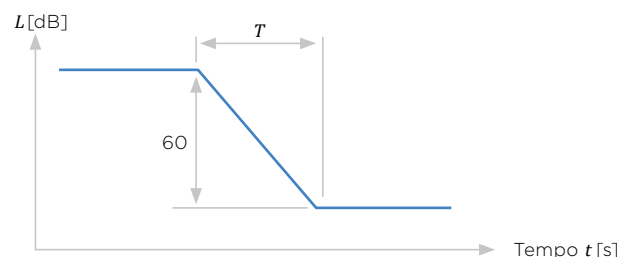
Introduzione alla progettazione acustica

L'acustica architettonica studia il modo in cui il suono si propaga all'interno degli spazi chiusi. Sono infatti in molti a soffrire per le conseguenze di una cattiva acustica ambientale. Essa può provocare un rapido affaticamento o persino la perdita di informazioni all'ascolto di testi impegnativi. Nei locali che presentano un comportamento acustico scadente la capacità di rendimento di una persona è quindi altamente ridotta.

Tempo di riverberazione

Il criterio di acustica architettonica più antico e, altresì, più conosciuto è il tempo di riverberazione. Esso esprime in cifre l'intervallo nel quale, in un locale, si continua a sentire riecheggiare un suono nonostante la sorgente sonora abbia già cessato di emetterlo. Di fatto si tratta del tempo necessario affinché, dopo lo spegnimento della sorgente, il livello di pressione sonora si riduca di 60 dB. Maggiore è il tempo di riverberazione, più a lungo si percepirà il tono all'interno del locale interessato. Se invece il tempo di riverberazione è troppo corto, il suono risulta oltre modo smorzato e non sarà possibile udire toni sufficientemente chiari.

Il tempo di riverberazione di un ambiente è influenzato prevalentemente dalla sua configurazione geometrica, nonché dalla scelta e dalla distribuzione spaziale delle superfici fonoriflettenti e fonoassorbenti. Per la maggior parte delle situazioni costruttive lo si calcola secondo la «formula di Sabine».



$$T = 0,163 \cdot \frac{V}{A}$$

T = tempo di riverberazione [s]

V = cubatura [m^3]

A = area equivalente di assorbimento acustico [m^2]

Figura 18: tempo di riverberazione

Assorbimento acustico

L'assorbimento acustico è il parametro più importante nella realizzazione acustica degli ambienti. Esso descrive la capacità di dissipare l'energia acustica presente in un locale tramite conversione in un'altra forma di energia, laddove il comportamento acustico è determinato da superfici assorbenti e superfici riflettenti. Il comportamento assorbente di un locale è dato dalla sua configurazione

architettonica, dagli arredi di cui è dotato e dall'uso a cui è destinato. Detto comportamento si valuta sulla scorta del coefficiente di assorbimento acustico.

Il coefficiente di assorbimento acustico α indica il rapporto tra l'energia sonora non riflessa da una superficie e quella incidente.

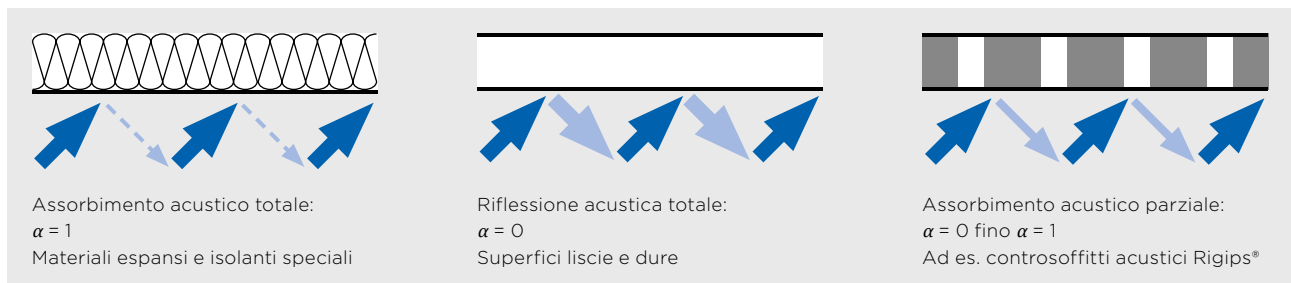


Figura 19: coefficienti di assorbimento acustico per vari tipi di superficie

Moltiplicando il coefficiente di assorbimento acustico α di un materiale per la sua superficie S si ottiene l'area equivalente di assorbimento acustico A .

$$A = \alpha \cdot S [m^2]$$

A = l'area equivalente di assorbimento acustico
 α = coefficiente di assorbimento acustico
 S = superficie $[m^2]$

Il coefficiente di assorbimento acustico α_s è il valore della capacità fonoassorbente di un materiale in dipendenza della frequenza e si misura in bande di terzi di ottava mediante prove acustiche conformemente alla norma EN ISO 354.

Il coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p è il valore della capacità fonoassorbente dipendente dalla frequenza espresso in bande di ottava. Per determinare α_p si convertono in bande di ottava i valori α_s conformemente alla norma EN ISO 11654.

Esempio di α_p per 250 Hz:

$$\alpha_{p250} = \frac{\alpha_{s200} + \alpha_{s250} + \alpha_{s315}}{3}$$

α_p = coefficiente di assorbimento acustico pratico
 α_s = coefficiente di assorbimento acustico in dipendenza della frequenza

Il coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p si arrotonda a passi di 0.05 fino a un limite massimo di 1.00.

L'indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w è un valore numerico singolo indipendente dalla frequenza introdotto per esprimere la capacità fonoassorbente di un materiale e si calcola secondo la norma EN ISO 11654. Per determinare l'indice α_w si trasla via via una curva di riferimento sui valori α_p fino a quando la somma degli scarti negativi è ≤ 0.1 . L'indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w corrisponde al valore della curva di riferimento così traslata a 500 Hz.

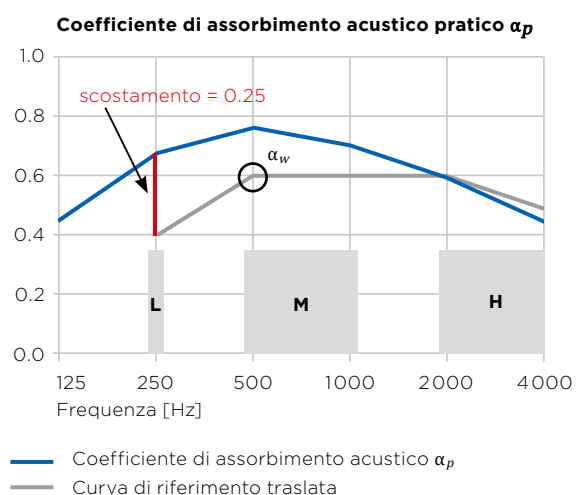
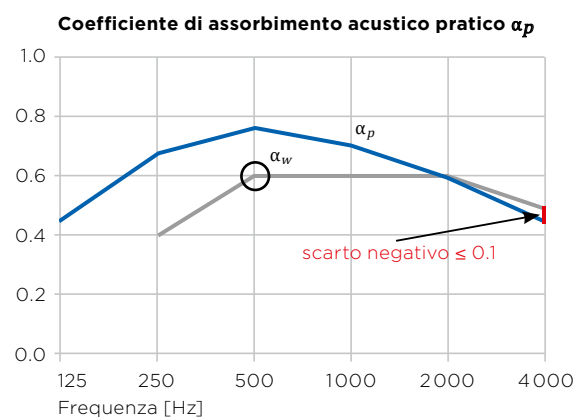


Figura 20: calcolo dell'indice di valutazione dell'assorbimento acustico

L'indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w può essere utilizzato per determinare la classe di assorbimento secondo la norma EN ISO 11654. Tuttavia una classe di fonoassorbimento più alta non garantisce automaticamente un'acustica architettonica migliore.

Classe di assorbimento acustico	Indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w
A	0.90; 0.95; 1.00
B	0.80; 0.85
C	0.60; 0.65; 0.70; 0.75
D	0.30; 0.35; 0.40; 0.45; 0.50; 0.55
E	0.25; 0.20; 0.15
Non classificato	0.10; 0.05; 0.00

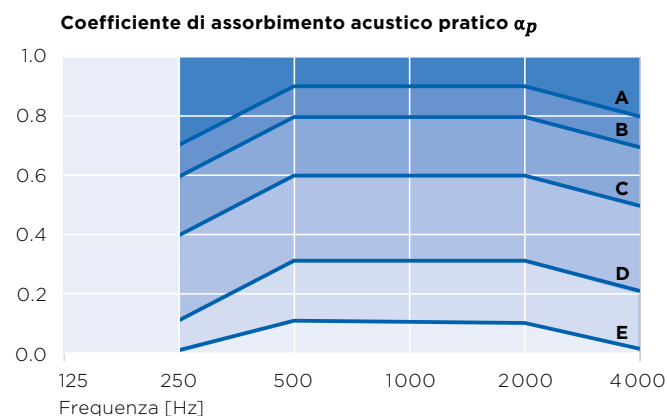


Figura 21: rappresentazione tabellare e grafica delle classi di assorbimento acustico

Fattori che influiscono sul comportamento assorbente

Con l'ampio assortimento di controsoffitti acustici Rigips® si possono soddisfare praticamente tutti i requisiti acustici. Le proprietà fonoassorbenti dei sistemi acustici Rigips® sono influenzate dai fattori esposti al seguito.

Percentuale di foratura

In linea di principio la scelta del tipo di forometria influisce anche sulle proprietà acustiche della struttura sospesa. Di regola, ad esempio, l'incremento della percentuale di foratura porta altresì a un aumento dell'assorbimento acustico. Tuttavia in presenza di percentuali di foratura superiori al 25% i valori cambiano soltanto in misura ridotta. Il grafico che segue riporta il raffronto tra un controsoffitto acustico Rigips® Ambiance con foratura tonda 6/18 e uno con foratura tonda 12/25.

Coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p

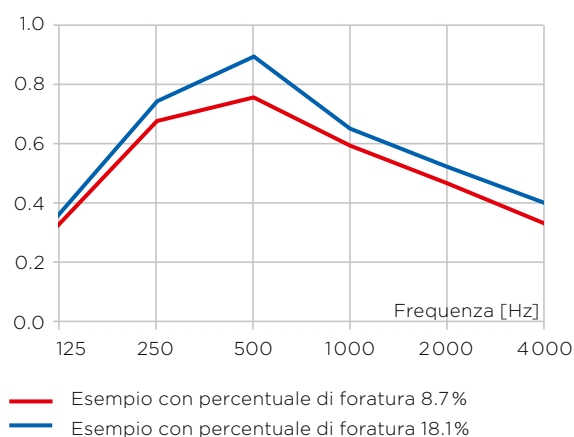


Figura 22: influenza della percentuale di foratura sul comportamento fonoassorbente

Altezza di sospensione / Intercapedine

Oltre alla tipologia dei fori, un'influenza decisiva sulle proprietà acustiche di un soffitto ha anche l'intercapedine. Nel caso di altezze di sospensione contenute (< 100 mm) la curva di assorbimento acustico si sposta in direzione del campo delle medie e alte frequenze. Un incremento dell'altezza di sospensione porta invece all'aumento dell'assorbimento acustico nel campo delle basse frequenze. Questo effetto scompare tuttavia in presenza di altezze di sospensione ≥ 500 mm.

Coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p

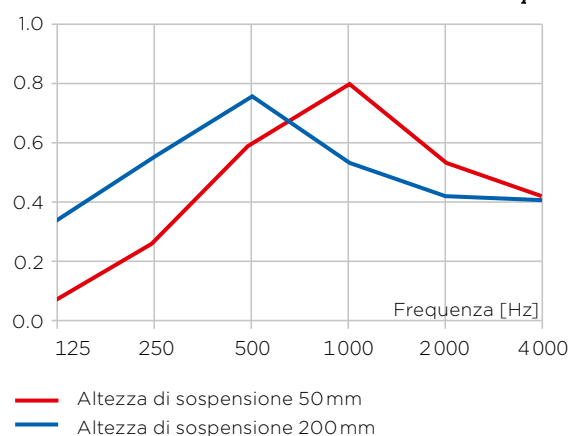


Figura 23: influenza dell'intercapedine d'aria sul comportamento fonoassorbente

Materassino di lana minerale

Tutti i sistemi Rigips® per controsoffitti acustici sono corredati di serie di un velo acustico sul retro del pannello. Detto velo assicura un'acustica ottimale laddove il rumore incidente è dovuto alla voce umana, ad esempio negli uffici, nelle scuole, nelle sale conferenza ecc. Specialmente nel campo delle basse frequenze l'aggiunta di un materassino in lana minerale porta a un miglioramento dell'assorbimento acustico. Per questa ragione nei controsoffitti con altezza di sospensione ridotta e laddove si utilizzino sistemi assorbenti a parete dovrebbe sempre essere predisposto l'inserimento di un tale materassino.

Esempio: Rigiton Ambiance 8/18 Coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p

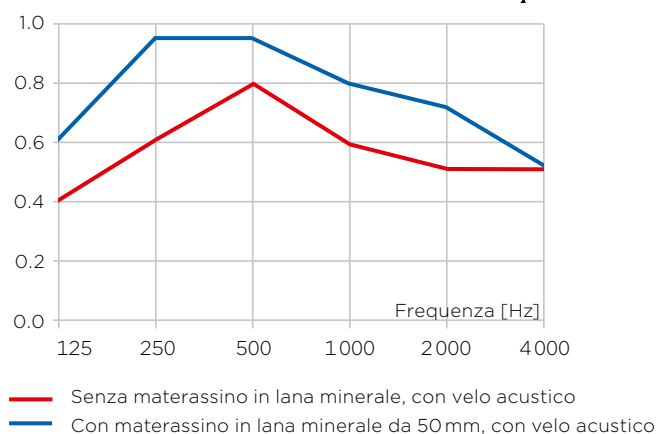


Figura 24: influenza del velo acustico e del materassino in lana minerale sul comportamento fonoassorbente

Progettazione acustica architettonica

In Svizzera i requisiti posti all'acustica architettonica sono regolati dalla norma SIA 181, laddove per una progettazione più dettagliata degli spazi a destinazione d'uso mista si applica la norma DIN 18041. La SIA 181, infatti, contempla unicamente i requisiti acustici richiesti da aule scolastiche e palestre nel rispetto di determinati fattori.

Progettazione secondo SIA 181

La norma SIA 181 regola il normale esercizio nelle aule scolastiche e nelle palestre (senza presenza di pubblico) presupponendo in ciò un minimo di intelligibilità del parlato, ovvero di udibilità, nonché fissando tra l'altro valori nominali del tempo di riverberazione T_{soll} per le aule fino a 500 m³ e le palestre da 2.000 a 8.500 m³. Detti valori nominali valgono per situazioni nelle quali il livello di occupazione di un ambiente corrisponde almeno all'80% di quello normale. La comprova del rispetto di tale tempo di riverbero avviene tramite calcoli secondo la norma EN 12354-6 oppure attraverso misurazioni come da norma EN ISO 3382.

In questo contesto, nell'intervallo di frequenza compreso tra i 100 Hz e i 5.000 Hz i tempi di riverberazione a cui mirare devono trovarsi nel seguente campo di tolleranza (riferito ai valori nominali T_{soll}).

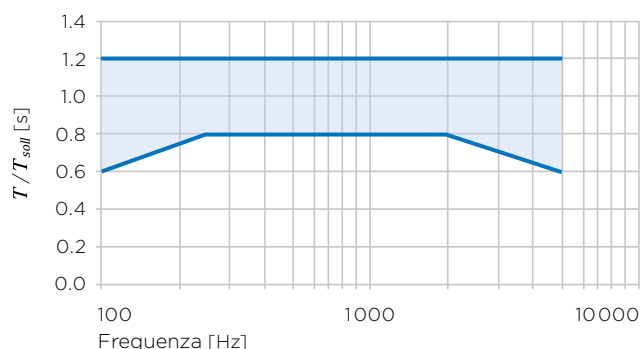


Figura 25: spettro dei tempi di riverberazione a cui mirare per il parlato

Per le palestre, nell'intervallo di frequenza compreso tra i 250 Hz e i 2.000 Hz, il valore nominale T_{soll} non può essere superato di oltre il 20%. Per cubature maggiori a 8.500 m³, sempre nell'intervallo di frequenza compreso tra i 250 Hz e i 2.000, si raccomandano valori nominali pari a un massimo di 2,5 s. Sono in ogni caso da preferirsi tempi di riverberazione più brevi.

Progettazione secondo DIN 18041

Nella norma DIN 18041 sono definiti i requisiti acustici e le direttive di progettazione atti ad assicurare l'udibilità (qualità acustica architettonica). Per «udibilità» si intende l'idoneità di un locale alla produzione di determinati fenomeni sonori in dipendenza della sua destinazione d'uso. Tale idoneità si riferisce in prevalenza a un'adeguata comunicazione verbale e a manifestazioni musicali. La norma DIN 18041 attua una suddivisione degli spazi in due diverse tipologie di locali e di destinazioni d'uso: ambienti chiusi del gruppo A (sale conferenza, aule di

tribunali, aule scolastiche, palestre e piscine) per l'udibilità su medie e grandi distanze, nonché ambienti chiusi del gruppo B (locali di vendita, mense, sale operatorie, spazi dedicati al pubblico) per l'udibilità a distanze ridotte.

Negli ambienti del gruppo A il valore nominale del tempo di riverberazione T_{soll} a cui mirare è da calcolarsi in dipendenza della tipologia d'uso e della cubatura effettiva. Le curve dei valori nominali per la musica, il parlato e le lezioni valgono per locali occupati da persone e non vuoti.

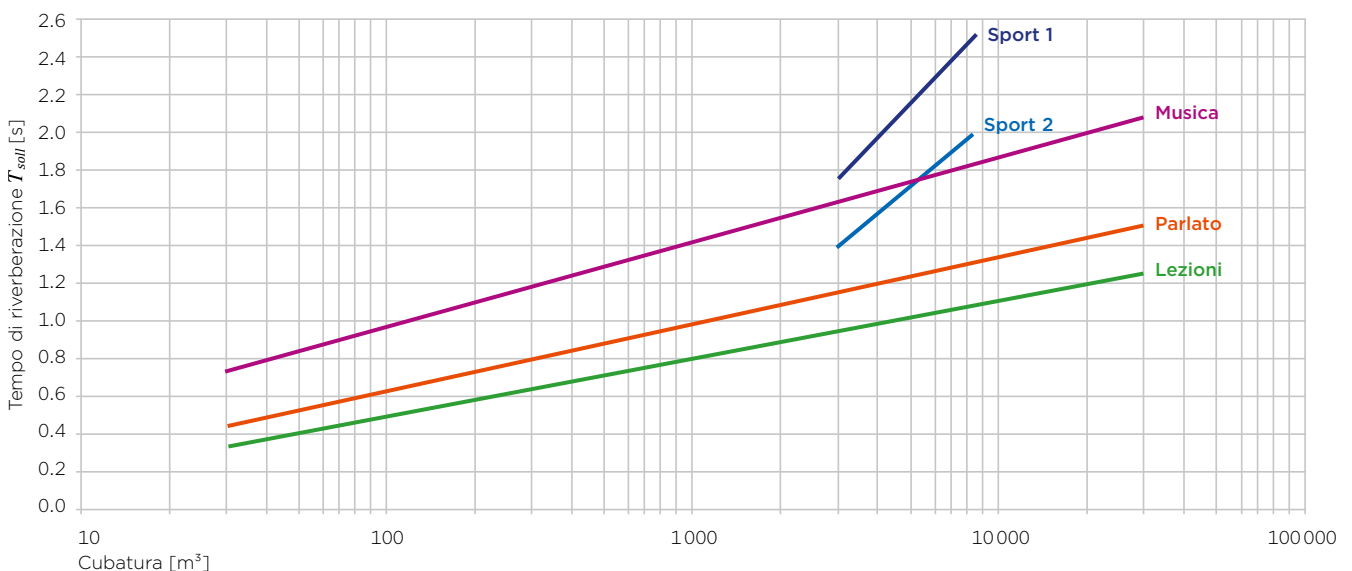


Figura 26: curve dei valori nominali per differenti tipologie d'uso

Sport 1: palestre e piscine senza presenza di pubblico per uso normale e/o insegnamento semplice (una classe o un gruppo sportivo, contenuti comunicativi unitari).

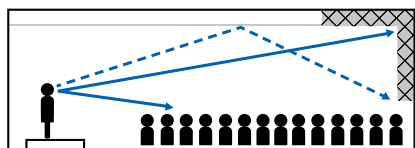
Sport 2: palestre e piscine senza presenza di pubblico per insegnamento plurimo (più classi o gruppi sportivi in parallelo con contenuti comunicativi diversi).

Negli ambienti del gruppo B non è necessariamente richiesto il rispetto di un determinato valore nominale del tempo di riverberazione.

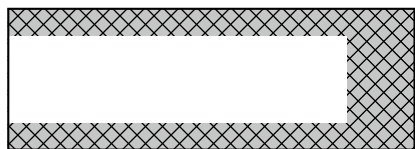
Nella progettazione acustica architettonica degli ambienti piccoli (fino a 250 m^3) oltre alla scelta dei dispositivi assorbenti adatti ha un'importanza decisiva anche la distribuzione spaziale di quest'ultimi. Ad esempio nei locali a pianta rettangolare con pareti piane non interrotte da mobili, scaffali, nicchie finestra o lavagne e bacheche di

grandi dimensioni sussiste il pericolo che, nel caso di soffitti rivestiti completamente con materiali fonoassorbenti, possano comparire fenomeni di eco intermittente. A questo si può ovviare realizzando un cassetto centrale fonoriflettente.

Distribuzione vantaggiosa dei dispositivi assorbenti

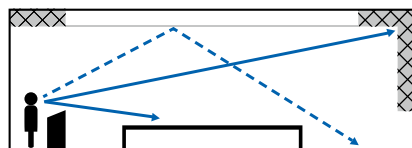


Vista laterale

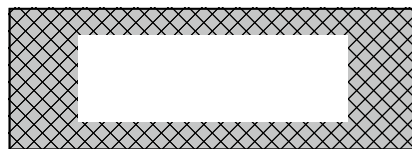


Vista del soffitto (da sotto)

Distribuzione vantaggiosa dei dispositivi assorbenti

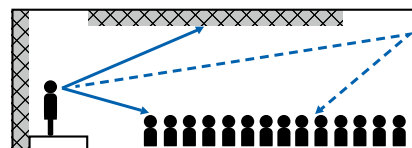


Vista laterale

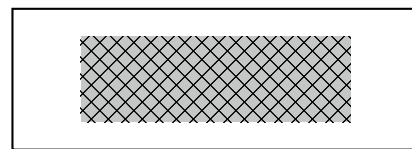


Vista del soffitto (da sotto)

Distribuzione svantaggiosa dei dispositivi assorbenti



Vista laterale



Vista del soffitto (da sotto)

Figura 27: distribuzione dei dispositivi assorbenti negli ambienti chiusi

Negli ambienti di medie dimensioni e nei piccoli padiglioni tra i 250 e i 5.000 m^3 , oltre a studiare la disposizione dei materiali fonoassorbenti, bisogna fare altresì in modo di canalizzare le riflessioni utili e di evitare quelle dannose. Per rinforzare il suono utile in caso di distanze elevate, così da ottenere una migliore intelligibilità del parlato, è

necessario distribuire e orientare in modo adeguato le superfici riflettenti.

Negli ambienti di dimensioni maggiori e di forma più complessa è opportuno far intervenire un progettista specializzato nel settore.

