Tecnica & applicazione 1/18

Costruzioni in legno in aree sismiche

GYPSUM4WOOD.CH

Schweizer Holzbau. Natürlich mit Rigips.

Rigips SAINT-GOBAIN

Tecnica & applicazione 1/18

Sistema costruttivo in legno sotto sollecitazioni sismiche

L'uso di lastre di gesso Riduro® e di gessofibra Rigidur® H in aree sismiche è stato approvato dalla Stazione Sperimentale per Sistemi Costruttivi in legno e a secco (VHT) di Darmstadt. Essa, infatti, ha effettuato perizie e prove sperimentali sotto l'azione di carichi dinamici.

Le tabelle con i valori di commisurazione sono state emesse dall'Ufficio d'Ingegneria Lauber SA. Tale utilizzo viene calcolato da una parte secondo procedure della SIA 265 e dall'altra ai sensi della DIN EN 1991-1-1 / NA: 2010 -12 (EC5).

Troverete il vostro interlocutore su:
www.gypsum4wood.ch

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Indice

1.	Introduzione	4
2.	Azione sismica – Concetto di dimensionamento	5
2.1	Regole generali	5
2.1.1	Zone sismiche	6
2.2	Duttilità	7
2.3	Collegamenti	8
3.	Sicurezza di azioni sismiche con G4W	9
3.1	Riduro®	9
3.1.1	Principi per la determinazione delle proprietà dissipative	10
3.1.2	Comportamento dissipativo	13
3.1.3	Raccomandazioni su coefficiente di comportamento e fattore di sovraresistenza	14
3.1.4	Regole di costruzione e di dimensionamento	15
3.2	Rigidur® H	16
3.2.1	Principi per la determinazione delle proprietà dissipative	17
3.2.2	Comportamento dissipativo	19
3.2.3	Raccomandazioni su coefficiente di comportamento e fattore di sovraresistenza	20
3.2.4	Regole di costruzione e di dimensionamento	21
4.	Tabelle di dimensionamento	22
4.1	Condizioni generali	22
4.2	Tabelle	23
4.2.1	Riduro® Tabelle	23
4.2.2	Rigidur® H Tabelle	25
5.	Indicazioni bibliografiche	27
Elenco delle Norme		27

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

1. Introduzione

In base ai metodi costruttivi, le soluzioni in legno, si adattano particolarmente bene per la sicurezza della costruzione in zone a rischio sismico. Questi metodi costruttivi resistenti sono sempre più all'avanguardia e in continuo aumento. Alle costruzioni il cui uso è pubblico e di tutela delle persone (per es. ospedali), vengono attribuiti livelli di sicurezza superiori rispetto alle strutture residenziali. Costruzioni pubbliche, come scuole o asili (Classe d'uso III), vengono, ragionevolmente, sempre più spesso costruite in legno, perché più resistente alle azioni sismiche. In relazione al sisma nel suo complesso, il legno come materiale di costruzione presenta vantaggi considerevoli:

- Costruzioni di legno comportano, in confronto con altri metodi di costruzione, un ottimo rapporto tra peso proprio e capacità di carico.
- Indipendentemente dalla rigidità dinamica, il peso proprio minimo ha più capacità di carico ed è inferiore a quello del calcestruzzo o dell'acciaio.
- Le costruzioni in legno, dotate di una rigidezza orizzontale inferiore, possono allungare il periodo del modo fondamentale (di vibrazione), abbassando così le forze statiche equivalenti dei movimenti tellurici, che vengono calcolate in base al periodo fondamentale stesso.

Con l'utilizzo di lastre in gesso viene generata un'elevata capacità flessionale (duttilità) sui mezzi di collegamento meccanici, in particolare i giunti di fissaggio elastici. Più elevata è la classe di duttilità, più energia può essere dispersa con la capacità dissipativa, ciò si traduce in un aumento della sicurezza antisismica.
La solidità di un corpo edilizio costruito in legno, viene essenzialmente condizionata dalla capacità di sostenere carichi esterni con l'applicazione di giunti di collegamento tramite fissaggi meccanici con una deformazione elastica-plastica. Cioè gli elementi in legno devono essere più resistenti dei giunti ai quali sono collegati. Questo viene di regola definito "comportamento dissipativo". Un'altra caratteristica per definire la robustezza di una costruzione si trova nel modello geometrico dell'edificio. Nelle norme ciò viene definito come „Regolarità in pianta e in altezza ". In termini di capacità tecnica antisismica una struttura regolare si comporta in modo migliore rispetto ad una struttura irregolare a causa della vicinanza tra centro delle masse e centro delle rigidezze.
Anche gli elementi di costruzione non portanti sono progettati per resistere alle sollecitazioni sismiche in una costruzione, a causa del loro contributo alla rigidezza dell'intera struttura. Più elevata è la massa di una struttura, più elevata è anche la massa partecipante (dinamica), dunque anche le forze statiche equivalenti da considerare in caso di un'azione sismica. Un'architettura d'interni leggera offre dunque due vantaggi importanti:

- La riduzione della massa oscillante
- Lo smorzamento della reazione dinamica

Indicazione

Con le prove sperimentali e le perizie sismiche G-724-14, G-650-07-II e G-277/1-07 della VHT Darmstadt, ora vengono comprovate anche le lastre di gesso Riduro® e gessofibra Rigidur® H sotto la sollecitazione dinamica. Le tipologie delle lastre sono illimitatamente utilizzabili in zone sismiche e possono sostituire le usuali lastre derivati del legno.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

2. Azione sismica – Concetto di dimensionamento

2.1 Regole generali

In Svizzera, è la norma SIA 261, che si occupa di costruzioni in zone sismiche, a definire le azioni sulle strutture portanti, le ipotesi di carico, nonché la misurazione e costruzione di edifici fuoriterra. Secondo questa norma, le strutture edilizie, devono essere progettate, calcolate e costruite in modo che possano resistere ad un sisma di progetto predefinito e che, dopo il verificarsi di un evento sismico, esse dispongano di una sufficiente capacità portante residua.

La norma SIA 261 mette a disposizione un metodo di indagine per gli elementi costruttivi non portanti (cifra 16.7). Se questi ultimi, in caso di cedimento possono mettere in pericolo persone, danneggiare elementi costruttivi portanti, nonché causare danni economici dovuto a investimenti importanti, l'elemento di costruzione non portante come anche i sistemi di l'ancoraggio dello stesso, devono sempre essere verificati sotto azione sismica.

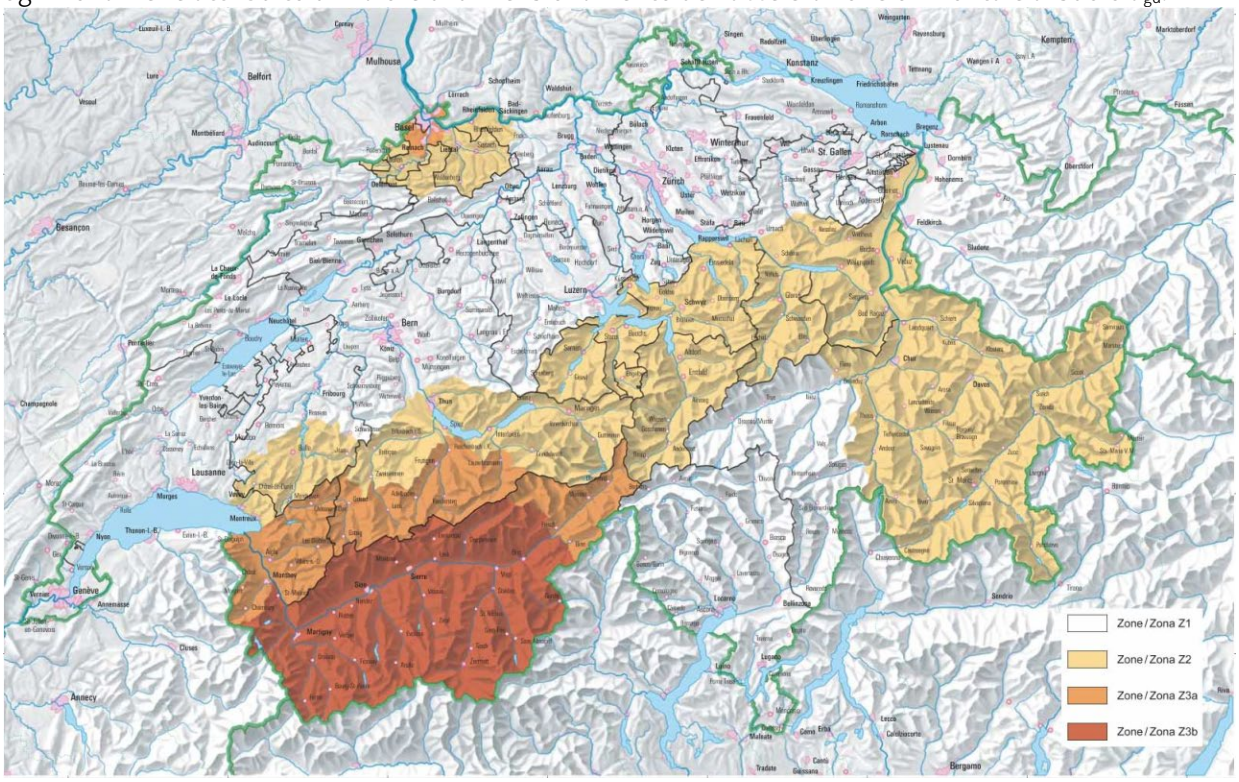
Per progettare una costruzione antisismica si deve conoscere il comportamento delle strutture e degli elementi lignei in caso di azioni sismiche, tenendo conto anche dei punti fondamentali elencati. I metodi di calcolo offrono basi solide in caso di eventi sismici:

