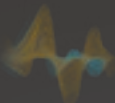


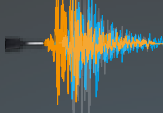
ACUSTICA



PROTEZIONE
PASSIVA DAL
FUOCO



SISMICA



MANUALI TECNICI

SISMICA

Costruire e consolidare in sicurezza
Guida alle soluzioni Saint-Gobain Italia

METTIAMO IL FUTURO IN COSTRUZIONE

90% dei materiali prodotti in Italia

Rete tecnico-commerciale

300 professionisti presenti in maniera capillare sul territorio italiano

1 prodotto su **4** non esisteva 5 anni fa

Obiettivo **carbon neutrality**
entro il 2050

- Design e innovazione
- Efficienza energetica e idrica
- Comfort termico e acustico
- Sicurezza, Antisismica, Fuoco

Con i suoi 360 anni di storia, **Saint-Gobain** progetta e produce soluzioni per l'edilizia e le infrastrutture. Attraverso i suoi marchi riconosciuti dai professionisti del settore, offre un'ampia scelta di materiali per migliorare la qualità della vita, rispettando il pianeta, in linea con la ragion d'essere **MAKING THE WORLD A BETTER HOME.**



SAINT-GOBAIN

 **gyproc**
SAINT-GOBAIN

 **isover**
SAINT-GOBAIN

 **weber**
SAINT-GOBAIN

 **ecophon**
SAINT-GOBAIN

 **logli**
SAINT-GOBAIN

 **chryso**
SAINT-GOBAIN

 **gcp**
SAINT-GOBAIN

 **PAM**
SAINT-GOBAIN

SOMMARIO

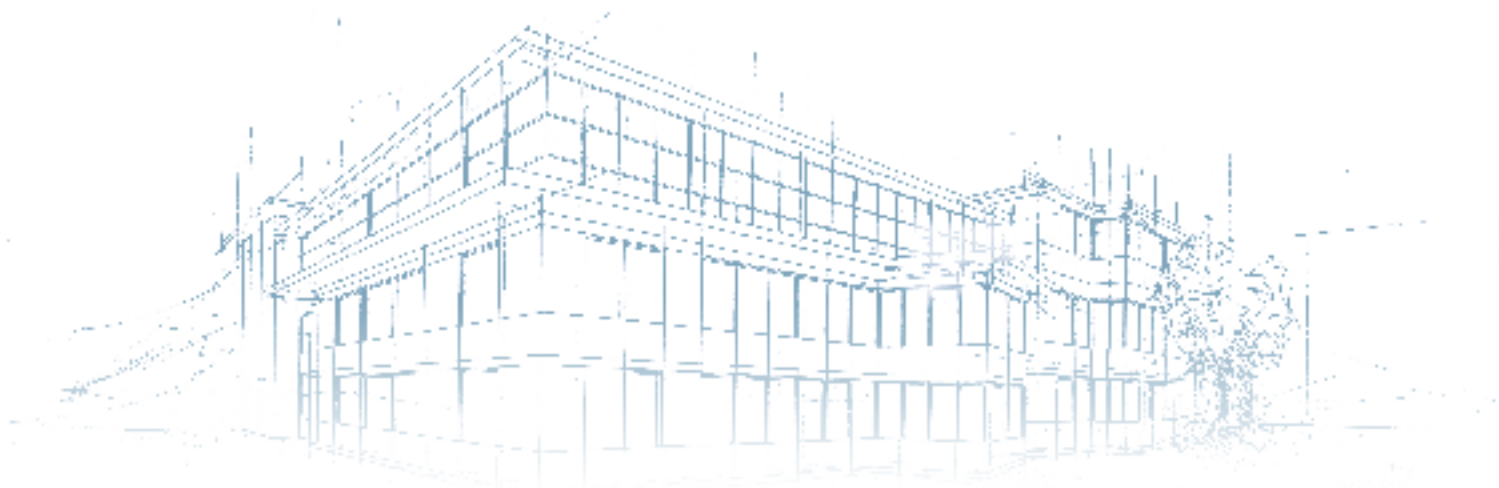
IL GRUPPO SAINT-GOBAIN **2**

1. INTRODUZIONE **6**

**2. COSTRUIRE
E RISTRUTTURARE
IN SICUREZZA** **9**

**3. CONSOLIDARE
E RINFORZARE
LE STRUTTURE** **73**

4. RIFERIMENTI NORMATIVI **145**



SAINT-GOBAIN

progetta, produce e distribuisce materiali per la sicurezza e il comfort abitativo, che si trovano in tutti gli spazi di vita: edifici, trasporti, infrastrutture e molte applicazioni industriali.



80 Paesi

100 TOP 100 società più innovative al mondo

161 mila dipendenti

400 brevetti registrati ogni anno

46,6 miliardi € fatturato totale 2024

450 milioni € investimenti R&S ultimo anno

Con i suoi **360 anni di storia**, il Gruppo offre materiali di nuova generazione e soluzioni integrate con l'obiettivo di rendere più confortevoli e sostenibili gli "spazi dell'abitare", per contribuire al benessere delle persone e alla salvaguardia del pianeta, ponendosi come punto di riferimento globale nell'utilizzo efficiente delle risorse naturali, nel rispetto dell'ambiente.



In **Italia**, Saint-Gobain è presente nei settori dei materiali da costruzione, dei trasporti e dell'industria.

Circa **2.100** dipendenti

1,1 miliardi € fatturato 2024

42 siti



COSTRUZIONE

Nuove generazioni di materiali, prodotti per il **90% nel nostro Paese**, pensati per realizzare spazi abitativi d'eccellenza e migliorare la qualità della vita quotidiana, grazie a soluzioni progettate per costruire edifici più efficienti dal punto di vista energetico e per ridurre consumi ed emissioni inquinanti.



TRASPORTI

Produzione e distribuzione in tutto il mondo di **vetri per i settori automotive, aerospaziale, ferroviario, navale** e dei **veicoli industriali**.



INDUSTRIA

Un'ampia varietà di soluzioni: **prodotti abrasivi, prodotti ceramici** per il mercato dei forni da vetro e della siderurgia, **nastri adesivi tecnici** che costituiscono una gamma unica ad alte prestazioni, **prodotti chimici** e **speciali per l'edilizia**.

In Italia, Saint-Gobain offre il più ampio portafoglio di soluzioni per la costruzione moderna.

Il 90% dei materiali è prodotto nel nostro Paese e progettato per migliorare la qualità della vita e degli spazi in cui viviamo: negli edifici, nei trasporti, nelle infrastrutture e in numerose applicazioni industriali. **Soluzioni che garantiscono comfort, alte prestazioni e sicurezza, rispondendo alle sfide dell'edilizia sostenibile, della gestione efficiente delle risorse e dei cambiamenti climatici.**

Tutte le soluzioni multimateriali proposte sono pensate per costruire **edifici più efficienti dal**

punto di vista energetico, per **ridurre consumi ed emissioni inquinanti**, grazie ad un approccio innovativo allo sviluppo dei prodotti, all'efficienza dei processi, **ad un'attenzione particolare ai fornitori di materie prime e ai trasporti**, sia nelle infrastrutture sia in numerose applicazioni industriali, **sempre con un occhio di riguardo verso un uso efficiente delle risorse naturali, nel rispetto dell'ambiente.**

Tutto ciò proietta il Gruppo verso l'ambizioso obiettivo di raggiungere la neutralità delle emissioni di carbonio entro il 2050.



- Vetri per finestre e facciate ad alte prestazioni
- Specchi ecologici e vetri extra chiari per il design
- Vetri di sicurezza anti ferita e anti infortuni
- Vetri per arredo, elettrodomestici e applicazioni speciali



- Sistemi a secco in cartongesso
- Controsoffitti in gesso rivestito
- Controsoffitti in lana di roccia a marchio Eurocoustic
- Intonaci e rasanti a base gesso
- Strutture, profili e accessori



- Isolanti per l'edilizia
- Gamma di impermeabilizzanti Bituver
- Isolamento tecnico e industriale



- Sistemi a cappotto e soluzioni per la facciata
- Intonaci e rasanti a base cemento, pitture per interno
- Impermeabilizzanti, massetti, colle e sigillanti per piastrelle



- Soluzioni acustiche a soffitto
- Soluzioni acustiche a parete
- Soluzioni acustiche monolitiche



- Parapetti e pensiline
- Sistemi doccia
- Sistemi scorrevoli per vetro
- Accessori metallici per vetro



- Prodotti chimici per le costruzioni
- Soluzioni per la prefabbricazione
- Soluzioni per ripristino infrastrutturale
- Soluzioni per il tunneling
- Soluzioni per le pavimentazioni



- Soluzioni per l'impermeabilizzazione strutturale
- Additivi per il cemento



- Trasporto e distribuzione di acqua potabile
- Prodotti e soluzioni per reti fognarie
- Soluzioni per industria e applicazioni speciali

... e molto altro ancora



INDICE

1. INTRODUZIONE	6
1.1. Il rischio sismico in Italia	6
2. COSTRUIRE E RISTRUTTURARE IN SICUREZZA	9
2.1. Introduzione	10
2.2. Riferimenti Normativi	10
2.3. Pareti divisorie interne - Pareti di tamponamento esterno	12
2.4. Controsoffitti modulari ispezionabili - Controsoffitti continui	24
2.5. Condotte di distribuzione aria	32
2.6. Sistemi antisfondellamento	33
2.7. Esempi delle principali tipologie costruttive.....	53
2.8. Materiali componenti i sistemi.....	70
3. CONSOLIDARE E RINFORZARE LE STRUTTURE.....	73
3.1. Introduzione	75
3.2. Interventi volti a incrementare la sismo resistenza degli elementi strutturali in muratura.....	76
3.2.1. Iniezioni di miscele leganti	76
3.2.2. Scuci e cucì	78
3.2.3. Ristilatura dei giunti	79
3.2.4. Diatoni Artificiali	80
3.2.5. Cordoli in sommità	82
3.3. Interventi con sistemi di rinforzo compositi.....	83
3.3.1. Sistemi FRCM - webertec FRCM	84
3.3.1.1. Composizione dei sistemi.....	85
3.3.2. Tecnica di esecuzione	85
3.3.2.1. Preparazione dei supporti.....	85
3.3.2.2. Modalità applicative.....	86
3.3.2.3. Realizzazione connettori.....	86
3.3.2.4. Finiture su webertec FRCM.....	88
3.4. Sistemi CRM - webertec CRM.....	92
3.4.1. Composizione dei sistemi	93
3.4.2. Tecnica di esecuzione	93
3.4.2.1. Preparazione dei supporti - Elementi in muratura.....	93
3.4.2.2. Modalità applicative.....	94
3.4.2.3. Finiture su webertec CRM.....	96

3.5. Sistemi FRP – webertec CFRP	98
3.5.1. Composizione dei sistemi	99
3.5.2. Tecnica di esecuzione	100
3.5.2.1. Preparazione dei supporti – Elementi in cemento armato	100
3.5.2.2. Preparazione dei supporti – Elementi in muratura.....	101
3.5.2.3. Modalità applicative.....	103
3.5.2.4. Realizzazione dei connettori.....	103
3.5.2.5. Finiture su webertec CFRP	104
3.6. Interventi volti a incrementare la sicurezza degli elementi non strutturali.....	110
3.6.1. Presidio antiribaltamento per murature di tamponamento	110
3.6.2. Presidio antisfondellamento per solai	114
3.6.2.1. Presidio antisfondellamento solai in latero-cemento.....	114
3.6.2.2. Intervento di presidio antisfondellamento solai in acciaio e laterizio	117
3.7. Qualifica e sperimentazione.....	119
3.7.1. Qualificazione per sistemi webertec FRCM	119
3.7.2. Qualificazione per sistemi webertec CRM	120
3.7.3. Qualificazione per sistemi webertec CFRP	120
3.7.4. Sperimentazione sul presidio antiribaltamento	121
3.7.4.1. Sperimentazione presso dipartimento ICEA - Università di Padova.....	122
3.7.5. Sperimentazione sul presidio antisfondellamento presso laboratorio qualificato	129
3.7.5.1. Sperimentazione su solaio in latero-cemento.....	130
3.7.5.2. Sperimentazione su solaio in acciaio	133
3.8. Dati tecnici dei sistemi.....	135
4. RIFERIMENTI NORMATIVI	145

1. INTRODUZIONE

L'Italia è un Paese ad alto rischio sismico. Negli ultimi anni, terremoti di intensità anche severa si sono succeduti ad intervalli di tempo ravvicinati, evidenziando la vulnerabilità del patrimonio edilizio. A seguito dei recenti eventi catastrofici, l'adeguamento antisismico delle costruzioni è ancora una volta tema di notevole attualità e importanza, poiché gran parte degli edifici esistenti, pur essendo situati in aree pericolose dal punto di vista sismico, risultano non idonei a resistere agli effetti. Si rende pertanto sempre più necessaria una risposta concreta ed efficace, sia in termini legislativi, sia in termini di tecnologia costruttiva. Saint-Gobain è in prima linea nel proporre soluzioni e sistemi costruttivi performanti e tecnologicamente all'avanguardia, promuovendo studi di ricerca e prove sperimentali al fine di garantire la sicurezza degli occupanti gli edifici.

1.1. IL RISCHIO SISMICO IN ITALIA

L'intero territorio nazionale, per vari gradi di rischio, è da considerarsi sismico. Il 45% della superficie nazionale ricade in zone ad alta sismicità, interessando circa il 37% dei Comuni in cui risiedono oltre 22 milioni di persone. Le aree con il rischio più elevato sono l'Italia Nord-Orientale, la Liguria Occidentale, l'Appennino Settentrionale, e soprattutto tutto l'Appennino Centrale e Meridionale, Calabria e Sicilia Orientale.

Oltre alla pericolosità sismica, va poi aggiunta la componente suolo, ovvero le condizioni di degrado a cui il territorio nazionale è sottoposto a causa di disboscamenti, costruzioni inadatte a contenere fenomeni franosi, dissesti idrogeologici, incendi, assenza di manutenzione dei corsi d'acqua, ecc.

La tutela della popolazione, il risanamento del territorio e la messa in sicurezza del patrimonio edilizio sono questioni prioritarie per il Paese.

La pericolosità degli eventi sismici è senza dubbio amplificata dalla elevata vulnerabilità del patrimonio edilizio italiano: oltre il 60% degli edifici (circa 7 milioni) è stato costruito prima dell'entrata in vigore della prima normativa antisismica per nuove costruzioni (1974).

Di questi, oltre 2,5 milioni risultano in pessimo o mediocre stato di conservazione. Anche le costruzioni realizzate dopo il 1974, se non adeguatamente mantenute e monitorate, non rappresentano una maggiore sicurezza in presenza di eventi sismici di una certa rilevanza.

La vetustà del patrimonio edilizio italiano interessa sia gli edifici residenziali sia il settore terziario (principalmente scuole e ospedali) e industriale.

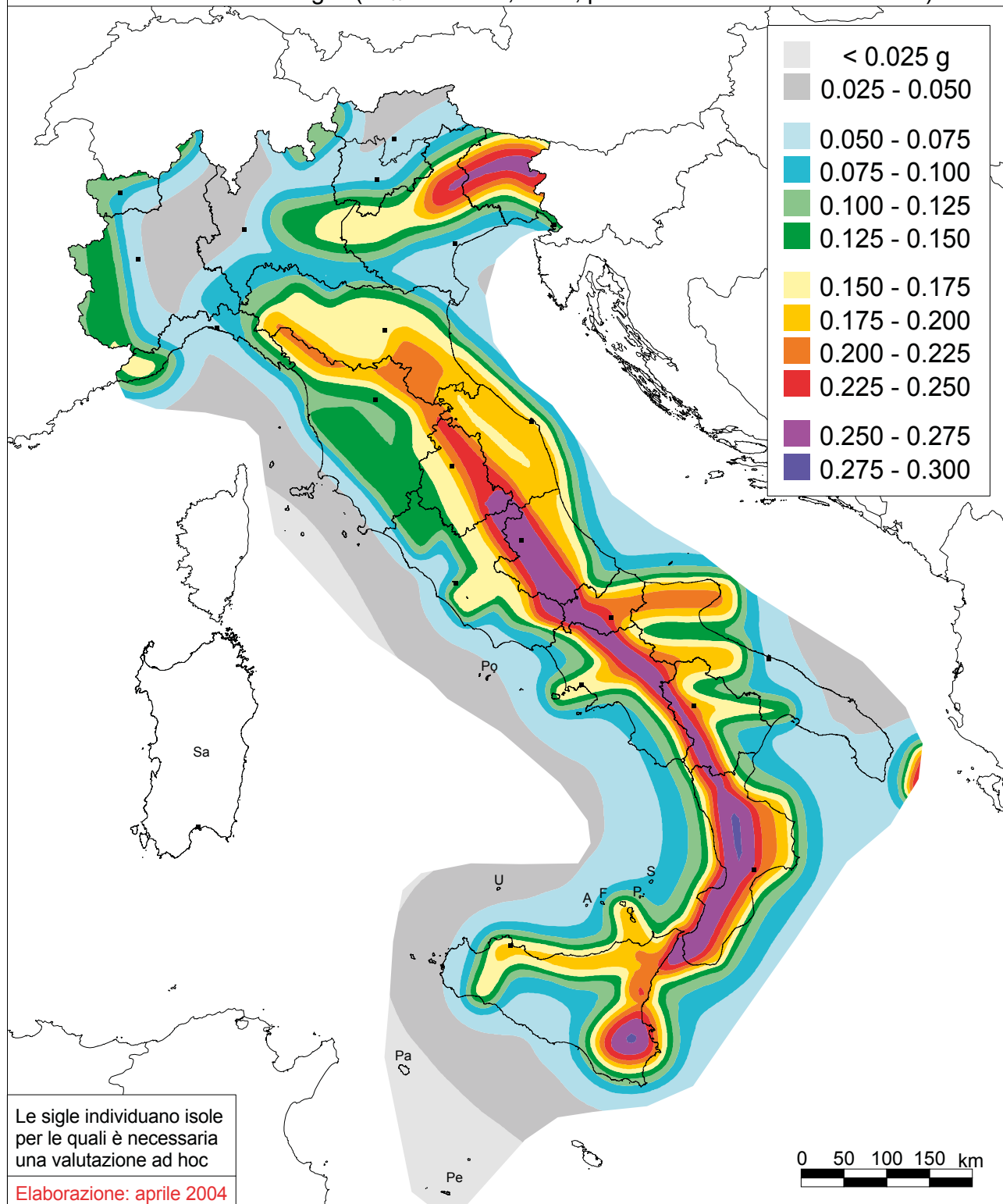


Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



Pericolosità sismica del territorio Italiano

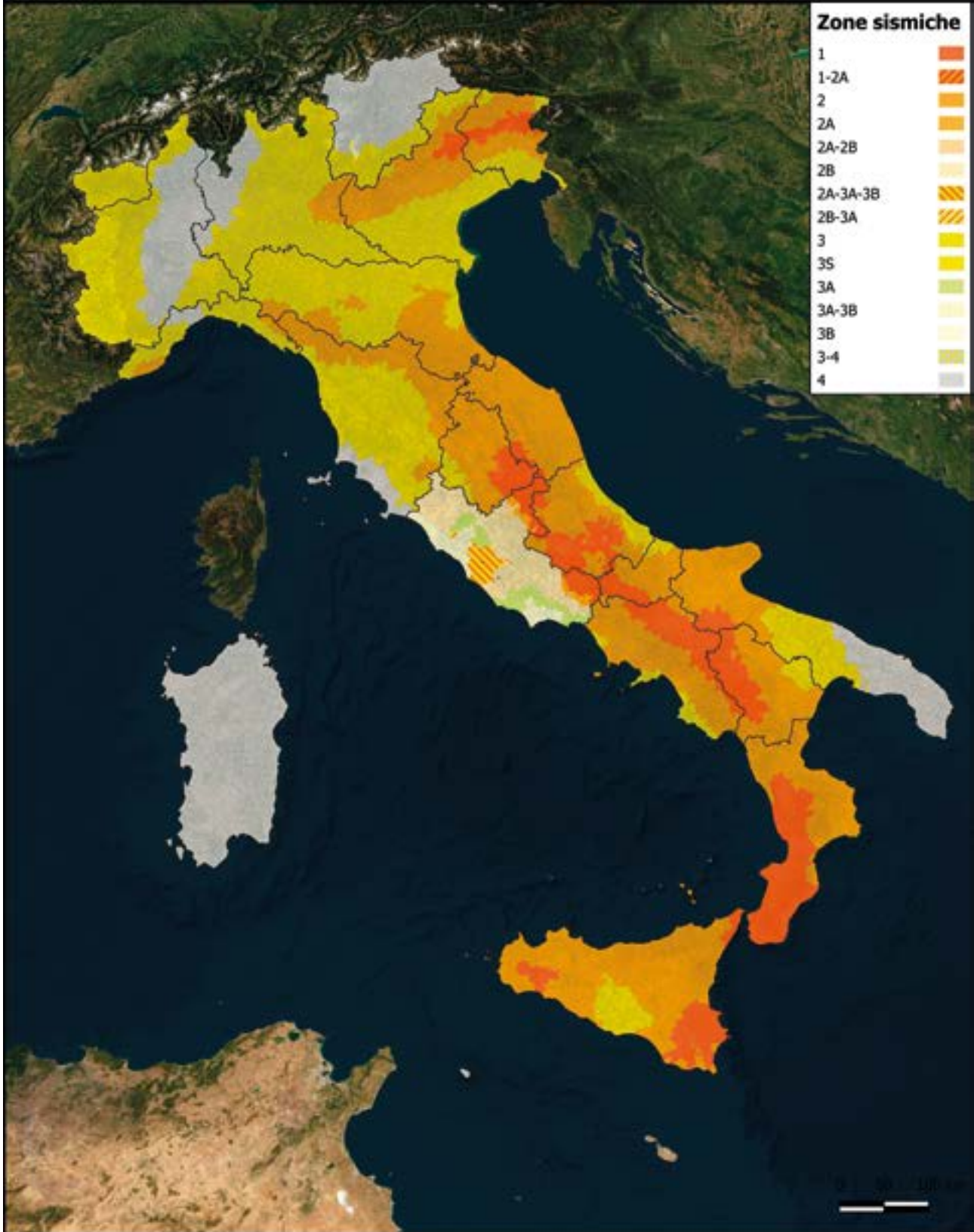


Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Ufficio II - Attività Tecnico Scientifiche per la previsione e la prevenzione dei Rischi - Servizio Rischio Sismico

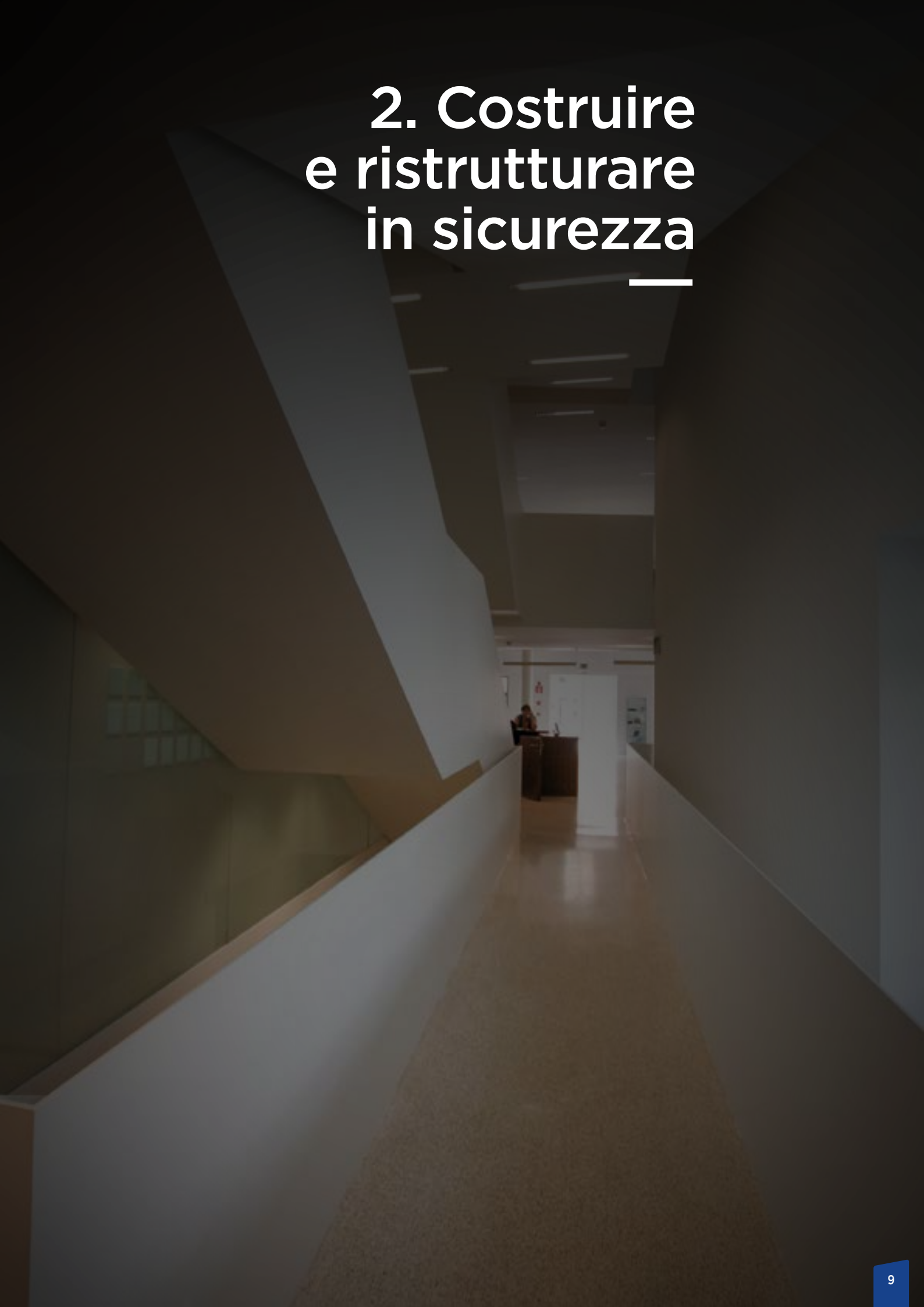
Classificazione sismica al 31 marzo 2023

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'OPCM 20 marzo 2003, n. 3274 e dell'OPCM 28 aprile 2006, n. 3519
Atti di recepimento al 31 dicembre 2022: Abruzzo DGR n. 438/05 - Basilicata DCR n.731/03 - Calabria DGR n.47/04 - Campania DGR n. 5447/02 - Emilia Romagna DGR n. 146/23 - Friuli Venezia Giulia DGR n. 845/10 - Lazio DGR n. 387/09 - Liguria DGR n. 216/17 - Lombardia DGR n. X/2129/14 - Marche DGR n. 1142/22 - Molise DGR n. 194/06 - Piemonte DGR n. 17-8494/19 - Puglia DGR n. 153/04 - Sardegna DGR n. 15/31/04 - Sicilia DGR n. 81/22 - Toscana DGR n. 421/14 - Trentino Alto Adige-Bolzano DGP n. 4017/06 - Trentino Alto Adige-Trento DGP n. 2919/12 s049/20 - Umbria DGR n. 1111/12 - Veneto DGR n. 244/21 - Valle d'Aosta DGR n. 1603/13



Classificazione zone sismiche del territorio Italiano

2. Costruire e ristrutturare in sicurezza



2.1. INTRODUZIONE

I sistemi a secco presentano nei confronti dell'azione sismica due peculiarità che li rendono più sicuri e idonei rispetto alle soluzioni tradizionali:

- **Peso ridotto:** l'effetto dell'azione sismica dipende dalla massa e dal peso del manufatto su cui agisce. Una parete realizzata con sistemi a secco pesa mediamente un terzo rispetto ad un sistema tradizionale di uguale spessore. Questo consente di ridurre considerevolmente il peso gravante sulle strutture portanti, riducendo quindi l'azione sismica che sollecita l'intero edificio. Il tutto a vantaggio sia della sicurezza delle persone che vivono gli ambienti sia dei costi.
- **Elevata capacità deformativa:** la combinazione di struttura metallica in acciaio e rivestimento con lastre consente di assorbire in maniera ottimale gli sforzi di trazione e taglio generati durante un sisma, aumentando la capacità deformativa del sistema. Ciò consente di evitare anche le rotture di tipo fragile tipiche dei sistemi tradizionali.

Saint-Gobain Italia, ponendo particolare attenzione e sensibilità alla sicurezza delle persone che occupano gli edifici, propone soluzioni performanti, dedicate sia al mercato residenziale sia al settore terziario (ospedali, scuole, alberghi, uffici, ecc.), in grado di rispettare le severe prescrizioni normative.

2.2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le normative di riferimento per le costruzioni in zona sismica sono:

- D.M. 17/1/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- NTC 18 - Circolare n. 7 del 21/01/2019;
- Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica;
- Norme regionali;
- Linee guida Protezione Civile (Riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali, arredi e impianti).

Le pareti divisorie, le pareti di tamponamento esterno, le contropareti a rivestimento di pareti esistenti, i controsoffitti, ecc., che non svolgono funzione portante, sono definiti **elementi costruttivi non strutturali**, la cui corretta progettazione è significativa ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone (paragrafo 7.2.3 del D.M. 17/1/2018 e Circolare n.7 del 21/01/2019). La capacità di tali sistemi, compresi gli eventuali elementi che li sostengono e collegano, tra di loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli **stati limite** da considerare (paragrafo 7.3.6 del D.M. 17/1/2018).

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Stato limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi.

Stato limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere in grado di assorbire eventuali spostamenti di interpiano della costruzione (paragrafo 7.3.6.1 del D.M. 17/1/2018).

STATI LIMITE ULTIMI

Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per collasso per azioni sismiche orizzontali.

Gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere realizzati mediante l'impiego di materiali e tecnologie che siano in grado di evitare collassi di tipo fragile, garantendo l'assenza di espulsione di parti o componenti degli stessi.

Secondo i paragrafi 7.2.3 2 7.3.6.2 del D.M. 17/1/2018, la domanda sismica sugli elementi costruttivi non strutturali può essere determinata applicando loro una forza **orizzontale** F_a definita come segue:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a} \text{ [N]}$$

dove:

- F_a è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;
- S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame;
- W_a è il peso dell'elemento;
- q_a è il fattore di comportamento dell'elemento

In assenza di specifiche determinazioni, per S_a e q_a si può utilmente far riferimento a documenti di comprovata validità.

Si può essere calcolata nel seguente modo:

$$S_a = \alpha \cdot S \left[\frac{3 \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)} - 0,5 \right]$$

dove:

- α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
- T_a è il periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;
- T_1 è il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;
- Z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione;
- H è l'altezza della costruzione a partire dal piano di fondazione.

Il valore del coefficiente sismico S_a non può essere assunto minore di αS

CLASSI D'USO DELLE COSTRUZIONI

Il D.M. 17/1/2018 definisce le seguenti tipologie di classi d'uso:

In **Classe I** rientrano tutte le costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

In **Classe II** rientrano tutte le costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

In **Classe III** rientrano tutte le costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

In **Classe IV** rientrano tutte le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE (D.M. 17 gennaio /2018, par. 7.3.6)

- Per tutti gli elementi non strutturali (quali i controsoffitti) e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella (7.3 III) qui sotto per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.
- Le verifiche degli elementi non strutturali (**NS**) si effettuano in termini di stabilità (**STA**), in dipendenza della Classe d'Uso (**CU**) definita sopra:

STATI LIMITE		CU I		CU II			CU III e IV		
				ST	NS	IM	ST	NS	IM*
SLE	SLO						RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG				RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA		RES	STA	STA
	SLC		DUT**				DUT**		

* Per le sole CU III e IV, nella categoria impianti ricadono anche gli arredi fissi.

** Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

- Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (vedi par. 7.2.3 delle NTC 2018) corrispondente allo SL ed alla CU considerati.
- Dunque gli elementi non strutturali devono avere una resistenza sotto l'azione di una forza orizzontale definita come $F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$.

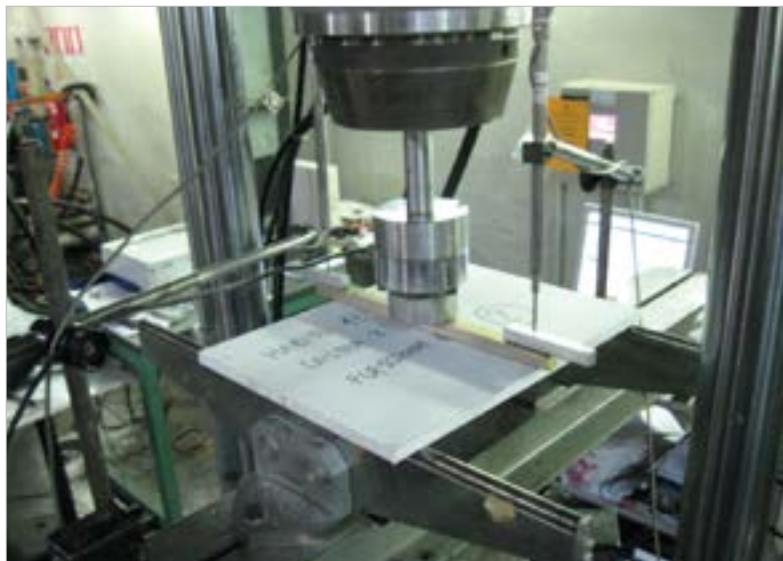
2.3. PARETI DIVISORIE INTERNE - PARETI DI TAMPONAMENTO ESTERNO

Le soluzioni di pareti divisorie interne e di tamponamento perimetrale esterno sono state sottoposte a numerose prove sperimentali presso il **Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Strutturale e laboratorio di prova**, al fine di verificarne la resistenza all'azione sismica. Le prove hanno interessato sia i singoli componenti/materiali, sia i sistemi costruttivi assemblati.