Sintesi dei punti salienti



Comportamento acustico

Il comportamento acustico di un ambiente chiuso è condizionato dalla geometria spaziale dello stesso e dall'interazione di superfici assorbenti e riflettenti

Percentuale di foratura

Più elevata è la percentuale di foratura dei sistemi acustici Rigips®, maggiore sarà anche l'assorbimento acustico

Altezza di sospensione

Un'altezza di sospensione tra i 100 mm e i 500 mm ha un effetto positivo sull'assorbimento acustico nei campi di bassa frequenza

Capacità fonoassorbente

L'aggiunta di un materassino in lana minerale porta a un miglioramento del comportamento fonoassorbente di un controsoffitto acustico

Isolamento termico e protezione dall'umidità

Isolamento termico

Un buon isolamento termico è indispensabile tanto per ragioni di comfort e benessere, quanto sotto l'aspetto ecologico e igienico. Isolamento termico, protezione dall'umidità climatica (ambientale) e comfort sono aspetti direttamente correlati tra loro.

Isolamento termico e protezione dall'umidità hanno come obiettivo quello di assicurare nel tempo un clima ambiente igienico e confortevole, di preservare la costruzione da danni strutturali e di ridurre il consumo di energia per il riscaldamento. Di regola la verifica della presenza di un sufficiente isolamento termico avviene secondo le leggi fisiche dell'agitazione termica in condizioni di regime stazionario, vale a dire con condizioni limite fisse e invariabili.

Oltre a tener conto di altri aspetti architettonici, al giorno d'oggi ogni involucro edilizio di nuova costruzione o da riqualificare deve essere altresì considerato come un'interfaccia per un notevole potenziale di risparmio energetico a lungo termine in concomitanza con le crescenti esigenze poste al comfort abitativo. Grazie a una buona coibentazione termica è possibile ridurre a un minimo del valore registrato senza isolante sia il consumo di energia per il riscaldamento sia le conseguenti emissioni di inquinanti. Con le sue soluzioni per la coibentazione dall'interno (ad esempio contropareti con Alba[®]therm e Rigitherm[®], oppure contropareti Rigips[®] con sottostruttura in profilato metallico), la costruzione a secco è particolarmente indicata a fornire un contributo in materia.

Conducibilità termica λ e resistenza alla trasmittanza R

La conducibilità termica λ è una proprietà specifica delle sostanze e indica la quantità di calore in Watt (W) che, nel giro di un'ora, passa attraverso uno strato di materiale spesso 1m per un 1m² di superficie quando su entrambe le facce dello strato si ha una differenza di temperatura di 1 K.

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{A \cdot \Delta\theta \cdot t} \text{ [W/(m} \cdot \text{K)]}$$

laddove

A	area in m ²	= 1m ²
d	spessore dello strato in m	= 1m
Q	quantità di calore in W	
t	tempo in h	
$\Delta\theta$	differenza di temperatura in K	= 1 K

Ci sono materiali costruttivi che conducono bene il calore (ad es. i metalli) e materiali a bassa conduzione termica (ad es. gli isolanti, il legno e il gesso). Questo differente comportamento è descritto dalla conducibilità termica λ . Bassi valori λ indicano una ridotta conduzione termica e, di conseguenza, un buon potere coibente.

Direzione del flusso termico			
	Ascendente	Orizzontale ¹⁾	Discendente
R_{si}	0.10	0.13	0.17
$R_{se}^{2)}$	0.04	0.04	0.04

¹⁾ I valori per la direzione «orizzontale» valgono fino a $\pm 30^\circ$ di deviazione dall'asse orizzontale.

²⁾ Nel caso di elementi costruttivi a contatto col terreno la resistenza termica superficiale è pari a $0 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Tabella 16: valori di calcolo della resistenza termica in $\text{m}^2\text{K/W}$ secondo la norma UNI EN ISO 6946

In seguito alle differenti condizioni vigenti all'interno di un ambiente e all'esterno dell'edificio variano anche le resistenze termiche superficiali R_s sulla faccia interna ed esterna dell'elemento costruttivo.

La resistenza alla trasmittanza termica R per elementi costruttivi monostrato si definisce come segue:

$$R = \frac{d}{\lambda} [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$$

laddove

d spessore dell'elemento costruttivo in m
 λ valore di calcolo della conduttività termica dell'elemento costruttivo in $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

La trasmissione del calore attraverso un elemento costruttivo a più strati R_T è da considerarsi, in senso lato, come un collegamento in serie di resistenze.

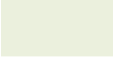
$$R_T = R_{si} + \sum_{i=0}^n R_i + R_{se} [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$$

laddove

n numero di strati di materiale
 R_i resistenza termica utile dell' i -esimo strato di materiale costruttivo in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
 R_{se} resistenza termica superficiale esterna dell'elemento costruttivo in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
 R_{si} resistenza termica superficiale interna dell'elemento costruttivo in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Coefficiente di trasmittanza termica U

In Svizzera per la determinazione dell'isolamento termico valgono i seguenti requisiti normativi.

	Valore < 0.15: edifici nuovi, standard MINERGIE per singoli elementi costruttivi/valore U auspicato
	Valore < 0.17: edifici nuovi, standard MoPEC 08 e 14 (verifica delle esigenze puntuali)
	Valore < 0.20: edifici nuovi/risanamenti, sovvenzione edifici programma edifici nuovi, MoPEC 08
	Valore < 0.25: risanamenti, MoPEC 08
	Valore < 0.40: isolamento termico minimo secondo la norma SIA 180:2014 (è necessaria la verifica delle esigenze globali secondo la norma 380/1)

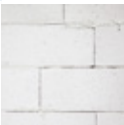
Composizione della parete		Spessore di coibente EPS [mm]									
		20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Muratura monostrato in gasbeton 24 cm con intonaco esterno e interno $U = 0.5 \text{ W/m}^2K$	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	Muratura a due teste 30 cm con intonaco esterno e interno $U = 0.91 \text{ W/m}^2K$	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	Muratura in pietra naturale 50 cm con intonaco esterno e interno $U = 1.77 \text{ W/m}^2K$	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
	Muratura in calcestruzzo a vista 25 cm $U = 2.86 \text{ W/m}^2K$	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	Muratura in calcestruzzo contro terreno 25 cm $U = 3.23 \text{ W/m}^2K$	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tabella 17: coefficienti di trasmittanza termica U di diversi elementi costruttivi e coibentazione interna in EPS, $\lambda = 0.031 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ad es. con lastre composite Alba[®]therm e Rigitherm[®])

Composizione della parete		Spessore di coibente XPS [mm]								
		30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Muratura monostrato in gasbeton 24 cm con intonaco esterno e interno U = 0.5 W/m²K	0.32	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
	Muratura a due teste 30cm con intonaco esterno e interno U = 0.91 W/m²K	0.45	0.39	0.34	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.14
	Muratura in pietra naturale 50cm con intonaco esterno e interno U = 1.77 W/m²K	0.60	0.49	0.42	0.36	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15
	Muratura in calcestruzzo a vista 25cm U = 2.86 W/m²K	0.68	0.55	0.45	0.39	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
	Muratura in calcestruzzo contro terreno 25cm U = 3.23 W/m²K	0.70	0.56	0.46	0.39	0.32	0.25	0.21	0.18	0.16

Tabella 18: coefficienti di trasmittanza termica U di diversi elementi costruttivi e coibentazione interna in XPS,
 $\lambda = 0.027 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ad es. con lastre composite Alba[®]therm)

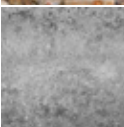
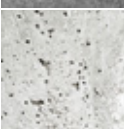
Composizione della parete		Spessore di coibente IPP/RIF									
		20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Muratura monostrato in gasbeton 24cm con intonaco esterno e interno U = 0.5 W/m²K	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	Muratura a due teste 30cm con intonaco esterno e interno U = 0.91 W/m²K	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	Muratura in pietra naturale 50cm con intonaco esterno e interno U = 1.77 W/m²K	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
	Muratura in calcestruzzo a vista 25cm U = 2.86 W/m²K	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	Muratura in calcestruzzo contro terreno 25cm U = 3.23 W/m²K	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tabella 19: coefficienti di trasmittanza termica U di diversi elementi costruttivi e coibentazione interna in lana minerale,
 $\lambda = 0.036 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ad es. contropareti Rigips[®] e Alba[®] con pannello coibente IPP e RIF)

Protezione dall'umidità

L'obiettivo della protezione dall'umidità è quello di inibire un'eccessiva umidità in superficie e all'interno degli elementi costruttivi. Una certa quantità di umidità è presente sempre in quasi tutti i materiali: l'acqua fa infatti parte della vita e delle costruzioni.

I materiali costruttivi e isolanti umidi hanno un ridotto potere coibente. Un'impregnazione costante e continua nel tempo può compromettere la funzionalità di svariati materiali costruttivi e causare danni.

L'aria può assorbire soltanto una determinata quantità massima di acqua sotto forma di vapore prima di giungere a saturazione. Questa «quantità di saturazione» dipende essenzialmente dalla temperatura dell'aria.

Finché il vapore acqueo si trova appunto nell'aria sotto forma di vapore, esso si comporta come un gas secco. Tuttavia, non appena risulta saturo, la quantità di acqua effettivamente contenuta supera quella di saturazione provocando l'eliminazione dell'acqua liquida in eccesso. Quest'ultima condensa poi attorno ai nuclei di condensazione contenuti nell'aria. Di conseguenza si ha la formazione di nebbia oppure l'acqua precipita aderendo alla superficie dei corpi solidi come acqua di condensa. Il fenomeno è conosciuto anche come formazione di condensa per superamento in negativo della temperatura del punto di rugiada. Questo fenomeno di condensazione non ha luogo soltanto nell'atmosfera, bensì anche nei materiali da costruzione porosi dove segue lo stesso principio.

Normalmente l'aria che ci circonda contiene meno vapore acqueo rispetto alla possibile quantità di saturazione. Il rapporto tra la quantità effettiva e quella massima è definito «umidità relativa φ » e questo quoziente, dopo essere stato moltiplicato per 100, si esprime con un valore percentuale.

$$\varphi = \frac{V_{\text{eff}}}{V_{\text{sat}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Umidità superficiale critica

In linea di principio una struttura edile deve essere dimensionata in modo tale da evitare la comparsa di condensa superficiale in ogni suo punto e da escludere il pericolo di formazione di muffa. Per garantire quest'ultimo aspetto l'umidità di superficie, vale a dire l'umidità relativa degli strati d'aria prossimi alla stessa, non deve superare nel tempo il valore dell'80%.

Le zone generalmente a rischio di umidità superficiale sono le aree critiche in coincidenza dei ponti termici, nonché gli angoli presenti nella metà superiore e inferiore delle stanze. Il pericolo maggiore si ha negli angoli tridimensionali situati nella metà inferiore, a prescindere dalla convezione inibita dall'eventuale presenza di mobili. Detti casi devono comunque essere esaminati separatamente.

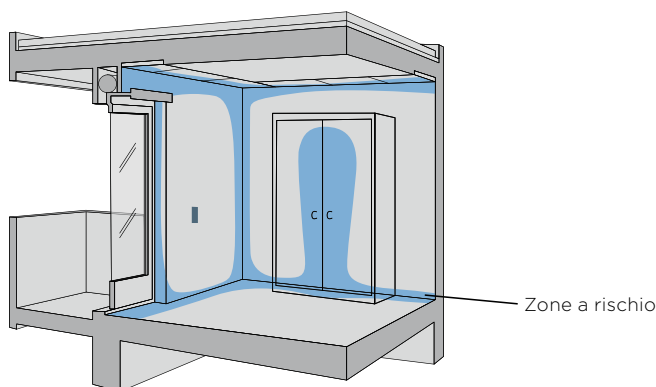


Figura 28: tipiche zone a rischio

Contenimento dell'umidità nelle costruzioni

Se due ambienti (intesi in senso climatologico) sono separati da un elemento costruttivo e sulle rispettive facce è presente una pressione di vapore differente, come illustrato nell'esempio soprastante, si ha una migrazione delle molecole di vapore acqueo verso la zona a concentrazione inferiore: un caso classico che si verifica in inverno, principalmente dal lato caldo a quello freddo. Si deve far qui attenzione che non sia la misura di umidità relativa a indurre la diffusione, bensì la reciproca differenza di pressione delle quantità di vapore effettivamente presenti.