- Sono prevalentemente i movimenti sismici orizzontali che vengono dal basso che attivano tutta la massa della struttura con gli elementi portanti di una costruzione.
- Contrariamente alle ipotesi di carico quasi-statici, dinamici e utili, le forze sismiche reali di un terremoto si disperdono in modo significativo in confronto alle forze dinamiche da sisma stimate.
- Il dimensionamento di un elemento costruttivo portante quasi-statico è caratterizzato da una riduzione della rigidezza a favore di sicurezza. In caso di terremoto le rigidezze dinamiche devono essere valutate nel modo più preciso possibile per poter accertare carichi fittizi realistici.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

2.1.1 Zone sismiche

Secondo la grafica seguente, e conformemente alla norma SIA 261, la Svizzera e suddivisa in quattro zone sismiche, Z1, Z2, Z3a e Z3b. La pericolosità sismica viene classificata costante in ogni zona. In ogni zona viene attribuito un valore di dimensionamento dell'accelerazione orizzontale al suolo a_{gd}.



Grafica 1: Zone sismiche in Svizzera (SIA 261, Copyright © 2014 by SIA Zurigo)

- Z1 a_{gd} = 0,6 m/s^2
- Z2 a_{gd} = 1,0 m/s^2
- Z3a a_{gd} = 1,3 m/s^2
- Z3b a_{gd} = 1,6 m/s^2

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

2.2 Duttilità

Esistono due concetti principali per il calcolo dei carichi sismici:

- 1) il concetto del comportamento portante non duttile (rigido)
- 2) il concetto del comportamento portante duttile (flessibile)

Il concetto 2 si basa su verifiche dinamiche d'ingegneria sismica. La duttilità e la resistenza portante sono i parametri più importanti del comportamento sismico di strutture portanti. Si definisce duttilità strutturale la capacità del sistema di deformarsi oltre il campo elastico senza sostanziali riduzioni della resistenza disponibile.

In generale, il concetto di comportamento portante "non duttile", è adatto solo in caso di interventi in zone a bassa sismicità, in modo che la struttura sia ottimizzata nei confronti dei carichi da vento. Negli altri casi la scelta del comportamento portante "non duttile" potrebbe causare soluzioni economicamente svantaggiose, motivo per cui è da preferire soluzioni con struttura portante a comportamento duttile.

In caso di strutture in legno, generalmente, solo gli elementi di collegamento/giunti di fissaggio hanno un comportamento duttile. Gli elementi portanti in legno, di per sé, sono sempre da considerare "non duttili". Il comportamento portante duttile di pareti di costruzione in telai di legno viene ottenuto attraverso l'utilizzo di elementi di fissaggio di collegamento metallici. La grande capacità di deformazione plastica di questi elementi metallici, ha un ritorno positivo sul comportamento globale portante delle porzioni di parete sotto l'azione di carichi sismici.

In base alla duttilità ed alla capacità dissipativa dell'energia sotto azioni sismiche, le costruzioni in legno vengono suddivise in tre classi di duttilità (vedi tabella 1). Criteri essenziali per la suddivisione di elementi e strutture delle costruzioni sono le tipologie e le caratteristiche/qualità dei collegamenti.

Classe di duttilità	Norma di interpretazione
DCL	Dissipazione d'energia bassa
DCM	Dissipazione d'energia media
DCH	Dissipazione d'energia elevata

Tabella 1: Classi di duttilità secondo EN 1998-1:2004 e SIA 260.801

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

2.3 Collegamenti

Nelle costruzioni di legno solo gli elementi di collegamento sono realizzati in modo duttile. La capacità di deformazione dei vari elementi lignei dipende dalla tipologia e dalla concezione dei collegamenti. Generalmente un comportamento fragile del collegamento, del rivestimento o della nervatura non deve condurre al cedimento anticipato della struttura (gerarchia delle resistenze).

I collegamenti devono essere realizzati in modo che possano sostenere parecchi cicli di deformazioni plastiche importanti con una riduzione trascurabile della capacità portante, ciò dev'essere verificato con delle prove sperimentali. Per far sì che i collegamenti possano veramente essere attivati come zone a comportamento duttile, le residue zone elastiche devono essere valutate secondo Norma SIA 265 1,2 volte la resistenza portante delle zone duttili.

A condizione che gli spessori minimi del legno, secondo Norma SIA 265 (2003) vengano rispettati, gli elementi di collegamento si comportano in maniera elastica a livello lineare. Motivo per cui trovano un comportamento adatto soprattutto nell'applicazione di vetrate irrigidite. Per una duttilità sufficiente è necessaria una profondità di penetrazione del gancio nella sottostruttura di minimo ≥ 20 d (d = diametro). Per la congiunzione con graffette di costruzioni di pareti portanti sono ammessi e da applicare elementi di collegamenti sotto sorveglianza dei lavori di costruzione secondo DIN EN 1995-1-1 o ai sensi della SIA 265.