PROVE SPERIMENTALI - Caratterizzazione dei materiali costituenti i sistemi parete

Queste prove, svolte in accordo alle specifiche norme di prodotto, hanno permesso di ricavare tutte le caratteristiche proprie dei materiali (modulo elastico, legame costitutivo, modulo di taglio, ecc.)



*Prove di flessione longitudinale e trasversale
- UNI EN 520*



Prove di taglio - C1469-10



Prove di trazione - EN 1608

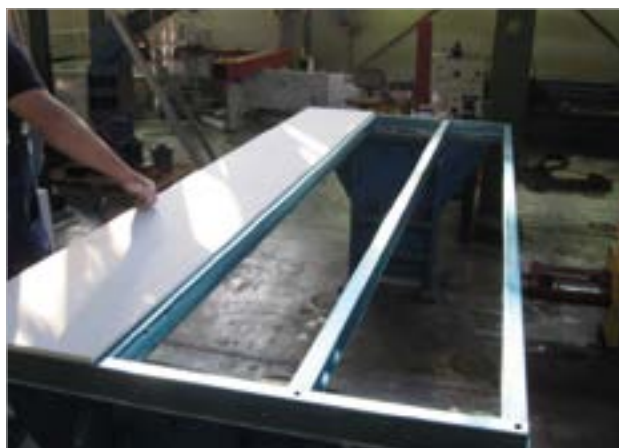
PROVE SPERIMENTALI - Caratterizzazione dei sistemi costruttivi assemblati (pareti divisorie interne e di tamponamento esterno)

Queste prove hanno riguardato:

- il comportamento flessionale dei sistemi assemblati nel piano ortogonale al piano delle pareti;
- il comportamento a taglio dei sistemi assemblati nel piano delle pareti.

Metodologia di installazione

Le modalità applicative corrispondono a quanto usualmente consigliato da Saint-Gobain Italia per una corretta installazione dei sistemi e riportato nella documentazione tecnica. I montanti verticali della struttura metallica sono stati vincolati alla base alla guida orizzontale inferiore mediante viti in acciaio, mentre in sommità sono stati semplicemente inseriti nella guida orizzontale superiore, lasciando un gap di circa 10 mm per permettere uno scorrimento per l'assorbimento di eventuali spostamenti verticali dei solai di interpiano.



È stata posta particolare attenzione al vincolo delle lastre alla struttura metallica, prevedendo un interasse delle viti massimo di 250 mm, sfalsate tra il primo e il secondo strato nel caso di tipologia costruttiva con doppia lastra per paramento. Nei campioni di parete sono stati realizzati giunti verticali e orizzontali tra due lastre successive, al fine di simulare il più possibile l'effettivo comportamento del sistema parete nel caso di dimensioni reali.

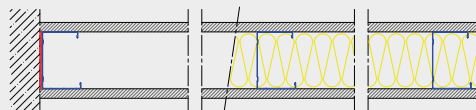
Tipologia di pareti a secco sottoposte a prova

Sono state sottoposte a prove sperimentali le seguenti pareti a secco, che differiscono per tipologia di lastra, numero di lastre per paramento, struttura metallica, in modo da contemplare tutte le possibili casistiche riscontrabili in edilizia sia residenziale che non (scuole, ospedali, uffici, ecc.):

TIPOLOGIA A

Pareti divisorie interne tipo DA (distributive di ambiente)

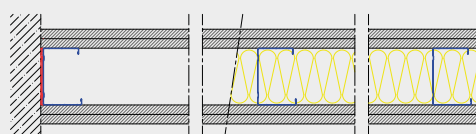
- 1 lastra in gesso rivestito/gesso fibrato
- struttura metallica singola
- eventuale isolante minerale
- 1 lastra in gesso rivestito/gesso fibrato



TIPOLOGIA B

Pareti divisorie interne tipo SA (separative di ambiente)

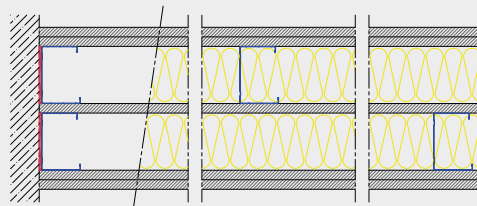
- 2 lastre in gesso rivestito/gesso fibrato
- struttura metallica singola
- eventuale isolante minerale
- 2 lastre in gesso rivestito/gesso fibrato



TIPOLOGIA C

Pareti divisorie interne tipo SAD5 (separative tra diverse unità)

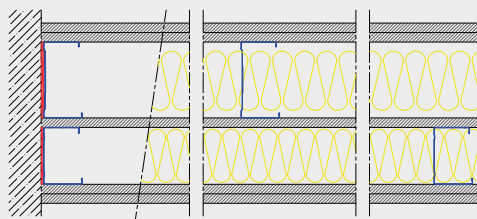
- 2 lastre in gesso rivestito/gesso fibrato
- struttura metallica
- eventuale isolante minerale
- 1 lastra in gesso rivestito/gesso fibrato posta tra le due strutture metalliche
- struttura metallica
- eventuale isolante minerale
- 2 lastre in gesso rivestito/gesso fibrato



TIPOLOGIA D

Pareti di tamponamento perimetrale esterno tipo SAD5 - SAD4

- 2 lastre in gesso rivestito/gesso fibrato
- struttura metallica interna
- eventuale isolante minerale
- 1 lastra in gesso rivestito/gesso fibrato posta tra le due strutture metalliche
- struttura metallica
- eventuale isolante minerale
- 2 lastre in cemento alleggerito/1 lastra in gesso fibrato rinforzato
- ciclo di finitura con rasante cementizio e rivestimento colorato



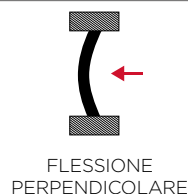
a) COMPORTAMENTO FUORI DAL PIANO:

comportamento flessionale dei sistemi assemblati nel piano trasversale della parete, sottoposti ad azione perpendicolare orizzontale (componente orizzontale del sisma)



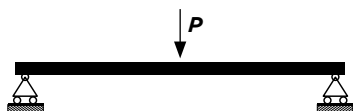
COMPONENTE ORIZZONTALE DEL SISMA Azione perpendicolare orizzontale nel piano trasversale della parete

Peso proprio parete x accelerazione orizzontale sisma
 q_a (fattore di struttura)



Le prove sperimentali condotte hanno lo scopo di valutare la rigidezza flessionale dei sistemi nel piano trasversale della parete, soggetta alla componente orizzontale del sisma, al fine di rispettare i limiti imposti dalla normativa vigente in termini di assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali.

Lo schema statico considerato è di trave in semplice appoggio: la struttura metallica verticale costituita dai montanti a forma di C assolve la funzione resistente principale, mentre le lastre di chiusura assicurano l'ottimale vincolo per evitare l'instabilità torsionale dei montanti.

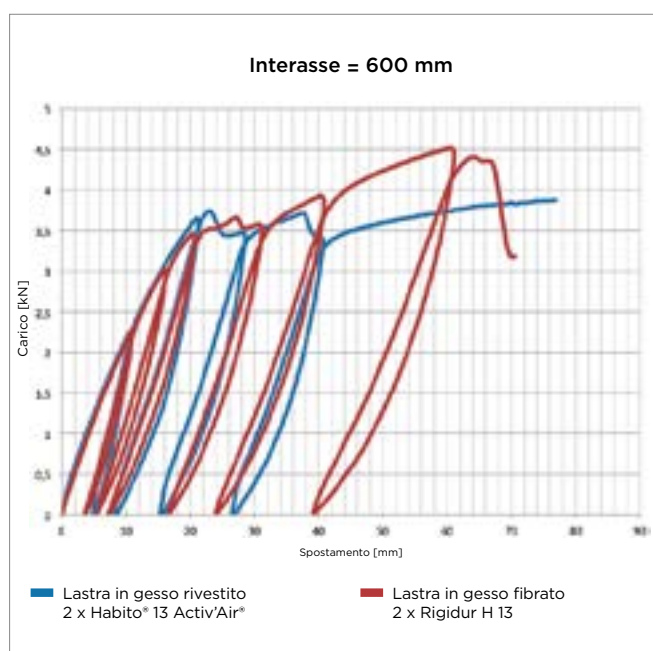


Le prove sono state condotte a controllo di spostamento, imponendo cicli di carico e scarico a deformazione crescente, con carico applicato nella sezione di mezzera (prova a flessione su 3 punti).

Sono stati sottoposti a prova i seguenti campioni di parete
(per identificare la tipologia di parete vedi le tabelle riepilogative riportate a pag. 14-15):

Numero campioni	Tipologia parete	Tipologia di prova	Interasse montanti verticali	Tipologia di lastra
1	DA	FLESSIONE	600 mm	1 lastra in gesso rivestito per paramento
2	DA	FLESSIONE	600 mm	1 lastra in gesso fibrato per paramento
3	SA	FLESSIONE	600 mm	2 lastre in gesso rivestito per paramento
4	SA	FLESSIONE	400 mm	2 lastre in gesso rivestito per paramento
5	SA	FLESSIONE	600 mm	2 lastre in gesso fibrato per paramento
6	SA	FLESSIONE	400 mm	2 lastre in gesso fibrato per paramento
7	SA	FLESSIONE	600 mm	2 lastre in gesso rivestito + 1 lastra in gesso fibrato per paramento
8	SA	FLESSIONE	400 mm	1 lastra in gesso rivestito + 1 lastra in gesso fibrato per paramento
9	SAD5	FLESSIONE	600 mm	5 lastre (gesso rivestito/gesso fibrato/cemento alleggerito)

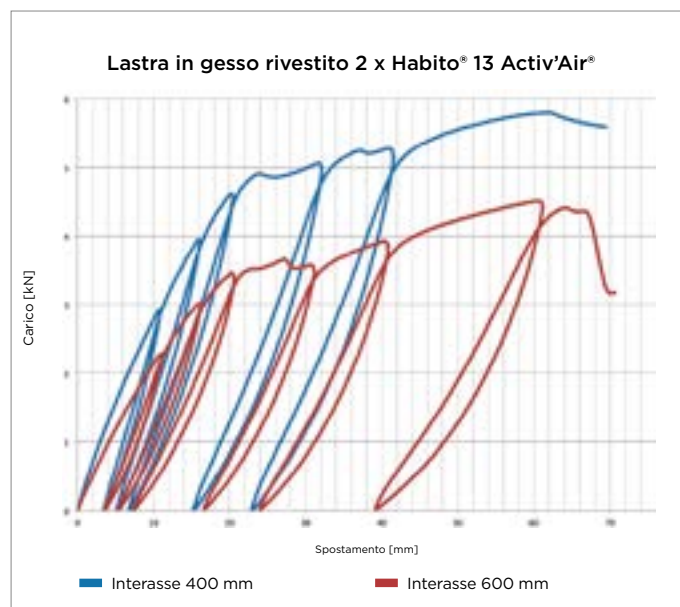
Le prove flessionali hanno evidenziato come la rigidità del sistema sia dovuta alla collaborazione tra le lastre in gesso rivestito-gesso fibrato e i montanti verticali della struttura metallica; per ogni tipologia di parete può essere valutata una rigidità equivalente in funzione del numero di lastre per paramento, dell'interasse delle viti di collegamento, dell'interasse e della rigidità dei montanti verticali. Riportiamo alcuni grafici sforzo-deformazione ricavati dalle prove sperimentali. Il seguente si riferisce a tipologie di pareti con singola struttura metallica (interasse 600 mm) e rivestimento con doppia lastra per entrambi i paramenti (sia lastre in gesso rivestito sia lastre in gesso fibrato).



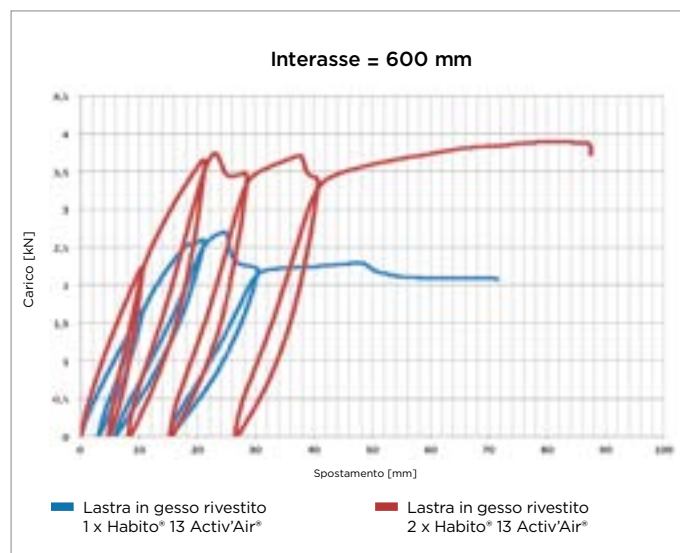
I risultati delle prove hanno evidenziato come i sistemi abbiano una elevata capacità deformativa, con raggiungimento dello stato limite ultimo per instabilità locale dei montanti della struttura metallica, senza alcun danneggiamento delle lastre.

I grafici evidenziano una crescita quasi perfettamente lineare (campo elastico) per carichi elevati, con piccoli assestamenti ad ogni ciclo di carico e scarico. Incrementando ulteriormente la deformazione impressa, si evidenzia come i campioni di parete siano in grado di deformarsi notevolmente in campo anelastico mantenendo la stessa capacità di carico. Le prove sono state interrotte al manifestarsi dell'instabilità del montante compresso: la freccia limite è raggiunta per spostamenti pari a circa 1/150 della luce tra i vincoli di appoggio (considerando un'altezza dei campioni di 3 m). Prima di tale condizione limite il comportamento può essere ritenuto elastico.

Nel grafico seguente si può osservare come in due pareti con lo stesso rivestimento (doppia lastra in gesso rivestito), la riduzione dell'interasse dei montanti verticali della struttura metallica (da 600 mm a 400 mm) produca un notevole incremento di capacità di assorbire il carico, a parità di spostamento imposto.



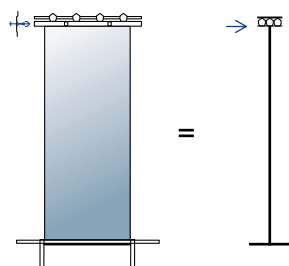
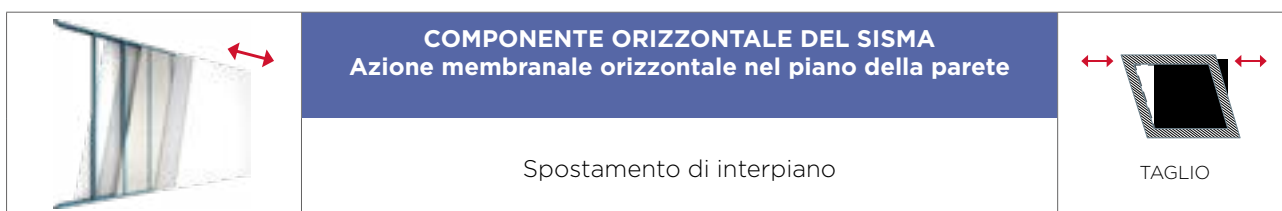
Nel grafico seguente si può osservare come un rivestimento costituito da due lastre per paramento produca un notevole incremento di capacità di assorbire il carico, a parità di spostamento imposto, rispetto ad un rivestimento costituito da singola lastra per paramento.



Al raggiungimento dello stato limite ultimo (instabilità del montante compresso) non è da escludersi il manifestarsi di cavillature in corrispondenza dei giunti tra le diverse lastre, opportunamente rinforzati con stucco a base gesso e nastro di armatura, senza alcuna conseguenza per la funzionalità delle pareti. **Non si riscontrano** infatti **rottura o collasso di tipo fragile, né espulsione di materiale o componenti del sistema**. I risultati sopra descritti sono replicabili per tutte le altre configurazioni di pareti sottoposte a prova, come riportato nel report del Politecnico di Milano.

b) COMPORTAMENTO NEL PIANO:

comportamento a taglio dei sistemi assemblati, nel piano della parete, sottoposti ad azione membranale orizzontale nel piano della parete (componente orizzontale del sisma)



Le prove sperimentali condotte hanno lo scopo di valutare la capacità deformativa dei sistemi nel piano orizzontale della parete, al fine di rispettare i limiti imposti dalla normativa vigente in termini di resistenza del sistema e dei collegamenti dello stesso alla struttura portante nel caso di spostamenti di interpiano. Lo schema statico considerato è di trave incastrata alla base e di pattino in sommità.

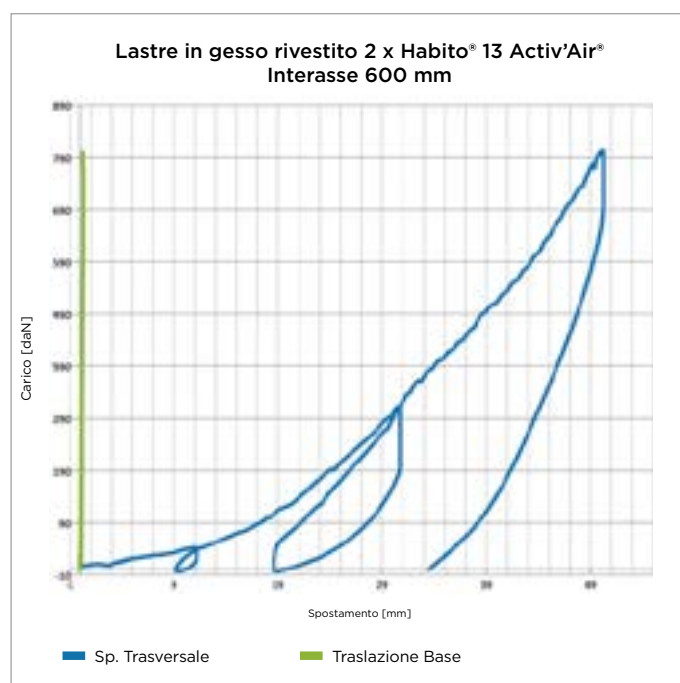
Sono stati sottoposti a prova i seguenti campioni di parete (per identificare la tipologia di parete vedi le tabelle riepilogative riportate a pag. 14-15):

Numero campioni	Tipologia parete	Tipologia di prova	Interasse montanti verticali	Tipologia di lastra
10	SA	TAGLIO	600 mm	2 lastre in gesso rivestito per paramento
11	SA	TAGLIO	400 mm	2 lastre in gesso rivestito per paramento
12	SA	TAGLIO	600 mm	2 lastre in gesso fibrato per paramento
13	SA	TAGLIO	400 mm	2 lastre in gesso fibrato per paramento
14	SA	TAGLIO	600 mm	1 lastra in gesso rivestito + 1 lastra in gesso fibrato per paramento
15	SA	TAGLIO	400 mm	1 lastra in gesso rivestito + 1 lastra in gesso fibrato per paramento
16	SAD5	TAGLIO	600 mm	5 lastre (gesso rivestito/gesso fibrato/cemento alleggerito)

Le prove sono state suddivise in più fasi. Nella prima fase, le pareti sono state sottoposte a cicli di carico e scarico imponendo spostamenti trasversali crescenti; in tal modo è quantificabile la deformazione residua accumulata ad ogni ciclo. Nella seconda fase, dopo avere riportato i campioni nella condizione iniziale imponendo una forza orizzontale di segno contrario fino ad annullare completamente la deformazione residua, sono stati effettuati più cicli di carico fino ad una deformazione limite, corrispondente all'imbozzamento per instabilità del montante verticale compresso. Inoltre, su alcuni campioni sono state effettuate due ulteriori fasi di inversione del ciclo di carico annullando la deformazione residua accumulata. Il ciclo di carico e successivo scarico ha permesso di valutare quale sia l'effettiva rigidità dei campioni in caso di cicli di deformazione non monotonici. I cicli successivi di carico e scarico fino alla deformazione massima imposta consentono di valutare la rigidità dei campioni danneggiati.

Le prove sperimentali a taglio hanno evidenziato come la rigidità dei sistemi assemblati nel piano della parete sia ridotta e pertanto sia considerabile nullo il contributo alla rigidità strutturale dell'edificio (come richiesto dal D.M. 14/01/2008 e dal D.M. 17/01/2018). In tali condizioni si rientra nel caso di tamponamenti progettati per non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano $D_{rp} \leq 0,01 \times h$, con h = altezza di interpiano.

Riportiamo di seguito un grafico sforzo-deformazione relativo a tipologie di pareti con singola struttura metallica, doppia lastra per entrambi i paramenti (sia lastre in gesso rivestito sia lastre in gesso fibrato), interasse della struttura metallica verticale 600 mm.



Le prove sperimentali hanno dimostrato che i sistemi sono dotati di grande deformabilità, in particolare risulta che lo stato limite ultimo è correlato al manifestarsi dell'instabilità locale al piede del montante compresso, senza alcun danneggiamento delle lastre. Gli spostamenti trasversali raggiunti nelle prove sperimentali condotte su campioni di parete di altezza pari a 3000 mm, prima del manifestarsi dell'instabilità del montante compresso, sono sempre superiori a 50 mm, maggiori quindi della richiesta normativa di $0,01 \times h = 0,01 \times 3000 = 30$ mm.

L'eventuale danno prevedibile può essere un principio di distacco della guida orizzontale inferiore, che resta rigidamente vincolata in corrispondenza dei tasselli metallici, ma che potrebbe avere deformazioni anelastiche locali. Tali deformazioni non compromettono la funzionalità del sistema, in quanto viene mantenuta la funzione di vincolo a terra, e possono essere associate all'effetto positivo di dissipare energia in cicli di carico alternati. La riduzione dell'interasse dei montanti, con conseguente incremento del numero degli stessi, riduce sensibilmente questo possibile fenomeno.

Al raggiungimento dello stato limite ultimo (instabilità del montante compresso) non è da escludersi il manifestarsi di cavillature in corrispondenza dei giunti tra le diverse lastre, opportunamente rinforzati con stucco a base gesso e nastro di armatura, senza alcuna conseguenza per la funzionalità delle pareti. **Non si riscontrano** infatti **rottura o collasso di tipo fragile, né espulsione di materiale o componenti del sistema**. I risultati sopra descritti sono replicabili a tutte le altre configurazioni di pareti sottoposte a prova, come riportato nel report del Politecnico di Milano.

Approfondimento verifica statica pareti

Le prove sperimentali sopra descritte hanno dimostrato la grande capacità deformativa dei sistemi a secco nei confronti dell'azione sismica. Ciò non toglie la necessità di una valutazione puntuale e rigorosa per ogni singola situazione progettuale di cantiere. Il servizio tecnico Saint-Gobain Italia svolge verifiche statiche di pareti per tutte le categorie di edifici (residenziale, scolastico, ospedaliero, direzionale, industriale, commerciale, ecc.), sottoposte all'azione sismica ma anche alla combinazione di carico da vento e spinta lineare (spinta della folla), come previsto dal D.M. 17/01/2018, in modo da consigliare l'adeguata soluzione in termini di struttura metallica e metodologia di installazione.

Procedura di calcolo

L'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale dipende dalla categoria di sottosuolo e dalla categoria topografica. Gli effetti di tale azione possono essere determinati applicando ai suddetti elementi una forza orizzontale F_0 definita come:

$$F_0 = \frac{(S_a \times W_a)}{q_a}$$

Dove:

F_0 è la forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame;

W_a è il peso dell'elemento;

q_a è il fattore di comportamento dell'elemento.

Il fattore di comportamento per le pareti è ricavato dalla tabella C7.2.I della circolare n° 7 del 21/01/2019 ed è fissato pari a 2.

L'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento subisce durante l'evento sismico può essere calcolata secondo la relazione:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)^2} - 0,5 \right]$$

Dove:

α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g ;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

T_a è il periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T_1 è il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;

Z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione;

H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

Il valore del coefficiente sismico S_a non può essere assunto minore di $\alpha \cdot S$.

Verifiche di rigidezza (RIG)

La condizione in termini di rigidezza sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti di interpiano eccessivi, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto corrispondente allo *SL* e alla *CU* considerati siano inferiori ai limiti indicati nel seguito.

Per le *CU I* e *II* ci si riferisce allo *SLD* (vedi Tab. 7.3.III) e deve essere:

a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$qd_r \leq 0,0050 \cdot h \text{ per tamponature fragili} \quad [7.3.11a]$$

$$qd_r \leq 0,0075 \cdot h \text{ per tamponature duttili} \quad [7.3.11b]$$

b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_{ip} , per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$$qd_r \leq d_{ip} \leq 0,0100 \cdot h \quad [7.3.12]$$

c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria

$$qd_r \leq 0,0020 \cdot h \quad [7.3.13]$$

d) per costruzioni con struttura portante di muratura armata

$$qd_r \leq 0,0030 \cdot h \quad [7.3.14]$$

e) per costruzioni con struttura portante di muratura confinata

$$qd_r \leq 0,0025 \cdot h \quad [7.3.15]$$

Dove:

d_r è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature;

h è l'altezza del piano.

Per le *CU III* e *IV* ci si riferisce allo *SLO* (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

In caso di coesistenza di diversi tipi di tamponamento o struttura portante nel medesimo piano della costruzione, deve essere assunto il limite di spostamento più restrittivo. Qualora gli spostamenti di interpiano siano superiori a $0,005 h$ (caso b), le verifiche della capacità di spostamento degli elementi non strutturali vanno estese a tutte le tamponature, alle tramezzature interne ed agli impianti.

Ai sensi del paragrafo 7.3.6.1 delle NTC del 17/01/2018, le tamponature in oggetto siano classificate come:

$$qd_r \leq d_{ip} \leq 0,01 \cdot h \quad [7.3.12]$$

e sono progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamento di interpiano e quindi di poter sopportare uno spostamento di interpiano massimo di $0,01 h$.

Riportiamo a titolo esemplificativo (tab. sotto) la verifica statica per il calcolo della struttura metallica interna di pareti divisorie inserite all'interno di un edificio ospedaliero (Classe IV: edifici con funzioni pubbliche - vita nominale 100 anni).

DATI E CARATTERISTICHE COMPONENTI PARETI			
CARATTERISTICHE LASTRE PARAMENTO DESTRO			
Strato esterno	Gyproc Habito® 13 Activ'Air®	Spessore: 12,5 mm	Peso: 10,2 kg/m ²
Strato interno	Gyproc Habito® 13 Activ'Air®	Spessore: 12,5 mm	Peso: 10,2 kg/m ²
CARATTERISTICHE LASTRE PARAMENTO SINISTRO			
Strato interno	Gyproc Habito® 13 Activ'Air®	Spessore: 12,5 mm	Peso: 10,2 kg/m ²
Strato esterno	Gyproc Habito® 13 Activ'Air®	Spessore: 12,5 mm	Peso: 10,2 kg/m ²
CARATTERISTICHE ISOLANTE MINERALE			
Isover AcustiPAR 4+		Spessore: 70 mm	Densità: 14 kg/m ³
CARATTERISTICHE MONTANTI VERTICALI			
Tipologia montante		DIN: sezione 47 x 75 x 51 mm, spessore 0,6 mm	
Numero profili		1 (semplice)	
Interasse montanti verticali		600 mm	
CARATTERISTICHE GUIDE ORIZZONTALI			
Tipologia guida		DIN: sezione 40 x 75 x 40 mm, spessore 0,6 mm	
CARATTERISTICHE VITI PER IL VINCOLO DELLE LASTRE ALLA STRUTTURA METALLICA			
Diametro vite		d = 3,6 mm	
Interasse viti		250 mm	
CARATTERISTICHE TASSELLI METALLICI AD ESPANSIONE PER IL VINCOLO DELLE GUIDE ALLE STRUTTURE			
Diametro tasselli		Ø = 6 mm	
Interasse tasselli		500 mm	
Altezza totale della parete		h = 4,5 m	
Altezza totale dell'edificio		H = 20 m	
Posizione della parete		Piano terra ÷ ultimo piano	
Categoria edificio		Classe IV: edifici con funzioni pubbliche	
AZIONI AGENTI			
Carichi orizzontali lineari a 1,2 m dal piano di calpestio (destinazione d'uso)			H _k = 100 kg/m
AZIONE SISMICA			
Comune di appartenenza dell'edificio			Monselice
Zona sismica			IV
Categoria del terreno			D
Vita nominale			V _N = 100 anni
Coefficiente d'uso			C _U = 2,0
Periodo di riferimento (Vita nominale x Coefficiente d'uso)			V _R = 200 anni
S			1,5
q _a			2,0
SLV	α = 0,097	T _a = 0,45	F _a = 85,6 kg
SLD	α = 0,052	T _a = 0,45	F _a = 45,42 kg

RISULTATI ANALISI

VERIFICHE DI RESISTENZA SLU NON SISMICA

Momento ultimo	73,66 kNcm	VERIFICATO
Momento resistente	119,22 kNcm	
Taglio ultimo	0,66 kN	VERIFICATO
Taglio resistente	3,28 kN	

VERIFICHE DI RESISTENZA SLU SISMICA

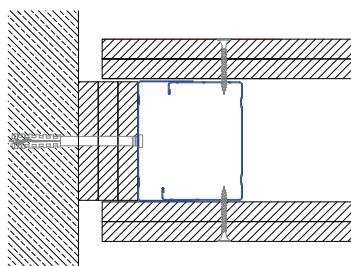
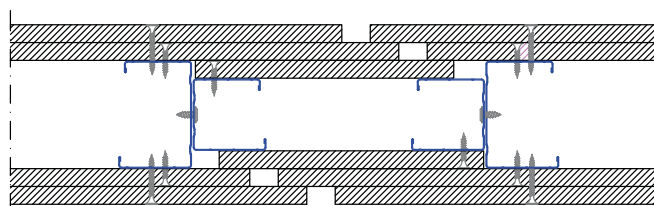
Momento ultimo	90,77 kNcm	VERIFICATO
Momento resistente	119,22 kNcm	
Taglio ultimo	0,43 kN	VERIFICATO
Taglio resistente	3,28 kN	

Altro aspetto fondamentale è la valutazione della necessità o meno di prevedere giunti di dilatazione:

- orizzontali, posti in sommità della parete per contenere eventuali inflessioni dei solai di interpiano;
- verticali, in corrispondenza dei giunti di dilatazione strutturale dell'edificio e per lunghezze continue notevoli delle pareti;
- in corrispondenza di nodi tra due diverse pareti.

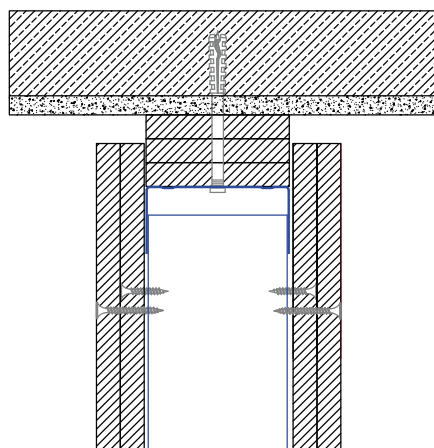
GIUNTO DI DILATAZIONE VERTICALE (valido per qualsiasi tipologia di lastra)

Per pareti di lunghezza superiore a 15 m, è consigliabile prevedere un giunto di dilatazione verticale ogni 10 m.



GIUNTO DI DILATAZIONE ORIZZONTALE IN SOMMITÀ (valido per qualsiasi tipologia di lastra)

Nel caso di inflessioni del solaio > 20 mm, o per esigenze di calcolo, è opportuno prevedere una guida orizzontale superiore di sezione maggiorata, 90 mm x larghezza della struttura metallica x 90 mm, dello spessore di 1 mm.



2.4. CONTROSOFFITTI MODULARI ISPEZIONABILI - CONTROSOFFITTI CONTINUI

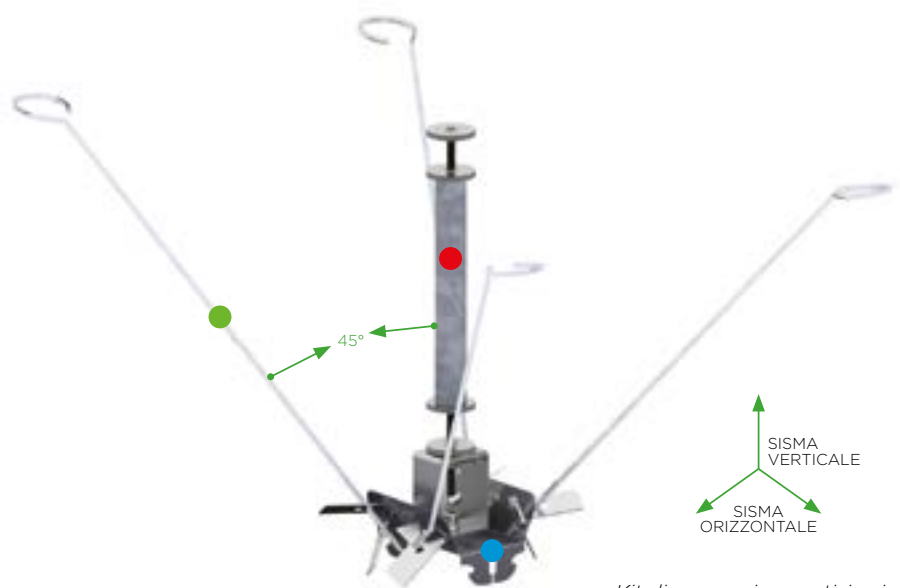
Altro elemento secondario presente all'interno degli edifici sono i **controsoffitti** che, oltre a svolgere una funzione di contenimento degli impianti, di finitura estetica, di miglioramento dell'isolamento termico e acustico dei solai, rivestono un importante ruolo per la sicurezza delle persone che occupano gli ambienti. In caso di evento sismico, devono essere in grado di assorbire l'azione sismica e assecondare gli eventuali spostamenti della struttura portante dell'edificio a cui sono vincolati, garantire tenuta e resistenza in caso di crolli o cedimenti di porzioni di solai, senza subire danni di tipo fragile ed evitando espulsione di materiale (vedi riferimento pareti).

Il servizio tecnico Saint-Gobain Italia, sulla base di valutazioni analitiche in accordo al D.M. 17/01/2018, è in grado di progettare e dimensionare la struttura metallica per il sostegno dei controsoffitti (modulari e continui) idonea per resistere ad azioni sismiche sia verticali sia orizzontali.