Analogamente alla densità di flusso termico, laddove compaiono differenze di pressione si ha una densità di corrente di diffusione. Alla stessa stregua, analogamente alla resistenza alla trasmittanza termica, i materiali presentano anche una resistenza alla diffusione. La condizione ideale e da raccomandarsi è quella di realizzare le strutture in modo tale che le resistenze alla diffusione dei singoli strati diminuiscano man mano che si procede dal lato caldo a quello freddo. Così facendo il flusso di diffusione venutosi a creare a seconda delle condizioni di pressione di vapore esistenti potrà attraversare liberamente l'elemento costruttivo senza che si abbia formazione di condensa. Di norma una siffatta stratigrafia si ritrova estremamente di rado nella pratica e, nei nuovi progetti, non è neppure possibile realizzarla data la molteplicità di requisiti che deve soddisfare l'involucro di una struttura. A ciò si aggiunge l'esigenza primaria di proteggere l'edificio dall'umidità proveniente dall'esterno, cosa che avviene utilizzando materiali impermeabili all'acqua i quali, nella quasi totalità dei casi, non lasciano passare neppure il vapore. Per tali ragioni è ammessa una limitata concentrazione di umidità (non dannosa), sempre che questa possa man mano asciugarsi. In altre parole: non si deve permettere che si arrivi a un accumulo di umidità negli anni. Questo imperativo è di importanza fondamentale nel caso dei materiali da costruzione che temono l'umidità come, ad esempio: il gesso, il legno e i pannelli a base di legno.

Comfort

Per comfort ambientale si intende la condizione di benessere psicofisico percepita da una persona inserita in un ambiente in relazione al clima dell'ambiente stesso. Il comfort dipende da vari fattori:

- **influenza esercitata dall'ambiente:**
 - temperatura dell'aria interna
 - temperatura media superficiale delle aree circostanti
 - umidità relativa dell'aria interna
- **influenza esercitata dall'individuo:**
 - attività svolta
 - abbigliamento
 - circolazione dell'aria
 - condizioni fisiologiche

Dal momento che il comfort termico è una sensazione individuale, ossia ciascuno di noi decide per se stesso, esso non potrà mai essere valutato in assoluto e rimarrà sempre una misura semplicemente statistica.

In Svizzera la commissione che ha elaborato la norma SIA 180 ha deciso di fissare le condizioni di comfort in modo tale che, presupponendo un'attività normale per la destinazione d'uso del locale e con un abbigliamento consono alla stagione, esse siano da considerarsi adeguate quando almeno l'80% degli utenti le avverte come confortevoli.

La necessità di assicurare una portata volumetrica minima di aria esterna è data da ragioni igieniche. Dal momento che, in linea di principio, l'involucro dell'edificio deve essere impermeabile all'aria, è indispensabile immettere aria dall'esterno per ottenere il ricambio di quella interna. Grazie a una siffatta ventilazione controllata si prevengono l'accumulo di sostanze inquinanti e odorifere, nonché un'umidità interna troppo elevata.

Comfort in inverno

La temperatura percepita corrisponde più o meno alla media aritmetica della temperatura ambiente e di quella della faccia interna delle superfici che delimitano il locale interessato. Una bassa temperatura superficiale delle pareti richiede quindi una temperatura maggiore dell'aria indoor affinché ci si possa sentire a proprio agio.

Lungo le pareti esterne, che presentano una temperatura superficiale più bassa rispetto a quella dell'aria interna, si ha un flusso discendente di aria fredda che può provocare fenomeni indesiderati di corrente. Maggiore è la differenza di temperatura tra l'aria e la superficie, ovvero maggiore è l'altezza dell'elemento costruttivo, più elevate saranno la velocità di flusso e la portata di tale fenomeno.

Sotto l'aspetto costruttivo, il comfort si può quindi influenzare principalmente grazie a una buona coibentazione termica e all'impiego di materiali sufficientemente climatizzanti nella realizzazione delle superfici dei tamponamenti come, ad esempio, il gesso e i materiali da costruzione a base di legno.

Utilizzando sistemi di coibentazione interna (ad es. Alba[®]therm e Rigi[®]therm) si raggiungono inoltre temperature superficiali più alte, cosa che influenza positivamente il comfort ambientale.

Comfort in estate

Un edificio moderno deve offrire un comfort termico adeguato all'uso a cui è destinato. Laddove possibile, le esigenze di comfort richieste devono essere raggiunte attraverso soluzioni costruttive rinunciando a un raffreddamento attivo. Questo presupposto impone l'adozione di determinati provvedimenti di natura edile; d'altro canto, tuttavia, costringe altresì gli utenti ad adeguare il proprio comportamento. Di quanto detto fanno parte:

- un'efficiente protezione solare di tutte le finestre.
- lo sfruttamento di ogni possibile massa di accumulo. Ad esempio l'utilizzo di materiale da costruzione massiccio come un doppio strato di lastre in gesso per le pareti divisorie interne e accumulatori di calore latente (PCM) come la lastre Alba[®]balance per le superfici verticali e orizzontali.
- un'ottima coibentazione termica dell'involucro dell'edificio.
- il mantenimento a livelli quanto più bassi possibile dei carichi termici interni.
- non da ultimo, inoltre, un corretto comportamento da parte degli utenti per quanto concerne la ventilazione trasversale notturna.

Sintesi dei punti salienti



Correlazione diretta

Isolamento termico, protezione dall'umidità climatica e comfort sono aspetti direttamente correlati tra loro

Bassa conducibilità termica

Le lastre in gesso Rigips® hanno una bassa conducibilità termica

Umidità

I materiali a base di gesso non devono essere esposti a un accumulo di umidità che perduri negli anni

Capacità di accumulo di calore

Le lastre da costruzione dotate di capacità di accumulo di calore latente (ad esempio le lastre Alba®balance) possono essere utilizzate come massa di accumulo e contribuire così al miglioramento del comfort negli ambienti interni

Statica strutturale

Progettazione strutturale

Solitamente la verifica statica della stabilità strutturale si attua secondo la norma DIN 4103-1 e la rispettiva norma di applicazione DIN 18183-1, nonché attenendosi a quanto previsto dalla scheda tecnica n° 8 dell'IGG (Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Industriegruppe Gipsplatten/ Associazione tedesca dell'industria del gesso, Gruppo industriale lastre in gesso).

Condizioni di carico agenti su partizioni verticali non portanti

Sono previste le seguenti tipologie di sollecitazione riscontrabili nella pratica:

- Applicazione di armadietti pensili e di altri carichi a mensola fissati direttamente al rivestimento a un'altezza di 1.65 m e la cui linea di azione dista al max 30 cm dalla superficie della parete (uso programmato):
 - 1. carichi a mensola leggeri fino a max 0.4 kN/m (40 kg/m)
 - 2. carichi a mensola maggiori fino a max 0.7 kN/m (70 kg/m)

per pareti divisorie con rivestimento di spessore ≥ 18 mm; eventuali carichi a mensola più consistenti devono essere scaricati sulla sottostruttura e verificati separatamente.

- Sollecitazioni fortuite dovute a persone:
 - 1. impatto del corpo umano (urto morbido) con un'energia d'impatto effettiva di 100 Nm
 - 2. carico lineare di 0.5 kN/m (50 kg/m) ad altezza parapetto (90 cm dal piede della parete) dovuto alla pressione superficiale esercitata dalle persone in ambienti poco frequentati (campo d'impiego 1)
 - 3. carico lineare di 1.0 kN/m (100 kg/m) ad altezza parapetto (90 cm dal piede della parete) dovuto alla pressione superficiale esercitata dalle persone in ambienti molto frequentati (campo d'impiego 2)

Carico distribuito equivalente (carico di vento)

Si è dimostrato essere congruo ai fini pratici considerare un carico distribuito equivalente pari a 0.285 kN/m² (28.5 kg/m²).

Carichi a mensola

Per le pareti divisorie si definisce un carico a mensola maggiorato, pari a 0.7 kN/m (70 kg/m), la cui linea di azione dista al max 30 cm dalla superficie della parete. Detto carico può essere introdotto in qualsiasi punto della parete a condizione che lo spessore del rivestimento di quest'ultima sia ≥ 18 mm su ciascun lato. Per le contropareti il carico a mensola è limitato per norma a 0.4 kN/m (40 kg/m), indipendentemente dallo spessore del rivestimento.

Rivestimenti ceramici

La prassi ha dimostrato che su pareti divisorie idonee e su contropareti ancorate si possono applicare senza problemi piastrelle fino a un peso di 25 kg/m² con una superficie massima di 1.800 cm² (ad es. in formato 30 × 60 cm). Nel caso in cui il rivestimento vada invece posato su contropareti autoportanti o in aderenza, ovvero su intonaco a secco, è consigliabile limitare il peso delle piastrelle a 15 kg/m². Sulle lastre da costruzione Rigips® impregnate la posa dei rivestimenti ceramici va effettuata con la tecnica a letto sottile e uno strato continuo di adesivo. Si raccomanda di attenersi a quanto esposto nel Quaderno 47 delle Direttive di lavorazione Rigips.

Efficienza funzionale (criteri di deformazione)

Quali requisiti minimi per la funzionalità sotto carico statico si definiscono i seguenti criteri di limite di freccia:

- altezza parete da 2.40 m a 4.00 m → freccia $f \leq h/200$
- altezza parete > 4.00 m fino a 12.00 m → freccia $f \leq h/350$

In singoli casi (ad es. in presenza di rivestimenti suscettibili alle deformazioni come nelle pareti Rigips per installazioni sanitarie) può rendersi necessario applicare un criterio più severo pari a $f \leq h/500$ ovvero, all'occorrenza, un limite di freccia assoluto.

Altezze massime consentite delle sistemi per pareti Rigips®

Tabella 20

Altezza massima h (in m) per pareti divisorie Rigips® con montanti CW e lastre in cartongesso Rigips® da 12.5 mm o 15.0 mm.

Montanti Rigips in metallo (d = 0.6 mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm			
		1×12.5	2 ×12.5	3×12.5	1×15.0
CW50	625	(3.20) / -	4.00	5.20	(3.35) / -
	417	3.85	4.00	6.05	4.00
	312.5	4.00	4.35	6.50	4.00
CW75	625	4.00	5.05	7.65	4.00
	417	4.35	5.95	8.35	4.55
	312.5	4.85	6.50	8.75	5.10
CW100	625	5.10	7.15	9.60	5.30
	417	5.95	8.05	10.05	6.25
	312.5	6.60	8.55	10.40	6.90
CW125	625	6.65	9.05	11.00	7.00
	417	7.60	9.65	11.50	8.00
	312.5	8.30	10.10	11.85	8.65
CW150	625	8.20	10.35	12.00	8.60
	417	9.15	10.95	12.00	9.45
	312.5	9.70	11.40	12.00	10.00

() Il valore è valido soltanto per il campo d'impiego 1

Tabella 21

Altezza massima h (in m) per pareti divisorie Rigips® con montanti CW e lastre in cartongesso Rigips® da 20.0 mm o 25.0 mm.

Montanti Rigips in metallo (d = 0.6 mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm	
		1×20.0	1×25.0
CW50	625	(3.40)/2.30	3.85
CW75	625	4.00	4.10
CW100	625	5.60	6.05
CW125	625	7.55	8.20
CW150	625	9.20	9.75

() Il valore è valido soltanto per il campo d'impiego 1

Tabella 22

Altezza massima h (in m) per pareti di vani tecnici, contropareti autoportanti e pareti a doppia orditura Rigips® con montanti separati in profili CW e lastre in cartongesso Rigips® da 12.5 mm o 15.0 mm.