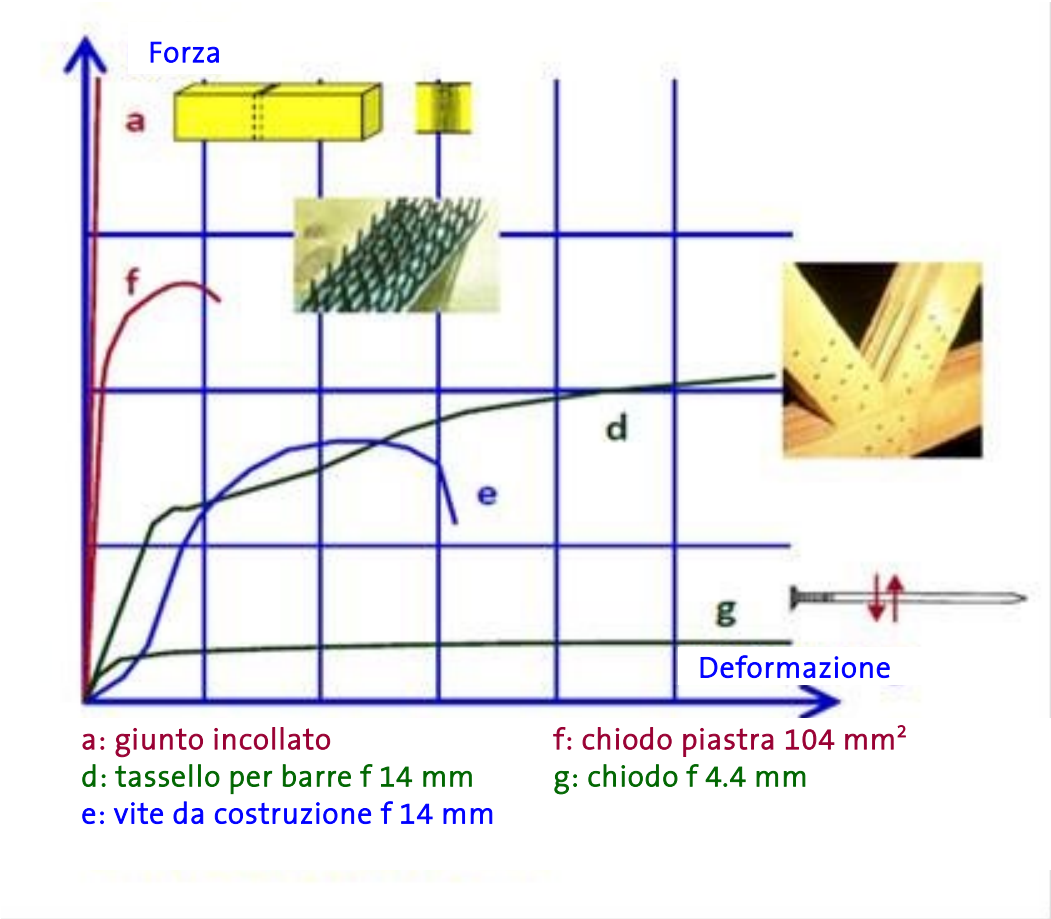


Fig. 2: Comportamento meccanico portante dei collegamenti (Quelle: Lignum-Dok).

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3. Sicurezza di azioni sismiche con G4W

L'uso di lastre di gesso Riduro® e di gessofibra Rigidur® H in aree sismiche è stato approvato dalla Stazione Sperimentale per Sistemi Costruttivi in legno e a secco (VHT) di Darmstadt. Essa, infatti, ha effettuato perizie sismiche e prove sperimentali sotto l'azione di carichi dinamici.

Secondo la presa di posizione peritale G-724-14 per vetri con rivestimento con lastre di gesso del tipo Rigidur® con spessore di 12,5 e 15,0 viene consigliato l'applicazione EN 1998-1 da parte della VHT.

Secondo la presa di posizione peritale G-655-13 per vetri con rivestimento con lastre di gesso del tipo Rigidur® H viene consigliato l'appartenenza alla classe di duttilità „DCM", secondo l' EN 1998-1 dalla VHT, Darmstadt.

I punti più importanti delle prove sismiche sperimentali sono pubblicati qui di seguito:

3.1 Riduro®

I risultati delle prove sono stati calcolati dall'istituto VHT di Darmstadt secondo lo stesso principio di lavoro di modifica della forma e un dimensionamento secondo il metodo dello spettro di capacità per pannelli murari con un rivestimento con lastre di gesso del tipo Riduro®

Le analisi si basano su dati ottenuti da esami monotoni ai sensi EN 594 ed esami ciclici secondo EN 12512. Dagli esami monotoni sono state rilevate curve push-over. Per le analisi degli esami ciclici sono state create delle curve di capacità. Da ciò si è potuto definire il principio di lavoro dell'energia di deformazione (principio dei lavori virtuali), del fattore struttura q e del fattore α_u ai sensi dell'EN 1998-1.
La formulazione è stata definita sia dai risultati delle verifiche al taglio sia dei pannelli di parete.

Gli elementi di parete analizzati sono rivestiti in lastre fabbricate con materiale conforme alle norme EN 520, SIA 242.201, ETA 16/0657, DIN 18180 e ÖNORM 3410. Gli elementi murari hanno una lunghezza di 2,50 m e altezza di 2,50 m. I profili dell'intelaiatura hanno un passo di 62,5 cm. I rivestimenti hanno una lunghezza di 2,50 m e larghezza di 1,25 m.

L'intelaiatura delle pareti è composta di legno massiccio conforme all' EN 14081-1 della classe di resistenza C24. Come sezione è stato prescelto un profilo quadrato di 60/160 mm.

Per il collegamento del rivestimento di lastre in gesso con la sottostruttura degli elementi murari sono state prescelte fissaggi con un diametro nominale di 1,53 mm e lunghezza di 50,0 mm. Il fissaggio deve rispettare la norma EN 1995-1-1.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3.1.1 Principi per la determinazione delle proprietà dissipative

Principio dell'energia di deformazione

Base della procedura scelta è il principio stesso dell'energia di deformazione. Si punta su questa base di calcolo perché conduce a risultati più conservativi rispetto ai principi basati sugli spostamenti.

Il coefficiente di comportamento (fattore di struttura) q e dello spostamento di duttilità μ, tenendo in considerazione il comportamento non lineare, viene definito dalla seguente relazione:

$$q = \frac{F_{el}}{F_y} = \frac{F_{v,el}}{F_{v,Rd}}$$

$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} = \frac{\Delta_{F,v,u}}{\Delta_{F,v,Rd}}$$

Per definire il coefficiente di comportamento e dello spostamento di duttilità è stato scelto un diagramma bilineare. I risultati in base al principio dell'energia di deformazione risulta pari alla deformazione stessa, le aree A1 ed A2 hanno la stessa superficie (vedi illustr. 3).

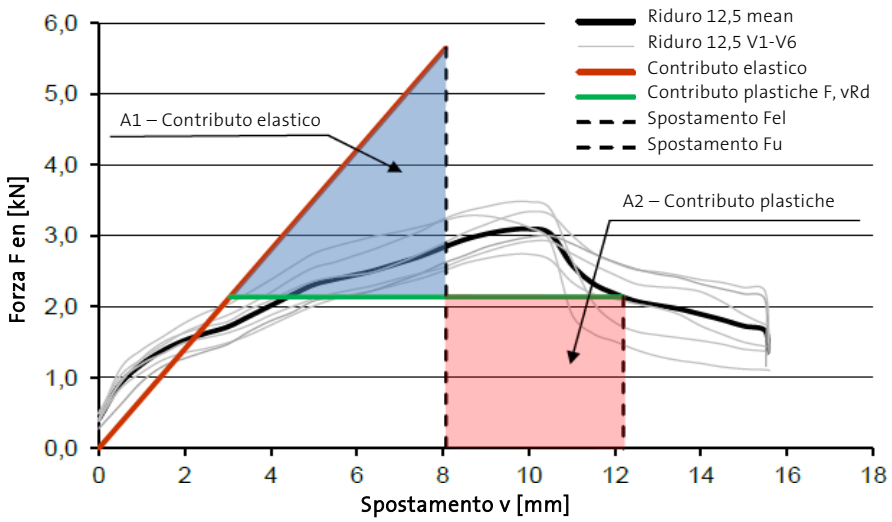


Fig. 3: Definizione delle grandezze di input per la determinazione del coefficiente di comportamento della struttura e della duttilità mediante l'inviluppo medio di una combinazione di test a taglio. Materiale utilizzato: cartongesso Riduro® spessore 12.5mm

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Metodo dello spettro di capacità

Il metodo dello spettro di capacità rappresenta la capacità nei confronti della richiesta da sollecitazioni sismiche. Per la definizione della sollecitazione è stato applicato uno spettro di risposta ai sensi EN 1998-1 di tipo 1 e sottosuolo di classe A, conseguentemente ridotto in base allo smorzamento viscoso determinato dal test.

Lo spettro di risposta è lo spettro per un sito in un'area con ampiezze dell'onda superficiale Ms ≥ 5.5. L'accelerazione del terreno viene scelta con a_g = 3,47 m / s². Ciò corrisponde ad un'accelerazione del terreno in una zona di terremoto pesante come in Italia, Grecia o Turchia rispetto alla Svizzera, dove l'accelerazione del terreno massima utilizzata è a_{gd} = 1,60 m / s² (vedere la mappa dei terremoti Fig. 1).

Classe di terreno	S	T_B	T_C	T_D
A	1,00	0,15	0,40	2,00

Tabella 2: Valore del parametro dello spettro di risposta elastico selezionato EN 1998-1, 3.2.2.2 Spettri di risposta elastici di tipo 1.