Il sistema Gyproc GySeismic Top

Saint-Gobain Italia ha ideato il sistema **GySeismic Top** con l'obiettivo specifico di realizzare controsoffitti resistenti alle sollecitazioni sismiche sia orizzontali che verticali. Il sistema è composto dai seguenti elementi:

- **Kit di sospensione antisismica;**
- **Profili perimetrali** (differenti secondo il tipo di bordo, nel caso del sistema per controsoffitti modulari ispezionabili);
- Speciali **accessori di bloccaggio perimetrale.**



Kit di sospensione antisismica

Il kit di sospensione è un componente universale, adatto cioè a qualsiasi tipo di controsoffitto, e deve essere installato ad integrazione dei normali pendini di sospensione. Il kit è costituito da:

- **Un elemento centrale**, idoneo all'innesto sia di profili a T per controsoffitti modulari che di profili C 27/48 (controsoffitti continui);
- **Quattro controventi diagonali** Ø 4 mm, installati con un'inclinazione di 45°, i quali offrono resistenza alle sollecitazioni sismiche orizzontali;
- **Un puntone centrale (barra filettata Ø 6 mm e tubolare elios di rinforzo)**, in grado di contenere gli effetti delle azioni sismiche verticali.

Gli accessori facenti parte del kit (dadi zigrinati e molle di regolazione) consentono una facile posa in opera ed una regolazione millimetrica del sistema. Il kit è **brevettato** e la sua resistenza al sisma è **testata e certificata**.

Installare l'elemento di sospensione antisismica **solo sul profilo vincolato direttamente al solaio**, cioè:

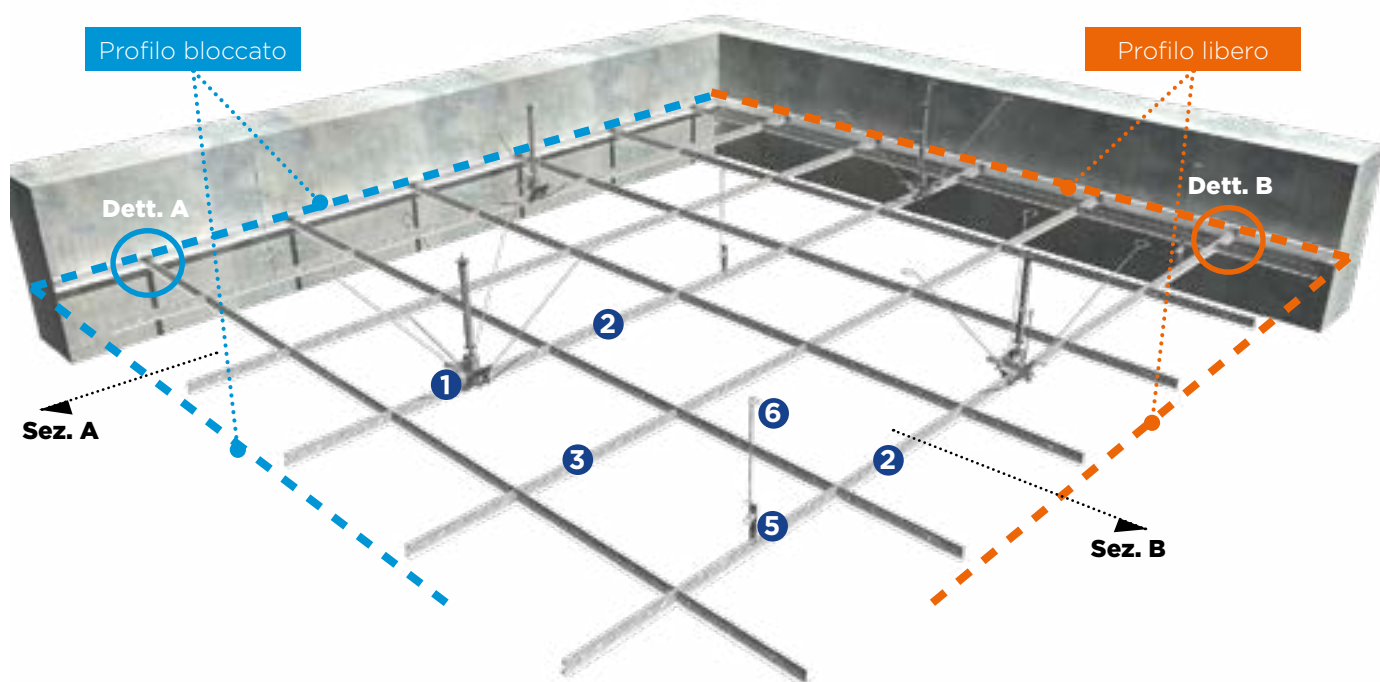
- Profilo portante, nel caso di controsoffitti modulari ispezionabili con struttura a T
- Profilo primario, nel caso di controsoffitti continui a doppia orditura

Fissare la barra filettata del puntone solo su supporti con adeguata resistenza strutturale, ad es. sui travetti e non sulle pignatte, nel caso dei comuni solai in latero-cemento.

Gyproc GySeismic Top: SISTEMA PER CONTROSOFFITTI MODULARI

Un controsoffitto modulare ispezionabile con prestazioni antisismiche è costituito dai seguenti elementi:

- Profilo perimetrale dedicato, secondo il tipo di bordo del pannello utilizzato
- Struttura metallica a T Linetec Plus
- Kit di sospensione antisismica, installati in sostituzione di alcuni dei normali pendini (vedi pag. 31 per l'incidenza a m² di soffitto)
- Pannelli modulari per controsoffitto: in gesso rivestito, lana minerale, metallici, ecc. (**Gyproc GySeismic Top** è compatibile con pannelli con i più comuni tipi di bordo)
- Accessorio universale di bloccaggio perimetrale



- 1 Kit sospensione antisismica
- 2 Portante T Linetec Plus 3700
- 3 Trasversale T Linetec Plus 600
- 4 Trasversale T Linetec Plus 1200
- 5 Gancio rapido con molla
- 6 Pendino Ø 4



Det. A



Det. B

INSTALLAZIONE DEL SISTEMA GYPROC GYSEISMIC TOP

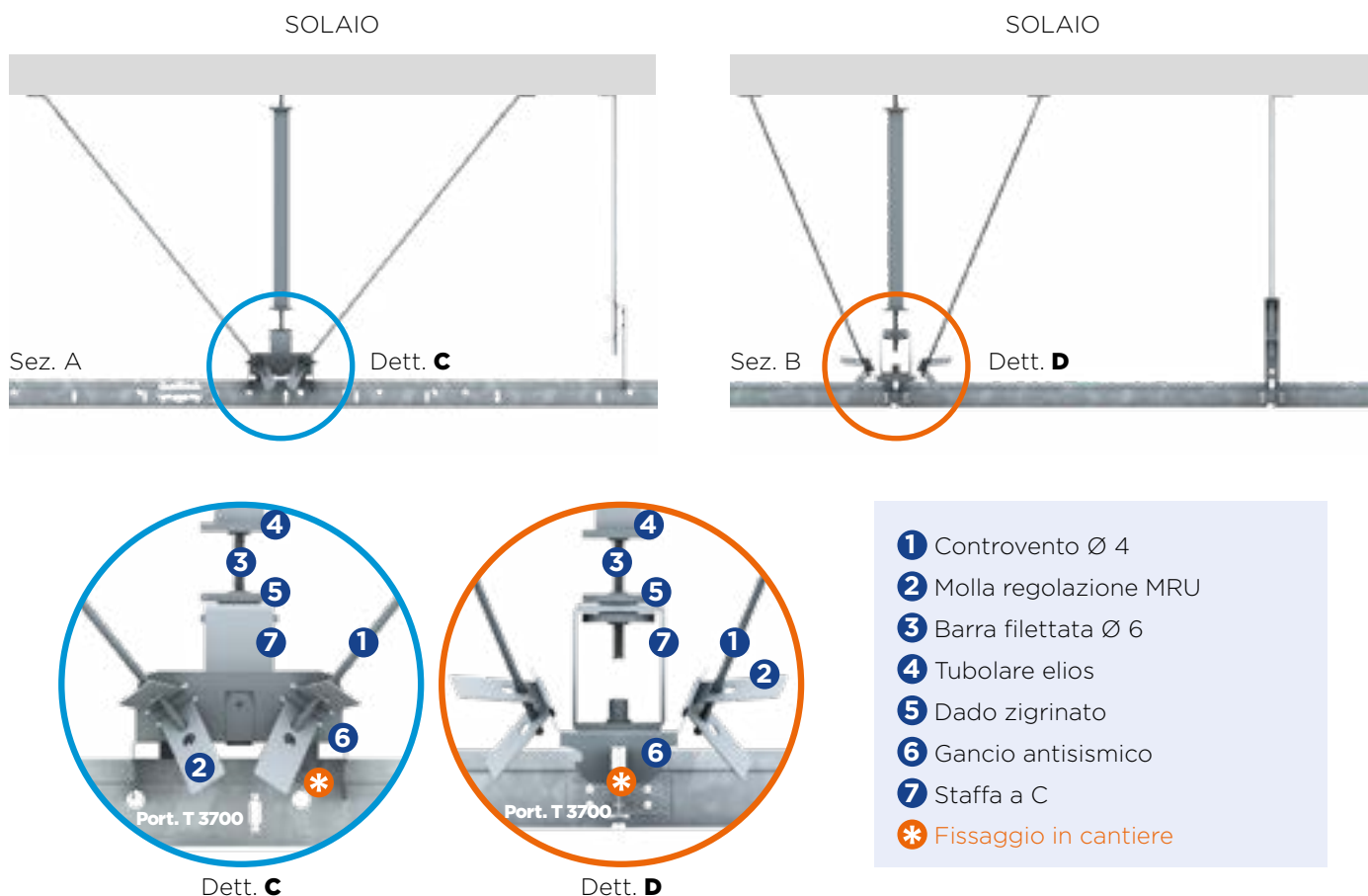
Montaggio del kit di sospensione antisismica

- Preassemblare la sospensione antisismica, inserendo le quattro molle di regolazione (MRU)
- Predisporre la balla filettata ed il tubolare elios, in funzione del ribassamento del controsoffitto
- Inserire il tubolare elios sulla barra filettata e bloccarlo alla posizione richiesta tramite i dadi zigrinati intermedi di regolazione
- Fissare la barra filettata al solaio, mediante un tassello antisismico adatto al tipo di supporto
- Montare la sospensione sulla barra filettata e bloccare il tutto con l'ultimo dado zigrinato
- Inserire i quattro controventi, applicandoli con un'angolazione di 45° e fissandoli al solaio con tasselli di tipo idoneo

Per velocizzare l'installazione, la preparazione del puntone può essere effettuata a terra, ovvero prima di fissare l'elemento al solaio.

Installazione della struttura a T

- 1) Inserire il profilo portante a T Linetec Plus 3700 nell'asola del gancio antisismico. Il kit va installato sempre sul portante.
- 2) Fare scorrere il kit sul profilo portante, sino alla posizione desiderata.
- 3) Fissare (operazione obbligatoria) il gancio con viti autoperforanti sul profilo portante, come indicato nei dettagli **C** ed **D** qui sotto.
- 4) Evitare di installare la sospensione antisismica in corrispondenza degli incroci della struttura a T.



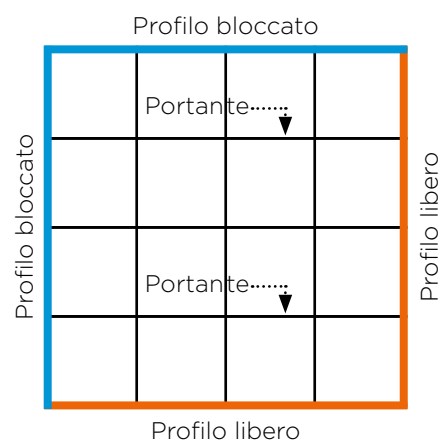
Bloccaggio perimetrale dei profili a T

Il sistema antisismico **Gyproc GySeismic Top** prevede il vincolo di tutti gli elementi che compongono la sottostruttura. Tale vincolo è di due tipi, ed è realizzato su due lati opposti della stanza, come indicato nella figura a destra:

- **Fisso** (dettaglio **A**, si veda pag. 25) la sottostruttura è vincolata alla parete e non permette alcun movimento.
- **Condizionato** (dettaglio **B**, si veda pag. 25) la sottostruttura può spostarsi in una sola direzione, senza generare rotazioni relative.



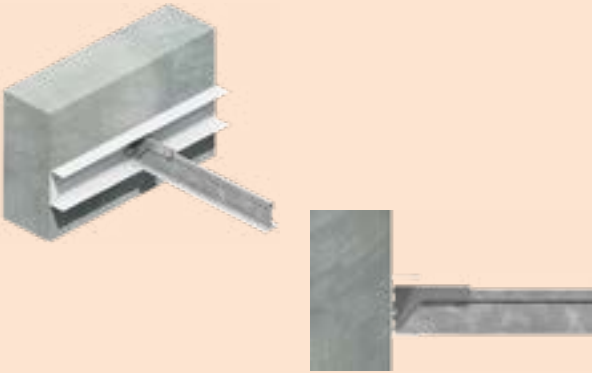
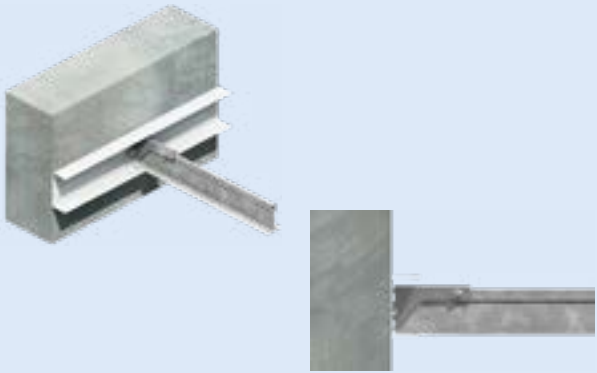

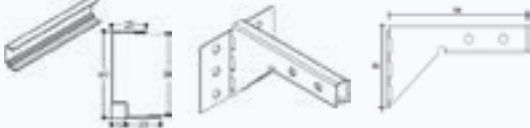
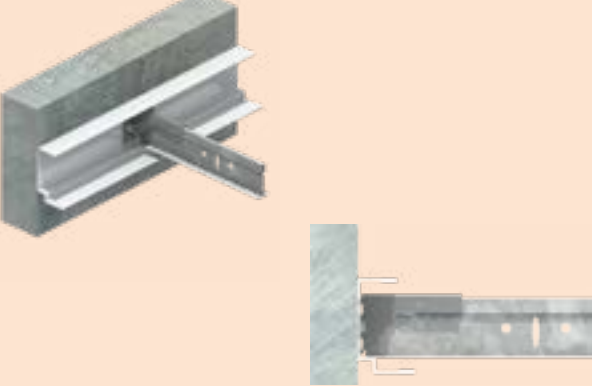
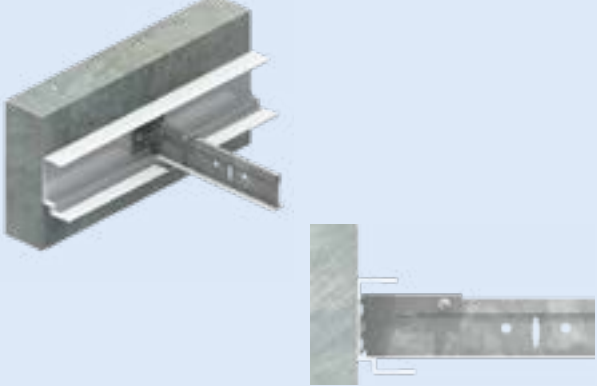


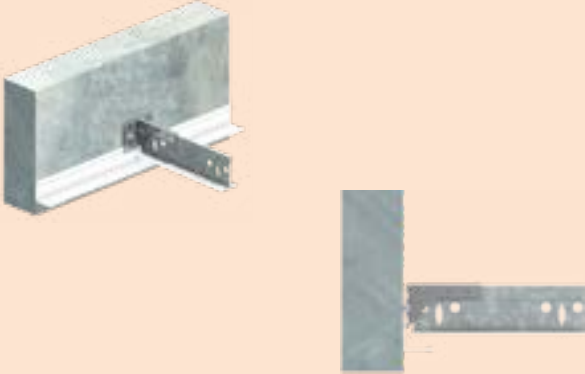
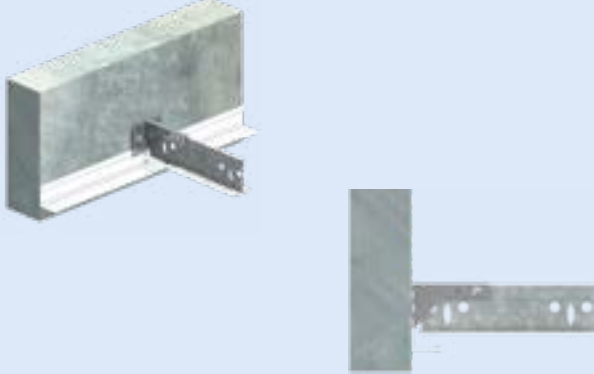
Nel sistema antisismico **Gyproc GySeismic Top** è previsto l'uso di profili perimetrali e di un accessorio universale per il bloccaggio dei profili a T sul perimetrale.

- Pieghere a 90° le alette laterali dell'accessorio di bloccaggio e fissarlo con viti autoperforanti (o dispositivi adatti al tipo di supporto) sul perimetrale;
- Inserire la testa dei profili a T nell'accessorio;
- Il vincolo fisso si realizza inserendo una vite nel foro presente nella parte superiore dell'accessorio.
- In caso di vincolo condizionato non si utilizza alcun fissaggio.



I dettagli costruttivi nei vari casi sono i seguenti:

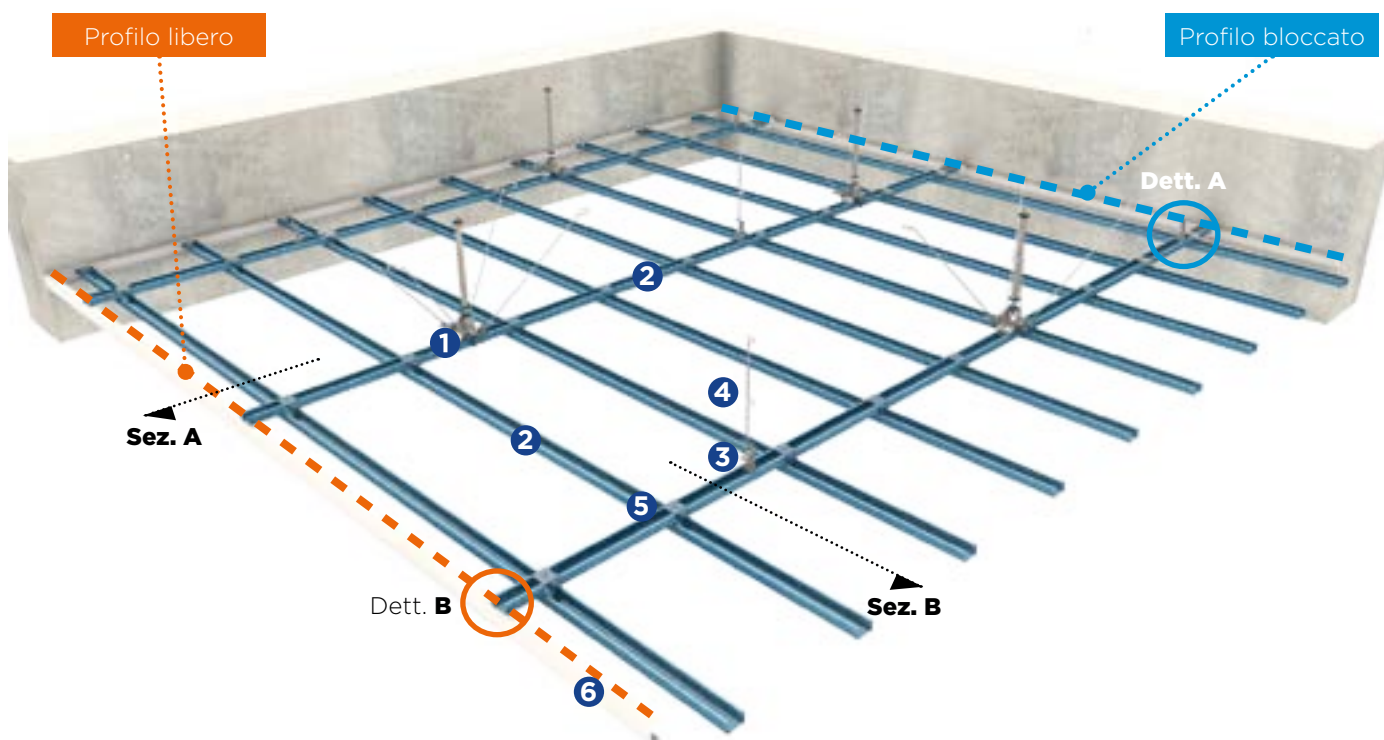
SISTEMA PER CONTROSOFFITTI MODULARI

VINCOLO CONDIZIONATO	VINCOLO FISSO
 <p>Bordo A per struttura a vista</p>	
	
 <p>Bordo E per struttura seminascosta</p>	
	
 <p>Gyproc Gyptone Bordo D2 per struttura completamente nascosta</p>	
	

Gyproc GySeismic Top: SISTEMA PER CONTROSOFFITTI CONTINUI

Un controsoffitto continuo (a titolo di esempio in figura è mostrato quello a doppia orditura) con prestazioni antisismiche è costituito dai seguenti elementi:

- Guida perimetrale Gyproc Gyprofile 30/28/30
- Profili metallici Gyproc Gyprofile C 27/48 e relativi cavalieri di raccordo
- Kit di sospensione antisismica, installati in sostituzione di alcuni dei normali pendini (vedi pag. 31 per l'incidenza a m² di soffitto)
- Lastre in gesso rivestito (lisce o forate, tipo Gyproc Gyptone® Activ'Air® o Gyproc Rigitone® Edge Activ'Air®) per controsoffitto
- Accessorio di bloccaggio perimetrale



- 1 Kit sospensione antisismica Gyproc GySeismic Top
- 2 Profilo Gyproc Gyprofile C 27/48
- 3 Molla regolazione
- 4 Pendino
- 5 Cavaliere di raccordo
- 6 Guida perimetrale



Dett. A



Dett. B

INSTALLAZIONE DEL SISTEMA GYPROC GYSEISMIC TOP

Montaggio del kit di sospensione antisismica

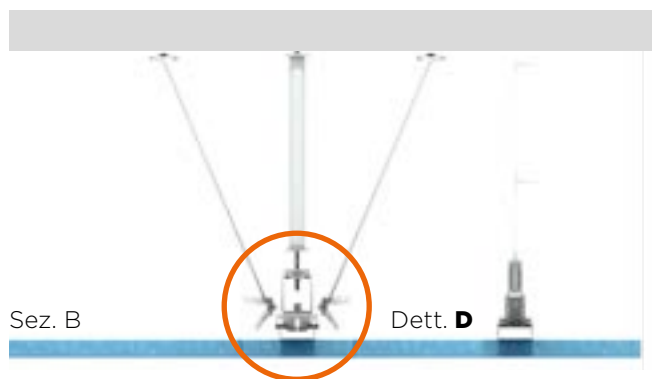
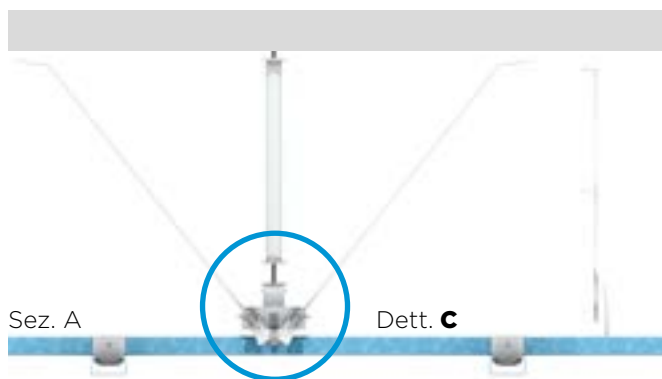
Questa operazione si svolge esattamente come indicato a pag. 25 per i controsoffitti modulari.

Installazione della struttura metallica Gyproc Gyprofile

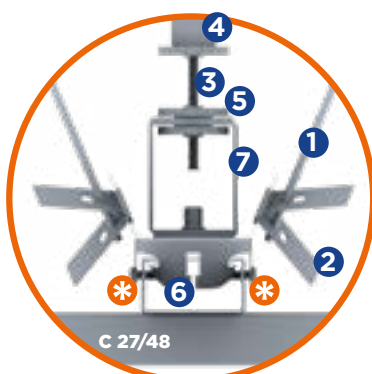
- 1) Il sistema a doppia orditura è quello che assicura la massima stabilità di un controsoffitto continuo. In questo sistema i profili primari Gyproc Gyprofile C 27/48 sono fissati meccanicamente con viti autoperforanti sull'ala superiore della guida perimetrale.
- 2) Inserire a scatto il profilo primario nel gancio antisismico. Il kit va installato sempre sul primario.
- 3) Fare scorrere il kit sul profilo primario sino alla posizione desiderata.
- 4) Fissare (operazione obbligatoria) il gancio con viti autoperforanti sul profilo portante, come indicato nei dettagli C ed D a pag. 29.

SOLAIO

SOLAIO



Dett. C



Dett. D

- 1 Controvento Ø 4
- 2 Molla regolazione MRU
- 3 Barra filettata Ø 6
- 4 Tubolare elios
- 5 Dado zigrinato
- 6 Gancio antisismico
- 7 Staffa a C
- * Fissaggio in cantiere

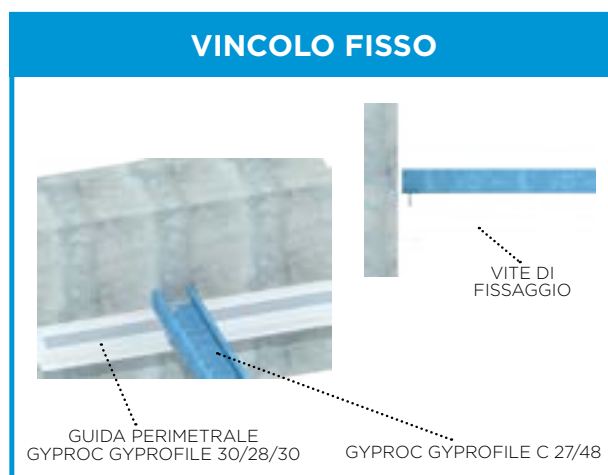
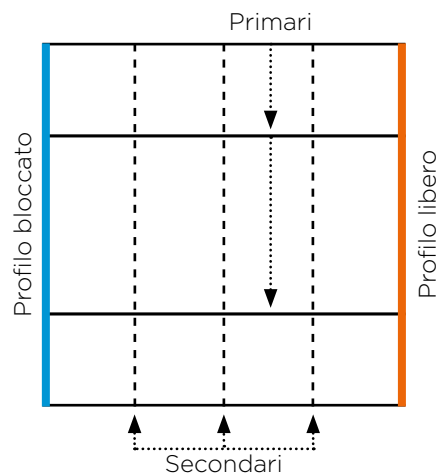
Bloccaggio perimetrale dei profili

Nel caso di controsoffitti continui il sistema antisismico **Gyproc GySeismic Top** prevede un vincolo di tipo fisso e condizionato, esattamente come descritto a pag. 27 per i controsoffitti modulari.

Guida perimetrale e bloccaggio dei profili primari Gyproc Gyprofile

- Il vincolo **condizionato** è realizzato tramite un accessorio di bloccaggio (il normale giunto longitudinale per profili C 27/48), in cui il profilo primario Gyprofile è libero di scorrere. L'accessorio va fissato sulla guida perimetrale con una vite autoperforante.
- Il vincolo **fisso** è realizzato semplicemente fissando il profilo primario con una vite direttamente sull'ala superiore della guida perimetrale.

I dettagli costruttivi sono i seguenti:

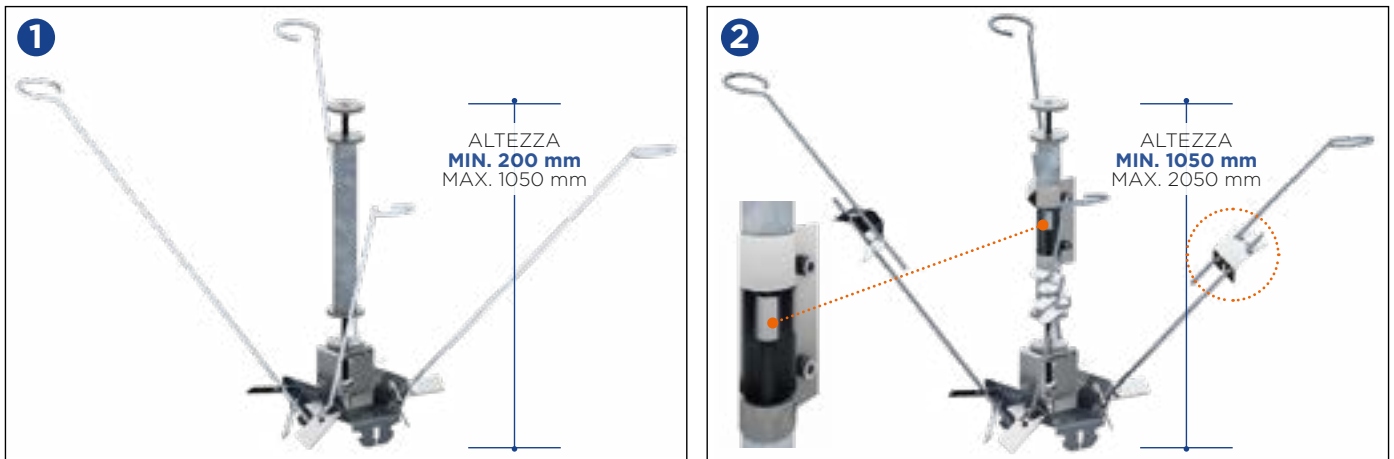


CONFIGURAZIONI DEL KIT ANTISISMICO

Il **kit antisismico** è disponibile in due configurazioni, utilizzabili in situazioni diverse:

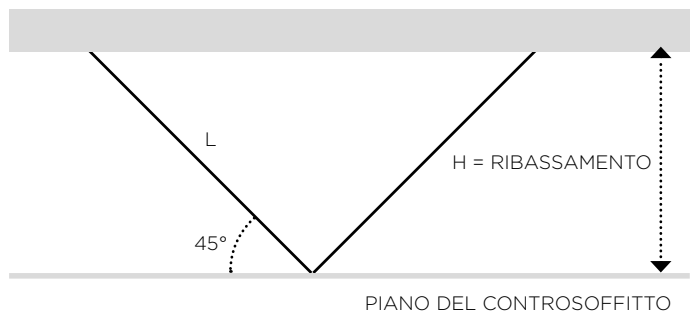
- 1 Ribassamento del controsoffitto **fino a 1050 mm**, il caso più frequente nella pratica. In questo caso l'altezza **minima** a cui può essere applicato il kit è di **200 mm**.
- 2 Ribassamento del controsoffitto **fino a 2050 mm**. In questo caso la barra filettata, il tubolare elios ed i controventi prevedono la relativa prolunga e l'altezza **minima** applicabile è di **1050 mm**.

Nel caso di ribassamento del controsoffitto > 2050 mm le prestazioni di resistenza del kit antisismico non sono supportate dai test di laboratorio.



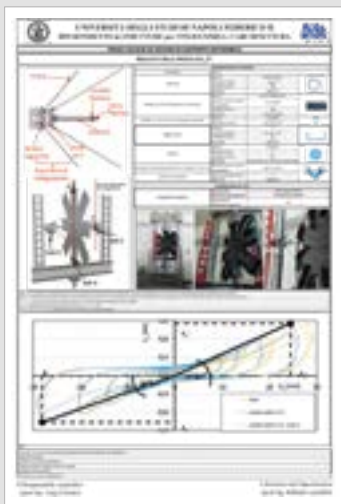
CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DEI CONTROVENTI

- I quattro controventi $\varnothing 4$ connessi alla sospensione antisismica devono essere installati con un'angolazione di 45° rispetto al piano del controsoffitto.
- Prima dell'installazione a soffitto, tagliare i controventi nella lunghezza richiesta, utilizzando la formula **$L = H \times 1,41$**



CERTIFICAZIONI

Il kit antisismico impiegato nel sistema **Gyproc GySeismic Top** è stato testato presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, allo scopo di valutare la resistenza del sistema necessaria per le verifiche di cui al paragrafo 7.2.3 del D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC).



PROGETTAZIONE DEL SISTEMA

Secondo il par. 7.2.3 del D.M. 17/1/2018 (Criteri di progettazione di elementi strutturali secondari ed elementi non strutturali) e la Circolare n. 7 del 21/01/2019, nel caso in cui l'elemento non strutturale sia assemblato in cantiere (come avviene per il sistema **Gyproc GySeismic Top**):

- è compito del progettista della struttura individuare la domanda sismica;
- è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire elementi e sistemi di collegamento di capacità adeguata;
- è compito del direttore dei lavori verificarne il corretto assemblaggio.

Su richiesta l'Ufficio Tecnico Saint-Gobain può fornire agli operatori di mercato degli **strumenti a supporto delle attività di progettazione e realizzazione del sistema:**

DICHIARAZIONE DI IDONEITÀ

Questa dichiarazione, rilasciata per una specifica fornitura in cantiere, attesta l'idoneità del sistema con riferimento ai test di laboratorio descritti a pag. 13 (verifica delle prestazioni antisismiche secondo NTC).

DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA

Per una valutazione teorica iniziale dell'incidenza al m² dei kit di sospensione antisismica, in funzione della zona sismica, del peso del controsoffitto e della quota del controsoffitto Z rispetto al piano di fondazione, si può far riferimento ai Contatti Tecnici della propria area. Verrà fornito il n°kit indicativo da prevedere nell'ambiente, tenendo conto delle seguenti ipotesi di calcolo:

- Categoria di sottosuolo C
- Tipologia strutturale dell'immobile: struttura a telaio di calcestruzzo armato
- Valore massimo dell'incidenza, valutata sul controsoffitto posto all'ultimo piano dell'edificio
- Altezza totale dell'edificio dal piano di fondazione: H = Z+1

TIPOLOGIA DI CONTROSOFFITTO						
QUOTA DEL CONTROSOFFITTO		AREA DELL'AMBIENTE				
		≤ 5 m ²	≤ 10 m ²	≤ 20 m ²	≤ 50 m ²	≤ 100 m ²
ZONA SISMICA	Zona 1 (0,35 g) Zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT
	Zona 2 (0,25 g) Zona dove possono verificarsi forti terremoti	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT
	Zona 3 (0,15 g) Zona soggetta a forti terremoti, ma rari	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT
	Zona 4 (0,05 g) Zona meno pericolosa, soggetta a terremoti rari	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT	n° KIT

SOFTWARE DI CALCOLO

Sulla base dei risultati dei test di laboratorio è stato creato un **software** per la verifica della sicurezza del controsoffitto ed il calcolo dell'incidenza al m² del kit di sospensione antisismica. Per usufruire di tale servizio è necessario fornire all'Ufficio Tecnico Saint-Gobain le seguenti informazioni:

- Ubicazione del sito, espressa come coordinate geografiche
- Tipo di controsoffitto Saint-Gobain
- Destinazione d'uso dell'edificio
- Tipologia strutturale dell'immobile (acciaio, calcestruzzo armato, ecc.)
- Planimetria e sezioni (altezza totale edificio e relativi piani di applicazione del controsoffitto)
- Informazioni geologiche (categoria di sottosuolo)
- Eventuali informazioni aggiuntive

RELAZIONE TECNICA

Su richiesta l'Ufficio Tecnico Saint-Gobain può rilasciare una relazione tecnica dettagliata sul sistema proposto per uno specifico progetto, basata sui risultati forniti dal software di calcolo. Inoltre, possono essere richieste le schede tecniche con i valori di resistenza meccanica dei componenti del sistema, utilizzabili dal progettista per i calcoli di dimensionamento.



GUARDA IL VIDEO PER SAPERNE DI PIÙ SULL'INSTALLAZIONE DEL SISTEMA 



2.5. CONDOTTE DI DISTRIBUZIONE ARIA

Le condotte per la distribuzione aria realizzate con pannelli Isover **CLIMAVER**[®] sono una soluzione particolarmente efficace in risposta all'azione sismica. Infatti, grazie alla loro **massa ridotta**, alla loro **leggerezza** e flessibilità, non solo **richiedono un minor numero di controventature** rispetto a condotte metalliche, ma hanno un comportamento migliore in termini di tenuta e resistenza.

Se si considera che il sistema Isover **CLIMAVER**[®] non prevede l'utilizzo di profili o giunti metallici, unita al fatto che le ottime prestazioni acustiche diminuiscono e talvolta evitano completamente la necessità di silenziatori, è facile comprenderne i vantaggi sulla progettazione antisismica complessiva. Infatti **le strutture portanti non vengono appesantite**. In più, il ridotto numero di controventature non grava sui costi complessivi dell'impianto e incentiva a scegliere una progettazione consapevole per la sicurezza degli occupanti.

Su richiesta, l'Ufficio Tecnico di Saint-Gobain Italia può rilasciare una relazione tecnica dettagliata sul sistema proposto per uno specifico progetto, basata sui risultati forniti dal software di calcolo appositamente sviluppato.



2.6. SISTEMI ANTISFONDELLAMENTO

Con il termine **“sfondellamento del solaio”** si indica il possibile distacco delle cartelle di intradosso (fondelli) delle pignatte utilizzate nei solai in latero-cemento, con la conseguente caduta di porzioni di laterizio e intonaco. Questo fenomeno non costituisce necessariamente un rischio alla stabilità complessiva del solaio ma tali elementi di alleggerimento, se cedono, possono costituire un grave pericolo per le persone che vivono gli ambienti, e provocare inoltre danno alle cose. Il fenomeno dello sfondellamento dei solai può essere causato da diversi fattori, caratteristiche intrinseche degli elementi costruttivi, da errori nella progettazione strutturale, da errori nella posa e realizzazione del solaio, in particolare dei travetti, da cause esterne, come ad esempio infiltrazioni, ma anche dalla scarsa manutenzione. Gli edifici scolastici sono ambienti particolarmente predisposti a questo fenomeno, considerando prima di tutto la vetustà degli edifici e il periodo di edificazione, nella maggior parte a cavallo degli anni '80, avendo poi solitamente ambienti-aule di grandi dimensioni con conseguente grande luce dei travetti tra gli appoggi, condizioni ambientali sfavorevoli (ad esempio escursione termica importante tra giorno e notte). Se pensiamo che mediamente un metro quadro di soffitto pesa circa 30 kg (con uno strato di intonaco di circa 10 mm), ci rendiamo subito conto della pericolosità dello sfondellamento dei solai. Peso che può arrivare anche a 50/60 kg/m² nel caso di presenza di intonaco con spessore maggiore.

A: SOLUZIONI A SECCO - CONTROSOFFITTI CONTINUI E MODULARI

I controsoffitti sono elementi secondari non strutturali installati all'intradosso dei solai, al fine di incrementarne le prestazioni e la funzionalità, dalla resistenza al fuoco all'isolamento acustico e termico, alla finitura estetica, ecc. Riguardo la sicurezza in caso di possibile sfondellamento dei solai, sono state sottoposte a prova sperimentale diverse tipologie di controsoffitti continui in lastre di gesso rivestito e di controsoffitti modulari in pannelli di lana di roccia/gesso rivestito. Le caratteristiche principali di questi sistemi sono:

- soluzioni certificate in laboratori specifici e autorizzati (accreditati);
- elevata tenuta ai carichi di caduta – carichi complessivi (contributo statico e dinamico) fino a oltre 400 kg/m² (controsoffitti continui) / 250 kg/m² (controsoffitti modulari) - vedi dettaglio risultati a seguire;
- possibilità di realizzare soluzioni sia in aderenza all'intradosso dei solai (minimo ingombro) che con intercapedine d'aria tra l'intradosso del solaio e l'estradosso del controsoffitto (prove svolte con altezza di caduta fino a oltre 2 m nel caso dei controsoffitti continui e di 400 mm nel caso dei controsoffitti modulari);
- semplicità di soluzione (impiega sistemi “standard”);
- velocità di posa;
- integrazione impiantistica e ispezionabilità (nel caso dei controsoffitti modulari);
- economicità della soluzione;
- ridotto disagio per gli occupanti gli ambienti;
- soluzione interamente a secco;
- protezione dal fuoco e assorbimento acustico a seconda della tipologia di lastra/pannello utilizzati;
- isolamento acustico e termico nel caso di isolante in lana minerale nell'intercapedine d'aria;
- miglioramento della qualità dell'aria negli ambienti interni - riduzione fino al 70% della formaldeide;
- elevata finitura estetica;
- miglioramento della qualità dell'aria negli ambienti interni - riduzione fino al 70% della formaldeide;

Riportiamo a seguire i risultati ottenuti nelle prove sperimentali di resistenza al carico da caduta (antisfondellamento) condotte presso il laboratorio Istituto Giordano su diverse tipologie di controsoffitti continui in lastre di gesso rivestito e struttura metallica di sostegno e controsoffitti modulari con struttura metallica di sostegno a vista. Gli impatti sono stati fatti utilizzando elementi di caduta (tavole in laterizio), rilasciati da altezze diverse in corrispondenza di varie porzioni dei controsoffitti, le altezze di caduta sono definite come la distanza tra l'intradosso della tavola in laterizio e l'estradosso del controsoffitto. Durante la prova per ciascun impatto è stata registrata la freccia progressiva sotto carico al centro dell'area soggetta all'impatto stesso.

Le prove sono state eseguite con incremento progressivo del carico impattante. Inoltre sono state eseguite ulteriori prove di sicurezza, imponendo un carico elevato di caduta pari a 60 kg/m² in un unico impatto, con altezze di caduta incrementate (distanza tra tavole e macerie).

Tutte le prove sperimentali svolte, e in seguito dettagliate, hanno dimostrato che i controsoffitti hanno una elevata resistenza e tenuta nei confronti dei carichi da caduta, garantendo funzionalità e sicurezza (assenza cedimenti, rotture, perdita o passaggio di materiale) per carichi elevati.

PROVA 1 - CONTROSOFFITTO CONTINUO CON INTERCAPEDINE D'ARIA

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco e integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 384137

Lastre in gesso rivestito Gyproc Fireline 15 (lastra di tipo antincendio, in modo da poter abbinare alla resistenza allo sfondellamento anche la protezione dal fuoco del solaio), doppia struttura metallica Gyproc Gyprofile, vincolata ai travetti del solaio mediante barre filettate/staffe regolabili in acciaio, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di oltre 2 m. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc CS.P.ASF 27/48 F di pag. 62.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 384137

CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 160 kg/m²

CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA =

60 kg/m² (280 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 1440 mm

60 kg/m² (360 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 2440 mm

CARICO LIMITE SOSTENUTO (TERMINE PROVA) = 420 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 400 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO: 1,1 m ²					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	300	nessun danno visibile
2	20	20	40	300**	nessun danno visibile
3	40	20	60	300**	nessun danno visibile
4	60	20	80	300**	nessun danno visibile
5	80	20	100	300**	nessun danno visibile
6	100	20	120	300**	nessun danno visibile
7	120	40	160	400**	nessun danno visibile
8	160	40	200	400**	lieve flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento)
9	200	40	240	400**	nessun danno visibile in aggiunta
10	240	40	280	400**	nessun danno visibile in aggiunta
11	280	60	340	1440**	visibile flessione dell'intradosso e dei trasversi del controsoffitto (spanciamento)
12	340	20	360	1940**	nessun danno visibile in aggiunta
13	360	60	420	2440**	evidente flessione dell'intradosso e formazione di crepe nei pannelli interessati dagli impatti

Al termine dei carichi dinamici sono state rimosse le macerie e l'analisi visiva della struttura non ha evidenziato distacchi o rotture

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.



PROVA 2 - CONTROSOFFITTO CONTINUO IN SEMI-ADERENZA

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, integrazione impiantistica e minimo ingombro - Rapporto di prova I.G. n° 384138

Lastre in gesso rivestito Gyproc Fireline 15 (lastra di tipo antincendio, in modo da poter abbinare alla resistenza allo sfondellamento anche la protezione dal fuoco del solaio), singola struttura metallica Gyproc Gyprofile, vincolata ai travetti del solaio mediante ganci/staffe regolabili in acciaio, intercapedine d'aria fino ad un massimo di 200 mm. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc CS.AD.ASF 27/48 F di pag. 63.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 384138

CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 100 kg/m²

CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA =

60 kg/m² (100 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 1000 mm

60 kg/m² (240 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 1050 mm

CARICO LIMITE SOSTENUTO (TERMINE PROVA) = 300 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 200 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO: 1,1 m ²					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	200	nessun danno visibile
2	20	20	40	200**	nessun danno visibile
3	40	20	60	200**	nessun danno visibile
4	60	20	80	200**	nessun danno visibile
5	80	20	100	200**	nessun danno visibile
6	100	60	160	1000**	visibile flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento) con formazione di crepe nei pannelli e sgancio di uno o due cavallotti ad incastro
7	160	20	180	200**	nessun danno visibile in aggiunta
8	180	20	200	200**	nessun danno visibile in aggiunta
9	200	20	220	200**	aumento della flessione dell'intradosso e delle crepe
10	220	20	240	200**	nessun danno visibile in aggiunta
11	240	60	300	1050**	aumento della flessione dell'intradosso e delle crepe

Al termine dei carichi dinamici sono state rimosse le macerie e l'analisi visiva della struttura non ha evidenziato distacchi o rotture, solamente n° 2 ganci ad incastro sganciati.

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.



PROVA 3 - CONTROSOFFITTO CONTINUO IN ADERENZA

Resistenza allo sfondellamento e minimo ingombro - Rapporti di prova I.G. n° 403453 e n° 397090

Lastre in gesso rivestito Gyproc Fireline 15 (lastra di tipo antincendio) vincolata in aderenza ai travetti del solaio mediante tasselli metallici con rondella in acciaio.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO

- Rapporto di prova Istituto Giordano n° 397090:

CARICO LIMITE SOSTENUTO = 300 kg/m²

CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA =

60 kg/m² (300 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 1000 mm

CARICO DI COLLASSO = 360 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello

AREA DI CARICO: 1,1 m ²					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	60	60	300	formazione di crepe
2	60	60	120	250**	aumento della formazione di crepe
3	120	60	180	250**	aumento della formazione di crepe e flessione dell'intradosso con viti affossate nel pannello
4	180	60	240	250**	aumento della formazione di crepe e flessione dell'intradosso con viti affossate nel pannello
5	240	60	300	250	aumento della formazione di crepe e flessione dell'intradosso con viti affossate nel pannello
6	300	60	360	1000	crollo

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.

- Rapporto di prova Istituto Giordano n° 403453:

CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO < 230 kg applicati su un'impronta di carico di 230x350 mm

CARICO DI COLLASSO = 235 kg applicati su un'impronta di carico di 230x350 mm

IMPRONTA DI CARICO: 230 x 350 mm	
Carico applicato [kg]	Osservazioni
230	rifollamento della lastra in corrispondenza di una flangia
235	rottura della lastra



PROVA 4 - CONTROSOFFITTO CONTINUO CON LASTRA FORATA CON INTERCAPEDINE D'ARIA

Resistenza allo sfondellamento, assorbimento acustico, miglioramento della qualità dell'aria interna agli ambienti, elevata finitura estetica e integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 289790

Lastre in gesso rivestito forate Gyproc Rigitone® Activ'Air® / Gyproc Gyptone® BIG Activ'Air® (lastre forate disponibili in vari decori, in modo da poter abbinare alla resistenza allo sfondellamento anche l'assorbimento acustico), doppia struttura metallica Gyproc Gyprofile, vincolata ai travetti del solaio mediante barre filettate, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di 250 mm. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc CS.ASF 27/48 RIGITONE® Activ'Air® - Gyproc GYPTONE® BIG Activ'Air® di pag. 63-64.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 289790

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 120 kg/m²

■ CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA ≤ 60 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO A: 1,1 m ²					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	250	nessun danno visibile
2	20	20	40	250**	nessun danno visibile
3	40	20	60	250**	nessun danno visibile
4	60	20	80	250**	nessun danno visibile
5	80	40	120	250**	nessun danno visibile

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.

AREA DI CARICO B: 1,1 m ²				
Impatto [n.]	Carico statico presente [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	60	250	visibile lesione in alcuni punti della stuccatura di giunti tra le lastre e nel corpo della lastra



PROVA 5 - CONTROSOFFITTO MODULARE CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA CON INTERCAPEDINE D'ARIA

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, assorbimento acustico, elevata finitura estetica, ispezionabilità e integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 397095

Pannello in lana di roccia Eurocoustic Tonga® A 40, struttura metallica a vista Gyproc Linetec Plus T24, vincolata ai travetti del solaio mediante pendini in acciaio, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di circa 300 mm. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Eurocoustic TONGA® A40, TONGA® A22, TONGA® A40 + LA32 di pag. 60.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 397095

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 40 kg/m²

■ CARICO LIMITE SOSTENUTO = 160 kg/m²

■ CARICO DI COLLASSO = 200 kg/m²

■ CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA ≤ 60 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO B: 1,1 m ² (4 pannelli)					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	200	nessun danno visibile
2	20	20	40	250**	nessun danno visibile
3	40	20	60	250**	comparsa di danno: lieve flessione dell'intradosso
4	60	20	80	250**	flessione dell'intradosso con torsione della struttura
5	80	40	120	250**	vistoso aumento della flessione e sfilamento del pendino centrale
6	120	40	160	200**	aumento della flessione con aperture per distanziamento nei giunti, senza caduta di materiali
7	160	40	200	200**	crollò

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.

AREA DI CARICO A: 1,1 m ² (4 pannelli)				
Impatto [n.]	Carico statico presente [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	60	300	lieve flessione con parziale sfilamento del pannello



PROVA 6 - CONTROSOFFITTO MODULARE CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA E ISOLANTE CON INTERCAPEDINE D'ARIA

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, assorbimento acustico, elevata finitura estetica, isolamento termico e acustico, ispezionabilità e integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 397097

Pannello in lana di roccia Eurocoustic Tonga® A 40, struttura metallica a vista Gyproc Linetec Plus T24, vincolata ai travetti del solaio mediante pendini in acciaio, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di circa 300 mm, con isolante in lana minerale Isover Arena32 dello spessore di 45 mm posto all'estradosso dei pannelli. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Eurocoustic TONGA® A40, TONGA® A22, TONGA® A40 + LA32 di pag. 60.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 397097

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 60 kg/m²

■ CARICO LIMITE SOSTENUTO = 260 kg/m²

■ CARICO DI COLLASSO = 300 kg/m²

■ CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA ≤ 60 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO A: 1,1 m ² (4 pannelli)					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	200	nessun danno visibile
2	20	20	40	250**	nessun danno visibile
3	40	20	60	250**	nessun danno visibile
4	60	20	80	250**	comparsa del danno: lieve flessione dell'intradosso
5	80	40	120	250**	vistoso aumento della flessione e sfilamento del pendino centrale
6	120	40	160	200**	aumento della flessione dell'intradosso
7	160	40	200	200**	aumento della flessione dell'intradosso
8	200	20	220	200**	aumento della flessione dell'intradosso
9	220	40	260	200**	aumento della flessione dell'intradosso
10	260	40	300	200**	crollò

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.

AREA DI CARICO B: 1,1 m ² (4 pannelli)					
Impatto [n.]	Carico statico presente [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni	
1	0	60	300	parziale sfilamento di un pannello	



PROVA 7 - CONTROSOFFITTO MODULARE CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA E PROFILO DISTANZIALE CON INTERCAPEDINE D'ARIA

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, assorbimento acustico, elevata finitura estetica, ispezionabilità e integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 397093

Pannello in lana di roccia Eurocoustic Tonga® A 22, struttura metallica a vista Gyproc Linetec Plus T24, vincolata ai travetti del solaio mediante pendini in acciaio, profilo distanziale in acciaio posto all'estradosso dei pannelli a collegamento dei profili portanti della struttura metallica, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di circa 300 mm. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Eurocoustic TONGA® A40, TONGA® A22, TONGA® A40 + LA32 di pag. 60.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 397093

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 40 kg/m²

■ CARICO LIMITE SOSTENUTO = 140 kg/m²

■ CARICO DI COLLASSO = 180 kg/m²

■ CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA ≤ 60 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO A: 1,1 m ² (4 pannelli)					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	250	nessun danno visibile
2	20	20	40	200**	nessun danno visibile
3	40	20	60	200**	comparsa di danno: svergolamento dei traversi e della struttura
4	60	40	100	200**	flessione dell'intradosso con evidente deformazione della struttura
5	100	40	140	200**	aumento della flessione dell'intradosso
6	140	40	180	250**	crollo

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.

AREA DI CARICO B: 1,1 m ² (4 pannelli)					
Impatto [n.]	Carico statico presente [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni	
1	0	60	300	crollo	



PROVA 8 - CONTROSOFFITTO MODULARE CON PANNELLI IN LASTRE FORATE E PROFILO DISTANZIALE CON INTERCAPEDINE D'ARIA

Resistenza allo sfondellamento, assorbimento acustico, miglioramento della qualità dell'aria interna agli ambienti, elevata finitura estetica, ispezionabilità e integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 397092

Pannello in lastra di gesso rivestito Gyproc Gyptone® Point 80 Activ'Air®, struttura metallica a vista Gyproc Linetec Plus T24, vincolata ai travetti del solaio mediante pendini in acciaio, profilo distanziale in acciaio posto all'estradosso dei pannelli a collegamento dei profili portanti della struttura metallica, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di circa 500 mm. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc GYPTONE® Activ'Air® di pag. 61.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 397092

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO =

AREA DI CARICO A: 60 kg/m²

■ CARICO LIMITE SOSTENUTO =

AREA DI CARICO A: 280 kg/m²

AREA DI CARICO B: 180 kg/m²

■ CARICO DI COLLASSO =

AREA DI CARICO A: 340 kg/m²

AREA DI CARICO B: 240 kg/m²

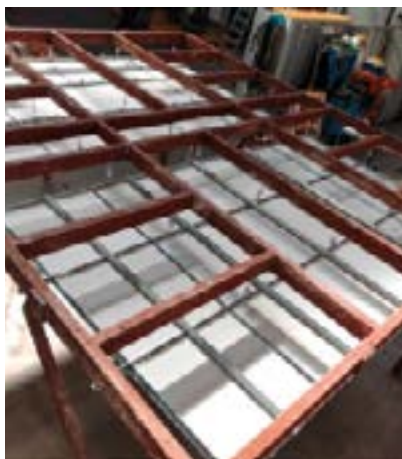
■ CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA ≤ 60 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO A: 0,36 m ² (1 pannello)					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	250	nessun danno visibile
2	20	20	40	250**	nessun danno visibile
3	40	20	60	250**	nessun danno visibile
4	60	40	100	250**	lieve inflessione dell'intradosso con formazione di crepa di 100 mm
5	100	40	140	250**	aumento della flessione dell'intradosso e della crepa
6	140	40	180	250**	aumento della flessione dell'intradosso e della crepa
7	180	40	220	250**	aumento della flessione dell'intradosso e della crepa
8	220	60	280	250**	aumento della flessione dell'intradosso e della crepa
9	280	60	340	500**	crollò

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.



AREA DI CARICO B: 1,1 m ² (4 pannelli)					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	230	visibile flessione dei traversi
2	20	20	40	200**	aumento della flessione dei traversi
3	40	20	60	200**	aumento della flessione dei traversi
4	60	40	100	200**	aumento della flessione dei traversi e flessione dell'intradosso
5	100	40	140	200**	aumento della flessione dei traversi e flessione dell'intradosso
6	140	40	180	300**	aumento della flessione dei traversi e flessione dell'intradosso
7	180	60	240	300**	crollo

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.

AREA DI CARICO C: 1,1 m ² (4 pannelli)				
Impatto [n.]	Carico statico presente [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	60	300	apertura del controsoffitto per parziale sgancio dei componenti, senza caduta di materiale

PROVA 9 - CONTROSOFFITTO MODULARE CON PANNELLI IN LASTRE FORATE CON INTERCAPEDINE D'ARIA

Resistenza allo sfondellamento, assorbimento acustico, miglioramento della qualità dell'aria interna agli ambienti, elevata finitura estetica, ispezionabilità e integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 397091

Pannello in lastra di gesso rivestito Gyproc Gyptone® Point 80 Activ'Air®, struttura metallica a vista Gyproc Linetec Plus T24, vincolata ai travetti del solaio mediante pendini in acciaio, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di circa 250 mm. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc GYPTONE® Activ'Air® di pag. 61.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 397091

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 40 kg/m²

■ CARICO LIMITE SOSTENUTO = 180 kg/m²

■ CARICO DI COLLASSO = 220 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO: 0,36 m ² (1 pannello)					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	250	nessun danno visibile
2	20	20	40	250**	nessun danno visibile
3	40	20	60	250**	formazione di crepa di 20 mm
4	60	40	100	250**	aumento della flessione dell'intradosso e della crepa
5	100	40	140	250**	aumento della flessione dell'intradosso e della crepa
6	140	40	180	250**	aumento della flessione dell'intradosso e della crepa
7	180	40	220	250**	crollo

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.



B: ANTISFONDELLAMENTO - SOLUZIONI A SECCO - CONTROSOFFITTI CONTINUI AUTOPORTANTI

I controsoffitti autoportanti sono elementi secondari non strutturali installati all'intradosso dei solai, al fine di incrementarne le prestazioni e la funzionalità; la struttura metallica del controsoffitto autoportante non è fissata al solaio ma alle pareti perimetrali attraverso dei profili guida perimetrali.

Riguardo la sicurezza in caso di possibile sfondellamento dei solai, sono state sottoposte a prova sperimentale tre tipologie di controsoffitto continuo autoportante in lastre di gesso rivestito, con luce massima di 4 m, 6 m e 8 m. Le caratteristiche principali di questi sistemi sono:

- soluzioni certificate in laboratori specifici e autorizzati (accreditati);
- elevata tenuta ai carichi di caduta – carichi complessivi (contributo statico e dinamico) fino a oltre 200 kg/m² - vedi dettaglio risultati a seguire;
- possibilità di realizzare controsoffitti nel caso in cui non è possibile ancorarsi al solaio;
- semplicità di soluzione (impiega sistemi “standard”);
- velocità di posa;
- integrazione impiantistica;
- economicità della soluzione;
- ridotto disagio per gli occupanti gli ambienti;
- soluzione interamente a secco;
- protezione dal fuoco;
- elevata finitura estetica.

Riportiamo a seguire i risultati ottenuti nelle prove sperimentali di resistenza al carico da caduta (antisfondellamento) condotte presso il laboratorio Istituto Giordano su tre tipologie di controsoffitti continui in lastre di gesso rivestito e struttura metallica di sostegno. Gli impatti sono stati fatti utilizzando elementi di caduta (tavole in laterizio), rilasciati da altezze diverse in corrispondenza di varie porzioni dei controsoffitti, le altezze di caduta sono definite come la distanza tra l'intradosso della tavola in laterizio e l'estradosso del controsoffitto. Durante la prova per ciascun impatto è stata registrata la freccia progressiva sotto carico al centro dell'area soggetta all'impatto stesso. Le prove sono state eseguite con incremento progressivo del carico impattante.

Tutte le prove sperimentali svolte, e in seguito dettagliate, hanno dimostrato che i controsoffitti hanno una elevata resistenza e tenuta nei confronti dei carichi da caduta, garantendo funzionalità e sicurezza (assenza cedimenti, rotture, perdita o passaggio di materiale) per carichi elevati.

PROVA 10 - CONTROSOFFITTO CONTINUO AUTOPORTANTE - LUCE MASSIMA FINO A 4 m

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco e integrazione impiantistica- Rapporto di prova I.G. n° 419561

Lastre in gesso rivestito Gyproc Fireline 15 (lastra di tipo antincendio, in modo da poter abbinare alla resistenza allo sfondellamento anche la protezione dal fuoco del solaio), struttura metallica Gyproc Gyprofile, costituita da guide orizzontali ad U da 90x75x90 mm, spessore 1 mm e montanti orizzontali a C da 75 mm solidarizzati dorso a dorso e posti ad interasse massimo di 400 mm. Luce massima fino a 4 m. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc CS.AUT.ASF 90/75 F di pag. 66.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 419561 LUCE MAX fino a 4 m

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 80 kg/m²

CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA =

- 20 kg/m² (80 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 600 mm

- 60 kg/m² (200 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 1750 mm

■ CARICO LIMITE SOSTENUTO (TERMINE PROVA) = 260 kg/m²

Impatto [n.]	Area di carico [m ²]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Tipologia di caduta	Osservazioni
1	2,34	0	20	20	250	Centro	nessun danno visibile
2	2,34	20	20	40	250**	Centro	nessun danno visibile
3	2,34	40	20	60	350**	Centro	nessun danno visibile
4	2,34	60	20	80	350**	Centro	nessun danno visibile
5	2,34	80	20	100	600**	Centro	lieve flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento)
6	2,34	100	20	120	650**	Centro	formazione di fessura su un giunto e flessione dell'intradosso
7	0,96	120	60	180	350**	Laterale	formazione di crepa su una lastra e fessura su giunto e su lastra
8	2,34	180	20	200	750**	Laterale	evidente flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento)
9	1,52	200	60	260	250**	Laterale	evidente flessione dell'intradosso (spanciamento) e formazione di crepe nei giunti

Al termine dei carichi dinamici sono state rimosse le macerie e l'analisi visiva della struttura non ha evidenziato distacchi o rotture

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alla struttura metallica del controsoffitto.



PROVA 11 - CONTROSOFFITTO CONTINUO AUTOPORTANTE - LUCE MASSIMA FINO A 6 m

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco e integrazione impiantistica- Rapporto di prova I.G. n° 419562

Lastre in gesso rivestito Gyproc Fireline 15 (lastra di tipo antincendio, in modo da poter abbinare alla resistenza allo sfondellamento anche la protezione dal fuoco del solaio), struttura metallica Gyproc Gyprofile, costituita da guide orizzontali ad U da 90x100x90 mm, spessore 1 mm e montanti orizzontali a C da 100 mm solidarizzati a creare un profilo scatolare e posti ad interasse massimo di 300 mm. Luce massima fino a 6 m. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc CS.AUT.ASF 115/100 F di pag. 66.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 419562

LUCE MAX fino a 6 m

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 60 kg/m²

CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA =

- 20 kg/m² (60 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 350 mm

- 60 kg/m² (200 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 1750 mm

■ CARICO LIMITE SOSTENUTO (TERMINE PROVA) = 260 kg/m²

Impatto [n.]	Area di carico [m ²]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Tipologia di caduta	Osservazioni
1	2,34	0	20	20	250	Centro	nessun danno visibile
2	2,34	20	20	40	250**	Centro	nessun danno visibile
3	2,34	40	20	60	350**	Centro	nessun danno visibile
4	2,34	60	20	80	350**	Centro	lieve flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento) e formazione di crepa su un giunto
5	1,52	80	40	120	500**	Centro	evidente flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento)
6	2,34	120	40	160	500**	Laterale	evidente flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento)
7	2,34	160	40	200	500**	Laterale	evidente flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento)
8	1,52	200	60	260	1750**	Centro	formazione di fessure sui giunti trasversali

Al termine dei carichi dinamici sono state rimosse le macerie e l'analisi visiva della struttura non ha evidenziato distacchi o rotture

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alla struttura metallica del controsoffitto.



PROVA 12 - CONTROSOFFITTO CONTINUO AUTOPORTANTE - LUCE MASSIMA FINO A 8 m

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco e integrazione impiantistica- Rapporto di prova I.G. n° 419563

Lastre in gesso rivestito Gyproc Fireline 15 (lastra di tipo antincendio, in modo da poter abbinare alla resistenza allo sfondellamento anche la protezione dal fuoco del solaio), struttura metallica Gyproc Gyprofile, costituita da guide orizzontali ad U da 90x150x90 mm, spessore 1 mm e montanti orizzontali a C da 150 mm solidarizzati dorso a dorso e posti ad interasse massimo di 300 mm. Luce massima fino a 8 m. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc CS.AUT.ASF 165/150 F di pag. 67.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 419563

LUCE MAX fino a 8 m

CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 60 kg/m²

CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA =

- 40 kg/m² (60 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 350 mm

- 40 kg/m² (140 kg/m² di carico statico già presenti) con altezza di caduta 500 mm

CARICO LIMITE SOSTENUTO = 180 kg/m²

CARICO DI COLLASSO = 220 kg/m²

Impatto [n.]	Area di carico [m ²]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Tipologia di caduta	Osservazioni
1	2,34	0	20	20	250	Centro	nessun danno visibile
2	2,34	20	20	40	250**	Centro	nessun danno visibile
3	2,34	40	20	60	350**	Centro	nessun danno visibile
4	2,34	60	40	100	350**	Centro	lieve flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento) e cavillature nel giunto
5	1,52	100	40	140	600**	Centro	visibile flessione dell'intradosso del controsoffitto (spanciamento)
6	2,34	140	40	180	500**	Laterale	evidente flessione dell'intradosso del controsoffitto e crepe nei pannelli e alle viti
7	2,34	180	40	220	500**	Laterale	piegatura / crollo

Al termine dei carichi dinamici sono state rimosse le macerie e l'analisi visiva della struttura non ha evidenziato distacchi o rotture

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alla struttura metallica del controsoffitto.



C: PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO E ANTINCENDIO GYPROC IGNIVER

L'intonaco leggero antincendio Gyproc Igniver, a base di gesso e vermiculite, è specifico per la protezione passiva dal fuoco degli elementi strutturali, compresi i solai. Riguardo la sicurezza in caso di possibile sfondellamento dei solai, sono state sottoposte a prova sperimentale diverse tipologie di sistemi che combinano uno strato di intonaco con interposta una rete di rinforzo, in acciaio o in fibra di vetro. Le caratteristiche principali di questi sistemi sono:

- soluzioni certificate in laboratori specifici e autorizzati (accreditati);
- elevata tenuta ai carichi di caduta – carichi complessivi (contributo statico e dinamico) superiori a 400 kg;
- elevata resistenza al fuoco, fino alla classificazione REI 240, anche nel caso di solai già sfondellati
- leggerezza (ridottissimo aggravio di peso nei confronti dei solai, che essendo ammalorati potrebbero aver compromessa anche la capacità portante)
- ingombri ridotti
- velocità di posa
- integrazione impiantistica e con altri sistemi, come i controsoffitti

Riportiamo a seguire i risultati ottenuti nelle prove sperimentali di resistenza al carico da caduta (antisfondellamento) condotte presso il laboratorio Istituto Giordano su vari sistemi composti da intonaco Gyproc Igniver e rete di rinforzo.

Prove condotte sia valutando l'impatto con un carico dinamico, riprendendo le modalità già descritte nel precedente paragrafo (elementi di caduta costituiti da tavelle che impattato a diverse altezze sull'estradosso del sistema di tenuta), sia applicando mediante un puntone di spinta un carico statico verticale continuo fino al cedimento del sistema o di una componente.

Tutte le prove sperimentali svolte, e in seguito dettagliate, hanno dimostrato che i sistemi hanno una elevata resistenza e tenuta nei confronti dei carichi da caduta (dinamici) e statici, garantendo funzionalità e sicurezza (assenza cedimenti, rotture, perdita o passaggio di materiale) per carichi elevati.