Montanti Rigips in metallo ($d = 0.6$ mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm			
		1×12.5	2×12.5	3×12.5	2×15.0
CW50	625	(2.70) / -	(2.95) / -	(3.60) 3.15	(3.10) / -
	417	(3.25) / 2.50	(3.60) / 3.20	4.00	3.80
	312.5	(3.65) / 3.35	4.00	4.00	4.00
CW75	625	4.00	4.00	4.00	4.00
	417	4.00	4.00*	4.65	4.15
	312.5	4.15	4.55	5.25	4.75
CW100	625	4.15	4.50	5.15	4.65
	417	4.95	5.40	6.15	5.65
	312.5	5.55	6.15	6.90	6.40
CW125	625	5.25	5.80	6.50	6.00
	417	6.25	6.95	7.70	7.20
	312.5	7.05	7.75	8.55	8.05
CW150	625	6.45	7.15	7.90	7.40
	417	7.65	8.40	9.15	8.70
	312.5	8.50	9.25	9.90	9.50

() Il valore è valido soltanto per il campo d'impiego 1

* Freccia $\leq h/350$

Tabella 23

Altezza massima h (in m) per pareti di vani tecnici, contropareti autoportanti e pareti a doppia orditura Rigips® con montanti separati in profili CW e lastre in cartongesso Rigips® da 20.0 mm o 25.0 mm.

Montanti Rigips in metallo ($d = 0.6$ mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm		
		1×20.0	2×25.0	2×25.0
CW50	625	(3.55) / 2.80	(2.70) / -	4.00
	417	4.00	(3.35) / 2.65	4.00
	312.5	4.00	3.85	4.05
CW75	625	4.00	4.00	4.05
	417	4.55	4.00	5.00
	312.5	5.20	4.30	5.70
CW100	625	5.00	4.15	5.40
	417	6.10	5.15	6.60
	312.5	6.90	5.90	7.45
CW125	625	6.40	5.45	6.85
	417	7.70	6.65	8.20
	312.5	8.60	7.55	9.10
CW150	625	7.85	6.80	8.30
	417	9.15	8.15	9.55
	312.5	9.95	9.10	10.35

() Il valore è valido soltanto per il campo d'impiego 1

Tabella 24

Altezza massima h (in m) per pareti a doppia orditura Rigips® con profili CW collegati tra loro e lastre in cartongesso Rigips® da 12.5 mm secondo la norma DIN 18183-1.

Montanti Rigips in metallo ($d = 0.6$ mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm
		1×20.0
CW50 + 50	625	(4.50) / 4.00 (4.00)* / 2.60*
CW75 + 75	625	(6.00)* / 5.50*
CW100 + 100	625	(6.50)* / 6.00*

○ Il valore è valido soltanto per il campo d'impiego 1

* Freccia $\leq h/500$

Tabella 25

Altezza massima h (in m) per pareti divisorie Rigips® con montanti in profili UA e lastre in cartongesso Rigips® da 12.5 mm o 15.0 mm.

Montanti Rigips in metallo ($d = 2.0$ mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm			
		1×12.5	2×12.5	3×12.5	1×15.0
UA50	625	4.00	4.00	5.55	4.00
	417	4.00	4.70	6.45	4.05
	312.5	4.35	5.25	6.95	4.50
UA75	625	5.00	6.15	8.15	5.20
	417	5.85	7.15	9.00	6.10
	312.5	6.50	7.80	9.40	6.75
UA100	625	6.90	8.45	10.05	7.15
	417	7.95	9.35	10.75	8.20
	312.5	8.75	9.90	11.20	9.00
UA125	625	8.70	10.10	11.65	9.05
	417	9.70	10.95	12.00	9.95
	312.5	10.45	11.60	12.00	10.65
UA150	625	10.15	11.55	12.00	10.40
	417	11.15	12.00	12.00	11.45
	312.5	12.00	12.00	12.00	12.00

Tabella 26

Altezza massima h (in m) per pareti divisorie Rigips® con montanti UA e lastre in cartongesso Rigips® da 20.0 mm o 25.0 mm.

Montanti Rigips in metallo (d = 2.0 mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm	
		1×20.0	1×25.0
UA50	625	4.00	4.00
UA75	625	5.10	5.70
UA100	625	7.35	8.00
UA125	625	9.30	9.85
UA150	625	10.75	11.30

Tabella 27

Altezza massima h (in m) per pareti di vani tecnici, contropareti autoportanti e pareti a doppia orditura Rigips® con montanti separati in profili UA e lastre in cartongesso Rigips® da 12.5 mm o 15.0 mm.

Montanti Rigips in metallo (d = 2.0 mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm			
		1×12.5	2×12.5	3×12.5	2×15.0
UA50	625	3.85	4.00	4.00	4.00
	417	4.00	4.00	4.30	4.00
	312.5	4.00	4.20	4.85	4.40
UA75	625	4.45	4.70	5.35	4.90
	417	5.25	5.65	6.40	5.90
	312.5	5.95	6.40	7.15	6.65
UA100	625	6.05	6.50	7.30	6.75
	417	7.15	7.70	8.55	8.00
	312.5	8.05	8.60	9.30	8.90
UA125	625	7.70	8.35	9.10	8.65
	417	9.05	9.55	10.15	9.75
	312.5	9.85	10.35	10.95	10.55
UA150	625	9.30	9.85	10.50	10.05
	417	10.45	11.00	11.65	11.25
	312.5	11.40	11.90	12.00	12.00

Tabella 28

Altezza massima h (in m) per pareti di vani tecnici, contropareti autoportanti e pareti a doppia orditura Rigips® con montanti separati in profili UA e lastre in cartongesso Rigips® da 20.0 mm o 25.0 mm.

Montanti Rigips in metallo (d = 2.0 mm)	Interasse montanti in mm	Spessore rivestimento in mm		
		1×20.0	2×25.0	2×25.0
UA50	625	4.00	3.85	4.00
	417	4.20	4.00	4.60
	312.5	4.80	4.00	5.30
UA75	625	5.20	4.45	5.55
	417	6.30	5.45	6.80
	312.5	7.15	6.20	7.70
UA100	625	7.15	6.20	7.60
	417	8.50	7.55	9.00
	312.5	9.35	8.50	9.75
UA125	625	9.05	8.10	9.40
	417	10.15	9.45	10.60
	312.5	11.00	10.25	11.45
UA150	625	10.45	9.65	10.80
	417	11.65	10.90	12.00
	312.5	12.00	11.85	12.00

Importante

Le tabelle di cui sopra (20–28) non sostituiscono le indicazioni riportate nella documentazione tecnica di Rigips SA. Per le altezze parete ammesse di volta in volta con le lastre in cartongesso e in gessofibra Rigips® previste dai vari sistemi per pareti Rigips® (soprattutto in caso di incendio) si rimanda alla documentazione tecnica di Rigips SA.

Condizioni generali

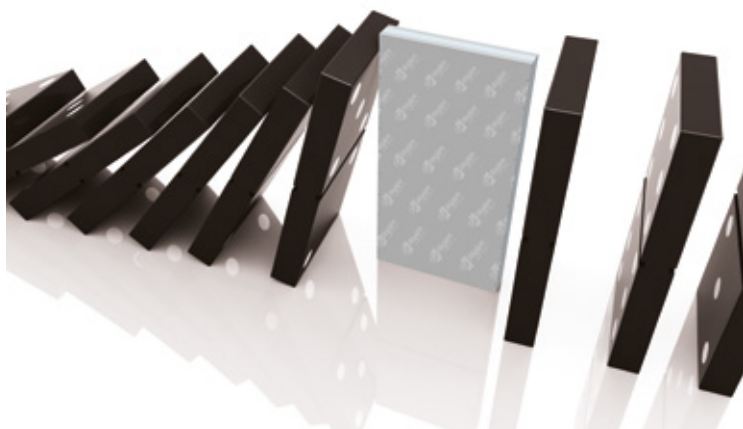
Le tabelle riportate nelle pagine da 49 a 53 sono state redatte tenendo conto delle seguenti condizioni limite

- Altezze parete h comprese tra 2.40 m e 12.00 m
- Limitazione della freccia massima f
 - per altezze $h \leq 4.00$ m a $f \leq h/200$
 - per altezze $h > 4.00$ m a $f \leq h/350$
- Le altezze parete sono sempre limitate dalla combinazione di condizioni di carico più determinante tra le due indicate sotto:
 - 1° carico lineare di 1.0 kN/m ovvero 0.5 kN/m in combinazione con un carico a mensola di 0.4 o 0.7 kN/m
 - 2° carico distribuito equivalente di 0.285 kN/m² in combinazione con un carico a mensola di 0.4 o 0.7 kN/m
- Montanti Rigips in profilato metallico con spessore nominale della lamiera pari a 0.6 mm per i profili CW e a 2.0 mm per i profili UA
- Esecuzione a regola d'arte come da direttive di lavorazione Rigips
- Viti a fissaggio rapido con diametro nominale ≥ 3.5 mm e interasse viti:
 - 1° strato di rivestimento = 750 mm
 - 2° strato di rivestimento = 250 mm

Avvertenze

Per garantire le altezze massime ammesse per le pareti è consentito esclusivamente l'uso di sistemi omologati o di componenti di sistema Rigips® come materiale di raccordo e di collegamento. La capacità portante dei rimanenti componenti di sistema, in particolare dei connettori di ancoraggio e del materiale di fissaggio, nonché la trasmissione dei carichi agli elementi costruttivi adiacenti (ad es. soletta in calcestruzzo, pareti) devono essere verificate separatamente. Sempre separatamente devono essere altresì valutati i requisiti inerenti la protezione antincendio e l'isolamento acustico.

Sintesi dei punti salienti



Progettazione

Indicazione dei carichi lineari e di quelli a mensola a supporto della progettazione strutturale delle pareti a secco non portanti.

Sicurezza

Sistemi per pareti Rigips® con altezze calcolate in modo affidabile.

Presupposti

Per garantire le altezze massime ammesse per i sistemi per pareti Rigips® devono essere utilizzati esclusivamente componenti di sistema Rigips® come materiale di raccordo e di collegamento.

Esecuzione

Esecuzione a regola d'arte attenendosi alle direttive di lavorazione Rigips.

Protezione sismica

Fondamenti di sismologia

Fortunatamente in Svizzera la maggior parte degli abitanti conosce le immagini di edifici o addirittura intere città distrutte dai terremoti soltanto per averle viste nei notiziari. Le basi normative svizzere mettono tuttavia in evidenza come anche qui sussista il rischio di fenomeni tellurici di notevole entità.

In Svizzera attualmente è la norma SIA 261:2020 a definire il calcolo dei carichi per le costruzioni in condizioni sismiche. Tale norma stabilisce che le opere edili debbano essere dimensionate ed eseguite in maniera tale da resistere a un terremoto di progetto predefinito e che, dopo il verificarsi di un evento sismico, esse dispongano altresì di una sufficiente capacità portante residua. Anche gli elementi costruttivi non portanti devono essere eseguiti in modo da non costituire pericolo per le persone in caso di scosse telluriche, nonché così da contenere il danno economico.

Di conseguenza gli obiettivi prioritari sono:

- la protezione delle persone
- la limitazione dei danni
- l'assicurare l'efficienza funzionale sotto sollecitazione di un terremoto di progetto

Conformemente alla norma SIA 261:2020 la Svizzera è suddivisa in cinque zone sismiche, laddove a ciascuna di queste è associato un valore di dimensionamento dell'accelerazione orizzontale al suolo a_{gd} .