Il dimensionamento degli elementi murari con il metodo degli spettri di capacità permette di verificare i coefficienti di comportamento q e i fattori di sovraresistenza a_u determinati dal lavoro dell'energia di deformazione.
Il coefficiente di comportamento q è definito come forza di reazione elastica in rapporto alla forza di reazione del sistema non lineare

$$q = \frac{R_{el}}{R_{nl}}$$

q : Coefficiente di comportamento
R_{el} : Forza di reazione del sistema elastico
R_{nl} : Forza di reazione del sistema non lineare

In aggiunta alla forza di reazione del sistema non lineare viene considerato lo smorzamento viscoso:

$$q = \frac{R_{el}}{R_{nl+\xi}}$$

q : Coefficiente del comportamento
R_{el} : Forza di reazione del sistema elastico
$R_{nl+\xi}$: Forza di reazione del sistema non lineare smorzato

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

La scelta dei singoli parametri per la verifica dell'accelerazione spettrale S_a è illustrata qui di seguito.

Classe del terreno	-		A
Valore dell'accelerazione del terreno	a_g	[m/s²]	3,47
Coefficiente d'importanza	γ_I	[-]	1,00
Coefficiente di resistenza	β_0	[-]	2,50
Parametro	S	[-]	1,00
Coefficiente di correzione del grado dismorzamento viscoso	η	[-]	0,71

Tabella 3: Valori di input dello spettro di risposta

Dai valori di input per determinare lo spettro di risposta, si ottiene il seguente diagramma di accelerazione spettrale dell'equivalente oscillatore semplice.

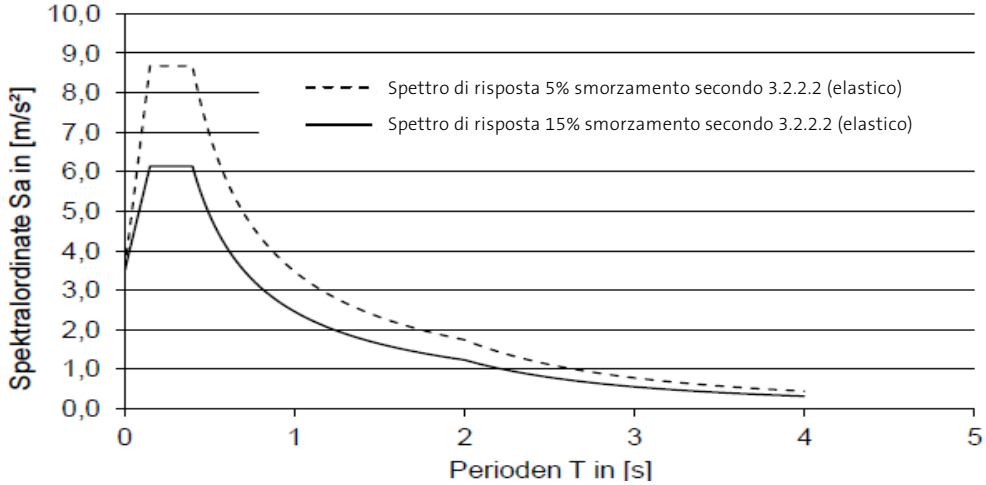


Fig. 4: Dal diagramma del periodo di accelerazione spettrale dell'oscillatore equivalente a singola frequenza in base ai valori della Tabella 3.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3.1.2 Comportamento dissipativo

Il comportamento dissipativo dei pannelli murari si basa sulla connessione del tavolato con la sottostruttura. Vengono quindi utilizzati degli elementi di fissaggio metallici che hanno un alto grado di deformabilità plastica. A causa dei cicli ripetuti di deformazione, l'energia del tavolato e della sottostruttura viene dissipata attraverso un flusso di energia nei giunti metallici, dove gli attriti interni ai giunti, tra giunto e tavolato, e la rimozione di parte del materiale di supporto liberano energia dissipandola.

I controlli sui corpi a taglio, mostrano il comportamento puntuale di ogni singola connessione.
Il cedimento dell'elemento può essere analizzato precisamente in termini di formazione della cerniera plastica nell'elemento stesso.

Essenziali per la determinazione dell'idoneità delle lastre in cartongesso del tipo Riduro® sono i risultati del test sul pannello murario, data la geometria a dimensioni reali dell'elemento del pannello oggetto di test.
Le influenze sul comportamento quasi dinamico vengono prese in considerazione ed il test mostra inoltre il comportamento a taglio solo sugli elementi di connessione.
Per questo motivo, i risultati del test a taglio delle pareti hanno un'influenza maggiore sulla determinazione di un coefficiente di comportamento e dei fattori di sovraresistenza rispetto alle prove di taglio effettuate su modelli a piccola scala

Sono considerate determinanti le caratteristiche ed i fattori comportamentali dei singoli elementi per analizzare il comportamento generale della struttura.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3.1.3 Raccomandazioni su coefficiente di comportamento e fattore di sovraresistenza

Per elementi con un rivestimento di lastre di gesso del tipo Riduro®, in base ai risultati delle prove sperimentali della VHT vengono raccomandati valori unitari per il coefficiente di comportamento e per il fattore di resistenza.

Tipo di elemento	Coefficiente di comportamento q	Fattore di sovraresistenza a_u
Principio dei lavori dell'enegia di deformazione		
Riduro 12.5 mm	2.64	1.45
Riduro 15.0 mm	3.02	1.80
Principio dei lavori dell'enegia di deformazione		
Riduro 12.5 mm o.A. eins. Kl. 50/150	3.13	1.93
Riduro 12.5 mm o.A. eins. Kl. 150/150	2.59	1.58
Metodo dello spettro di capacità		
Riduro 12.5 mm o.A. eins. Kl. 50/150	2.72	1.93
Riduro 12.5 mm o.A. eins. Kl. 150/150	2.73	1.58
Raccomandazioni		
Riduro 12.5 mm	≤ 2.5	≥ 1.8
Riduro 15.0 mm	≤ 2.5	≥ 1.8

Tabella 4: Valori raccomandati per Riduro 12,5 e 15,0 mm.

La VHT consiglia il dimensionamento degli elementi murari secodo EN 1995-1-1, EN 1998- 1 e NTC 2/2008 con il rivestimento delle lastre di gesso del tipo Riduro® uno spessore nominale di 12,5 mm e 15,0 mm con un coefficiente di comportamento di q ≤ 2,5. Inoltre i dischi murali devono corrispondere alle regole di costruzione e dimensionamento.

La scelta del coefficiente di q ≤ 2,5 per lo spessore nominale di 12,5 e 15,0 mm comporta la raccomandazione di considerare le lastre di gessofibra del tipo Tipo Riduro® come materiale di rivestimento applicabile senza restrizioni secondo EN 1998-1.

In aggiunta, vengono raccomandati degli elementi con rivestimenti di lastre di gesso del tipo Riduro® appartenenti alla classe duttil „DCM“ ai sensi EN 1998-1 e classe „B“ secondo NTC 2/2008 della VHT Darmstadt.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3.1.4 Regole di costruzione e di dimensionamento

Gli elementi murari con un rivestimento di lastre di gessofibra del tipo Riduro® H che devono corrispondere al coefficiente di comportamento q ≤ 2,5, devono rispettare le seguenti regole di costruzione e di dimensionamento.