PROVA 13 - SISTEMA IN ADERENZA CON INTONACO GYPROC IGNIVER E RETE IN ACCIAIO NERVATA

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, assorbimento acustico, integrazione impiantistica, minimo ingombro, compatibilità con controsoffitti - Rapporto di prova I.G. n° 395111

Rete porta intonaco in acciaio nervato tipo Pernervometal, installata all'intradosso del solaio, vincolata ai travi dello stesso mediante tasselli metallici e rondella in acciaio, con strato di intonaco protettivo antincendio Gyproc Igniver ad inglobamento completo della stessa. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc IGNIVER e rete in acciaio nervata (Soluzione B) pag. 69.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 395111

CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO = 40 kg/m²

CARICO LIMITE SOSTENUTO = 180 kg/m²

CARICO DI COLLASSO = 220 kg/m²

CARICO CONCENTRATO DI SICUREZZA ≤ 60 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 250 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO A: 1,1 m ²					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	20	20	200	nessun danno visibile
2	20	20	40	200**	nessun danno visibile
3	40	20	60	200**	formazione di crepe
4	60	40	100	200**	aumento della formazione di crepe
5	100	40	140	200**	aumento della formazione di crepe e visibile flessione dell'intradosso
6	140	40	180	300**	aumento della formazione di crepe e visibile flessione dell'intradosso
7	180	40	220	300**	crollò

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.

AREA DI CARICO B: 0,36 m ²					
Impatto [n.]	Carico statico presente [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1***	0	60	60	300	formazione di crepe molto evidenti e visibile flessione dell'intradosso

(***) su richiesta del cliente l'impatto è stato eseguito non al centro del provino ma in posizione eccentrica, vicina ad un lato.



PROVA 14 - SISTEMA CON INTERCAPEDINE CON INTONACO GYPROC IGNIVER E RETE IN ACCIAIO NERVATA

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, assorbimento acustico, integrazione impiantistica - Rapporto di prova I.G. n° 395111

Rete porta intonaco in acciaio nervato tipo Pernervometal, installata all'intradosso del solaio, sospesa e vincolata ai travetti dello stesso mediante tasselli metallici e rondella in acciaio e pendini in acciaio, intercapedine d'aria, che corrisponde all'altezza di caduta dei carichi, variabile, fino ad un massimo di circa 400 mm, con strato di intonaco protettivo antincendio Gyproc Igniver ad inglobamento completo della stessa. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc IGNIVER e rete in acciaio nervata (Soluzione B) pag. 69.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 395111

CARICO LIMITE SOSTENUTO = 100 kg/m²

CARICO DI COLLASSO = 140 kg/m²

Prestazioni valide con plenum di altezza media circa 300 mm dall'estradosso del pannello.

AREA DI CARICO A1: 0,36 m ²					
Impatto [n.]	Carico statico presente* [kg/m ²]	Carico dinamico [kg/m ²]	Carico massimo sostenuto [kg/m ²]	Altezza di caduta del carico [mm]	Osservazioni
1	0	60	60	300	formazione di crepe molto evidenti e visibile flessione dell'intradosso
2	60	40	100	300**	formazione di crepe molto evidenti e visibile flessione dell'intradosso
3	100	40	140	400**	crollò

(*) carico presente sulla porzione di controsoffitto dovuto agli elementi di caduta precedenti.

(**) distanza dall'intradosso della tavella in laterizio alle macerie accumulate sull'estradosso del controsoffitto.



PROVA 15 - SISTEMA IN ADERENZA CON INTONACO GYPROC IGNIVER E RETE IN FIBRA DI VETRO webertec rete 250/A

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, assorbimento acustico, integrazione impiantistica, minimo ingombro, compatibilità con controsoffitti - Rapporto di prova I.G. n° 403451

Rete di rinforzo strutturale in fibra di vetro alcali resistente e protetta con PVA webertec rete 250/A, installata all'intradosso del solaio, vincolata ai travetti dello stesso mediante tasselli metallici e rondella in acciaio, con strato di intonaco protettivo antincendio Gyproc Igniver ad inglobamento completo della stessa. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc IGNIVER e rete in fibra di vetro webertec rete250/A (Soluzione C) pag. 69.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 403451

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO < 360 kg applicati su un'impronta di carico di 230x350 mm

■ CARICO DI COLLASSO = 550 kg applicati su un'impronta di carico di 230x350 mm

IMPRONTA DI CARICO: 230 x 350 mm	
Carico applicato [kg]	Osservazioni
360	cavillature dell'intonaco
450	rottura localizzata della rete
480	crolli di porzioni di intonaco
550	collasso del sistema / termine prova



PROVA 16 - SISTEMA IN ADERENZA CON INTONACO GYPROC IGNIVER E RETE IN MAGLIA DI ACCIAIO

Resistenza allo sfondellamento, resistenza al fuoco, assorbimento acustico, integrazione impiantistica, minimo ingombro, compatibilità con controsoffitti - Rapporto di prova I.G. n° 403452

Rete di rinforzo Gyproc, in acciaio zincato filo \varnothing 1 mm, maglia 19 mm \times 19 mm, installata all'intradosso del solaio, vincolata ai travetti dello stesso mediante tasselli metallici e rondella in acciaio, con strato di intonaco protettivo antincendio Gyproc Igniver ad inglobamento completo della stessa. Per ulteriori dettagli relativi alla stratigrafia fare riferimento alla soluzione Gyproc IGNIVER e rete in maglia di acciaio (Soluzione D) pag. 69.

RESISTENZA ALLO SFONDELLAMENTO - Rapporto di prova Istituto Giordano n° 403452

■ CARICO LIMITE SENZA NESSUN DANNO < 700 kg applicati su un'impronta di carico di 230x350 mm

■ CARICO DI COLLASSO = 950 kg applicati su un'impronta di carico di 230x350 mm

IMPRONTA DI CARICO: 230 x 350 mm	
Carico applicato [kg]	Osservazioni
700	cavillature dell'intonaco
950	rottura localizzata della rete con perdita di porzioni di intonaco



2.7. ESEMPI DELLE PRINCIPALI TIPOLOGIE COSTRUTTIVE

SISTEMA A SECCO - PARETI

Pareti divisorie interne tipo **DA**

Gyproc HF 1.2 - DA 100/75 L HF

Pareti divisorie interne tipo **SA**

Gyproc SA 125/75 L HAB - HABITO® PRATICA

Gyproc SA 125/75 L F

Gyproc SA 125/75 L DG F

Gyproc SA 125/75 L DG

Gyproc HF 1.4 - SA 125/75 L HF HAB

Gyproc HF 1.3 - SA 125/75 L HF

Pareti divisorie interne tipo **SAD5**

Gyproc HF 2.1 - SAD5 213/75 L HF

Pareti di tamponamento perimetrale esterno tipo **SAD4**

Gyproc GX1 - SAD4 231/100-75 L GX HF



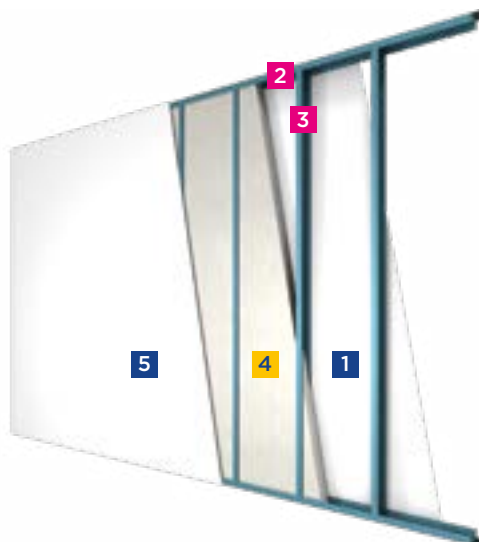
HF 1.2

DA 100/75 L HF

Spessore: 100 mm | **Peso:** 28,85 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** 1 lastra Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2** Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 3** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 4** Isolante in lana di vetro Isover **PAR Gold N 4+/
lana minerale Isover Arena32**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 5** 1 lastra Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Resistenza al fuoco: EI 60 - Hmax = 5 m LAPI 177/C/15-262 FR EXAP A.R. LAPI 071/C/21.AR2/23 F.T. LAPI Pareti singola struttura	Fonoisolamento: R_w = 52 dB I.G. 327558	Trasmittanza termica: U = 0,378 W/m²K
Portata ai carichi	Resistenza agli urti	Ambienti umidi: utilizzo di Habito® Forte Hydro
Resistenza all'azione sismica: Report Politecnico di Milano	Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD	Resa estetica: il cartone bianco agevola le operazioni di finitura

SA 125/75 L HAB - HABITO® PRATICA

Spessore: 125 mm | **Peso:** 43,75 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** 2 lastre Gyproc **HABITO® 13 Activ'Air®**
(tipo DI, peso 10,2 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2** Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 3** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 4** Isolante in lana di vetro Isover **AcustiPAR 4+/
lana minerale Isover Arena34**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 5** 2 lastre Gyproc **HABITO® 13 Activ'Air®**
(tipo DI, peso 10,2 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



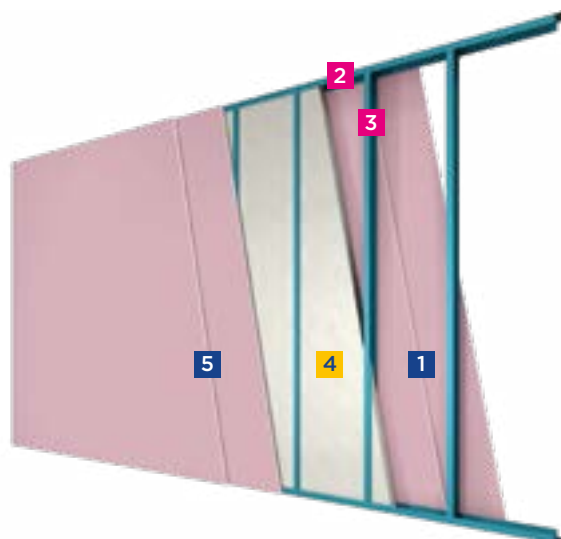
Resistenza al fuoco: EI 120 - Hmax = 4 m CSI 2355 FR EXAP CSI 0026-ING-ING-21 F.T. LAPI Pareti singola struttura	Fonoisolamento: AcustiPAR 4+: R_w = 56 dB I.G. 350948 Arena34: R_w = 57 dB I.G. 350664	Trasmittanza termica: AcustiPAR 4+: U = 0,408 W/m²K Arena34: U = 0,375 W/m²K
Resistenza all'azione sismica: Report Politecnico di Milano	Ambienti umidi: utilizzo di Habito® Hydro Activ'Air®	Resa estetica: il cartone bianco agevola le operazioni di finitura
Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD Activ'Air®		

SA 125/75 L F

Spessore: 125 mm | **Peso:** 43,35 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** 2 lastre Gyproc **FIRELINE 13**
(tipo DF, peso 10,1 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2** Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 3** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 4** Isolante in lana di vetro Isover **AcustiPAR 4+**/
lana minerale Isover **Arena34**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 5** 2 lastre Gyproc **FIRELINE 13**
(tipo DF, peso 10,1 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Resistenza al fuoco:

EI 120 - H_{max} = 5 m
LAPI 262/C/21-365 FR
(AcustiPAR 4+)
LAPI 238/C/18-334 FR (Arena34)
EXAP A.R. LAPI 071/C/21.AR2/23
F.T. LAPI Pareti singola struttura



Fonoisolamento:

AcustiPAR 4+: R_w = 56 dB
I.G. 350948
Arena34: R_w = 57 dB
I.G. 350664



Trasmittanza termica:

AcustiPAR 4+: U = 0,408 W/m²K
Arena34: U = 0,375 W/m²K



Resistenza all'azione sismica:

Report Politecnico di Milano



Sostenibilità:

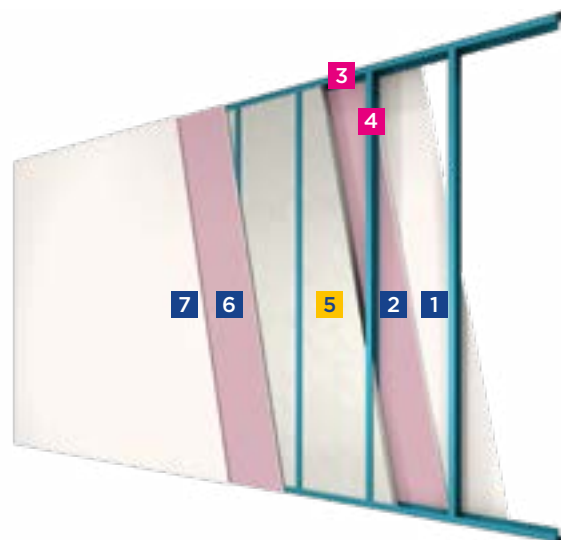
VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD

SA 125/75 L DG F

Spessore: 125 mm | **Peso:** 47,75 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** 1 lastra Gyproc **DURAGYP 13 Activ'Air®**
(tipo DEFH1IR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2** 1 lastra Gyproc **FIRELINE 13**
(tipo DF, peso 10,1 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 3** Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 4** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 5** Isolante in lana di vetro Isover **AcustiPAR 4+**/
lana minerale Isover **Arena34**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 6** 1 lastra Gyproc **FIRELINE 13**
(tipo DF, peso 10,1 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 7** 1 lastra Gyproc **DURAGYP 13 Activ'Air®**
(tipo DEFH1IR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Nota: possibilità di sostituire le lastre Gyproc DURAGYP 13 Activ'Air® con le lastre Gyproc DURAGYP ECO 13 Activ'Air®



Resistenza al fuoco:

EI 120 - H_{max} = 5 m
LAPI 96/C/12-155 FR
EXAP A.R. LAPI 071/C/21.AR2/23
F.T. LAPI Pareti singola struttura



Fonoisolamento:

AcustiPAR 4+: R_w = 58 dB
Val. an. rif. I.G. 350948
Arena34: R_w = 59 dB
Val. an. rif. I.G. 350664



Trasmittanza termica:

AcustiPAR 4+: U = 0,412 W/m²K
Arena34: U = 0,378 W/m²K



Resistenza all'azione sismica:

Report Politecnico di Milano



Sostenibilità:

VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD | Activ'Air®



Ambienti umidi:

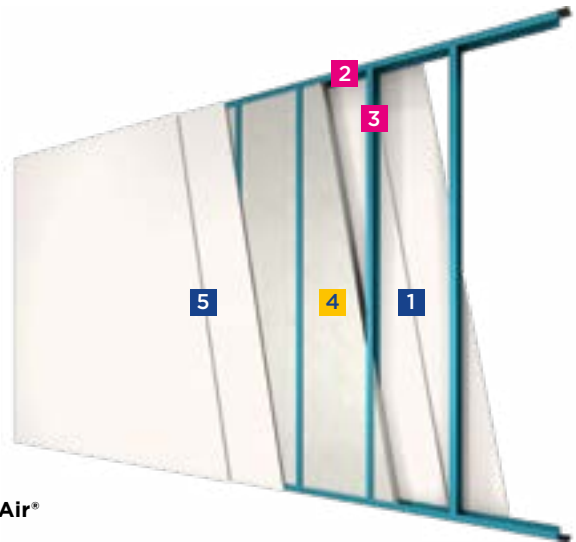
idonea

SA 125/75 L DG

Spessore: 125 mm | **Peso:** 52,15 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** 2 lastre Gyproc **DURAGYP 13 Activ'Air**[®]
(tipo DEFH11R, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2** Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 3** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 4** Isolante in lana di vetro Isover **AcustiPAR 4+**/
lana minerale Isover **Arena34**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 5** 2 lastre Gyproc **DURAGYP 13 Activ'Air**[®]
(tipo DEFH11R, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Nota: possibilità di sostituire le lastre Gyproc **DURAGYP 13 Activ'Air**[®] con le lastre Gyproc **DURAGYP ECO 13 Activ'Air**[®]

Resistenza al fuoco: EI 120 - Hmax = 5 m LAPI 281/C/22-384 FR EXAP A.R. LAPI 071/C/21.AR2/23 F.T. LAPI Pareti singola struttura	Fonoisolamento: AcustiPAR 4+: R _w = 59 dB Val. an. rif. I.G. 350948 Arena34: R _w = 60 dB Z-LAB 044-2021-IAP	Trasmittanza termica: AcustiPAR 4+: U = 0,415 W/m ² K Arena34: U = 0,381 W/m ² K
Resistenza all'azione sismica: Report Politecnico di Milano	Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD Activ'Air [®]	Ambienti umidi: idonea

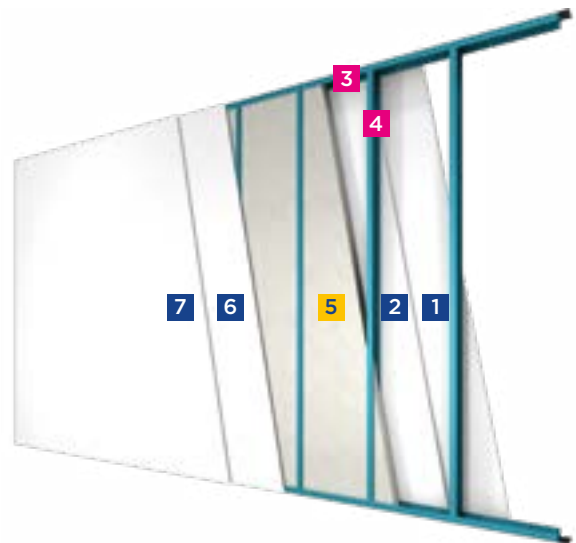
HF 1.4

SA 125/75 L HF HAB

Spessore: 125 mm | **Peso:** 47,95 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** 1 lastra Gyproc **HABITO[®] FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2** 1 lastra Gyproc **HABITO[®] 13 Activ'Air**[®]
(tipo DI, peso 10,2 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 3** Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 4** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 5** Isolante in lana di vetro Isover **AcustiPAR 4+**/
lana minerale Isover **Arena34**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 6** 1 lastra Gyproc **HABITO[®] 13 Activ'Air**[®]
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 7** 1 lastra Gyproc **HABITO[®] FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Resistenza al fuoco: EI 120 - Hmax = 5 m F.T. LAPI Pareti singola struttura	Fonoisolamento: AcustiPAR 4+: R _w = 60 dB Val. an. rif. I.G. 327557 Arena34: R _w = 61 dB Val. an. rif. I.G. 327557	Trasmittanza termica: AcustiPAR 4+: U = 0,412 W/m ² K Arena34: U = 0,378 W/m ² K
Portata ai carichi	Resistenza agli urti	Ambienti umidi: utilizzo di Habito [®] Forte Hydro
Resistenza all'azione sismica: Report Politecnico di Milano	Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD Activ'Air [®]	Resa estetica: il cartone bianco agevola le operazioni di finitura

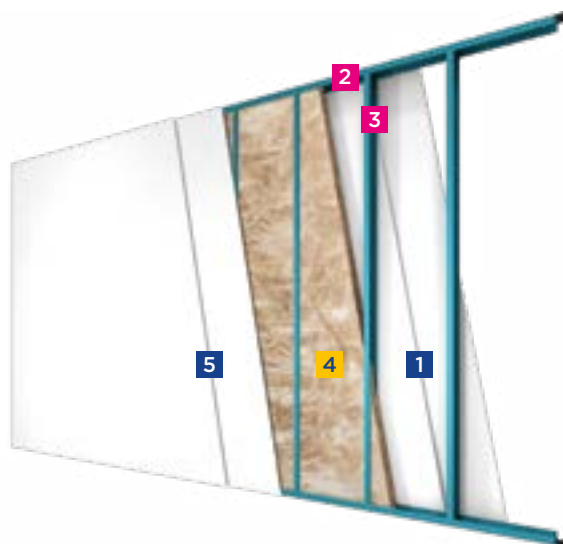
HF 1.3

SA 125/75 L HF

Spessore: 125 mm | **Peso:** 52,15 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 2 lastre Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- Isolante in lana minerale Isover **Arena34**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 2 lastre Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Resistenza al fuoco: EI 120 - Hmax = 5 m I.G. 327545/3738 FR EXAP I.G. 382422 F.T. LAPI Pareti singola struttura	Fonoisolamento: R_w = 63 dB Val. an. rif. I.G. 327557	Trasmittanza termica: AcustiPAR 4+: U = 0,415 W/m ² K Arena34: U = 0,381 W/m ² K
Portata ai carichi	Resistenza agli urti	Ambienti umidi: utilizzo di Habito® Forte Hydro
Resistenza all'azione sismica: Report Politecnico di Milano	Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD	Resa estetica: il cartone bianco agevola le operazioni di finitura

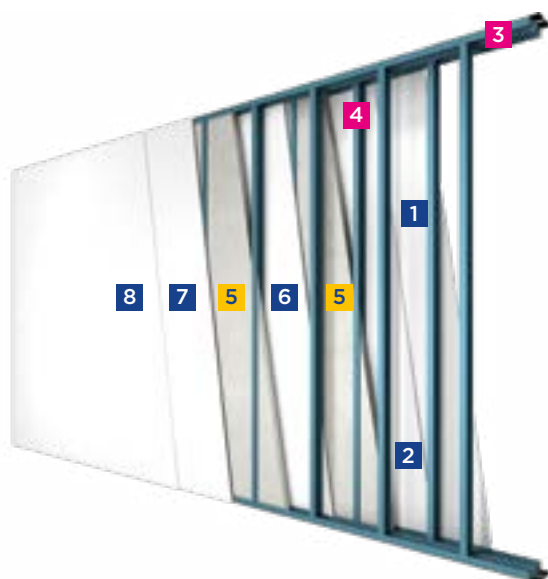
HF 2.1

SAD5 213/75 L HF HAB

Spessore: 212,5 mm | **Peso:** 63,20 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1 lastra Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 1 lastra Gyproc **HABITO® 13 Activ'Air®**
(tipo DI, peso 10,2 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2 x Guide a U Gyproc **GYPROFILE** (parallele affiancate)
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 2 x Montanti a C Gyproc **GYPROFILE** (paralleli affiancati)
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm, sfalsati
- 2 x Isolante in lana di vetro Isover **PAR 4+**
sp. 70+70 mm, reaz. al fuoco A1
- 1 lastra Gyproc **HABITO® FORTE 13** (centrale)
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 1 lastra Gyproc **HABITO® 13 Activ'Air®**
(tipo DI, peso 10,2 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 1 lastra Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Resistenza al fuoco: EI 120 - Hmax = 4 m I.G. 327546/3739 FR F.T. LAPI Pareti doppia struttura	Fonoisolamento: R_w = 70 dB Val. an. rif. I.G. 335944	Trasmittanza termica: U = 0,236 W/m²K
Portata ai carichi	Resistenza agli urti	Ambienti umidi: utilizzo di Habito® Forte Hydro
Resistenza all'azione sismica: Report Politecnico di Milano	Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD Activ'Air®	Resa estetica: il cartone bianco agevola le operazioni di finitura
		Resistenza all'effrazione: Classe 2 (int. mont. 600 mm) I.G. 356942

GX1

SAD4 231/100-75 L GX HF

Spessore: 231 mm | **Peso:** 60,85 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** 1 lastra Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 2** 1 lastra Gyproc **VAPOR 13**
(tipo A, peso 9,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 3** Guide a U Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm
- 4** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE**
da 75 mm, sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 5** Isolante in lana di vetro Isover **PAR 4+**
sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 6** 1 lastra Gyproc **HABITO® FORTE 13**
(tipo DFIR, peso 12,3 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 7** Guide a U Gyproc **EXTERNAL PROFILE ZN-MG** da 100 mm
sp. 0,8 mm
- 8** Montanti a C Gyproc **EXTERNAL PROFILE ZN-MG** da 100 mm
sp. 0,8 mm, int. max 600 mm
- 9** Isolante in lana minerale Isover **Arena34**
sp. 95 mm, reaz. al fuoco A1
- 10** Tessuto idrorepellente traspirante tipo **TYVEK®**
- 11** 1 lastra Gyproc **GLASROC® X**
(tipo GM-FH1IR, peso 12 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A1
- 12** Adesivo rasante Gyproc **GLASROC® X SKIM/**
webertherm AP60 TOP F grigio
sp. 6 mm, reaz. al fuoco A1
- 13** Rivestimento a spessore della gamma **webercote TRAMA**
con relativo primer **weberprim**



Resistenza al fuoco: EI 120 - H _{max} = 4 m I.G. 327546/3739 FR F.T. LAPI Pareti doppia struttura	Fonoisolamento: R_w = 68 dB I.G. 355572 + Rel. tecnica	Trasmittanza termica: U = 0,194 W/m²K
Prevenzione incendi - Facciata: Soluzione conforme alla RTV V.13 - Non necessita di fasce di separazione	Portata ai carichi	Resistenza agli urti
Tenuta all'acqua: Classe RE1500 I.G. 355981	Resistenza all'azione sismica: Report Politecnico di Milano	Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD
Resa estetica: il cartone bianco agevola le operazioni di finitura	Resistenza all'effrazione: Classe 2 (int. mont. 400 mm) I.G. 355248 + Rel. tecnica	
Permeabilità all'aria parti fisse: Classe AE1500 I.G. 355981	Tenuta al carico di vento: Positivo I.G. 355981	

SISTEMA A SECCO - CONTROSOFFITTI MODULARI, CONTINUI, CONTINUI AUTOPORTANTI | RESISTENZA ALL'AZIONE SISMICA E ANTISFONDELLAMENTO

Controsoffitti modulari

Eurocoustic TONGA® A40, TONGA® A22, TONGA® A40 + LA32

Gyproc GYPTONE® Activ'Air®

Gyproc GYQUADRO Activ'Air® / GYQUADRO A1

Controsoffitti continui

Gyproc CS.P.ASF 27/48 F

Gyproc CS.AD.ASF 27/48 F

Gyproc CS.ASF 27/48 RIGITONE® Activ'Air®

Gyproc GYPTONE® BIG Activ'Air®

Gyproc CS.P 27/48 LA34 HAB

Controsoffitti continui autoportanti

Gyproc CS.AUT.ASF 90/75 F

Gyproc CS.AUT.ASF 115/100 F

Gyproc CS.AUT.ASF 165/150 F



Eurocoustic TONGA® A40, TONGA® A22, TONGA® A40 + LA32

Spessore: variabile | **Peso:** variabile

Prodotti utilizzati:

1 Solaio esistente

2 Intercapedine d'aria variabile

3 Struttura metallica di sostegno
Gyproc **LINETEC PLUS T24**

da 24 mm, sezione a T rovescio in lamiera d'acciaio zincato da 0,4 mm di spessore, verniciato in colore bianco; tali profili realizzano una maglia modulare da 600 x 600 mm costituita da:

SOLUZIONE STANDARD:

- profilo portante int. max 1200 mm
- profilo trasversale da 1200 mm perpendicolare al profilo primario, int. 600 mm
- profilo trasversale da 600 mm perpendicolare al profilo trasversale precedente, int. 1200 mm
- ganci di sospensione regolabili (distanza massima tra pendino e parete 600 mm) int. max. 1200 mm

SOLUZIONE ANTISFONDELLAMENTO:

- profilo portante int. max 600 mm
- profilo trasversale da 600 mm perpendicolare al profilo portante, int. 600 mm
- ganci di sospensione regolabili int. max. 800 mm

4 Isolante in lana minerale Isover **Arena32**

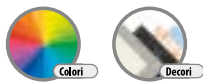
sp. 45 mm, reaz. al fuoco A1

5 Gyproc **PROFILO DISTANZIALE 600 mm**

per portante a T, posto perpendicolarmente ai portanti in mezzera di ogni pannello

6 Pannelli in lana di roccia Eurocoustic **TONGA®**

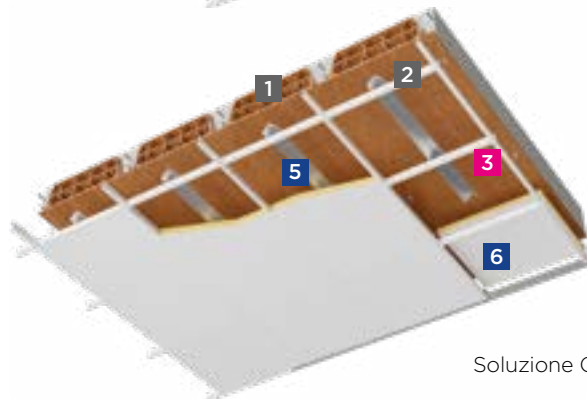
sp. 22/40 mm, dimensioni variabili, bordo A



Soluzione A



Soluzione B



Soluzione C



Resistenza al fuoco:

Risultati validi per pannelli 600x600 mm e reazione al fuoco A1:

REI da 20 a 45 (solo pannello)

Norma: UNI EN 13381-1 | Certificato: A.R. Efectis

REI da 60 a 120 (pannello + Isover UNI sp. 80+80 mm)

Norma: UNI EN 13381-1 | Certificato: A.R. Efectis

REI 180-120 (secondo tipo di solaio)

Norma: UNI EN 1365-2 |

Certificato: Ist. Giordano e Fasc. Tecnico



Reazione al fuoco:

EuroColors e EuroDesign: **A2-s1,d0**
Bianco: **A1**



Resistenza al carico da sfondellamento

I.G. 397095 (Soluzione A - vedi pag. 38)

I.G. 397097 (Soluzione B - vedi pag. 39)

I.G. 397093 (Soluzione C - vedi pag. 40)



Resistenza all'umidità:

100% - stabile a qualsiasi livello di umidità relativa dell'aria



Assorbimento acustico medio α_w :

Bordo A sp. 22 mm - $\alpha_w = 1,00$
Bordo A sp. 40 mm - $\alpha_w = 1,00$



Luminosità:

(colore bianco)
Riflessione: coefficiente **> 87%**
Bianco L = 94,8%
Brillantezza 0,75% con angolo 85%



Resistenza all'azione sismica: sistema Gyproc **Seismic TOP**



Sostenibilità:

VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD



Resa estetica:

Velo vetro colore bianco - codice colore: 09 Eurocolors | Eurodesign

Gyproc GYPTONE® Activ'Air®

Spessore: variabile | **Peso:** variabile

Prodotti utilizzati:

- 1** Solaio esistente
- 2** Intercapedine d'aria variabile
- 3** Struttura metallica di sostegno
Gyproc **LINETEC PLUS T24**
da 24 mm, sezione a T rovescio in lamiera d'acciaio zincato da 0,4 mm di spessore, verniciato in colore bianco; tali profili realizzano una maglia modulare da 600 x 600 mm costituita da:

SOLUZIONE STANDARD:

- profilo portante int. max 1200 mm
- profilo trasversale da 1200 mm perpendicolare al profilo primario, int. 600 mm
- profilo trasversale da 600 mm perpendicolare al profilo trasversale precedente, int. 1200 mm
- ganci di sospensione regolabili (distanza massima tra pendino e parete 600 mm) int. max. 1200 mm

SOLUZIONE ANTISFONDELLAMENTO:

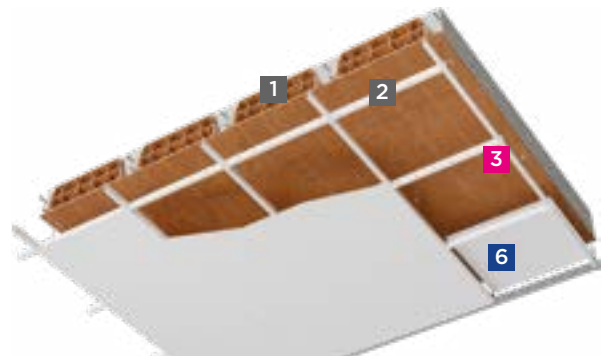
- profilo portante int. max 600 mm
- profilo trasversale da 600 mm perpendicolare al profilo portante, int. 600 mm
- ganci di sospensione regolabili int. max. 800 mm

- 4** Isolante in lana di vetro Isover **PAR 4+**
sp. 45 mm, reaz. al fuoco A1
- 5** Gyproc **PROFILO DISTANZIALE 600 mm**
per portante a T, posto perpendicolarmente ai portanti in mezzeria di ogni pannello
- 6** Pannello Gyproc **Gyptone® Activ'Air®** (peso ca. 7 kg/m²)
sp. 10 mm, dim. 600x600 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0, bordo A / E15

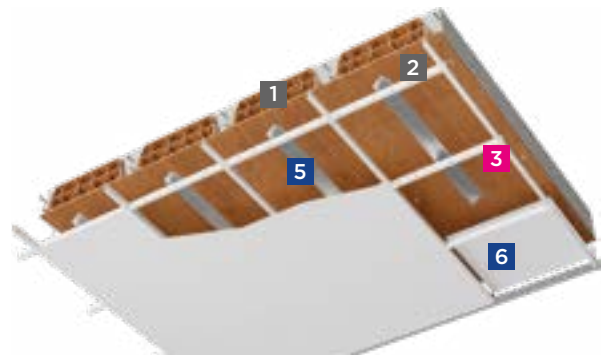
NOTA: possibilità di utilizzare pannelli Gyproc **Gyptone® Activ'Air®** con percentuale di foratura inferiore rispetto a quella dei pannelli sottoposti a prova.