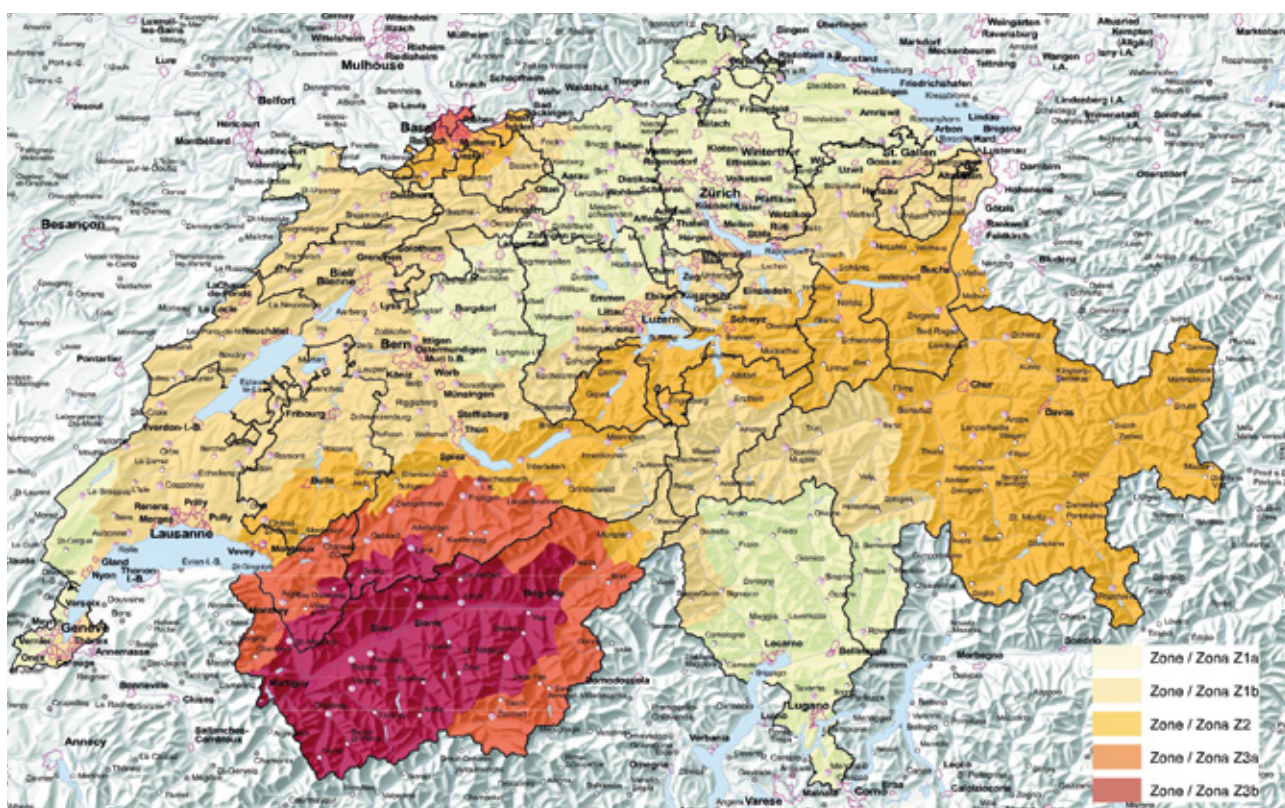


Figura 29: zone a rischio sismico in Svizzera (Copyright © 2020 by SIA Zurigo)

Z1a	$a_{gd} = 0.6 \text{ m/s}^2$
Z1b	$a_{gd} = 0.8 \text{ m/s}^2$
Z2	$a_{gd} = 1.0 \text{ m/s}^2$
Z3a	$a_{gd} = 1.3 \text{ m/s}^2$
Z3b	$a_{gd} = 1.6 \text{ m/s}^2$

Sicurezza antisismica di pareti divisorie non portanti

Oltre alle verifiche di calcolo effettuate dall'ingegnere progettista, per migliorare il comportamento di un edificio in caso di terremoto è importante adottare tutta una serie di misure concettuali e costruttive. Infatti, a influire su detto comportamento contribuiscono altresì gli elementi costruttivi non portanti sotto l'aspetto strutturale come i sistemi a parete e a soffitto Rigips®. Maggiore è la massa complessiva di un edificio, maggiore sarà anche la massa oscillante.

In questo caso le finiture interne in versione leggera offrono ben due vantaggi di rilievo:

- una riduzione della massa oscillante
- uno smorzamento della reazione dinamica

Dal momento che la massa delle costruzioni realizzate a secco è molto bassa rispetto a quella di altre tipologie costruttive opzionali, per i sistemi a parete e a soffitto Rigips® la sollecitazione sismica risulta solitamente minore di quella statica in condizioni normali (vedi capitolo: Protezione antincendio - Verifica di progetto della sicurezza strutturale). Ciononostante per le zone a elevato rischio di terremoti si possono prendere in considerazione varie misure costruttive per l'impiego ottimale delle soluzioni a secco.

Per gli elementi costruttivi secondari, vale a dire non strutturali (sistemi a parete e a soffitto), si deve tener conto della situazione di dimensionamento «terremoto» sia per l'elemento stesso che per i rispettivi mezzi di fissaggio e di ancoraggio. Laddove sussiste un maggior rischio di eventi tellurici è quindi raccomandabile utilizzare connettori testati e omologati ai fini sismici.

Calcolo delle forze sostitutive dovute all'azione sismica

Per garantire sicurezza antisismica una parete deve poter scaricare il suo peso proprio (accelerato dal movimento orizzontale) in senso trasversale al piano della parete stessa. La norma SIA 261 mette a disposizione un metodo di rilevamento per gli elementi costruttivi non portanti.

$$F_a = \frac{\gamma_f a_{gd} S G_a}{g q_a} \left[\frac{3 \left(1 + \frac{z_a}{h}\right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)^2} - 0.5 \right] \geq \frac{\gamma_f a_{gd} S G_a}{g q_a}$$

F_a = forza sostitutiva orizzontale in entrambe le direzioni

γ_f = coefficiente di importanza

a_{gd} = valore di dimensionamento dell'accelerazione orizzontale al suolo

S = parametro per la determinazione dello spettro elastico di risposta

G_a = peso proprio dell'elemento costruttivo

g = accelerazione di gravità

q_a = coefficiente di comportamento per elementi non strutturali

z_a = altezza dell'elemento non strutturale sopra le fondazioni

h = altezza totale della costruzione

T_1 = periodo principale di oscillazione della struttura portante

T_a = periodo principale di oscillazione dell'elemento non strutturale

In ciò si tiene conto del rapporto tra il periodo principale di oscillazione della struttura portante T_1 e quello dell'elemento non portante T_a . Nella maggior parte dei casi detto rapporto sarà tuttavia diverso da 1 e, di conseguenza, il carico sismico da considerare sarà minore del carico comunemente presunto per le pareti a secco. Qualora subentrasse il rapporto più svantaggioso $T_a/T_1 = 1$, per i sistemi a parete Rigips® si possono applicare come valori indicativi le seguenti altezze massime consentite senza doverne determinare il comportamento dinamico (Henkel, Holl & Schalk, 2008).

$S \times a_g$ [m/s ²]	Altezze consentite [m] per pareti divisorie, interasse «s» = 625 mm, distanza di fissaggio dei profili perimetrali ≤ 1 m					
	Orditura semplice, rivestimento a uno strato 1×12.5 mm			Orditura semplice, rivestimento a due strati 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
≤ 2.7						5.75
≤ 3.2	2.75	3.75	4.25	3.5	4.75	5.75 ¹⁾

Tabella 29: altezze consentite per pareti a orditura semplice a seconda del carico sismico

$S \times a_g$ [m/s ²]	Altezze consentite [m] per pareti divisorie, interasse «s» = 625 mm, distanza di fissaggio dei profili perimetrali ≤ 1 m, montanti collegati meccanicamente due a due					
	Orditura doppia, rivestimento a uno strato 1×12.5 mm			Orditura doppia, rivestimento a due strati 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
≤ 2.7					5.75	7.5 ¹⁾
≤ 3.2	2.75	5.0	6.5	3.5	5.25 ¹⁾	6.75 ²⁾

¹⁾ Distanza di fissaggio dei profili perimetrali ridotta a 0.75 m

²⁾ Distanza di fissaggio dei profili perimetrali ridotta a 0.5 m

Tabella 30: altezze consentite per pareti a orditura doppia a seconda del carico sismico

$S \times a_g$ [m/s ²]	Altezze consentite [m] per contropareti e pareti di vani tecnici, interasse «s» = 625 mm, distanza di fissaggio dei profili perimetrali ≤ 1 m					
	Orditura semplice, rivestimento a uno strato 1×12.5 mm			Orditura semplice, rivestimento a due strati 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
≤ 3.2	—	2.5	3.0	—	3.0	3.25
	Profili dorso-dorso (collegati sull'anima)					
≤ 3.2	—	3.5	5.0	3.5	4.75	6.0

Tabella 31: altezze consentite per contropareti e pareti di vani tecnici a seconda del carico sismico

Le tabelle sono redatte con riferimento al carico sismico.

Le altezze massime consentite per le pareti, così come indicate negli elenchi dei sistemi presenti nella documentazione tecnica, devono essere verificate separatamente in aggiunta!

Per poter eseguire calcoli più precisi per altezze parete maggiori è necessario considerare il periodo principale di oscillazione delle pareti a orditura metallica.

Ai fini del dimensionamento sismico detti periodi sono determinati come segue (Henkel, Holl & Schalk, 2008).

Altezza parete [m]	Periodi principali di oscillazione delle pareti a orditura metallica [s], interasse «s» = 625 mm, distanza di fissaggio dei profili perimetrali ≤ 1 m					
	Orditura semplice, rivestimento a uno strato 1×12.5 mm			Orditura semplice, rivestimento a due strati 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
2.75	0.15	0.10	0.07	0.18	0.12	0.09
3.0	0.17	0.12	0.09	0.21	0.15	0.11
3.25	—	0.14	0.10	0.25	0.17	0.13
3.5	—	0.16	0.12	0.28	0.20	0.15
3.75	—	0.18	0.14	0.33	0.23	0.18
4.0	—	0.21	0.16	0.37	0.26	0.20
4.25	—	0.23	0.18	—	0.30	0.23
4.5	—	0.26	0.20	—	0.33	0.25
4.75	—	—	0.22	—	0.37	0.28
5.0	—	—	0.24	—	0.41	0.31
5.25	—	—	—	—	0.45	0.34
5.5	—	—	—	—	0.50	0.38
5.75	—	—	—	—	—	0.41
6.0	—	—	—	—	—	0.45
6.25	—	—	—	—	—	0.49
6.5	—	—	—	—	—	0.53

Tabella 32: periodi principali di oscillazione

Per consentire l'assorbimento non distruttivo di deformazioni di entità consistente negli elementi costruttivi adiacenti i raccordi possono essere eseguiti in modo scorrevole. Lo spostamento tra i piani dell'edificio calcolato dall'ingegnere progettista determina qui il gioco necessario per i raccordi scorrevoli.