Dimensionamenti:
- Altezza dell'elemento murario tra 2,30 m e 3,00 m
- Larghezza dei singoli pannelli ≤ 1,25 m
- Lunghezza totale del pannello ≥ 1,25 m
- Il dimensionamento corrisponde ai sensi di EN 1995-1-1
- Il pannello ha una sottostruttura perimetrale

Sottostruttura:
- Listoni con una larghezza ≥ 60 mm e altezza ≥ 100 mm
- Legno con un'umidità lignei < 18%
- Legno appartenente minimo alla classe di resistenza „C24", ai sensi di EN 14081

Rivestimento:
- Le lastre di gessofibra ai sensi EN 520, SIA 242.201, DIN 18180 e ÖNORM 3410 del tipo Riduro®
- Spessore delle lastre ≥ 12,5 mm e ≤ 15,0 mm
- Larghezza delle lastre di rivestimento ≤ 1,25 m
- Rivestimenti unilaterali/bilaterali degli elementi murari (*in caso di rivestimento degli elementi con pannelli differenti, nella progettazione vengono considerato il rapporto di rigidezza di entrambi i pannelli)*

Materiale di collegamento/fissaggi:
- Giunti secondo EN 1995-1-1 + NAD (graffette resinate/zincate)
- Diametro nominale dei fissaggi ≤ 1,53 mm
- Resistenza a trazione dei fissaggi ≤ 1000 N/mm²

Distanze:
- Passo delle graffette da 50 mm fino 150 mm
- Distanza dal bordo della sottostruttura, laterale, al piede e in testa perpendicolarmente al bordo della lastra ≥ 15d (d = Diametro)
- Distanza dal bordo non caricato della lastra ≥ 5d (d = Diametro)
- Altre distanze corrispondenti EN 1995-1-1 + ETA 16/0657

Profondità di penetrazione:
- Profondità di penetrazione delle graffette nella sottostruttura ≥ 20d (d = diametro)

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Regole di dimensionamento:

- Secondo EN 1995-1-1 + ETA 16/0657
- Determinazione della resistenza al taglio F_v secondo EN 1995-1-1, 8.2.2
- Coefficiente di modifica k_{mod} = 1,1
- Fattore di sicurezza parziale γ_M = 1,0
- Secondo DIN EN 1998-1 e NTC 2/2008
- Smorzamento viscoso $\xi \leq 15$ %
- Coefficiente di comportamento: $q \leq 2{,}5$ per spessori nominali 12,5 e 15,0 mm
- Fattore di sovraresistenza: $\alpha_u \geq 1{,}8$

3.2 Rigidur® H

Per definire il comportamento duttile e la capacità di carico delle lastre di gessofibra del tipo Rigidur® H sotto sollecitazione dinamica sono state verificate dalla VHT Darmstadt «Fullscale» controlli a elementi murari e indagini a piccola scala su elementi a taglio, secondo il principio del lavoro dell'energia di deformazione. Inoltre, è stata eseguita una valutazione comparativa utilizzando il metodo dello spettro di capacità per verificare questo approccio.

I controlli si basano su dati di verifica secondo prove conformi a EN 594 e prove cicliche secondo EN 12512. Da prove monotone si ottengono le curve push-over e per la valutazione di prove cicliche emergono le curve di capacità. Dalle curve di capacità si possono definire, il coefficiente di comportamento e il fattore di sovraresistenza secondo il principio dei lavori dell'energia di deformazione. Il materiale di fabbricazione della lastra corrisponde ai requisiti della tecnica delle norme europee ETA 08/0147.

I pannelli hanno uno spessore nominale di 12,5 ed una lunghezza di 2,50 m ed un'altezza di 2,50 m.
Il passo dei profili della sottostruttura è di 62,5 cm. Il rivestimento ha una lunghezza di 2.50m ed una larghezza di 1,25m.

La sottostruttura è giuntata in legno massiccio secondo le EN 14081-1 Classe di resistenza C24. Sezione trasversale quadrata 60/160 mm

Per il fissaggio del rivestimento in lastre di gesso con la sottostruttura dell'elemento murario, sono state applicate graffette con un diametro nominale di 1.53mm e con una lunghezza di 50.0. Le graffette sono conformi alle regole contenute su EN 1995-1-1.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3.2.1 Principi per la determinazione delle proprietà dissipative

Principio dell'energia di deformazione

Analogamente alle prove sismiche di Riduro® prevale il principio dell'energia di deformazione.

Il fattore di struttura q e lo spostamento di duttilità μ, tenendo in considerazione il comportamento non lineare, viene definito dalla seguente relazione:

$$q = \frac{F_{el}}{F_y} = \frac{F_{v,el}}{F_{v,Rd}}$$

$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} = \frac{\Delta_{F,v,u}}{\Delta_{F,v,Rd}}$$

Per definire il coefficiente di comportamento di duttilità è stato scelto un diagramma bilineare. I risultati in base al principio dell'energia di deformazione risulta pari alla deformazione stessa, le aree A1 ed A2 hanno la stessa superficie (vedi illustr.4).

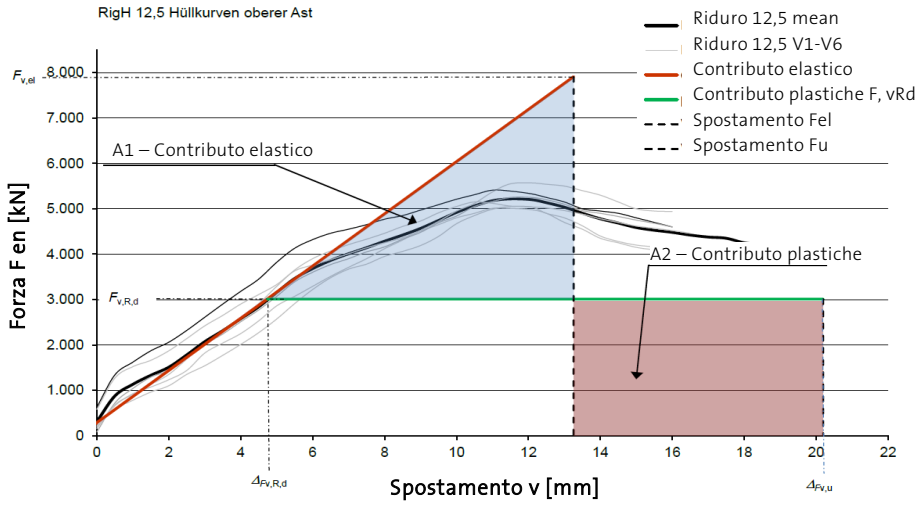


Fig. 5: Definizione delle grandezze di input per la determinazione del coefficiente di comportamento della struttura e della duttilità mediante l'inviluppo medio di una combinazione di test a taglio.
Materiale utilizzato: gessofibra Rigidur® H spessore nominale 12.5 mm.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Metodo dello spettro di capacità

Il metodo dello spettro di capacità rappresenta la capacità nei confronti della richiesta da sollecitazioni sismiche. Per la definizione della sollecitazione è stato applicato uno spettro di risposta ai sensi EN 1998-1 di tipo 1 e sottosuolo di classe A, conseguentemente ridotto in base allo smorzamento viscoso determinato dal test.

Lo spettro di risposta è lo spettro per un sito in un'area con ampiezze dell'onda superficiale Ms ≥ 5.5. L'accelerazione del terreno viene scelta con a_g = 3,47 m / s². Ciò corrisponde ad un'accelerazione del terreno in una zona di terremoto pesante come in Italia, Grecia o Turchia rispetto alla Svizzera, dove l'accelerazione del terreno massima utilizzata è a_{gd} = 1,60 m / s² (vedere la mappa dei terremoti Fig. 1).

Classe di terreno	S	T_B	T_C	T_D
A	1,00	0,15	0,40	2,00

Tabella 5: Valore del parametro dello spettro di risposta elastico selezionato EN 1998-1, 3.2.2.2 Spettri di risposta elastici di tipo 1.

Il dimensionamento degli elementi murari con il metodo degli spettri di capacità permette di verificare i coefficienti di comportamento q e i fattori di sovraresistenza a_g determinati dal lavoro dell'energia di deformazione

La scelta dei singoli parametri per la verifica dell'accelerazione spettrale S_a è illustrata qui di seguito.

Classe del terreno	-		A
Valore dell'accelerazione del terreno	a_g	[m/s²]	3,47
Coefficiente d'importanza	γ_I	[-]	1,00
Coefficiente di resistenza	β_0	[-]	2,50
Parametro	S	[-]	1,00
Coefficiente di correzione del grado dismorzamento viscoso	η	[-]	0,71

Tabella 6: Valori di input dello spettro di risposta

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Dai valori di input per determinare lo spettro di risposta, si ottiene il seguente diagramma di accelerazione spettrale dell'equivalente oscillatore semplice.