Soluzione A



Soluzione B



Soluzione C

Disponibilità di varie tipologie di decori e fori, con assorbimento acustico medio:

<p><i>Line 4</i></p>  <p>$\alpha_w = 0,70$ Plenum 300 mm con lana minerale sp. 70 mm $\alpha_w = 0,65$ (L) Plenum 200 mm senza lana minerale</p>	<p><i>Sixto 60</i></p>  <p>$\alpha_w = 0,80$ Plenum 200 mm con lana minerale 75 mm $\alpha_w = 0,75$ (L) Plenum 200 mm senza lana minerale</p>	<p><i>Quattro 20</i></p>  <p>$\alpha_w = 0,80$ Plenum 200 mm con lana minerale sp. 50 mm $\alpha_w = 0,75$ Plenum 200 mm senza lana minerale</p>	<p><i>Point 11</i></p>  <p>$\alpha_w = 0,75$ Plenum 300 mm con lana minerale sp. 70 mm $\alpha_w = 0,65$ (L) Plenum 200 mm senza lana minerale</p>
<p><i>Quattro 70 (microforato)</i></p>  <p>$\alpha_w = 0,65$ Plenum 300 mm con lana minerale sp. 70 mm $\alpha_w = 0,65$ Plenum 200 mm senza lana minerale</p>	<p><i>Point 80</i></p>  <p>$\alpha_w = 0,75$ (L) Plenum 400 mm con lana minerale sp. 50 mm $\alpha_w = 0,65$ (L) Plenum 200 mm senza lana minerale</p>		

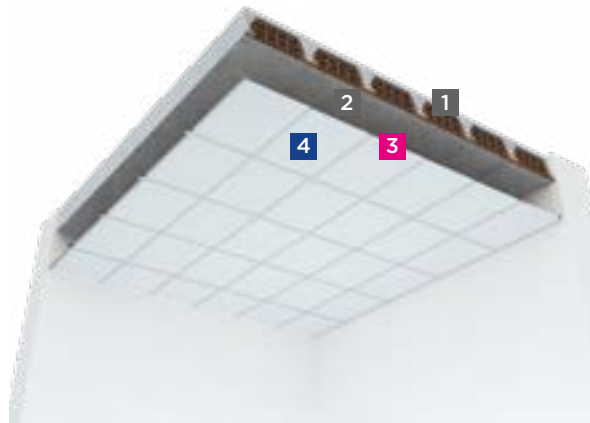
 <p>Reazione al fuoco: A2-s1,d0</p>	 <p>Resistenza meccanica: Carico concentrato massimo: 1 kg/m²</p>	 <p>Resistenza all'umidità: RH 70</p>
 <p>Resistenza al carico da sfondellamento Pannello Gyptone® Point 80 A Activ'Air® I.G. 397091 (Soluzione B - vedi pag. 43) I.G. 397092 (Soluzione C - vedi pag. 41)</p>	 <p>Resistenza urti pallonate: con Gyptone® Point 80 A Activ'Air® Classe 2A: 8 clip per pannello (2 per lato) I.G. 397102 Classe 3A: 4 clip per pannello (1 per lato) I.G. 397103</p>	 <p>Resa estetica: - Finitura preverniciata in colore bianco satinato - Codice colore: NCS 0500 = RAL 9010 - Gloss: da 5 a 9 secondo norma EN ISO 2813</p>
 <p>Luminosità: Coefficiente di riflessione della luce: ca. 70%</p>	 <p>Resistenza all'azione sismica: sistema Gyproc Seismic TOP</p>	 <p>Sostenibilità: VOC: Classe A+ LEED Indeklima M1 CAM EPD Activ'Air®</p>

Gyproc GYQUADRO Activ'Air® / GYQUADRO A1


Spessore: variabile | **Peso:** 7,5 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** Solaio esistente
- 2** Intercapedine d'aria variabile
- 3** Struttura metallica di sostegno
Gyproc **LINETEC PLUS T24**
da 24 mm, sezione a T rovescio in lamiera d'acciaio zincato da 0,4 mm di spessore, verniciato in colore bianco; tali profili realizzano una maglia modulare da 600 x 600 mm costituita da:
- profilo portante int. 1200 mm
- profilo trasversale da 1200 mm perpendicolare al profilo primario, int. 600 mm
- profilo trasversale da 600 mm perpendicolare al profilo trasversale precedente, int. 1200 mm
- ganci di sospensione regolabili (distanza massima tra pendino e parete 600 mm) int. max. 1200 mm
- 4** Pannello Gyproc **GYQUADRO Activ'Air® / GYQUADRO A1** (bordo A, peso 7,5 kg/m²)
sp. 9,5 mm, dimensioni 600x600 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



NOTA: utilizzabile in ambienti di classe A-B (umidità relativa superiore al 90% e rischio di condensa secondo norma EN 13964).

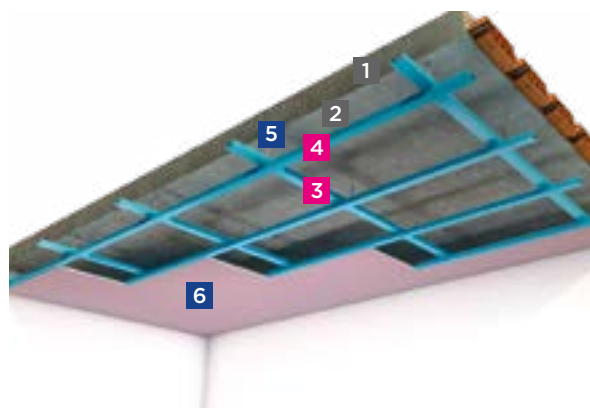
 <p>Resistenza al fuoco: REI 120 (solaio latero cemento 200+40 intonacato) I.G. 290877/3382 FR + Rel. tecnica I.G. 321752</p>	 <p>Reazione al fuoco: GYQUADRO Activ'Air®: A2-s1,d0 GYQUADRO A1: A1</p>	 <p>Assorbimento acustico medio α_w: 0,10 (L) plenum 200 mm senza lana minerale 0,15 (L) plenum 200 mm con lana minerale sp. 50 mm</p>
 <p>Riflessione della luce: 80,5%</p>	 <p>Resistenza all'umidità: 90%</p>	 <p>Controllo delle particelle nell'aria: ISO 4 secondo la norma ISO 14644-1</p>
 <p>Resistenza all'azione sismica: sistema Gyproc Seismic TOP</p>	 <p>Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD Activ'Air®</p>	





Gyproc CS.P.ASF 27/48 F

Spessore: variabile | **Peso:** 16 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** Solaio esistente
- 2** Intercapedine d'aria variabile
- 3** Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 800 mm
- 4** Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 500 mm
- 5** Sospensioni mediante barre filettate in acciaio M6 Ø 6 mm o staffe regolabili in acciaio poste ad int. max 600 mm vincolate al solaio mediante opportuno tassello
- 6** 1 lastra Gyproc **FIRELINE 15**
(tipo DF, peso 12,7 kg/m²) sp. 15 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0, fissate con viti poste ad int. di 200 mm



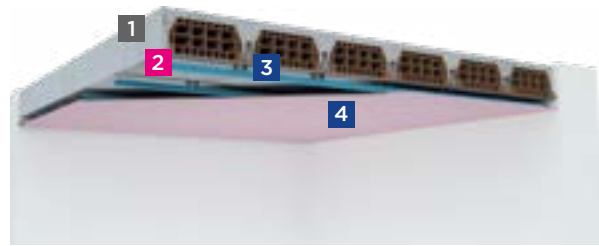
 <p>Resistenza al fuoco: REI 120 I.G. 276593/3248 FR</p>	 <p>Resistenza all'azione sismica: sistema Gyproc Seismic TOP</p>	 <p>Resistenza al carico da sfondellamento I.G. 384137 (vedi sol. pag. 34)</p>
 <p>Sostenibilità: VOC: Eurofins GOLD CAM EPD</p>		

Gyproc CS.AD.ASF 27/48 F

Spessore: circa 50 mm | **Peso:** 15 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** Solaio esistente
- 2** Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 500 mm
- 3** Cav. per profilo a C 27/48 o staffe regolabili in acciaio,
int. circa 500 (in corrispondenza dei travetti) vincolati al
solaio mediante opportuno tassello
- 5** 1 lastra Gyproc **FIRELINE 15**
(tipo DF, peso 12,7 kg/m²) sp. 15 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0,
fissate con viti poste ad int. di 200 mm



NOTA: possibilità, ai fini della sola resistenza al carico di sfondellamento, di applicare le lastre Gyproc **FIRELINE 15** in aderenza all'intradosso del solaio (vedi sol. pag. 20 - Rapporti di prova I.G. n° 403453 e n° 397090)



Resistenza al fuoco:
REI 120
I.G. 309350/3591 FR



Resistenza all'azione sismica:
sistema Gyproc **Seismic TOP**



Resistenza al carico da sfondellamento
I.G. 384138 (vedi sol. pag. 35)



Sostenibilità:
VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD

Gyproc CS.ASF 27/48 RIGITONE® Activ'Air®

Spessore: variabile | **Peso:** variabile

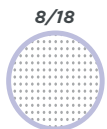
Prodotti utilizzati:

- 1** Solaio esistente
- 2** Intercapedine d'aria max 250 mm
- 3** Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 800 mm
- 4** Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 300 mm
- 5** Sospensioni mediante barre filettate in acciaio M6 Ø 6 mm
poste ad int. max 600 mm vincolate al solaio mediante
opportuno tassello:
- opzione 1: ancorante per CLS M6 8x3 Spit Grip;
- opzione 2: vite per CLS 6x35 M8/M10 Spit Tapcon ROD con
opportuno riduttore da M8 a M6
- 6** Lastre Gyproc **RIGITONE® Activ'Air®**
(peso ca. 9 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



NOTA: possibilità di utilizzare lastre in gesso rivestito Gyproc **Rigitone® Activ'Air®** e Gyproc **Gyptone® BIG Activ'Air®** con percentuale di foratura inferiore rispetto a quella delle lastre sottoposte a prova.

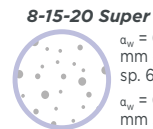
Disponibilità di varie tipologie di decori e fori, con assorbimento acustico medio:



8/18
 $\alpha_w = 0,75$ (L) Plenum 200 mm con lana minerale sp. 60 mm
 $\alpha_w = 0,65$ (L) Plenum 200 mm senza lana minerale



12-20/66
 $\alpha_w = 0,75$ (L) Plenum 200 mm con lana minerale sp. 60 mm
 $\alpha_w = 0,65$ (L) Plenum 200 mm senza lana minerale



8-15-20 Super
 $\alpha_w = 0,50$ (L) Plenum 200 mm con lana minerale sp. 60 mm
 $\alpha_w = 0,50$ (LM) Plenum 200 mm senza lana minerale



Reazione al fuoco:
A2-s1,d0



Resistenza all'azione sismica:
sistema Gyproc **Seismic TOP**



Resistenza al carico da sfondellamento
I.G. 289790 (vedi pag. 37)



Resistenza urti pallonate:
Classe 1A
MPA 9036596000-1/Sgm



Sostenibilità:
VOC: LEED | CAM | EPD | Activ'Air®



Resistenza all'umidità:
RH 70



Resa estetica:
Il prodotto deve essere decorato in opera, dopo la finitura (riempimento) dei giunti

Gyproc GYPTONE® BIG Activ'Air®

Spessore: variabile | **Peso:** variabile

Prodotti utilizzati:

- 1** Solaio esistente
- 2** Intercapedine d'aria variabile
- 3** Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 1200 mm
- 4** Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 600 mm
- 5** Sospensioni mediante pendini in acciaio Ø 4 mm,
int. max 1200 mm
- 6** Isolante in lana di vetro Isover **PAR 4+**
sp. 45 mm, reaz. al fuoco A1
- 7** Lastre Gyproc **GYPTONE® BIG Activ'Air®**
(peso ca. 7,5 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



NOTA: possibilità di applicazione in verticale a controparete a rivestimento di pareti esistenti.

Disponibilità di varie tipologie di decori e fori, con assorbimento acustico medio:



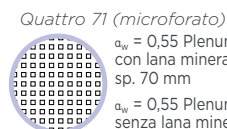
Line 6
 $\alpha_w = 0,55$ Plenum 100 mm con lana minerale sp. 50 mm
 $\alpha_w = 0,50$ Plenum 200 mm senza lana minerale



Sixto 63
 $\alpha_w = 0,65$ Plenum 200 mm con lana minerale sp. 50 mm
 $\alpha_w = 0,60$ Plenum 200 mm senza lana minerale



Quattro 41
 $\alpha_w = 0,70$ Plenum 200 mm con lana minerale sp. 50 mm
 $\alpha_w = 0,70$ (L) Plenum 200 mm senza lana minerale



Quattro 71 (microforato)
 $\alpha_w = 0,55$ Plenum 300 mm con lana minerale sp. 70 mm
 $\alpha_w = 0,55$ Plenum 200 mm senza lana minerale

Disponibile anche nella versione Gyptone® Big Curve Activ'Air®

Gyptone® Big Curve



Lastra spessore 6,5 mm per realizzare controsoffitti curvi



Reazione al fuoco:
A2-s1,d0



Resistenza all'azione sismica:
 sistema Gyproc **Seismic TOP**



Resistenza all'umidità:
RH 70



Luminosità:
 Coefficiente di riflessione della luce: **ca. 70%**



Sostenibilità:
VOC: Classe A+ | LEED | Indeklima | M1 | CAM | EPD | Activ'Air®



Resa estetica:
 Il prodotto deve essere decorato in opera, dopo la stuccatura dei giunti

Gyproc CS.P 27/48 LA34 HAB

Spessore: variabile | **Peso:** variabile

Prodotti utilizzati:

- 1 Solaio esistente
- 2 Intercapedine d'aria variabile
- 3 Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 1000 mm
- 4 Profili a C Gyproc **GYPROFILE 27/48**
sp. 0,6 mm, int. max 500 mm
- 5 Sospensioni mediante pendini in acciaio Ø 4 mm,
int. max 1000 mm
- 6 Isolante in lana di vetro Isover **Arena34**
reaz. al fuoco A1
- 7 1 lastra Gyproc **HABITO® 13 Activ'Air®**
(peso 10,2 kg/m²), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0



Fonoisolamento:

R_w = 67 dB

I.G. 372244 (Arena34 sp. 45+45 mm)

R_w = 64 dB

I.G. 372242 (Arena34 sp. 45 mm)



Livello sonoro da calpestio:

L_{n,w} = 47 dB

I.G. 372244 (Arena34 sp. 45+45 mm)

L_{n,w} = 55 dB

I.G. 372242 (Arena34 sp. 45 mm)



Resistenza all'azione sismica:

sistema Gyproc **Seismic TOP**



Trasmittanza termica:

U = 0,294 W/m²K

(Arena34 sp. 45+45 mm)



Resistenza all'umidità:

utilizzo di Gyproc **HABITO® Hydro**
Activ'Air®



Sostenibilità:

VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD |
Activ'Air®



Resa estetica:

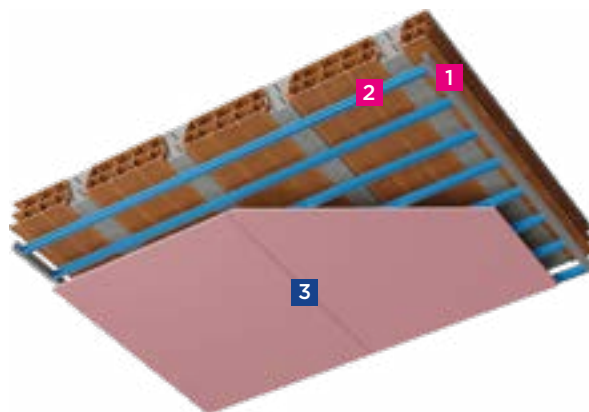
il cartone bianco
agevola le operazioni di finitura

Gyproc CS.AUT.ASF 90/75 F

Spessore: 90 mm | **Peso:** 18 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** Guide a U Gyproc **GYPROFILE** da 90x75x90 mm
sp. 1 mm, vincolate con tasselli metallici int. max 500 mm
- 2** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE** da 75 mm
- Opzione a) solidarizzati dorso a dorso, int. max 400 mm
- Opzione b) solidarizzati a creare un profilo scatolare, int. max 400 mm
- 3** 1 lastra Gyproc **FIRELINE 15**
(tipo DF, peso 13 kg/m²), sp. 15 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0 fissate con viti poste ad int. di 200 mm



Resistenza al fuoco: **REI 120**

L_{max} ≤ 4,40 m
campo di diretta applicazione
+ dimensionamento statico*

I.G. 416643/4387 FR

F.T. I.G. CS continui protezione dal fuoco di solai

*verifica dimensioni e sollecitazioni minime del solaio rispetto a quello testato



Resistenza al carico da sfondellamento

Luce max = 4 m
I.G. 419561 (vedi sol. pag. 45)



Sostenibilità:

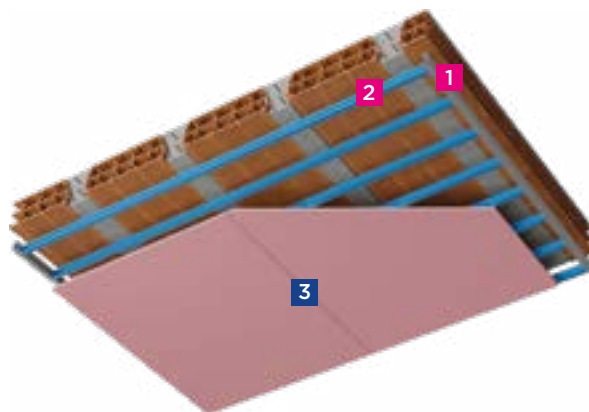
VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD

Gyproc CS.AUT.ASF 115/100 F

Spessore: 115 mm | **Peso:** 20 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** Guide a U Gyproc **GYPROFILE** da 90x100x90 mm
sp. 1 mm, vincolate con tasselli metallici int. max 500 mm
- 2** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE** da 100 mm
- Opzione a) solidarizzati dorso a dorso, int. max 300 mm
- Opzione b) solidarizzati a creare un profilo scatolare, int. max 300 mm
- 3** 1 lastra Gyproc **FIRELINE 15**
(tipo DF, peso 13 kg/m²), sp. 15 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0 fissate con viti poste ad int. di 200 mm



Resistenza al fuoco: **REI 120**

L_{max} > 4,40 m
Opzione 1)
vincolo al solaio ogni 4,40 m
Opzione 2)
dimensionamento statico*

I.G. 416643/4387 FR

F.T. I.G. CS continui protezione dal fuoco di solai

*verifica dimensioni e sollecitazioni minime del solaio rispetto a quello testato



Resistenza al carico da sfondellamento

Luce max = 6 m
I.G. 419562 (vedi sol. pag. 46)



Sostenibilità:

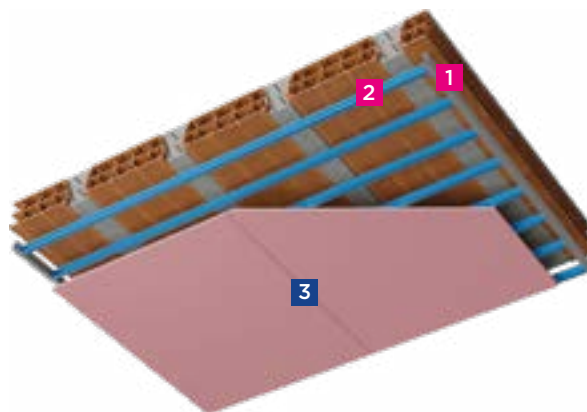
VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD

Gyproc CS.AUT.ASF 165/150 F

Spessore: 165 mm | **Peso:** 22 kg/m²

Prodotti utilizzati:

- 1** Guide a U Gyproc **GYPROFILE** da 90x150x90 mm
sp. 1 mm, vincolate con tasselli metallici int. max 500 mm
- 2** Montanti a C Gyproc **GYPROFILE** da 150 mm
- Opzione a) solidarizzati dorso a dorso, int. max 300 mm
- Opzione b) solidarizzati a creare un profilo scatolare,
int. max 300 mm
- 3** 1 lastra Gyproc **FIRELINE 15**
(tipo DF, peso 13 kg/m²), sp. 15 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
fissate con viti poste ad int. di 200 mm



Resistenza al fuoco: **REI 120**

Lmax > 4,40 m
Opzione 1)
vincolo al solaio ogni 4,40 m
Opzione 2)
dimensionamento statico*
I.G. 416643/4387 FR
F.T. I.G. CS continui protezione dal
fuoco di solai
*verifica dimensioni e sollecitazioni
minime del solaio rispetto a quello
testato



Resistenza al carico da sfondellamento

Luce max = 8 m
I.G. 419563 (vedi sol. pag. 47)



Sostenibilità:

VOC: Eurofins GOLD | CAM | EPD

INTONACO ANTINCENDIO | ANTISFONDELLAMENTO E RESISTENZA AL FUOCO

Sistema in aderenza

Gyproc IGNIVER e rete in acciaio nervata

Gyproc IGNIVER e rete in fibra di vetro webertec rete250/A

Gyproc IGNIVER e rete in maglia di acciaio

Sistema con intercapedine d'aria

Gyproc IGNIVER e rete in acciaio nervata



Gyproc IGNIVER (Soluzione A)

Gyproc IGNIVER e rete in acciaio nervata (Soluzione B)

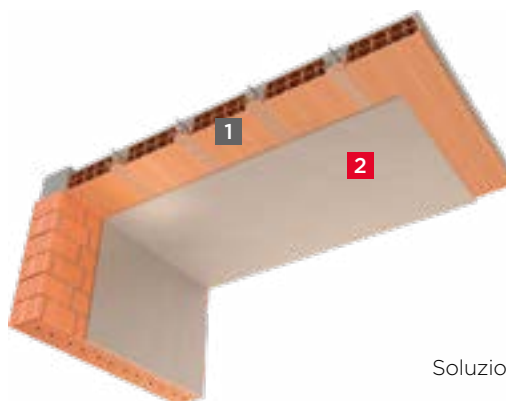
Gyproc IGNIVER e rete in fibra di vetro webertec rete250/A (Soluzione C)

Gyproc IGNIVER e rete in maglia di acciaio (Soluzione D)

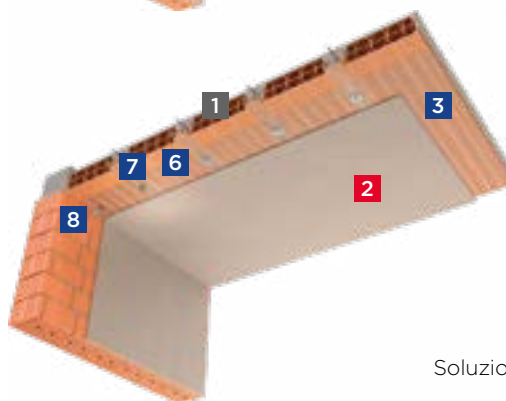
Spessore: 10 mm / 15 mm | **Peso:** 4 kg/m²

Prodotti utilizzati:

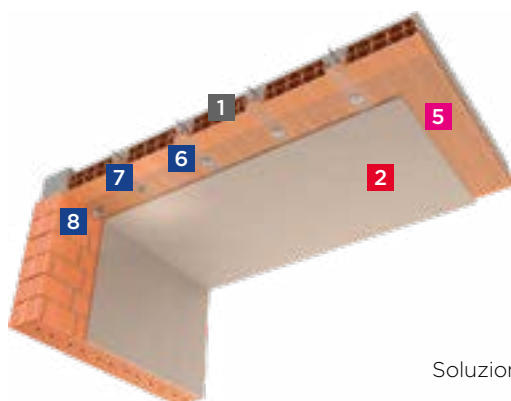
- 1** Solaio in latero cemento sp. 160 + 40 mm
- 2** Intonaco protettivo antincendio leggero Gyproc **IGNIVER**, reaz. al fuoco A1
 - sp. 10 mm (REI 180)
 - sp. 15 mm (REI 240)
- 3** Rete portaintonaco in acciaio nervato (Soluzione B) tipo Pernervometal, vincolata in corrispondenza dei travetti (possibilità di pendinatura)
- 4** **webertec rete250/A** (Soluzione C) Rete strutturale in fibra di vetro AR e appretate con PVA, vincolata in corrispondenza dei travetti
- 5** Gyproc rete di rinforzo in acciaio (Soluzione D) Rete in filo di acciaio zincato ø 1 mm, maglia 19x19 mm, vincolata in corrispondenza dei travetti
- 6** Tassello in acciaio zincato
- 7** Rondella-flangia in acciaio zincato
- 8** **webertec angolare** Angolare in acciaio zincato per fissare la rete nel raccordo parete-soffitto



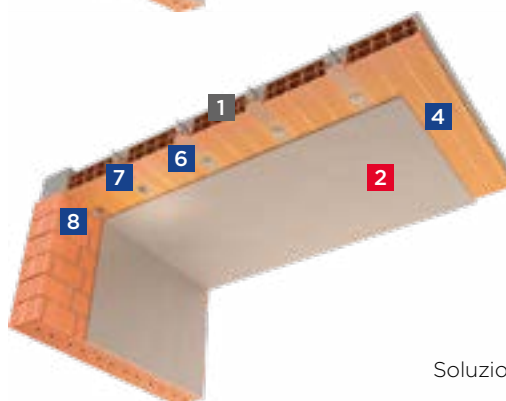
Soluzione A



Soluzione B



Soluzione D



Soluzione C



Resistenza al fuoco:
REI 180 (sp. 10 mm)
 LAPI 188/C/16-283 FR
REI 240 (sp. 15 mm)
 I.G. 352504 + F.T. I.G. Igniver



Resistenza al carico da sfondellamento
 Igniver sp. 15 mm
 I.G. 395111
 (Soluzione B - vedi pag. 49-50)
 I.G. 403451
 (Soluzione C - vedi pag. 51)
 I.G. 403452
 (Soluzione D - vedi pag. 52)






Sostenibilità:
VOC: Classe A+ | LEED | CAM | EPD




2.8. MATERIALI COMPONENTI I SISTEMI

LASTRE DI GESSO RIVESTITO - GESSO FIBRATO	
  	<p>Gyproc Habito® Forte - Lastra di tipo speciale (D F I R secondo norma EN 520 - reazione al fuoco A2-s1,d0) con incrementata densità del nucleo, il cui gesso è inoltre additivato con un elevato contenuto fibre di vetro. Tali caratteristiche conferiscono al prodotto un elevato grado di durezza superficiale e di resistenza meccanica. La lastra può essere impiegata per la realizzazione di sistemi in cui siano richieste un'elevata resistenza meccanica agli urti e portata ai carichi (anche con semplici viti da legno truciolare). La speciale carta dalla colorazione particolarmente bianca agevola le operazioni di finitura. Spessore 12,5 mm. Nel caso di ambienti con un elevato grado di umidità (ad esempio bagni e cucine), sostituire nello strato a vista esposto la lastra in gesso rivestito Gyproc Habito® Forte 13 con la lastra in gesso rivestito Gyproc Habito® Forte Hydro (tipo D E F H I R secondo norma EN 520 - reazione al fuoco A2-s1,d0 - spessori 12,5-15 mm).</p>
 	<p>Gyproc Habito® Activ'Air® - Lastra di tipo speciale (D I secondo norma EN 520 - reazione al fuoco A2-s1,d0) con incrementata densità del nucleo, il cui gesso è inoltre additivato con fibre di vetro; tali caratteristiche conferiscono al prodotto un elevato grado di durezza superficiale e di resistenza meccanica. Lastra indicata per il settore residenziale, può essere impiegata per la realizzazione di pareti divisorie, controsoffitti e contropareti e ovunque sia richiesta un'elevata resistenza meccanica agli urti. La speciale carta dalla colorazione particolarmente bianca agevola le operazioni di finitura. La tecnologia Activ'Air® permette inoltre alla lastra di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria. Spessori 12,5 mm - 15 mm. Nel caso di ambienti con un elevato grado di umidità (ad esempio bagni e cucine), sostituire nello strato a vista esposto la lastra in gesso rivestito Gyproc Habito® 13 Activ'Air® con la lastra in gesso rivestito Gyproc Habito® Hydro 13 Activ'Air® (tipo D E H I secondo norma EN 520 - reazione al fuoco A2-s1,d0 - spessori 12,5-15 mm).</p>
 	<p>Gyproc Duragyp Activ'Air® - Lastra di tipo speciale (D E F H I R secondo norma EN 520 - reazione al fuoco A2-s1,d0) con incrementata densità del nucleo, il cui gesso è inoltre additivato con fibre di vetro e fibre di legno; tali caratteristiche conferiscono al prodotto un elevato grado di durezza superficiale e di resistenza meccanica. Lastra di tipo H1 con assorbimento d'acqua ridotto e un'eccellente tenuta in presenza di elevati livelli di umidità, e di tipo F con elevate prestazioni di resistenza al fuoco. La lastra può essere impiegata per la realizzazione di tramezzi, controsoffitti e contropareti e ovunque sia richiesta un'elevata resistenza meccanica agli urti. La tecnologia Activ'Air® permette inoltre alla lastra di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria. Spessori 12,5 - 15 mm. Disponibile anche nella versione Gyproc Duragyp ECO Activ'Air®, con elevato contenuto di materiale riciclato. Nel caso di necessità di utilizzo in ambienti in cui è richiesta reazione al fuoco in euroclasse A1 (ad esempio in vie di fuga), prevedere la sostituzione nello strato a vista esposto della lastra in gesso rivestito Gyproc Duragyp Activ'Air® con la lastra in gesso rivestito Gyproc Duragyp A1 Activ'Air®.</p>
 	<p>Gyproc Fireline - Lastra di tipo speciale (D F secondo norma EN 520 - reazione al fuoco A2-s1,d0) con incrementata coesione del nucleo ad alta temperatura, il cui gesso è additivato con fibre di vetro e vermiculite al fine di aumentarne la capacità di resistenza al fuoco. Si identifica per la colorazione rosa del rivestimento sulla faccia a vista. Spessori 12,5 - 15 - 20 mm. Nel caso di necessità di utilizzo in ambienti in cui è richiesta reazione al fuoco in euroclasse A1 (ad esempio in vie di fuga), prevedere la sostituzione nello strato a vista esposto della lastra in gesso rivestito Gyproc Fireline con la lastra in gesso rivestito Gyproc Lisafiam.</p>
	<p>Gyproc Rigidur H - Lastra di tipo speciale (GF-C1-I-W2 secondo norma EN 15283-2 - reazione al fuoco A2-s1,d0) in gesso fibrato, a base di gesso, fibre cellulosiche, additivi minerali e speciali additivi per la pulizia dell'aria che convertono gli inquinanti nell'aria in componenti inerti. Ideale per la realizzazione di pareti divisorie con elevata resistenza agli urti, intonaci a secco, contropareti su struttura e controsoffitti di coperture a falda. Prodotto ecologico secondo certificato IBR - Institut fur Baubiologie Rosenheim. Presente anche nella versione Activ'Air®. Spessori 12,5 - 15 - 18 mm.</p>


LASTRE DI GESSO RIVESTITO - GESSO FIBRATO

	<p>Gyproc Glasroc® X - Lastra in gesso fibrorinforzato ad elevate prestazioni di tipo GM - F H 1 R secondo norma EN 15283-1, con un nucleo in gesso contenente additivi speciali, che la rendono resistente all'umidità e alla formazione di muffa. Queste caratteristiche la rendono adatta alla realizzazione di pareti, contropareti e controsoffitti con elevata resistenza meccanica, all'acqua ed all'umidità, anche in ambienti esterni. Grazie alla sua particolare finitura superficiale Gyproc Glasroc® X può essere lasciata esposta all'esterno senza protezione per un periodo fino a 6 mesi. Reazione al fuoco A1 Spessori 12,5 - 15 mm.</p>
	<p>Gyproc Rigitone® Activ'Air® - Lastre in gesso rivestito, con decoro costituito da foratura continua regolare rotonda, che permettono di realizzare controsoffitti di tipo continuo con elevate prestazioni acustiche. Sul retro delle lastre è applicato un tessuto fonoassorbente con funzione antipolvere. La tecnologia Activ'Air® permette inoltre alla lastra di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria.</p>
	<p>Gyproc Gyptone® Big Activ'Air® - Lastre in gesso rivestito, con decoro costituito da foratura, che permettono di realizzare controsoffitti di tipo continuo con elevate prestazioni acustiche. Sul retro delle lastre è applicato un tessuto fonoassorbente con funzione antipolvere. La tecnologia Activ'Air® permette inoltre alla lastra di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria.</p>


PANNELLI MODULARI IN LASTRE DI GESSO RIVESTITO - LANA DI ROCCIA

	<p>Gyproc GyQuadro Activ'Air® - Pannello in lastre di gesso rivestito, modulo 600 x 600 mm, spessore 9,5 mm, bordo dritto A, con una finitura di colore bianco semi-lucido. Dall'aspetto totalmente liscio ed uniforme, rendono luminosi gli ambienti in cui vengono applicati. La tecnologia Activ'Air® permette inoltre di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria. Reazione al fuoco A2-s1,d0. Nel caso di necessità di utilizzo in ambienti in cui è richiesta reazione al fuoco in euro-classe A1 (ad esempio in vie di fuga), prevedere la sostituzione del pannello GyQuadro Activ'Air® con il pannello Gyproc GyQuadro A1.</p>
	<p>Gyproc Gyptone® Activ'Air® - Pannelli in gesso rivestito preverniciati in colore bianco con finitura opaca satinata, con varie tipologie di decoro (perforata e non), che permettono di realizzare controsoffitti di tipo ispezionabile con elevate prestazioni acustiche. La tecnologia Activ'Air® permette inoltre di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria.</p>
	<p>Eurocoustic Tonga® - Pannello rigido autoportante in lana di roccia con un velo di vetro decorativo bianco. Il prodotto è rinforzato da un velo di vetro naturale sulla faccia opposta. Progettato per essere installato su struttura T15 o T24 mm. Reazione al fuoco A1.</p>



INTONACO PROTETTIVO ANTINCENDIO

	<p>Gyproc Igniver - Intonaco antincendio premiscelato a base di gesso e vermiculite, leganti speciali ed additivi specifici ad applicazione meccanica, per la protezione dal fuoco di strutture, il contenimento del possibile fenomeno dello sfondellamento dei solai (in abbinamento a reti porta-intonaco o di rinforzo), la correzione acustica. Uso in ambiente interno. Reazione al fuoco A1, classe di fumo FO, non sviluppa gas tossici.</p>
---	---

ISOLANTI IN LANA DI VETRO

	<p>Isover AcustiPAR 4+ - Pannello arrotolato in lana di vetro 4+, idrorepellente, senza rivestimento, prodotto in Italia con almeno l'80% di vetro riciclato e con un esclusivo legante brevettato di origine naturale, che garantisce la massima qualità dell'aria. Spessori 45 mm - 70 mm - 95 mm Reazione al fuoco A1 Conducibilità termica $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$</p>
---	---

ISOLANTI IN LANA DI VETRO

	<p>Isover PAR 4+ - Pannello arrotolato in lana di vetro 4+, idrorepellente, rivestito su una faccia con un velo di vetro, prodotto in Italia con almeno l'80% di vetro riciclato e con un esclusivo legante brevettato di origine naturale, che garantisce la massima qualità dell'aria. Spessori 45 mm - 70 mm - 95 mm Reazione al fuoco A1 Conducibilità termica $\lambda = 0,038-0,040$ W/mK</p>
	<p>Isover PAR Gold N 4+ - Pannello arrotolato in lana di vetro 4+, idrorepellente, senza rivestimento, prodotto in Italia con almeno l'80% di vetro riciclato e con un esclusivo legante brevettato di origine naturale, che garantisce la massima qualità dell'aria. Spessori 45 mm - 70 mm - 95 mm Reazione al fuoco A1 Conducibilità termica $\lambda = 0,032$ W/mK</p>

ISOLANTI IN LANA MINERALE

	<p>Isover Arena34 - Pannello in lana minerale italiana, idrorepellente, realizzata con un legante a base di componenti organici e vegetali, senza rivestimenti. Spessori 45 mm - 70 mm - 95 mm Reazione al fuoco A1 Conducibilità termica $\lambda = 0,034$ W/mK</p>
	<p>Isover Arena32 - Pannello in lana minerale italiana, idrorepellente, realizzata con un legante a base di componenti organici e vegetali, senza rivestimenti. Spessori 45 mm - 70 mm - 95 mm - 120 mm - 140 mm Reazione al fuoco A1 Conducibilità termica $\lambda = 0,032$ W/mK Disponibile anche nella versione K (rivestimento con carta kraft) e Alu (rivestimento con carta kraft alluminio retinata).</p>
	<p>Isover Arena31 - Pannello in lana minerale italiana, idrorepellente, realizzata con un legante a base di componenti organici e vegetali, senza rivestimenti. Spessori 40 mm - 50 mm - 60 mm - 80 mm - 90 mm - 100 mm Reazione al fuoco A1 Conducibilità termica $\lambda = 0,031$ W/mK Disponibile anche nella versione K (rivestimento con carta kraft) e Alu (rivestimento con carta kraft alluminio retinata).</p>

STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO

	<p>Gyproc Gyprofile (pareti, contropareti, controsoffitti, protezione delle strutture)- Struttura metallica in lamiera d'acciaio zincato Z100, dello spessore minimo di 0,6 mm, con rivestimento organico privo di cromo, ECOLOGICO, ANTICORROSIVO, DIELETTRICO, ANTIFINGERPRINT, composta da guide a forma di U e da montanti a forma di C, di varie tipologie e dimensioni a seconda dell'utilizzo. Reazione al fuoco A1.</p>
	<p>Gyproc Linetec Plus (controsoffitti modulari ispezionabili) - Struttura portante a T rovescio, dotata di un aggancio con elevate doti di stabilità, capace di un'elevata tenuta alla trazione e che facilita l'inserimento o il distacco dei profili trasversali tramite semplice pressione delle dita. Il profilo ha una particolare lavorazione nella parte superiore per garantire una migliore resistenza alla torsione. Reazione al fuoco A1.</p>
	<p>Gyproc GySeismic Top - Accessori e componenti per i sistemi di controsoffitti modulari e continui antisismici.</p>
	<p>Gyproc External Profile Zn-Mg (pareti, contropareti, controsoffitti) - Struttura metallica in lamiera d'acciaio, dello spessore di 0,8 mm, con speciale rivestimento costituito principalmente da Zinco e Magnesio, composta da guide a forma di U e da montanti a forma di C, di varie tipologie e dimensioni a seconda dell'utilizzo. Ideali per ambienti esterni o particolarmente umidi. Reazione al fuoco A1.</p>

3. Consolidare e rinforzare le strutture



3.1. INTRODUZIONE

Gli edifici in muratura esistenti costituiscono una percentuale molto elevata sul patrimonio del costruito dell'intero territorio italiano (sono 8.000.000 gli edifici in muratura portante ed in cemento armato pre 1971 - fonte Censimento ISTAT 2011). La maggioranza degli stessi però è stata progettata e talvolta costruita senza indicazioni progettuali precise, ma secondo gli usi della zona e le conoscenze statiche dell'epoca.