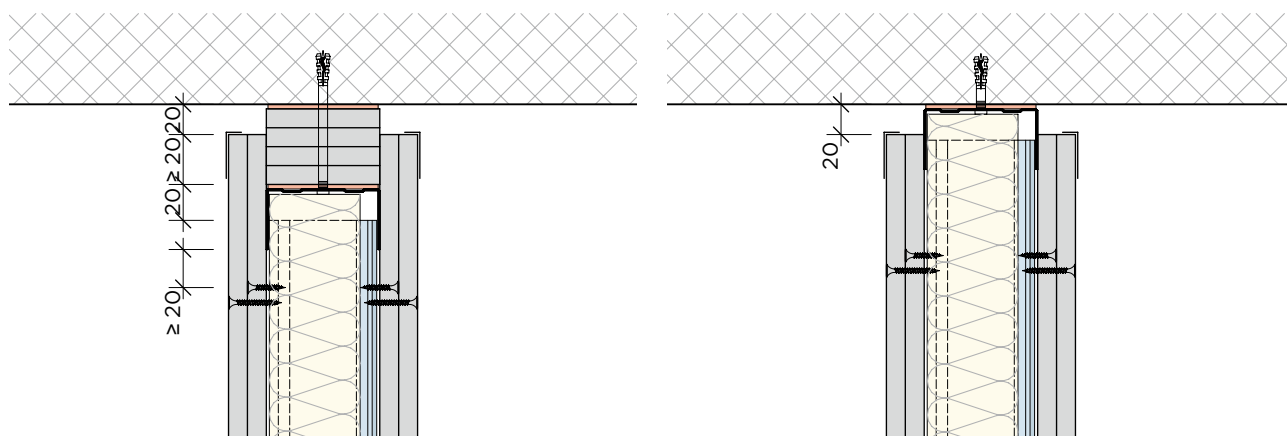


Figura 30: Esecuzione di raccordi scorrevoli a soffitto per freccia solaio ≤ 20 mm

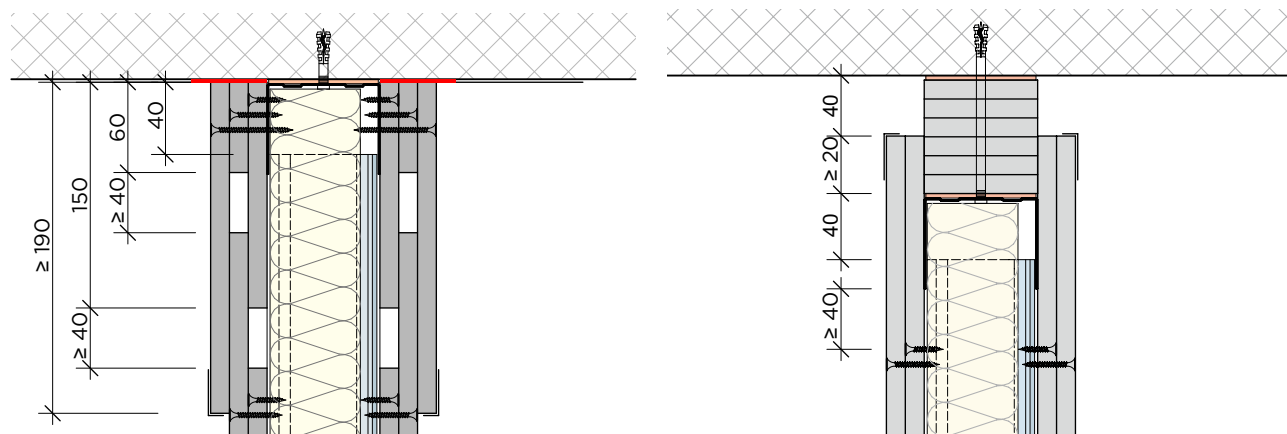


Figura 31: Esecuzione di raccordi scorrevoli a soffitto per freccia solaio ≤ 40 mm

Requisiti dei sistemi di ancoraggio da utilizzare nel calcestruzzo

Gli ancoranti per calcestruzzo impiegati in elementi non portanti dimensionati per la condizione di carico sismica:

- devono essere omologati per resistere alle sollecitazioni indotte da un terremoto oppure,
- sulla scorta di un idoneo modello strutturale, deve risultare dimostrato che non si ha rottura dei tasselli sotto sollecitazione sismica, ovvero che si può escludere un pericolo per le persone (valutazione del rischio dell'intero sistema).

La responsabilità di valutare se sussista o meno la necessità di considerare la condizione di carico «terremoto» per gli elementi non portanti spetta al rispettivo progettista.

Classi d'opera

La norma SIA 261 indica come obiettivo generale di una corretta progettazione antisismica la protezione delle persone, la limitazione dei danni e la garanzia del mantenimento dell'efficienza funzionale di opere costruttive importanti sotto sollecitazione di un terremoto di progetto.

La sottostante tabella 33 riporta il grado di protezione stabilito per tipo di costruzione specifico. In questo modo il livello di sicurezza è definito nella misura in cui, per ciascuna rispettiva tipologia di costruzione, gli obiettivi generali perseguiti risultano soddisfatti sotto l'azione di un terremoto standard.

Classi d'opera

CO	Caratteristiche	Esempi	Coeffic. d'importanza γ_f (sicurezza strutturale)
I	- tutte le altre opere costruttive, a condizione che non siano possibili danni ambientali	✓ edifici d'abitazione, amministrativi e artigianali ✓ edifici industriali e di deposito	1.0
II	- concentrazione di persone CP > 50 persone - infrastruttura avente un ruolo importante	✓ ospedali (se non compresi nella CO III), scuole, centri commerciali, edifici amministrativi pubblici	1.2
III	- infrastruttura con ruolo vitale	✓ ospedali di pronto soccorso, costruzioni di importanza vitale	1.5

Tabella 33: Classi d'opera (fonte: SIA 261:2020)

Terreno di fondazione

L'influsso della natura del terreno va tenuto in considerazione classificando l'ubicazione dell'edificio in una delle seguenti categorie:

Cat. di terreno di fondazione	Descrizione	Parametro del suolo S
A	Roccia	1.00
B	Sabbia molto compatta, ghiaia o argilla molto rigida	1.20
C	Sabbia compatta o medio-compatta, ghiaia o argilla rigida	1.45
D	Roccia incoerente da sciolta a medio-compatta	1.70
E	Strato superficiale di roccia incoerente	1.70

Tabella 34: Terreno di fondazione (fonte: SIA 261:2020)

Categorie di prestazione sismica per i mezzi di fissaggio

L'idoneità degli ancoraggi su calcestruzzo alla condizione di carico «terremoto» è regolamentata dalle linee guida ETAG 001, allegato E. Il Technical Report TR 045, a esse correlato, descrive un metodo di calcolo dei tasselli per l'introduzione di carichi sismici nelle strutture in calcestruzzo e in cemento armato* e distingue tra due categorie di prestazione: C1 e C2.

La tabella 35 riporta le categorie di prestazione raccomandate (C1 e C2) in relazione al livello di sismicità e alla classe di importanza dell'edificio in Svizzera.

La classificazione dell'azione sismica agente su un edificio in «sismicità bassa» o «sismicità normale» si attua in base al prodotto dato da $a_g \cdot S$.

Livello di sismicità		Classe di importanza dell'edificio secondo SIA 261		
Classe	$a_g \cdot S^{1)}$	I	II	III
bassa	$0.05 \cdot g < a_g \cdot S \leq 0.10 \cdot g$	C1 ²⁾ oder C2 ³⁾		C2
> bassa	$a_g \cdot S > 0.10 \cdot g$	C2		

Tabella 35: Categorie di prestazione sismica raccomandate per i mezzi di fissaggio

Legenda

- 1) a_g = valore di dimensionamento dell'accelerazione del suolo su terreno di tipo A (SIA 261:2020)
- S = coefficiente del suolo (SIA 261:2020, tabella 34)
- 2) C1 per l'ancoraggio di elementi costruttivi non portanti
- 3) C2 per il collegamento tra elementi sismici primari e/o secondari

Derivazione della tabella

Rispetto alla tabella riportata nel Technical Report TR 045, in Svizzera esistono due classi di sismicità invece che tre. Stando alla SIA 261:2020, punto 16.2.1.2, la Svizzera presenta un valore di dimensionamento dell'accelerazione del terreno a_{gd} pari a 0.60 m/s^2 perfino nella zona a minor rischio sismico (Z1a). Al confronto, se moltiplicato per il coefficiente di importanza più basso per la Svizzera $\gamma_f = 1.0$ e per la categoria di terreno di fondazione più favorevole (classe A, $S = 1.0$), tale valore è nettamente superiore al limite definito per la «sismicità molto bassa» (0.49 m/s^2) ai sensi della norma EN 1998-1. Detto valore indica in sostanza se, secondo la norma EN 1998-1, l'azione sismica agente su un edificio sia trascurabile o meno. Alla luce di ciò si può partire dal presupposto che, in tutta la Svizzera, le costruzioni debbano essere generalmente dimensionate per l'azione sismica.

Inoltre in Svizzera non è presente la categoria di importanza I contemplata dalla norma EN 1998-1:2004. La soprastante tabella 35 è pertanto il risultato di quanto appena esposto.

Esempio:

Edificio residenziale a Basilea:

Zona Z3a $\rightarrow a_{gd} = 1.30 \text{ m/s}^2$

Edificio residenziale $\rightarrow$ Coefficiente di importanza $\gamma_f = 1.0$

Classe di terreno di fondazione A $\rightarrow S = 1.0$

Categoria di prestazione sismica
per i mezzi di fissaggio: **C2**

Nota bene

*Tali disposizioni non valgono per i tasselli applicati in aree critiche della costruzione nelle quali si possono verificare fenomeni di rottura del calcestruzzo o fessurazioni molto ampie (ad es. in corrispondenza di cerniere plastiche). In dette aree l'ampiezza delle fessure può risultare notevolmente maggiore di quella per la quale sono stati testati i tasselli.

I requisiti per la categoria C2 sono superiori a quelli richiesti per la categoria C1. Per la categoria di prestazione C1 nei certificati sono indicate soltanto le resistenze caratteristiche per lo stato limite ultimo della capacità portante, mentre per la categoria di prestazione C2 sono riportate sia le resistenze caratteristiche per lo stato limite ultimo della capacità portante sia anche le variazioni degli stati limite ultimi della capacità portante e dell'efficienza funzionale. Le categorie di prestazione dei rispettivi tasselli sono indicate nella certificazione ETA.

Interassi raccomandati per i mezzi di fissaggio

La tabella al seguito consente una scelta rapida e semplice dei tasselli ancoranti sismici più idonei per le pareti divisorie Rigips® e fornisce così al progettista un valido supporto nella progettazione di sistemi non portanti sismo-resistenti.

Interassi dei mezzi di fissaggio raccomandati per solai in calcestruzzo [m]		Tipo di raccordo a soffitto					
		Senza raccordo scorrevole		Blocchetto di gesso, spessore: 25 mm		Blocchetto di gesso, spessore: 50 mm	
Categorie di prestazione sismica		C1	C2	C1	C2	C1	C2
Connettore	SISMO SLA 8 × 75 mm	≤ 0.50	≤ 0.50				
	SISMO SLA 8 × 95 mm			≤ 0.33	≤ 0.25		
	SISMO SLA 8 × 115 mm					≤ 0.25	≤ 0.25

Tabella 36: Interassi dei tasselli raccomandati per l'ancoraggio di pareti divisorie Rigips® a solai in calcestruzzo, suddivisi per categoria di prestazione sismica.

I succitati interassi consigliati per l'ancoraggio di pareti divisorie Rigips® a solai in calcestruzzo sono da intendersi come valori indicativi e fungono quindi soltanto da orientamento. L'effettiva distanza alla quale andranno applicati i connettori dipende di volta in volta dal caso specifico e deve essere stabilita dall'ingegnere che redige il progetto.

Condizioni limite

- Per determinare l'azione sismica agente su pareti divisorie Rigips® sono state assunte le seguenti ipotesi:
 - il rapporto più svantaggioso tra il periodo principale di oscillazione della struttura portante e quello dell'elemento non portante: $T_a / T_1 = 1$
 - $z_a / h = 1$ (nel caso più sfavorevole)
- Le verifiche sui tasselli sono eseguite soltanto per la resistenza al taglio. Non si tiene conto di eventuali minorazioni dovute ad ancoraggi in prossimità dei bordi, a interassi ridotti o all'impiego di tasselli in gruppo.
- La trasmissione dei carichi agli elementi costruttivi adiacenti (solaio grezzo) e le necessarie verifiche a rottura del bordo di calcestruzzo e a rottura per scalzamento (pryout) del calcestruzzo devono essere garantite dall'ingegnere progettista.
- Per determinare l'interasse raccomandato per i mezzi di fissaggio nei casi in cui trovano impiego blocchetti di gesso si è ipotizzato uno sfruttamento limitato. Per andare sul sicuro, per il calcolo della resistenza al taglio del tassello si è inoltre tenuto conto del coefficiente di riduzione (conformemente al Technical Report EOTA TR 045), considerando altresì il piano strategico, descritto più avanti, in caso di rottura di singoli tasselli. Si consiglia di rivestire i blocchetti di gesso con un profilo UW/G aggiuntivo. La valutazione del sistema e la definizione degli interassi da utilizzare per i connettori devono essere effettuate di volta in volta dall'ingegnere in base al progetto specifico.
- Si raccomanda di attenersi a tutte le disposizioni di esecuzione e di sicurezza indicate per i tasselli ancoranti pesanti SISMO.