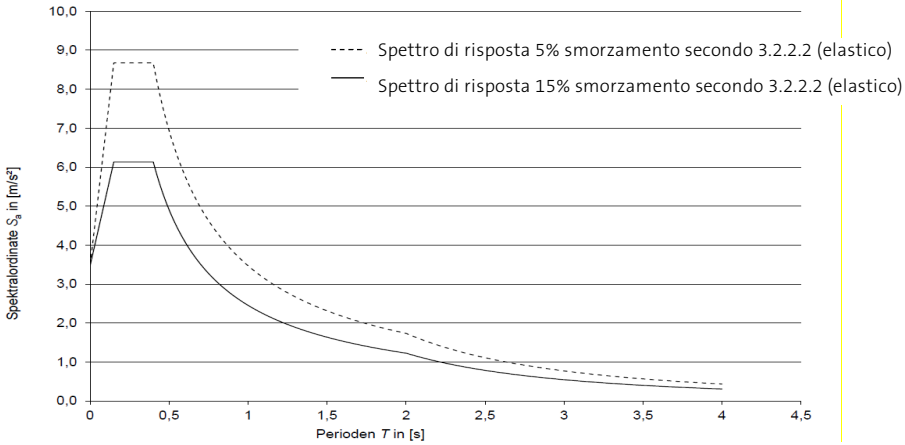


Fig. 6: Dal diagramma del periodo di accelerazione spettrale dell'oscillatore equivalente a singola frequenza in base ai valori della Tabella 6.

3.2.2 Comportamento dissipativo

La duttilità dipende in modo decisivo dal tipo e dal numero dei giunti meccanici dei materiali di rivestimento con la sottostruttura. Questo causa, la formazione di cerniere plastiche nei mezzi di assemblaggio puntuali, attrito tra rivestimento e intelaiatura e l'usura del materiale della parete del foro.

La duttilità del materiale della lastra è subordinata alle proprietà del comportamento della struttura completa (comportamento globale). Tuttavia, il materiale della piastra deve consentire un "serraggio parziale" dei mezzi di assemblaggio - indotto dalla pressione laterale massima nel foro - e avere una resistenza sufficiente contro il passaggio della testa dei mezzi di assemblaggio, per consentire la formazione del giunto plastico.

Il cedimento dell'elemento può essere analizzato precisamente in termini di formazione della cerniera plastica nell'elemento stesso.
Essenziali per la determinazione dell'idoneità delle lastre in gessofibra del tipo Riduro® H sono i risultati del test sul pannello murario, data la geometria a dimensioni reali dell'elemento del pannello oggetto di test. Le influenze sul comportamento quasi dinamico vengono prese in considerazione ed il test mostra inoltre il comportamento a taglio solo sugli elementi di connessione.
Per questo motivo, i risultati del test a taglio delle pareti hanno un'influenza maggiore sulla determinazione di un coefficiente di comportamento e dei fattori di sovraresistenza rispetto alle prove di taglio effettuate su modelli a piccola scala. Sono considerate determinanti le caratteristiche ed i fattori comportamentali dei singoli elementi per analizzare il comportamento generale della struttura.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3.2.3 Raccomandazioni su coefficiente di comportamento e fattore di sovraresistenza

Per elementi con un rivestimento in lastre di gessofibra del tipo Rigidur H® in base ai risultati delle prove sperimentali della VHT vengono raccomandati valori unitari per il coefficiente di comportamento e per il fattore di sovraresistenza.

Lastra di gessofibra	Coefficiente di comportamento q	Fattore di sovraresistenza a_u
Principio dei lavori dell'energia di deformazione, corpo di taglio		
Rigidur H 12.5 mm	2.63	1.73
Principio dei lavori dell'energia di deformazione		
Rigidur H 12.5 mm o.A. unilaterale	3.66	3.75
Rigidur H 12.5 mm m.A. unilaterale	4.05	3.83
Rigidur H 12.5 mm m.A. bilaterale	3.02	2.34
Metodo dello spettro di capacità		
Rigidur H 12.5 mm o.A. unilaterale	1.83	3.75
Rigidur H 12.5 mm m.A. unilaterale	2.25	3.83
Rigidur H 12.5 mm m.A. bilaterale	2.04	2.34
Raccomandazioni		
Rigidur H	≤ 2.5	≥ 3.0

Fig. 7: Valori raccomandati per Rigidur® H.

La VHT consiglia il dimensionamento degli elementi murali secondo EN 1995-1-1 e EN 1998-1 con un rivestimento delle lastre di gessofibra del tipo Rigidur® H un coefficiente di comportamento di q ≤ 2,5. I dischi murali devono corrispondere alle regole di costruzione e dimensionamento.

La scelta del coefficiente di q ≤ 2,5 comporta la raccomandazione di considerare le lastre di gessofibra del tipo Rigidur® H come materiale di rivestimento applicabile senza restrizioni secondo EN 1998-1.

Si raccomanda l'utilizzo di rivestimenti di lastre di gessofibra del tipo Rigidur® H appartenenti alla classe di duttilità „DCM".

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

3.2.4 Regole di costruzione e di dimensionamento

Gli elementi murari con rivestimenti di lastre in gessofibra di tipo Rigidur® H, che devono corrispondere al coefficiente di comportamento q ≤ 2,5, devono esaudire le seguenti regole di costruzione e dimensionamento.

Dimensionamenti:
- Larghezza di ogni elemento ≤ 1,25 m
- Lunghezza totale degli elementi ≥ 1 ,25 m
- Il dimensionamento corrisponde ai sensi di EN 1995-1-1
- Il pannello ha una sottostruttura perimetrale

Sottostruttura:
- Listoni con una larghezza ≥ 60 mm e altezza ≥ 100 mm
- Legno con un'umidità lignea < 18 %
- Legno appartenente minimo alla classe di resistenza „C24" ai sensi di EN 14081

Rivestimento:
- Lastre di gessofibra secondo ETA-08/0147
- Spessore delle lastre ≥ 12,5 mm e ≤ 15,0 mm
- Larghezza delle lastre di rivestimento ≤1,25 m

Materiale di collegamento/fissaggi:
- Giunti secondo EN 1995-1-1 + NAD (graffette resinate/zincate)
- Diametro nominale dei fissaggi ≤ 1,53 mm
- Resistenza a trazione dei fissaggi ≤ 1000 N/mm²

Distanze:
- Passo delle graffette da 50 mm fino 150 mm
- Distanza dal bordo della sottostruttura, laterale, al piede e in testa perpendicolarmente al bordo della lastra ≥ 15d (d = Diametro)
- Distanza dal bordo non caricato della lastra ≥ 5d (d = Diametro)
- Altre distanze corrispondenti EN 1995-1-1 + NAD

Profondità di penetrazione:
- Profondità di penetrazione delle graffette nella sottostruttura ≥ 20d (d = diametro)

Regole di dimensionamento:
- Secondo EN 1995-1-1 + NAD
- Determinazione della resistenza al taglio F_v secondo EN 1995-1-1, 8.2.2
- Coefficiente di modifica k_{mod} = 1,1
- Fattore di sicurezza parziale γ_M = 1,0
- Secondo DIN EN 1998-1
- Smorzamento viscoso ξ ≤15 %
- Coefficiente di comportamento q ≤ 2,5
- Fattore di sovraresistenza α_u ≥ 3,0

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

4. Tabelle di dimensionamento

Le tabelle di dimensionamento di pareti in telaio in legno con rivestimento con lastre di gesso- o gessofibra Rigidur® o Rigidur® H sono state realizzate dall'Ufficio d'Ingegneria Lauber SA. Le seguenti tabelle servono a progettisti/pianificatori di strutture di costruzioni portanti e lavoratori a scegliere gli elementi murari idonei. Con le tabelle si può ottenere un dimensionamento degli elementi di costruzione relativamente economico.