Le strutture murarie così come quelle in c.a. erano realizzate per resistere prevalentemente ai soli carichi verticali, quindi le azioni orizzontali dovute, per esempio, all'azione sismica, risultavano eventi eccezionali che nel tempo sono risultati essere anche disastrosi per gli edifici stessi.

Le strutture in muratura che nel tempo hanno resistito in modo positivo all'azione dei terremoti, sono quelle che hanno dimostrato di possedere una capacità di resistenza fornita dal cosiddetto "comportamento scatolare". Infatti, l'insieme degli elementi strutturali degli edifici in muratura (pareti e solai) se adeguatamente collegati tra di loro riesce a conferire una resistenza globale rilevante all'edificio.

In generale per edifici in muratura, affinché si possa instaurare un comportamento scatolare e quindi un funzionamento corretto dell'intero edificio, devono essere valutate ed eliminate le carenze strutturali gravi quali:

- carenza di resistenza della muratura dovuta alla cattiva qualità dei materiali che la costituiscono (elementi arrotondati, malta di qualità scadente o degradata, ecc.) e alla cattiva qualità della tessitura muraria (murature a sacco con scarsi collegamenti tra i paramenti, muratura disorganizzata);
- carenza di collegamenti dovuta alla mancanza completa o inefficacia degli stessi fra pareti e pareti e fra pareti e orizzontamenti che spesso presentano una eccessiva deformabilità nel proprio piano;
- presenza di spinte non contrastate od eliminate (volte ed archi);
- gravi carenze nelle fondazioni.

Le carenze più riscontrabili negli edifici in c.a. sono invece quelle inerenti a:

- la qualità dei materiali utilizzati;
- la carenza o la deformabilità dei collegamenti tra i vari elementi;
- la presenza di irregolarità geometriche;
- carenze a livello fondale.

Per le finalità su esposte, le normative vigenti in materia di costruzioni (NTC 2018 e Circolare 7/2019) forniscono criteri generali di guida agli interventi di consolidamento.

Di seguito alcuni interventi (Circolare 7/2019 p.to C8.5.3.1), con riferimenti a tecniche di utilizzo corrente, che possono essere eseguiti con i sistemi e le soluzioni **Weber**.



3.2. INTERVENTI VOLTI A INCREMENTARE LA SISMO RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN MURATURA

3.2.1. INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI

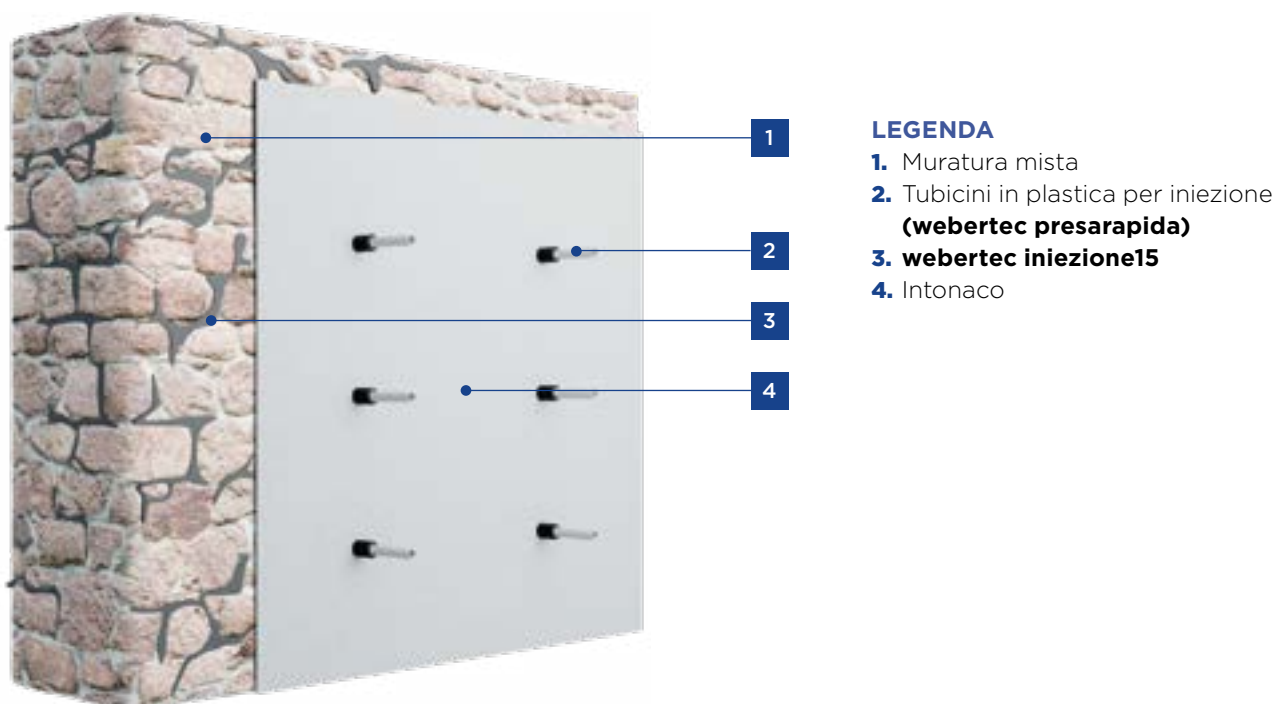
Riferimento normativo

Circolare 7/2019 - p.to C8.5.3.1 (altri riferimenti: L.G.MIBAC 2011; L.G.ReLUI5 2009; D.n.10/2006 Post Sisma Molise).

Nota

Le iniezioni di malta fluida mirano ad eliminare il più pericoloso dei fenomeni localizzati che è la disgregazione caotica della muratura andando a ridurre i vuoti e rafforzando il legame tra le parti esistenti della muratura, rendendo in tal modo la muratura più coesa ed in grado di mantenersi monolitica durante il sisma. L'intervento di consolidamento mediante iniezione di miscele, inoltre, è da utilizzarsi nei casi in cui il degrado della muratura sia imputabile al legante ed anche in presenza di lesioni diffuse.

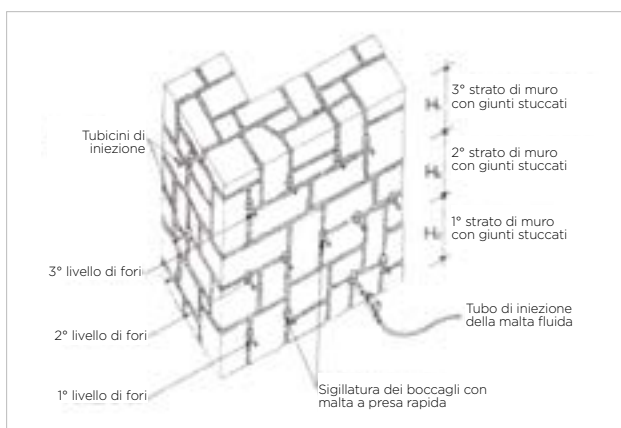
Tale intervento risulta inefficace se impiegato su tipologie murarie che per loro natura siano scarsamente iniettabili (scarsa presenza di vuoti e/o vuoti non collegati tra loro). Particolare attenzione va posta nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare l'insorgere di dilatazioni trasversali prodotte dalla miscela in pressione. Nel caso si reputi opportuno intervenire con iniezioni su murature incoerenti e caotiche, è necessario prendere provvedimenti atti a ridurre il rischio o dell'intervento.



PRODOTTI UTILIZZATI	webertec iniezione15	Malta superfluida con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale NHL5
	webertec presarapida	Legante rapido pronto all'uso

Tecnica di esecuzione

1. Per evitare la fuoriuscita del **webertec iniezione15** procedere all'eventuale ristilatura nelle zone dei giunti inconsistenti o prevedere la sigillatura di eventuali fessure.
2. Realizzare un reticolo di fori avente maglia di dimensione variabile in funzione della permeabilità e compattezza della muratura da un minimo di 20-25 cm (tipo mattoni pieni) fino ad un massimo di 40 cm (tipo muratura mista). Le perforazioni per le iniezioni dovranno essere di diametro variabile fra 15 e 25 mm. La profondità delle perforazioni dovrà essere di circa due terzi dello spessore della parete. Per spessori fino a 60 cm sarà sufficiente operare da un solo lato della parete, per spessori più consistenti risulterà opportuno operare da tutte e due le superfici. L'inclinazione delle perforazioni dovrà essere di circa 45° o comunque in grado di favorire il processo di iniezione.
3. Saturare con acqua tutta la muratura, utilizzando gli stessi fori creati per l'iniezione. Attendere un giorno per permettere l'eliminazione di acqua stagnante nella muratura.
4. Miscelare con trapano a basso regime di giri o con apposite macchine impastatrici dotate di manometro per regolazione della pressione di uscita.
5. Iniettare la boiaccia dopo aver posizionato dei tubicini in plastica preventivamente fissati alla muratura con **webertec presarapida**.
6. Per murature debolmente degradate si può procedere con iniezioni a pressione. Le iniezioni partiranno sempre dal basso verso l'alto e dai lati verso il centro con una pressione di iniezione compresa fra 1 e un massimo di 4 atm. Previa verifica diretta. Per murature molto degradate tali da non poter sopportare sovra-pressioni si può procedere con iniezioni per gravità. L'applicazione del prodotto dal basso verso l'alto permette la fuoriuscita dell'aria favorendo un maggior riempimento dei vuoti presenti.
7. A conclusione del lavoro sia i tubicini che i fissaggi andranno rimossi prima di procedere con l'intonacatura finale.



Schema per iniezioni a pressione



Schema per profondità delle iniezioni

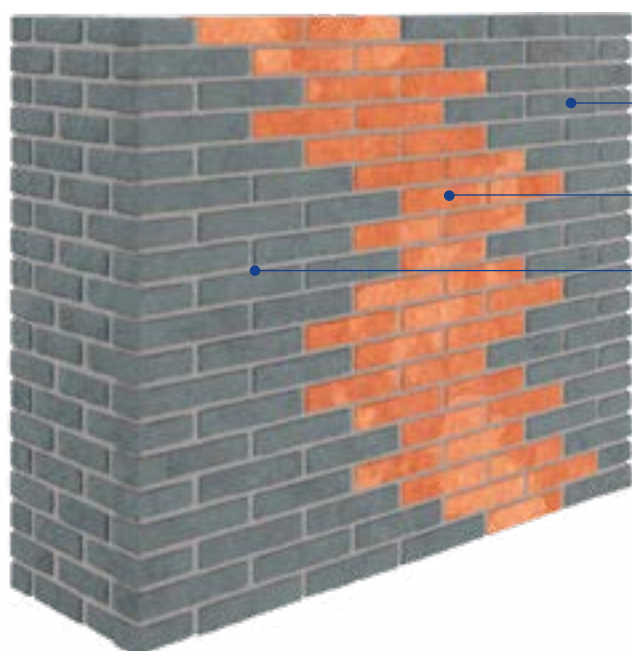
3.2.2. SCUCI E CUCI

Riferimento normativo

Circolare 7/2019 - p.to C8.7.4.1 (altri riferimenti: L.G.MIBAC 2011; L.G.ReLUIS 2009; D.n.10/2006 Post Sisma Molise).

Nota

L'intervento di scuci e cucì è finalizzato al ripristino della continuità muraria lungo le linee di fessurazione ed al risanamento di porzioni di muratura gravemente deteriorate. Si consiglia di utilizzare materiali simili a quelli originari per forma, dimensioni, rigidità e resistenza, collegando i nuovi elementi alla muratura esistente con adeguate ammorsature nel piano del paramento murario e se possibile anche trasversalmente al paramento stesso, in modo da conseguire la massima omogeneità e monoliticità della parete riparata. Tale intervento può essere utilizzato anche per la chiusura di nicchie, canne fumarie e per la riduzione dei vuoti, in particolare nel caso in cui la nicchia/apertura/cavità sia posizionata a ridosso di angolate o martelli murari. Il vantaggio di questa tecnica è quello di ripristinare il comportamento originario della struttura, senza condizionare il suo comportamento globale.



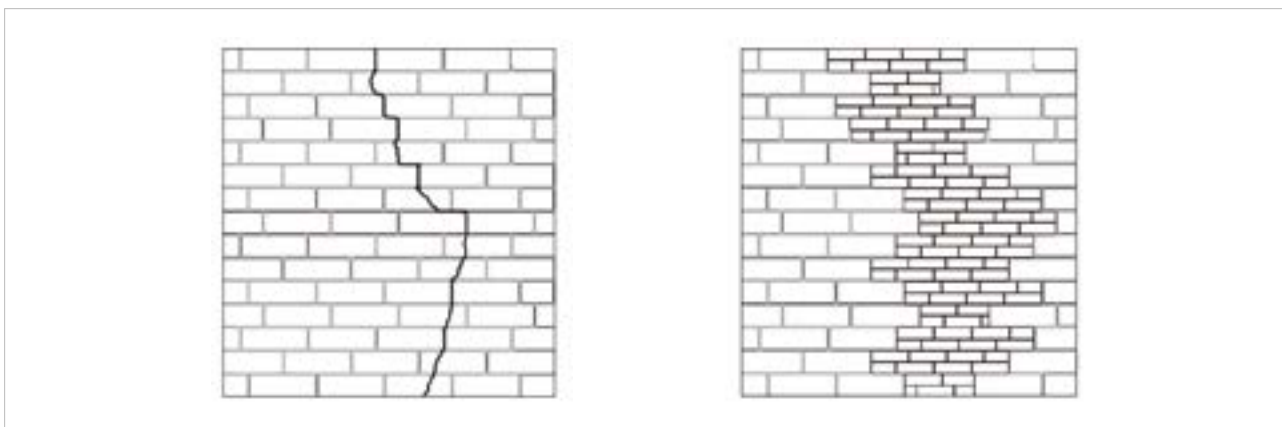
LEGENDA

1. Conci in pietra e/o mattoni
2. Nuovi elementi da murare: mattoni pieni o altri elementi compatibili
3. **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**

PRODOTTI UTILIZZATI	webertec BTcalceF	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria fine
	webertec BTcalceG	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria grossa

Tecnica di esecuzione

1. Operare la rimozione della parte di muratura (pietrame e/o laterizi) localmente degradata e/o lesionata, ivi compresa la malta di allettamento originaria e tutto quanto possa compromettere le successive lavorazioni, utilizzando mezzi esclusivamente manuali senza l'utilizzo di utensili meccanici.
2. Procedere al lavaggio del paramento murario con utilizzo di acqua spruzzata a bassa pressione.
3. Ricostruzione dei conci murari precedentemente rimossi e sostituzione degli stessi utilizzando mattoni pieni allettati con i prodotti **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**. I mattoni pieni saranno ammorsati (da entrambi i lati) alla vecchia muratura, avendo cura di lasciare tra la muratura nuova e la vecchia, lo spazio per l'inserimento forzato di appositi cunei (mattoni duri).
4. L'operazione viene eseguita partendo dal basso e procedendo verso l'alto.



Schema "scuci e cuci" tratta da Linee Guida ReLUIS 2009

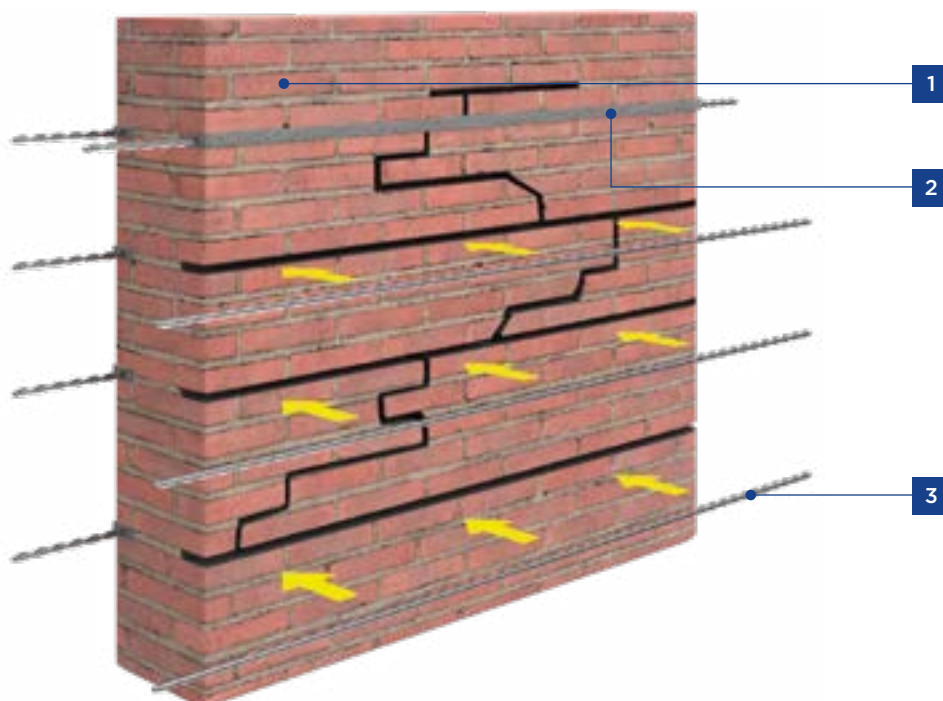
3.2.3. RISTILATURA DEI GIUNTI

Riferimento normativo

Circolare 7/2019 - p.to C8.7.4.1.4 (altri riferimenti: L.G.MIBAC 2011; L.G.ReLUIS 2009; D.n.10/2006 Post Sisma Molise).

Nota

L'intervento di ristilatura dei giunti, se effettuato in profondità su entrambi i lati, può migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura, in particolare nel caso di murature di spessore non molto elevato. L'eventuale inserimento nei giunti "ristilati" di piccole barre, trefoli o altri materiali resistenti a trazione, può migliorare ulteriormente l'efficacia dell'intervento.



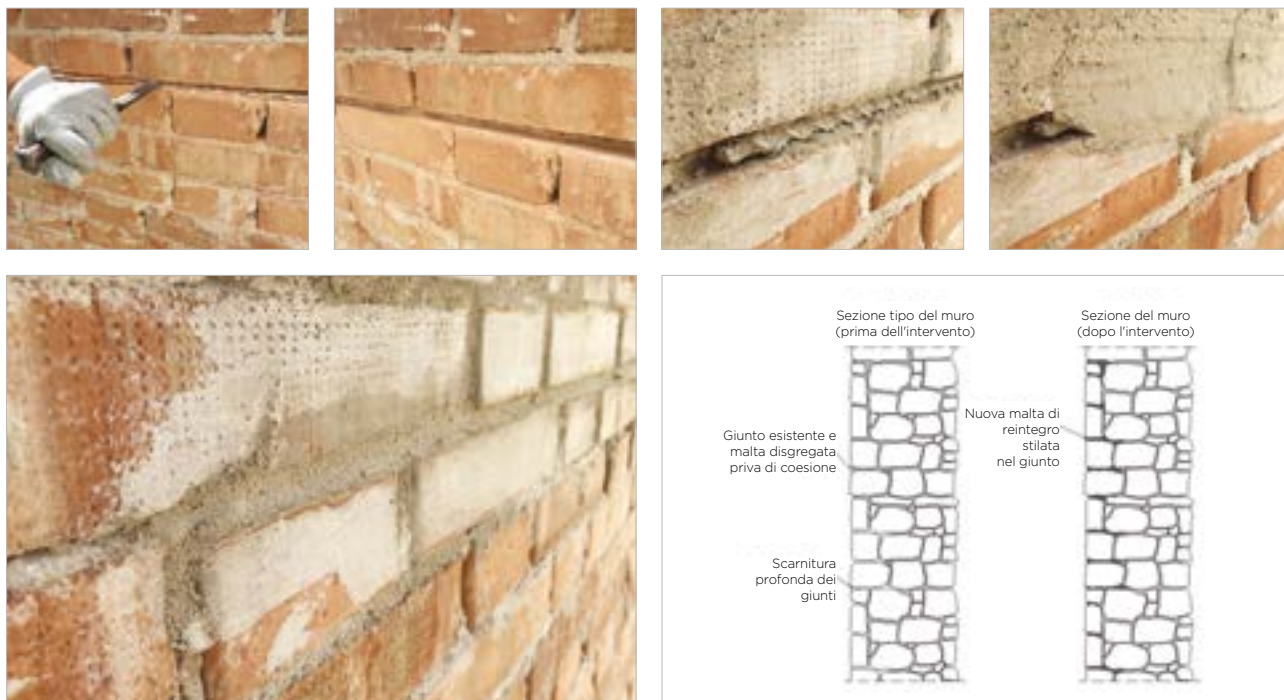
LEGENDA

1. Muratura mista o in mattoni pieni
2. **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**
3. **webertec elicafixA6**

PRODOTTI UTILIZZATI	webertec BTcalceF	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria fine
	webertec BTcalceG	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria grossa
	webertec elicafixA6	Barra a forma elicoidale in acciaio AISI 316 da 6 mm

Tecnica di esecuzione

1. Operare una profonda scarnitura del giunto esistente, possibilmente utilizzando mezzi esclusivamente manuali senza l'utilizzo di utensili meccanici.
2. Procedere al lavaggio del paramento murario con utilizzo di acqua spruzzata a bassa pressione.
3. Ristilatura dei giunti di malta con i prodotti **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**. Nel caso si operi una ristilatura armata, provvedere a riempire parzialmente il giunto (circa 2/3 dello spessore) con i prodotti **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**, successivamente inserire la barra in acciaio inox **webertec elicafixA6** e premerla all'interno fino a far rifluire il prodotto fresco già applicato.
4. Procedere poi al completo ricoprimento della stessa e alla rifinitura del giunto con i prodotti **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**.



Fasi ristilatura armata per ricucitura lesioni

Tratta da Linee Guida ReLUIS 2009

3.2.4. DIATONI ARTIFICIALI

Riferimento normativo

Circolare 7/2019 - p.to C8.7.4.1.3 (altri riferimenti: L.G.MIBAC 2011; D.n.10/2006 Post Sisma Molise).

Nota

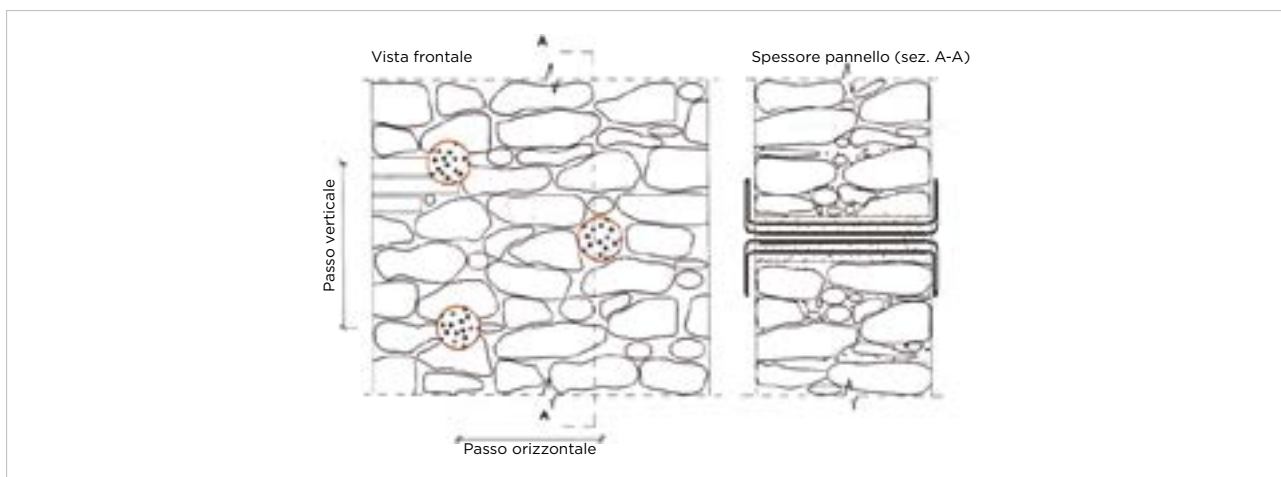
L'inserimento di diatoni artificiali, realizzati in materiali resistenti a trazione dentro fori di carotaggio, può realizzare un efficace collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco di uno di essi o l'innescio di fenomeni di instabilità per compressione. Inoltre intervento conferisce alla parete un comportamento monolitico per azioni ortogonali al proprio piano.

È molto importante utilizzare tale intervento, in presenza di murature con paramenti non collegati fra loro che sotto l'azione dei carichi, tendono a spanciare con la conseguente riduzione della loro capacità portante. Il compito dei diatoni è quello di tenere uniti i paramenti del muro, evitando distacchi e impedirne il progressivo aumento.

PRODOTTI UTILIZZATI	webertec connettoreV	Tubolare in fibre di vetro A.R.
	webertec BTcalceF	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria fine
	webertec BTcalceG	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria grossa
	webertec iniezione15	Malta superfluida con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale NHL5

Tecnica di esecuzione

1. Rimozione dell'intonaco esistente e successiva pulizia del supporto murario;
2. Realizzazione dei fori, meglio se in corrispondenza dei giunti di malta, aventi diametro di circa 25 mm mediante utilizzo di trapano a rotazione. I fori dovranno essere realizzati sfalsati con un passo di circa 70 cm (n.4/mq) e comunque secondo le indicazioni del progettista;
3. Pulitura del foro mediante tecnica dell'aria compressa e successivo lavaggio dello stesso;
4. Inserimento del connettore in vetro **webertec connettoreV** con gambo opportunamente irrigidito mediante impregnazione con resina epossidica **webertec EP100** e spolvero con sabbia al quarzo, avendo cura di assicurare una lunghezza per la successiva "sfiocatura" da ambo le parti del connettore pari a circa 20 cm per lato. Le porzioni di connettore da sfioccare non dovranno essere irrigidite, ma dovranno essere lasciate "pulite";
5. Procedere all'inserimento del connettore e allo sfiocco dello stesso da un solo lato della superficie muraria e procedere al bloccaggio con i prodotti **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**;
6. Ad avvenuto indurimento del prodotto utilizzato di cui al p.to precedente, procedere all'inghisaggio del connettore, procedendo dal lato opposto della muratura (connettore non sfioccato), tramite la malta fluida **webertec iniezione15** avendo cura di verificare la completa saturazione del foro;
7. Ad inghisaggio completato sarà possibile procedere allo sfiocco del connettore anche sul secondo lato della muratura.



3.2.5. CORDOLI IN SOMMITÀ

Riferimento normativo

Circolare 7/2019 - p.to C8.7.4.1 (altri riferimenti: D.n.10/2006 Post Sisma Molise p.to B9).

Nota

Cordoli in sommità alla muratura possono costituire una soluzione efficace per collegare le pareti, in una zona dove la muratura è meno coesa a causa del limitato livello di compressione, e per migliorare l'interazione con la copertura. Devono essere realizzati con una muratura a tutto spessore e di buone caratteristiche; in genere la soluzione più naturale è l'uso di una muratura in mattoni pieni. All'interno deve essere alloggiata un'armatura metallica o in altro materiale resistente a trazione, resa aderente alla muratura del cordolo tramite conglomerato, ad esempio malta cementizia. La realizzazione di collegamenti tra cordolo e muratura, eseguita tramite perfori armati disposti con andamento inclinato, se necessaria risulta efficace solo in presenza di muratura di buona qualità.

Negli altri casi è opportuno eseguire un consolidamento della muratura nella parte sommitale della parete e affidarsi all'aderenza e al contributo dell'attrito, da incrementare mediante sagomature (ad es. indentature diagonali) della superficie di appoggio del cordolo.

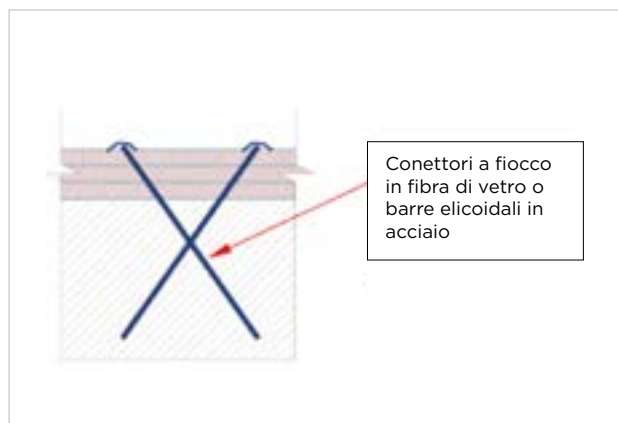


Tecnica di esecuzione

La metodologia operativa consiste nel realizzare la sovrapposizione di strati di mattoni comuni alternati a strati di elementi di rinforzo costituiti da reti in fibra di vetro A.R. immerse in matrici a base di calce idraulica naturale, costituendo di fatto una muratura armata mediante sistemi FRCM (**webertec FRCM**). Si procederà prima alla livellatura del supporto, con eventuali fasi di ripristino e riparazione di lesioni presenti. Nelle fasi di realizzazione del cordolo particolare cura sarà posta alla corretta impregnazione della **webertec rete AR50/AR115** nella malta **webertec BTcalceF**. Il sistema verrà reso solidale con la muratura sottostante mediante l'inserimento di connettori a fiocco in fibra di vetro **webertec connettoreV**, previo irrigidimento del gambo da eseguirsi mediante impregnazione con resina epossidica **webertec EP100** e spolvero di sabbia al quarzo. Il giorno dopo potranno essere installati mediante iniezioni di malta di calce idraulica naturale **webertec iniezione15** o in alternativa con la resina epossidica **webertec EP100** per la profondità di 1 m, inclinati e con passo minimo 50-70 cm. In alternativa al connettore in fibra di vetro potranno essere utilizzate le barre elicoidali in acciaio **webertec elicafix**, da inserirsi nell'apposito foro mediante colaggio di **webertec iniezione15** oppure con resina epossidica **webertec EP100**. L'altezza del cordolo e quindi il numero dei ricorsi dei mattoni dovrà essere stabilita dal progettista, così come il passo degli inghisaggi e la profondità degli stessi.