Interazione tra la struttura portante principale e gli elementi costruttivi non portanti

Le azioni sismiche che agiscono sugli elementi costruttivi non portanti non sono date soltanto dall'accelerazione orizzontale della massa degli stessi, bensì anche dall'interazione tra la struttura portante principale e gli elementi secondari. Detta interazione dipende dalle proprietà dinamiche della struttura portante che definiscono le possibilità di spostamento relativo (tra solai interpiano). Queste deformazioni relativamente grandi della struttura portante principale devono poter essere assorbite il più liberamente possibile mediante un'adeguata configurazione costruttiva dei giunti di collegamento con le pareti a secco (ad es. impiegando raccordi scorrevoli), ovvero i danni messi preventivamente in conto in seguito alla presenza di eventuali vincoli devono essere compatibili con l'obiettivo dichiarato di protezione delle persone.

Per questa ragione tutte le raccomandazioni fornite da Rigips SA si riferiscono esclusivamente ai sistemi non portanti (comprensivi dei rispettivi componenti) e non al comportamento strutturale della costruzione principale. La scelta del sistema Rigips più idoneo è soltanto uno degli aspetti che concorrono a definire la soluzione complessiva e l'ancoraggio alla struttura portante principale, così come il completo progetto strutturale, devono essere dimensionati dall'ingegnere progettista. Ne consegue che la responsabilità della progettazione antisismica e della conseguente realizzazione a regola d'arte restano a carico dei rispettivi progettisti e delle imprese esecutrici.

Rinuncia alla verifica della categoria di prestazione sismica dei tasselli

Per dimensionare gli ancoraggi delle pareti non portanti è possibile scegliere di adottare approcci ingegneristici così da consentire la rinuncia all'impiego di tasselli dotati di verifica della categoria di prestazione sismica.

Sulla scorta di un modello idoneo si può dimostrare che non si verifica alcuna rottura dei tasselli sotto sollecitazione sismica, ovvero che si può escludere un pericolo per le persone laddove gli stessi non dispongono di certificazione antisismica o appartengono a una classe inferiore (C1).

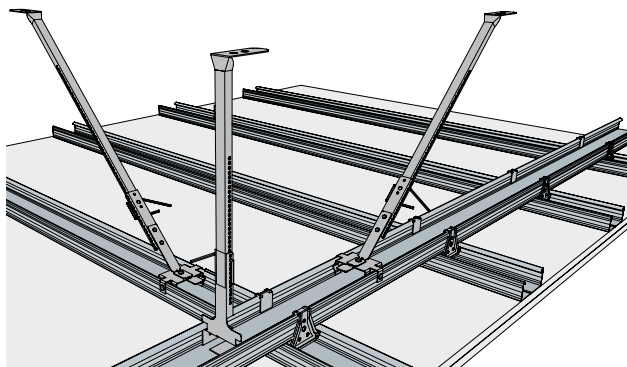
La valutazione se sussistano o meno possibili rischi è di competenza del progettista incaricato.

Tenendo conto della possibile rottura di singoli tasselli e limitandone lo sfruttamento si assicura che l'ancoraggio non possa cedere neanche in caso di sollecitazione sismica. Il tutto dipende dalla zona sismica di attribuzione in Svizzera, dalla categoria di importanza dell'edificio e dalle specifiche di progetto in materia antisismica. In tal caso l'ingegnere progettista stabilirà lo sfruttamento massimo per ciascun punto di collegamento, presupponendo comunque che i tasselli siano omologati per l'utilizzo in calcestruzzo fessurato.

Rivestimenti a soffitto e controsoffitti soggetti a carichi sismici

Qualora si impieghino sistemi per controsoffitto Rigips® in aree a elevato rischio sismico, oltre al rispettivo dimensionamento e necessario osservare alcuni punti aggiuntivi.

- Esecuzione della sottostruttura a doppia orditura
- Altezza di sospensione il più bassa possibile
- Sospensioni con capacità portante ≥ 0.4 kN
- Avvitare sempre alla sottostruttura sia le sospensioni che gli elementi di raccordo per profili
- Tutti gli elementi costruttivi non presi in considerazione in sede di dimensionamento (ad es. le



In siffatta situazione, in corrispondenza della sospensione, si deve realizzare una controventatura in due direzioni con un angolo di ca. 45° rispetto alla superficie del controsoffitto. Detti elementi devono essere disposti a una distanza di max 4 m tra loro in entrambe le direzioni e a un max di 2 m dalle pareti fiancheggianti.

Consigliamo un collegamento puramente costruttivo alle pareti perimetrali adiacenti. Pertanto è opportuno cominciare con la controventatura diagonale già dalla prima fila di sospensioni a partire dalla parete.

condutture per installazioni), devono essere fissati separatamente al solaio grezzo

- Collegamento puramente costruttivo alle pareti perimetrali (profilo di raccordo soltanto come ausilio di montaggio, senza funzione portante!)
- Tenere in considerazione le componenti di carico orizzontale agenti sui controsoffitti in caso di terremoto ed evitare eventuali oscillazioni incontrollate degli stessi nonché un'indesiderata redistribuzione dei carichi dovuta a irrigidimenti diagonali o a raccordi ad accoppiamento dinamico
- Peso del rivestimento il più basso possibile

In presenza delle seguenti condizioni devono essere integrati nella sottostruttura degli elementi di controventatura diagonali.

- altezza di sospensione ≥ 30 cm e/o
- superficie del controsoffitto ≥ 25 m²

Figura 32: Irrigidimento diagonale in caso di altezze di sospensione elevate e controsoffitti a grande superficie

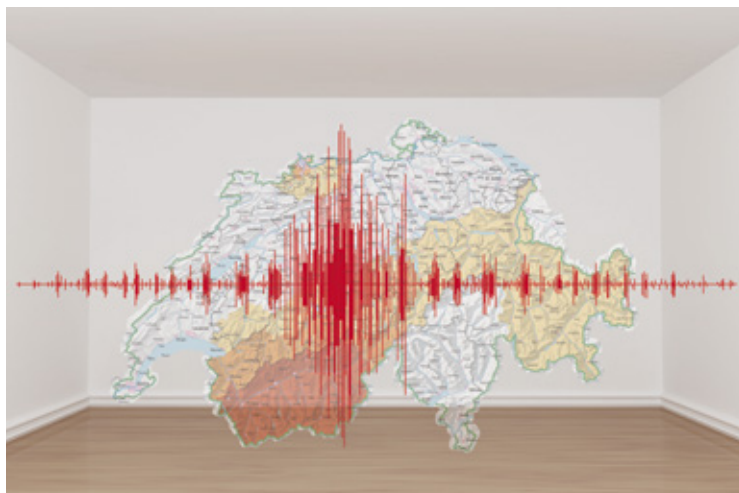
Nel dimensionamento delle distanze dei profili e delle sospensioni si devono considerare le componenti di carico verticale sui controsoffitti in caso di terremoto. Ciò vale, analogamente alle pareti a secco, nel caso subentri il rapporto più svantaggioso $T_a/T_1 = 1$. I carichi aggiuntivi riportati al seguito sono un possibile approccio per tener conto di eventuali carichi sismici nel dimensionamento dei rivestimenti a soffitto e dei controsoffitti senza doverne calcolare il comportamento dinamico.

$S \times a_g$ [m/s ²]	Carico aggiuntivo per rivestimenti a soffitto e controsoffitti [kg/m ²]					
	Rivestimento a uno strato [mm]			Rivestimento a due strati [mm]		
	12.5	18	20	2×12.5	18+15	2×20
0.6	2	3	3	4	6	7
0.8	3	4	5	6	7	9
1.0	4	5	6	7	9	11
1.5	6	8	9	11	14	17
2.0	7	10	12	14	19	23
2.5	9	13	14	18	23	28
3.0	11	16	17	21	28	34
3.5	13 ³⁾	18	20	25	33	39

³⁾ Tener conto della forza di compressione sulle sospensioni

Tabella 37: carichi aggiuntivi

Sintesi dei punti salienti



Elementi costruttivi non portanti

Anche gli elementi costruttivi non portanti devono essere eseguiti in modo tale da non costituire un pericolo per le persone in caso di scosse telluriche.

Vantaggi importanti

Le finiture interne in versione leggera offrono due vantaggi importanti: una riduzione della massa oscillante e uno smorzamento della reazione dinamica della costruzione.

Sollecitazione minore

Dal momento che la massa delle costruzioni realizzate a secco è molto bassa rispetto a quella di altre tipologie costruttive opzionali, per i sistemi a parete e a soffitto Rigips® la sollecitazione sismica risulta solitamente minore di quella statica in condizioni normali.

Mezzi di fissaggio testati

Laddove sussiste un maggior rischio di terremoti si devono utilizzare mezzi di fissaggio e di ancoraggio testati e omologati ai fini sismici.

Indicazioni bibliografiche

- Böker, H. (1983). Trockenbaupraxis mit Gipskartonplatten-Systemen. Köln-Braunsfeld, Deutschland: Rudolf Müller GmbH & Co.
- Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Industriegruppe Gipsplatten. (April 2016). Merkblatt 8. Wandhöhen leichter trennwände – Stegausschnitte, Anschlüsse, Türen und Öffnungen. Berlin: IGG.
- Deutsches Institut für Normung DIN. (2016). DIN 18041: 2016. Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung. Berlin: Beuth.
- Deutsches Institut für Normung DIN. (Mai 2016). DIN 4102-4. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, bauteile und Sonderbauteile. Berlin: Beuth.
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Dezember 2000). DIN EN 12354-1 – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften.
- Henkel, F.-O., Holl, D., & Schalk, M. (2008). Erdbebensicheres Bauen mit Trockenbau-Systemen. Iphofen.
- Hungerbühler, A. (1987). Technische Notiz Wärme- und Schalldämmung.
- J. Pfau, K. T. (2014). Trockenbau Atlas, 4. Auflage. Köln, Deutschland: Rudolf Müller GmbH & Co. KG.
- Lignum. (Mai 2015). Lignum-Dokumentation Brandschutz. Bauteile in Holz – Decken, Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand. Zürich: Lignum.
- Saint Gobain Isover AG/B. Neubrand. (senza data). Angewandte Bauphysik. Grundlagen und Berechnungen zum Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz.
- Saint Gobain Rigips® GmbH. (2015). Schallschutz-Lösungen von Rigips®. Düsseldorf, Deutschland.
- Saint-Gobain Rigips® GmbH. (2016). Planen und Bauen. Grundlagen Bauphysik. Rigips® GmbH.
- Società svizzera degli ingegneri e degli architetti SIA. (2005). D 0189 – Bauteildokumentation Schallschutz im Hochbau – Zusammenstellung gemessener Bauteile. Zürich.
- Società svizzera degli ingegneri e degli architetti SIA. (2006). SIA 181: 2006. La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie. Zurigo, Svizzera: Beuth.
- Società svizzera degli ingegneri e degli architetti SIA. (gennaio 2012). EN 1363-1:2012. Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Zürich, Schweiz: Beuth.
- Società svizzera degli ingegneri e degli architetti SIA. (2014). SIA 261. Azioni sulle strutture portanti. Zurigo, Svizzera: Beuth.
- Associazione degli Istituti Cantionali di Assicurazione Antincendio AICAA. (gennaio 2015). Direttive antincendio 2015. Berna, Svizzera: VKF.
- Zürcher, C., & Frank, T. (2010). Bauphysik Bau & Energie 3. Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag AG.

Rigips SA, Svizzera

Tel. +41 62 887 44 44, info@rigips.ch, www.rigips.ch