4.1 Condizioni generali

Per il dimensionamento dei valori tabulati, sono state prese in considerazione pareti in legno con sollecitazioni orizzontali del pannello, tenendo conto della capacità portante degli elementi di fissaggio e della resistenza al taglio delle lastre e del comportamento di instabilità del rivestimento.
I valori specificati dipendono da:

- Rivestimento unilaterale o bilaterale
- Dalla differenza nella scelta dei sistemi di fissaggio a_v (50 / 75 / 100 / 125 / 150)
- Mezzi di fissaggio selezionati (Klammer Ø 1.53 mm, Klammer Ø 1.8 mm)
- Dai coefficienti parziali di sicurezza e modifica
- Dal materiale della lastra e dallo spessore nominale della lastra

La verifica è stata effettuata con la più piccola misura tra la minor resistenza derivata dalle verifiche parziali per i mezzi di assemblaggio, la resistenza al taglio e l'instabilità di taglio della certificazione di resistenza dei mezzi di assemblaggio. La prova statica di questo tipo pareti e soffitti nella costruzione in legno è fornita secondo DIN EN 1995-1-1 / NA: 2010-12 e SIA 265 per la Svizzera.

Indicazioni

1) In seguito a revisioni regolari delle norme nazionali di dimensionamento si devono controllare i valori sulla validità e attualità delle stesse. Informazioni dettagliate sono da prelevare dalle norme attualmente in vigore e rilasci tecnici europei per lastre di gesso Riduro® dalla ETA 16/0657 e lastre di gessofibra Rigidur® H, secondo ETA 08/0147.
2) Viene inoltre sottolineato che solo i valori di dimensionamento delle resistenze del rivestimento e della graffatura sono inclusi in questo elenco. Tutte le resistenze per i supporti dei cuscinetti e l'ancoraggio dei pannelli a muro non sono incluse. I controlli corrispondenti devono essere eseguiti anche dall'ingegnere del legno o dal progettista specializzato.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

4.2 Tabelle

Le seguenti tabelle permettono un rapido e semplice dimensionamento di elemento murario.
Le tabelle servono come base di rilevamento e offrono all'ingegnere uno spunto a sostegno del progetto di costruzioni di legno con sicurezza sismica.
La Rigips SA conferma la correttezza dei valori calcolati nelle tabelle, non si assume però nessuna responsabilità per l'applicazione delle stesse. La scelta delle lastre di costruzione di legno è solo una parte per una soluzione ottimale. Il fissaggio di elementi in tutta la costruzione, come anche tutto il progetto della struttura portante, deve essere dimensionato da ingegneri progettisti.

4.2.1 Riduro® Tabelle

Valori di dimensionamento per Riduro® secondo SIA

Capacità di elementi murari di Riduro® con pareti rivestiti conforme a SIA 265 e 265/1 e DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12

Determinato dalla resistenza più bassa tra le resistenze di taglio e deformazione e la resistenza dei mezzi di assemblaggio del rivestimento

Sollecitazione - terremoto

Passo intelaiatura 625 mm								
Rivestimento	Sistema di fissaggio	Campo d'impiego	Spessore lastre [mm]	Rd [kN/m] per la distanza a_v 50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	
unilaterale	graffette d = 1.53 mm	1	12.5	6.4	4.3	3.2	2.6	unilaterale
			15	7.0	5.6	4.2	3.3	
		2	12.5	4.6	3.1	2.3	1.9	
			15	5.1	4.0	3.0	2.4	
	graffette d = 1.8 mm	1	12.5	6.8	4.5	3.4	2.7	
			15	7.0	5.9	4.4	3.6	
		2	12.5	4.9	3.3	2.5	2.0	
			15	5.1	4.3	3.2	2.6	
bilaterale	graffette d = 1.53 mm	1	12.5	12.8	8.5	6.4	5.1	bilaterale
			15	16.7	11.1	8.3	6.7	
		2	12.5	9.3	6.2	4.6	3.7	
			15	12.1	8.1	6.1	4.8	
	graffette d = 1.8 mm	1	12.5	13.5	9.0	6.8	5.4	
			15	17.8	11.8	8.9	7.1	
		2	12.5	9.8	6.6	4.9	3.9	
			15	12.9	8.6	6.5	5.2	

Capacità portante dei mezzi di collegamento secondo SN EN 1995-1-1
Resistenza al taglio critica secondo DIN EN 1995-1-1 / NA: 2010-12 (resistenza a trazione a 45 °)

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Valori di dimensionamento per Riduro® conforme all' Eurocode

Capacità di elementi portanti di Riduro® con pareti rivestite conforme a SN EN 1995-1-1 und DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12

Determinato dalla resistenza più bassa tra le resistenze di taglio e deformazione e la resistenza dei mezzi di assemblaggio del rivestimento

Sollecitazione - terremoto

Passo intelaiatura 625 mm								
Rivestimento	Sistema di fissaggio	Campo d'impiego	Spessore lastre [mm]	Rd [kN/m] per la distanza a_v				
				50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
unilaterale	graffette d = 1.53 mm	1	12.5	4.2	2.8	2.1	1.7	1.4
			15	4.9	3.3	2.4	2.0	1.6
		2	12.5	3.0	2.0	1.5	1.2	1.0
			15	3.5	2.4	1.8	1.4	1.2
	graffette d = 1.8 mm	1	12.5	4.9	3.3	2.4	2.0	1.6
			15	5.7	3.8	2.8	2.3	1.9
		2	12.5	3.5	2.4	1.8	1.4	1.2
			15	4.1	2.8	2.1	1.7	1.4
bilaterale	graffette d = 1.53 mm	1	12.5	8.4	5.6	4.2	3.3	2.8
			15	9.8	6.5	4.9	3.9	3.3
		2	12.5	6.1	4.1	3.0	2.4	2.0
			15	7.1	4.7	3.5	2.8	2.4
	graffette d = 1.8 mm	1	12.5	9.8	6.5	4.9	3.9	3.3
			15	11.4	7.6	5.7	4.5	3.8
		2	12.5	7.1	4.7	3.5	2.8	2.4
			15	8.3	5.5	4.1	3.3	2.8

Capacità portante determinante degli elementi di collegamento secondo SN EN 1995-1-1.

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

4.2.2 Rigidur® H Tabelle

Valori di dimensionamento per Rigidur® H secondo SIA

Capacità di elementi portanti di Rigidur® H con pareti rivestite conforme a SIA 265, 265/1 e DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12

Determinato dalla resistenza più bassa tra le resistenze di taglio e deformazione e la resistenza dei mezzi di assemblaggio del rivestimento

Sollecitazione - terremoto

Passo intelaiatura 625 mm								
Rivestimento	Sistema di fissaggio	Campo d'impiego	Spessore lastre [mm]	Rd [kN/m] per la distanza a_v				
				50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
unilaterale	Graffette d = 1.53 mm	1	12.5	5.6	5.6	4.8	3.8	3.2
			15	8.1	6.3	4.8	3.8	3.2
		2	12.5	4.1	4.1	3.8	3.0	2.5
			15	5.9	5.1	3.8	3.0	2.5
	Graffette d = 1.8 mm	1	12.5	5.6	5.6	5.6	5.0	4.2
			15	8.1	8.1	6.3	5.0	4.2
		2	12.5	4.1	4.1	4.1	4.0	3.3
			15	5.9	5.9	5.0	4.0	3.3
bilaterale	Graffette d = 1.53 mm	1	12.5	17.0	12.7	9.5	7.6	6.3
			15	19.0	12.7	9.5	7.6	6.3
		2	12.5	12.4	10.2	7.6	6.1	5.1
			15	15.2	10.2	7.6	6.1	5.1
	Graffette d = 1.8 mm	1	12.5	17.0	16.7	12.5	10.0	8.4
			15	24.5	16.7	12.5	10.0	8.4
		2	12.5	12.4	12.4	10.0	8.0	6.7
			15	17.8	13.4	10.0	8.0	6.7

Resistenza dei mezzi di assemblaggio critici secondo SIA 265 e 265/1
Determinazione deformazione DIN EN 1995-1-1 / NA: 2010-12

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Valori di dimensionamento per Rigidur® H secondo Eurocodice

Capacità di elementi portanti di Rigidur® H con pareti rivestite conforme SN EN 1995-1-1 e DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12

Determinato dalla resistenza più bassa tra le resistenze di taglio e deformazione e la resistenza dei mezzi di assemblaggio del rivestimento

Sollecitazione - terremoto

Passo intelaiatura 625 mm

Rivestimento	Sistema di fissaggio	Campo d'impiego	Spessore lastre [mm]	Rd [kN/m] per la distanza a_v 50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
unilaterale	Graffette d = 1.53 mm	1	12.5	5.6	3.9	2.9	2.3	1.9
			15	5.8	3.9	2.9	2.3	1.9
		2	12.5	4.1	2.8	2.1	1.7	1.4
			15	4.2	2.8	2.1	1.7	1.4
	Graffette d = 1.8 mm	1	12.5	5.6	5.0	3.8	3.0	2.5
			15	7.5	5.0	3.8	3.0	2.5
		2	12.5	4.1	3.6	2.7	2.2	1.8
			15	5.5	3.6	2.7	2.2	1.8
bilaterale	Graffette d = 1.53 mm	1	12.5	11.6	7.7	5.8	4.6	3.9
			15	11.6	7.7	5.8	4.6	3.9
		2	12.5	8.4	5.6	4.2	3.4	2.8
			15	8.4	5.6	4.2	3.4	2.8
	Graffette d = 1.8 mm	1	12.5	15.0	10.0	7.5	6.0	5.0
			15	15.0	10.0	7.5	6.0	5.0
		2	12.5	10.9	7.3	5.5	4.4	3.6
			15	10.9	7.3	5.5	4.4	3.6

Capacità portante determinante dei mezzi di collegamento secondo SN EN 1995-1-1

Determinazione deformazione DIN EN 1995-1-1 / NA: 2010-12

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

5. Indicazioni bibliografiche

Bachmann, H., Erdbebensicherung von Bauwerken (sicurezza sismica delle costruzioni) – 2. Nuova edizione), Birkhäuser Verlag, 2002, Basel.

ETA 16/0657, Valutazione tecnica europea del cartongesso tipo Riduro del 03.10.2016, Istituto austriaco per la tecnologia delle costruzioni, Vienna

ETA-08/0147, Valutazione tecnica europea del cartongesso tipo Rigidur H del 22.06.2018, Istituto austriaco per la tecnologia delle costruzioni, Vienna

ETA-08/0147, Valutazione tecnica europea del cartongesso tipo Rigidur H vom 30.06.2008, Istituto austriaco per la tecnologia delle costruzioni, Vienna

Planen und Bauen Holzbau - 1. Auflage, Februar 2018, Saint-Gobain Rigips GmbH, Düsseldorf.

Rapporto di prova PB-650-I / 07 / Rä dell'Istituto sperimentale per la costruzione del legno e la costruzione a secco del 10.10.2008, Darmstadt

Tecnica e posa in opera 3/16 Tavole di dimensionamento per pareti divisorie su perni in legno con cartongesso Riduro e cartongesso cartongesso Rigidur H, Gyp-sum4wood, Rigips SA, Mägenwil

Documentazione tecnica di Lignum: edifici sismici in legno a più piani, giugno 2010

Rapporto di prova PB-724-17-Rduro_ EN594+EN12512-160404-EN dell'Istituto sperimentale per la costruzione del legno e la costruzione a secco del 04.04.2016, Darmstadt

Elenco delle Norme

DIN 1052:2008-12 Progettazione, calcolo e dimensionamento delle strutture in legno - Regole generali di dimensionamento per l'edilizia

DIN 18180:2007-01 Cartongesso - Tipi e requisiti

DIN 4149:2005-04 Edifici nelle aree di attività sismica tedesche. Carico assorbimento, dimensionamento ed esecuzione di edifici comuni

EN 1998-1:2010-12 Eurocodice 8: Progettazione di strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

EN 1995-1-1:2010-12 Eurocodice 5: Progettazione e costruzione di edifici in legno - Parte 1-1: Generale - Regole generali per la costruzione

EN 594:201 1-09 Costruzioni in legno - Metodi di prova - Resistenza e rigidità degli elementi murari nella costruzione di pannelli di legno

EN 12512:2005-12 Edifici in legno - Metodo di prova - Giunti ciclici con assemblaggio meccanico

NTC 2/2008 Norme Tecniche per la Costruzioni

SIA 265 (2003): Costruzioni in legno

SIA 242.201 (2010): Cartongesso - Definizioni, specifiche e metodi di prova

SIA 260.801 (2005): Calcolo delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

Dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulla nostra esperienza e sulle nostre attuali conoscenze tecniche. Data la molteplicità degli influssi cui sono soggetti i nostri prodotti durante la lavorazione e l'applicazione, dette indicazioni non esonerano l'esecutore dall'attuare verifiche e prove proprie e sono da intendersi soltanto come direttive generali. Da esse non può quindi essere fatta derivare alcuna garanzia legalmente vincolante di determinate caratteristiche, né l'idoneità del prodotto per un concreto uso specifico. L'esecutore è tenuto a osservare sempre sotto la propria responsabilità eventuali diritti di protezione, nonché le disposizioni di legge e le normative vigenti. Ci riserviamo di apportare qualsiasi modifica finalizzata al progresso tecnologico.

Spazi da vivere. Naturalmente con Rigips.

Assortimento	Soluzioni gypsum4wood per la costruzione in legno	Soluzioni Rigips per le rifiniture interne
Alba® **Sistemi di lastre in gesso massiccio**	**Pareti divisorie, contropareti, rivestimenti** ■ Rivestimenti termoregolatori per montanti in legno e metallo	**Pareti divisorie, contropareti, rivestimenti** ■ Pareti in gesso massiccio ■ Profili in metallo ■ Rivestimenti ■ Rivestimenti termoregolatori
	Rivestimenti per soffitti e mansarde ■ Profili in metallo e sospensioni ■ Rivestimenti termoregolatori	**Rivestimenti per soffitti e mansarde** ■ Profili in metallo e sospensioni ■ Rivestimenti per soffitti ■ Rivestimenti termoregolatori
	Colle e stucchi ■ Colle ■ Malte per giunti, stuccatura e intonaci monostrato a base di gesso ■ Macchine, attrezzi e utensili	**Colle e stucchi** ■ Colle ■ Malte per giunti, stuccatura e intonaci monostrato a base di gesso ■ Macchine, attrezzi e utensili
Rigips® **Sistemi di lastre in gesso e in gessofibra**	**Pareti esterne e interne, contropareti, rivestimenti** ■ Rivestimenti controventanti di pannelli in legno ■ Intonaci a secco e rivestimenti per sottostrutture in legno e metallo	**Pareti divisorie, contropareti, rivestimenti** ■ Profili in metallo ■ Intonaci a secco e rivestimenti ■ Sistemi speciali per l'insonorizzazione, la protezione antincendio, la protezione da radiazioni e la protezione antieffrazione ■ Vetrate a incasso per pareti a secco
	Rivestimenti per soffitti e mansarde ■ Profili in metallo e sospensioni ■ Rivestimenti per soffitti	**Rivestimenti per soffitti e mansarde** ■ Profili in metallo e sospensioni ■ Rivestimenti per soffitti ■ Controsoffitti acustici
	Pavimenti ■ Massetti a secco	**Pavimenti** ■ Massetti a secco
	Colle e stucchi ■ Colle ■ Malte per giunti, stuccatura e intonaci monostrato a base di gesso ■ Macchine, attrezzi e utensili	**Colle e stucchi** ■ Colle ■ Malte per giunti, stuccatura e intonaci monostrato a base di gesso ■ Macchine, attrezzi e utensili
Rigips® **Sistemi speciali e prefabbricazione**		**Strutture speciali** ■ Sottostrutture e rivestimenti per pareti e soffitti di grande altezza e portata ■ Sistema spazio-in-spazio (indipendente)
		Elementi prefabbricati ■ Cupole per soffitti ■ Parapetti e rivestimenti

Il servizio assistenza Rigips include:

■ Consulenza ■ Corsi di formazione e formazione continua
■ Capitolati, preventivi, elenchi dei materiali
■ Logistica ■ RiCycling®

Rigips SA, Gewerbepark, 5506 Mägenwil, Svizzera
Tel. +41 62 887 44 44, Fax +41 62 887 44 45, info@rigips.ch, www.rigips.ch

SAINT-GOBAIN

Con riserva di modifiche / Versione 1.0a