Tipologia cordolo
(rif. D.n.10/2006 Post Sisma Molise p.to B9)



Particolare ancoraggio
(rif.D.n.10/2006 Post Sisma Molise p.to B9)

PRODOTTI UTILIZZATI	webertec connettoreV o webertec elicafix	Connettore in fibra di vetro/ barra elicoidale in acciaio
	webertec BTcalceF	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria fine
	webertec iniezione15	Malta superfluida con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale NHL5
	webertec rete AR115/AR50	Rete in fibra di vetro A.R. apprettata bidirezionale

3.3. INTERVENTI CON SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI

Alle tradizionali tecniche di rinforzo impiegate usualmente sia sulle strutture in c.a., sia su quelle in muratura, si aggiungono come valida alternativa le tecniche di rinforzo che prevedono l'utilizzo di materiali compositi. Questi materiali rappresentano una significativa evoluzione tecnologica, poiché coniugano le migliori caratteristiche dei singoli componenti. Un sistema composito è quindi costituito da più materiali, chiamati "fasi" e presenta proprietà superiori rispetto a quelle dei singoli costituenti se gli stessi venissero sollecitati indipendentemente. Le fasi di un materiale composito sono tipicamente due:

- fase "rinforzo": normalmente costituita da fibre di diversa natura da cui dipendono rigidità e resistenza del composito nella direzione delle fibre stesse;
- fase "matrice": può essere di origine organica o inorganica. A essa è demandato il compito di proteggere le fibre, ripartire il carico sulle stesse, garantire l'adesione ai vari supporti e trasferire gli sforzi dal supporto al rinforzo.

I nuovi sistemi compositi della gamma **webertec** appartengono alle seguenti tipologie:

- Sistemi **FRCM** (Fiber Reinforced Cementitious Matrix), compositi costituiti da fibre di vario genere tra cui fibre di vetro A.R. lunghe, a elevata resistenza a trazione, annegate in una matrice inorganica. In generale, gli **FRCM** sono sistemi di rinforzo a basso spessore e rispondono a precise limitazioni geometriche:

- il rinforzo deve essere realizzato impiegando una rete costituita da maglie della dimensione massima di 30x30 mm;
- la rete deve essere annegata in uno spessore di malta compreso tra 5 mm e 15 mm.

- Sistemi **CRM** (Composite Reinforced Mortar), composti da un'armatura di rinforzo costituita da reti e angolari in **FRP** e connettori per l'ancoraggio ai supporti il tutto inglobato in una malta strutturale per la realizzazione di intonaci armati.

In generale, la rete in **FRP** è in grado di assorbire gli sforzi di trazione, mentre la malta strutturale (betoncino) contribuisce ad assorbire gli sforzi di compressione. Il trasferimento degli sforzi fra il supporto e la rete di rinforzo è garantito anche dalla presenza dei connettori, che assicurano la collaborazione strutturale fra la muratura e l'intonaco armato.

Tali sistemi rispondono a precise limitazioni geometriche:

- spessore compreso tra i 30 e i 50 mm, al netto del livellamento del supporto;
 - distanza netta tra i trefoli della rete non superiore a 4 volte lo spessore della malta e comunque non minore di 30 mm.
- Sistemi **FRP** (Fiber Reinforced Polymer), compositi strutturali realizzati mediante l'utilizzo di varie fibre resistenti tra cui fibre di carbonio immerse in una matrice di resina epossidica.

I sistemi compositi sopra citati sono tutti identificabili e in possesso di specifica qualificazione all'uso previsto secondo quanto riportato nelle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni al Cap. 11.1.

A tal fine, le norme predette, prevedono che i materiali e i prodotti da costruzione per uso strutturale, quando non marcati CE ai sensi del Regolamento UE n.305/2011, sulla scorta di una norma armonizzata o di una **Valutazione Tecnica Europea** (ETA, articolo 26 del Regolamento UE n.305/2011), debbano essere in possesso di un **Certificato di Valutazione Tecnica** (nel seguito CVT) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale (nel seguito STC), anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili.

3.3.1. SISTEMI FRCM - webertec FRCM

I sistemi **webertec FRCM** sono **marcati CE** e i riferimenti per la progettazione dei rinforzi in **FRCM** sono le istruzioni CNR-DT 215/2018 *“Istruzioni per la Progettazione, l’Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l’utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica”* e le *“Linea Guida per la progettazione, l’esecuzione e la manutenzione di interventi di consolidamento strutturale mediante l’utilizzo di sistemi di rinforzo FRCM”*.

I sistemi **webertec FRCM** sono composti da una matrice inorganica a base di calce idraulica naturale e da un elemento di rinforzo costituito da una rete in fibra di vetro A.R.

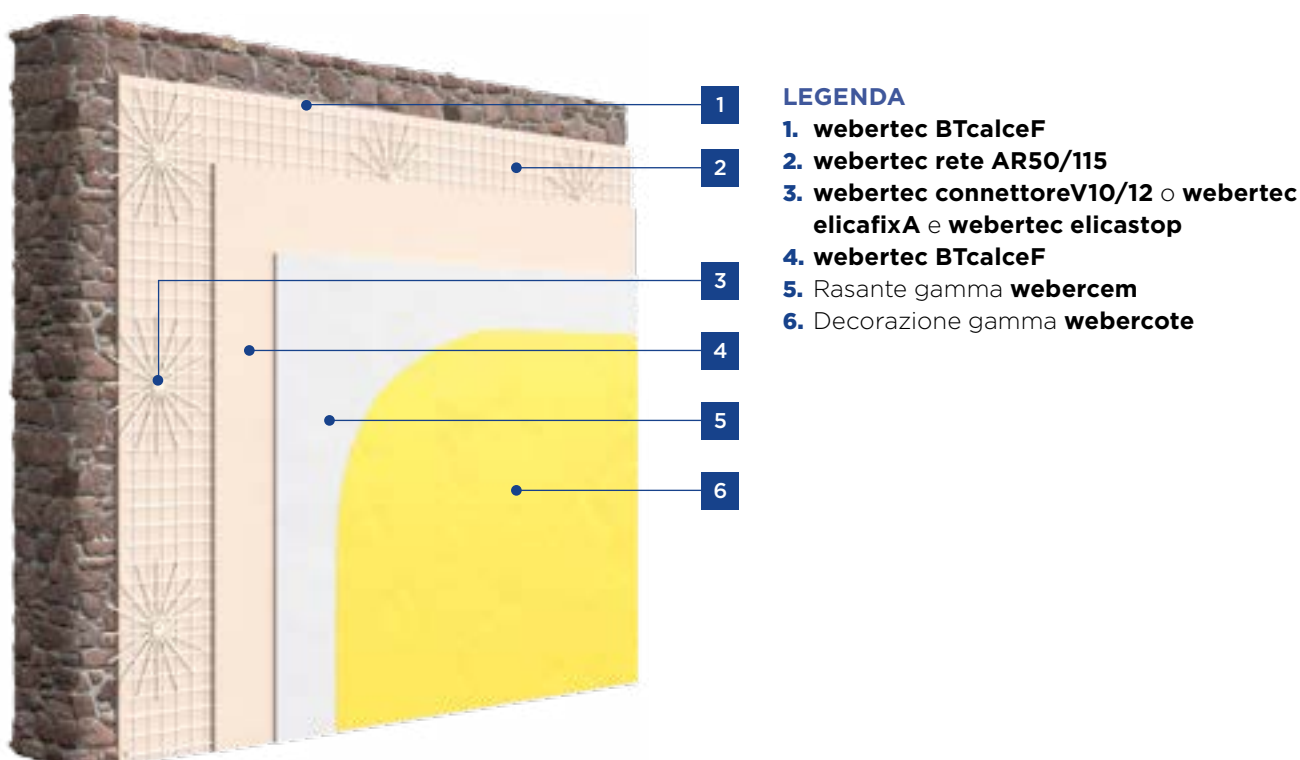
Le caratteristiche principali dei rinforzi **webertec FRCM** sono le seguenti:

- ottima resistenza a trazione delle fibre utilizzate;
- basso spessore di applicazione, quindi leggerezza, in modo da non alterare la massa e la rigidità dell’elemento rinforzato;
- ottima compatibilità meccanica della matrice a base di calce idraulica con le murature esistenti in termini di modulo elastico;
- ottima compatibilità chimico-fisica e termo-igrometrica con le pareti in muratura, poiché la matrice inorganica non ne altera l’equilibrio esistente;
- facilità e velocità di posa poiché la malta deve essere solo miscelata con acqua e le reti si tagliano con comuni strumenti da cantiere;

I sistemi **webertec FRCM** sono indicati principalmente per il rinforzo strutturale di elementi in muratura; in particolare possono essere utilizzati per:

- rinforzo di pareti sollecitate nel loro piano;
- rinforzo di pareti sollecitate fuori dal piano;
- realizzazione di cordoli sommitali;
- rinforzo di strutture a semplice o doppia curvatura;
- confinamento di colonne;

3.3.1.1. COMPOSIZIONE DEI SISTEMI



LEGENDA

1. webertec BTcalceF
2. webertec rete AR50/115
3. webertec connettoreV10/12 o webertec elicafixA e webertec elicastop
4. webertec BTcalceF
5. Rasante gamma webercem
6. Decorazione gamma webercote

Sistema di rinforzo	Fibre resistenti	Malta
webertec FRCM/50	webertec rete AR50 Rete in fibra di vetro A.R. apprettata bidirezionale con grammatura 243 g/m ²	webertec BTcalceF
webertec FRCM/115	webertec rete AR115 Rete in fibra di vetro A.R. apprettata bidirezionale con grammatura 550 g/m ²	webertec BTcalceF

3.3.2. TECNICA DI ESECUZIONE

3.3.2.1. PREPARAZIONE DEI SUPPORTI

1. Procedere alla rimozione dell'intonaco esistente (ove presente) e alla successiva pulizia del supporto murario. Su murature vecchie è indispensabile eseguire un idrolavaggio a pressione o idrosabbatura fino alla totale eliminazione di ogni traccia di sporcizia, di parti deboli o inconsistenti, di eventuali efflorescenze saline e di ogni altro elemento che possa pregiudicare l'adesione del nuovo strato di malta;
2. Eventuali rotture o cavità dei supporti in muratura devono essere riparati con tecnica adeguata (a esempio, scuci e cucì, rincoccio, ristilatura, ecc.). Prima dell'applicazione del sistema di rinforzo i supporti devono presentarsi stabili, resistenti e puliti;
3. In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo **FRCM** debba essere applicato intorno a spigoli, questi ultimi devono essere opportunamente arrotondati con raggio di curvatura non inferiore a 20 mm.

3.3.2.2. MODALITÀ APPLICATIVE

1. I supporti irregolari dovranno essere regolarizzati con **webertec BTcalceF** e a indurimento avvenuto (dopo qualche giorno) si potrà procedere con l'applicazione del sistema scelto. Prima dell'applicazione della malta, il supporto dovrà essere bagnato a rifiuto e alla scomparsa del velo d'acqua si potrà procedere con l'applicazione del primo strato del prodotto **webertec BTcalceF**, per uno spessore di 5 mm;
2. Sul prodotto ancora fresco, posizionare e stendere la rete di rinforzo scelta **webertec rete AR50** o **webertec rete AR115**, assicurandosi che sia completamente planare, impregnata e tesa, evitando la formazione di vuoti. I lembi della rete dovranno essere sovrapposti per una lunghezza di 30 cm;
3. Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo **FRCM** è necessario, essa deve essere di almeno 30 cm;
4. Sulla prima mano ancora umida, terminare l'intervento con l'applicazione di un secondo strato del prodotto **webertec BTcalceF** per ulteriori 5 mm, raggiungendo così lo spessore complessivo di 10 mm;
5. Alla fine dell'intervento la rete dovrà risultare nella metà dello spessore totale del rinforzo;
6. In previsione di ricopertura con intonaco occorre lasciare scabra la superficie del **webertec BTcalceF** (vedi p.to 3.3.2.4).

3.3.2.3. REALIZZAZIONE CONNETTORI

L'uso di connettori può risultare utile o addirittura indispensabile. A tal proposito si riportano alcune indicazioni:

- Sono indispensabili quando il sistema di rinforzo è applicato su una sola faccia del pannello. A tal fine devono essere predisposti connettori di lunghezza tale da penetrare nello strato più esterno del paramento non rinforzato;
- Nel caso di rinforzo su due facce di murature a sacco o con paramenti scollegati è obbligatorio posizionare connettori passanti;
- Disporre gli interassi dei connettori a quinconce, facendo riferimento a quanto riportato nel DT215/2018 e alle indicazioni del Progettista:
 - murature con spessore $t \leq 40$ cm: interasse $\geq 3 t$ e comunque non superiore a 160 cm;
 - murature con spessore $t > 40$ cm: interasse $\geq 2 t$ e comunque non superiore a 200 cm.

Per i connettori in fiocco di fibra di vetro passanti è possibile procedere in questo modo:

1. I fori passanti devono essere realizzati nella fase iniziale dell'intervento. Dovranno avere un diametro di circa 22 mm ed essere eseguiti mediante trapano a rotazione, leggermente inclinati e meglio se in corrispondenza dei giunti di malta. Dovranno essere puliti con aria compressa e successivamente lavati con acqua. Si suggerisce l'utilizzo di spie per la successiva individuazione dei fori;
2. Inserimento del connettore in fibra di vetro **webertec connettoreV** avendo cura di assicurare una lunghezza maggiore per la successiva "sfiocatura" pari a circa 20 cm per lato;
3. Su uno dei due lati, procedere allo sfiocco dei connettori sulla superficie muraria inglobando il fiocco con **webertec BTcalceF**;
4. Dal lato opposto procedere all'inghisaggio dei connettori tramite la malta fluida **webertec iniezione15** avendo cura di verificare la completa saturazione del foro;
5. Completare la "sfiocatura" sull'altro lato della muratura procedendo analogamente a quanto fatto al precedente punto 3;

Per i connettori in fiocco di fibra di vetro non-passanti è possibile procedere in questo modo:

1. I fori devono essere realizzati nella fase iniziale dell'intervento. Dovranno avere un diametro di circa 16÷18 mm ed essere eseguiti mediante trapano a rotazione, meglio se in corrispondenza dei giunti di malta. Dovranno essere puliti con aria compressa. Si suggerisce l'utilizzo di spie per la successiva individuazione dei fori;
2. I connettori **webertec connettoreV** devono essere preparati in precedenza, tagliandoli a misura considerando una lunghezza pari alla profondità di inghisaggio più 20 cm per lo sfiocco;
3. Successivamente si potrà procedere all'impregnazione del connettore con **webertec EP100**, facendo attenzione a non sporcare di resina la parte destinata allo sfiocco. L'impregnazione potrà avvenire per immersione nella resina. È necessario spolverare con sabbia al quarzo e lasciare indurire per un giorno, al fine di aumentarne l'adesione;

4. Rimuovere le spie e procedere all'iniezione nei fori dell'ancorante **webertec ancoranteV** partendo dal fondo del foro. Inserire il connettore avendo cura di ruotarlo sul proprio asse durante l'inserimento per garantire la sua completa impregnazione;
5. Procedere poi allo sfiocco del connettore aprendolo a raggiera e inglobandone le fibre con **webertec BTcalceF**.

Per i connettori con barre elicoidali in acciaio passanti è possibile procedere in questo modo:

1. Eseguire, nella fase iniziale dell'intervento, i fori pilota orizzontali e passanti del diametro di circa 8-9 mm. Allargare i fori pilota su entrambe le facce della muratura fino a un diametro di 14 mm e una profondità di circa 30 mm. Una volta eseguiti i fori, procedere alla pulizia degli stessi mediante aria compressa e successivo lavaggio (si suggerisce l'utilizzo di spie per l'individuazione dei fori).
2. Dal rotolo di connettori in acciaio inox **webertec elicafixA 8-10/10** o dalle barre di 1 m di **webertec elicafixA 8-10**, ritagliare barre della lunghezza necessaria.
3. Inserire le barre **webertec elicafixA 8-10** utilizzando l'apposito mandrino spingibarre **webertec mandrino**, montato su tassellatore, e spingerle mediante sola percussione nei prefori precedentemente realizzati, fino a portare la testa del mandrino a filo muro. Le barre dovranno fuoriuscire di almeno 3-4 cm dal lato opposto della muratura.
4. Se ritenuto necessario, inserire per ogni barra dei fazzoletti quadrati (circa 15x15 cm) ricavati dalla rete utilizzata.
5. Sempre sullo stesso lato della muratura, fissare la rete (con eventuale fazzoletto) mediante tassello **webertec elicastop**, avvintandolo sulle barre elicoidali. Rimuovere le alette del tassello e tagliare l'eventuale eccedenza della barra elicoidale a filo tassello.
6. Sulla prima mano ancora umida, completare l'intervento con l'applicazione del secondo strato di **webertec BTcalceF** (spessore 5-7 mm). Al termine, la rete dovrà risultare centrata nello spessore complessivo del rinforzo pari a 10 mm.
7. Sul lato opposto della muratura, dopo aver applicato il primo strato di **webertec BTcalceF** e posizionata la rete di rinforzo **webertec rete AR50/AR115**, come in precedenza descritto, ripetere le operazioni indicate ai punti 5 e 6.

Per i connettori con barre elicoidali in acciaio non-passanti è possibile procedere in questo modo:

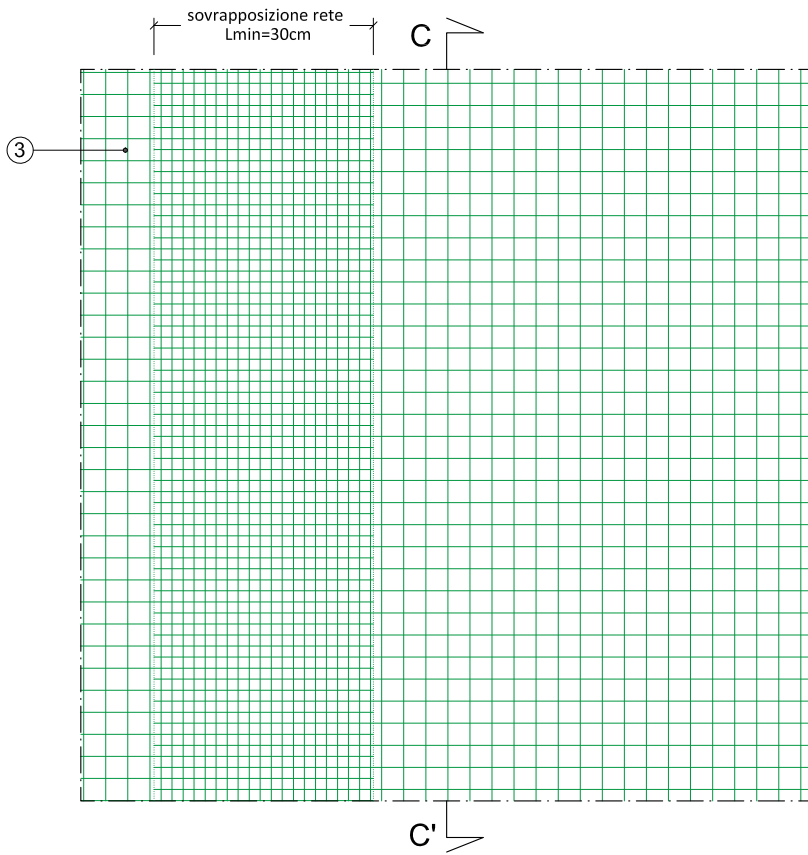
1. Eseguire, nella fase iniziale dell'intervento, i fori pilota orizzontali e passanti del diametro di circa 8-9 mm. Allargare i fori pilota su entrambe le facce della muratura fino a un diametro di 14 mm e una profondità di circa 30 mm. Una volta eseguiti i fori, procedere alla pulizia degli stessi mediante aria compressa e successivo lavaggio (si suggerisce l'utilizzo di spie per l'individuazione dei fori).
2. Dal rotolo di connettori in acciaio inox **webertec elicafixA 8-10/10** o dalle barre di 1 m di **webertec elicafixA 8-10**, ritagliare barre della lunghezza necessaria.
3. Inserire le barre **webertec elicafixA 8-10** utilizzando l'apposito mandrino spingibarre **webertec mandrino**, montato su tassellatore, e spingerle mediante sola percussione nei prefori precedentemente realizzati, fino a portare la testa del mandrino a filo muro.
4. Se ritenuto necessario, inserire per ogni barra dei fazzoletti quadrati (circa 15x15 cm) ricavati dalla rete utilizzata.
5. Sempre sullo stesso lato della muratura, fissare la rete (con eventuale fazzoletto) mediante tassello **webertec elicastop**, avvintandolo sulle barre elicoidali. Rimuovere le alette del tassello e tagliare l'eventuale eccedenza della barra elicoidale a filo tassello.
6. Sulla prima mano ancora umida, completare l'intervento con l'applicazione del secondo strato di **webertec BTcalceF** (spessore 5-7 mm). Al termine, la rete dovrà risultare centrata nello spessore complessivo del rinforzo pari a 10 mm.

3.3.2.4. FINITURE SU **webertec FRCM**

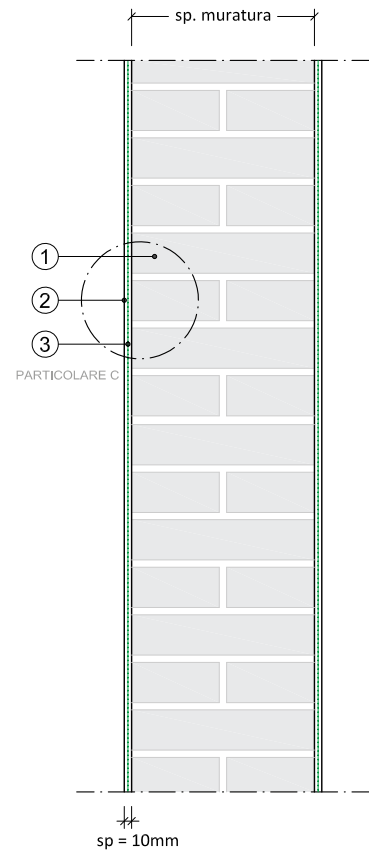
Terminato il ciclo di rinforzo della muratura, è possibile effettuare la posa dei seguenti strati di finitura:

- i. Intonaco a base calce.** È possibile realizzare la posa in sovrapposizione di uno strato aggiuntivo di intonaco di regolarizzazione mediante applicazione di **webercalce into F/G**, avendo cura di eseguire un rinzafo preventivo con il **webertec BTcalceF** sulla superficie del rinforzo **webertec FRCM** ancora fresca;
- ii. Rasatura a base calce.** È possibile procedere alla rasatura diretta con il prodotto **webercalce rasatura** a completa stagionatura del sistema di rinforzo. È sempre raccomandabile inglobare nello spessore della rasatura la rete **webertherm RE195**;
- iii. Rasatura cementizia.** È possibile procedere alla rasatura diretta con i prodotti della gamma **webercem** a completa stagionatura del sistema di rinforzo. È sempre raccomandabile inglobare nello spessore della rasatura una rete in fibra di vetro AR tipo **webertherm RE160**;
- iv. Intonaco da risanamento.** In previsione della ricopertura con intonaco da risanamento (**webersan thermo evoluzione/webersan evoluzione top/webersan evoluzione start/webersan evocalce**), sul supporto fresco e appena staggiato - realizzato con **webertec BTcalceF** - applicare un sottile strato spruzzato a "rosa ampia" dello stesso prodotto per favorire l'aggrappo meccanico dei successivi strati di intonaco da risanamento, completando infine il ciclo in ossequio alle istruzioni contenute nella scheda tecnica di quest'ultimo prodotto;
- v. Decorazione.** Da applicare previa realizzazione dello strato di rasatura. Valutare di concerto con il personale tecnico Saint-Gobain la soluzione decorativa più idonea, da individuarsi tra le linee **weberpaint** (per interni), **webercote** (per interni ed esterni);
- vi. Ceramica.** È possibile applicare direttamente l'adesivo sulla superficie rinforzata. Valutare di concerto con il personale tecnico Saint-Gobain la soluzione di posa più idonea, in base alle caratteristiche della ceramica (o elemento lapideo) e del collante della gamma **webercol**;
- vii. Cappotto termico.** È possibile applicare qualunque sistema **webertherm** rispettando le relative indicazioni di preparazione dei supporti, avendo cura di non effettuare la tassellatura in corrispondenza dei connettori (se presenti) del rinforzo;
- viii. Rivestimento con controparete interna.** Controparete interna costituita da lastre in gesso rivestito **Gyproc Habito® Forte** e isolanti in lana minerale **Isover Arena**, permette di ottenere un ottimo isolamento termico, acustico, elevata finitura estetica, resistenza meccanica (attrezzabilità dei sistemi) e perfetta integrazione impiantistica;
- ix. Rivestimento con controparete esterna.** Controparete esterna costituita da lastre in gesso fibro-rinforzato **Gyproc Glasroc® X**, con opportuno ciclo di finitura della gamma **webertherm** e **webercote**, e isolanti in lana minerale **Isover Arena**, permette di ottenere un ottimo isolamento termico, acustico ed elevata resistenza meccanica.

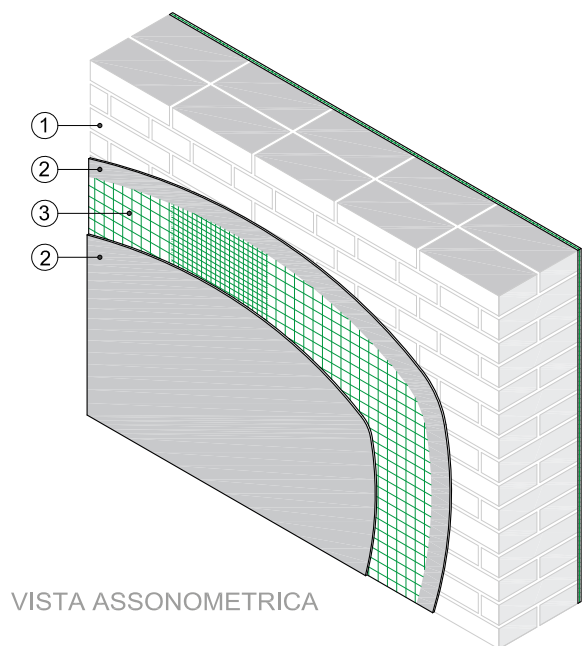
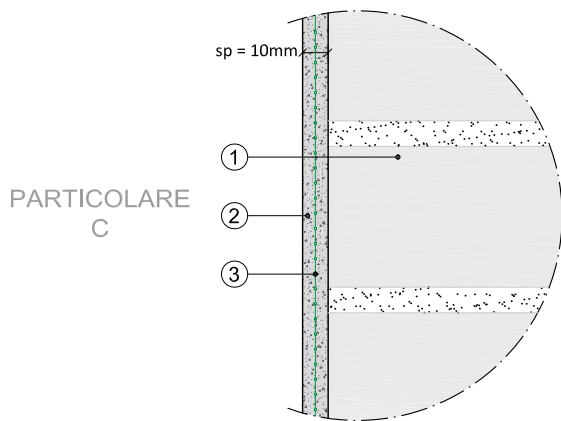
SISTEMI FRCM PER IL CONSOLIDAMENTO MURARIO: RINFORZO SU ENTRAMBI I LATI DELLA MURATURA



PROSPETTO DELLA MURATURA RINFORZATA



SEZIONE C-C'

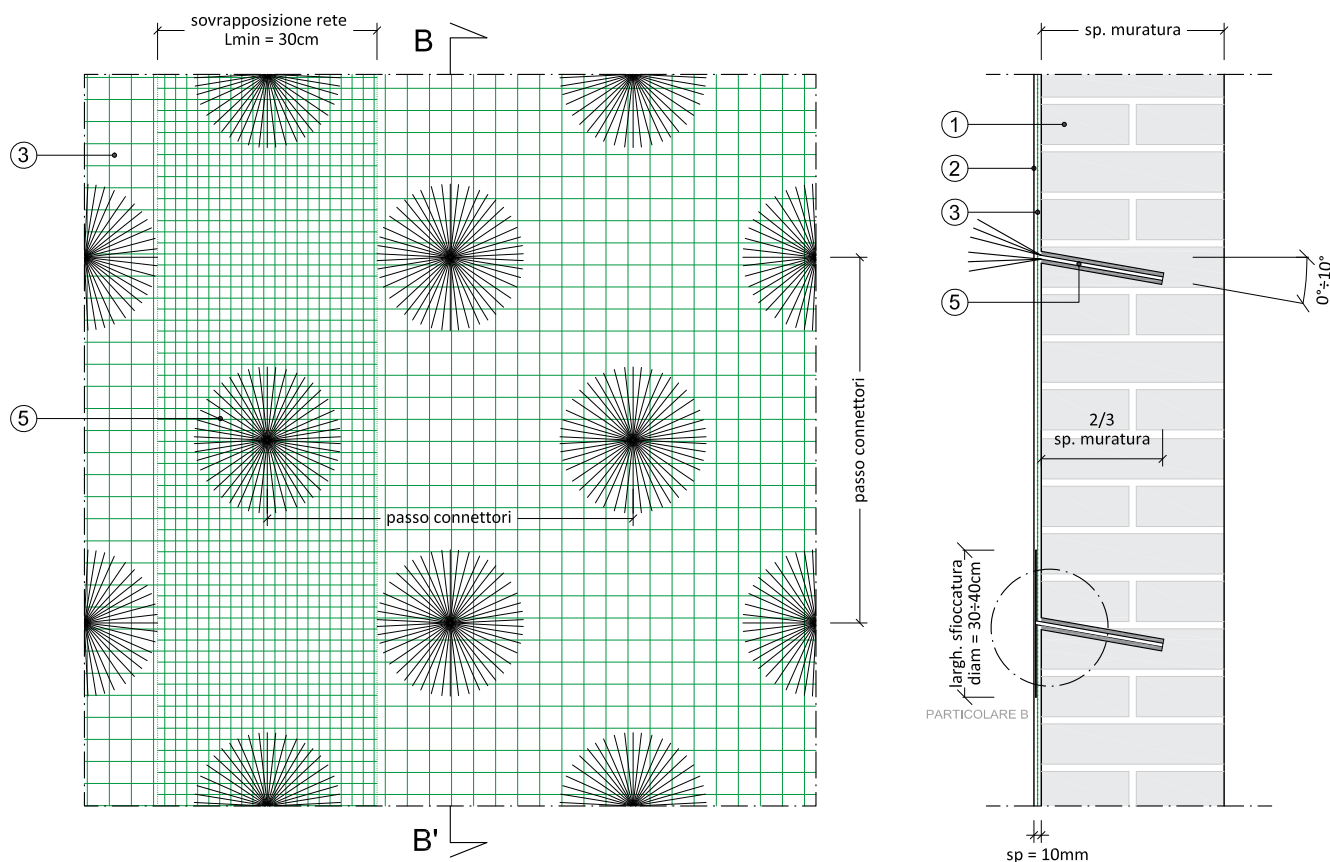


LEGENDA

1. supporto in muratura
2. **webertec BTcalce F**
3. **webertec rete AR50/AR115**

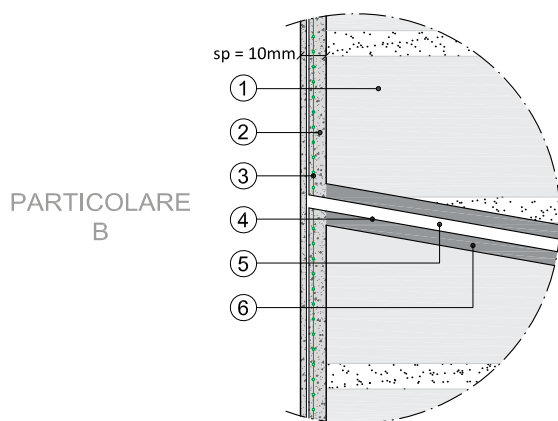
DWG editabili disponibili sul sito

SISTEMI FRM PER IL CONSOLIDAMENTO MURARIO: RINFORZO SU UN LATO DELLA MURATURA

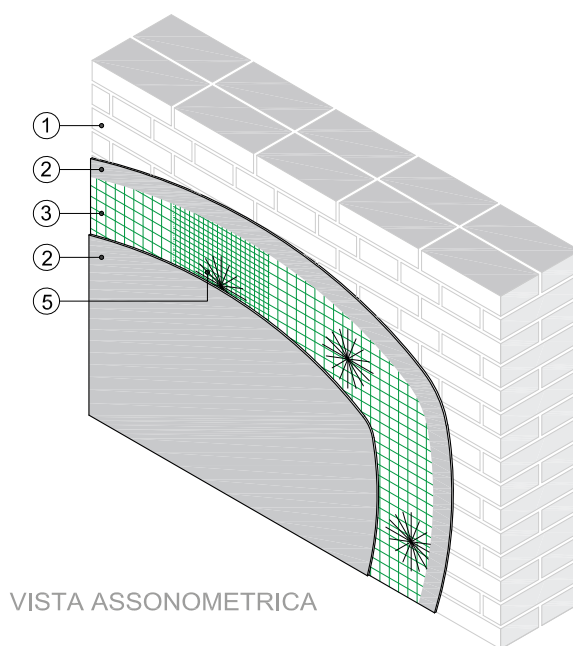


PROSPETTO DELLA MURATURA RINFORZATA

SEZIONE B-B'



PARTICOLARE B



VISTA ASSONOMETRICA

LEGENDA

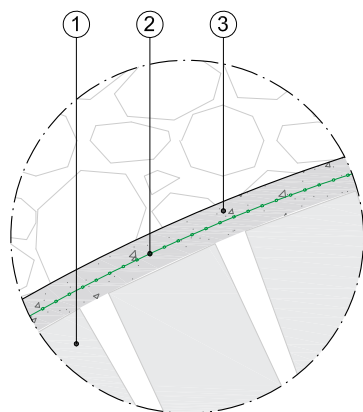
1. supporto in muratura
2. webertec BTcalce F
3. webertec rete AR50/AR115
4. foro diametro Ø16
5. webertec connettoreV
6. webertec ancoranteV

DWG editabili disponibili sul sito

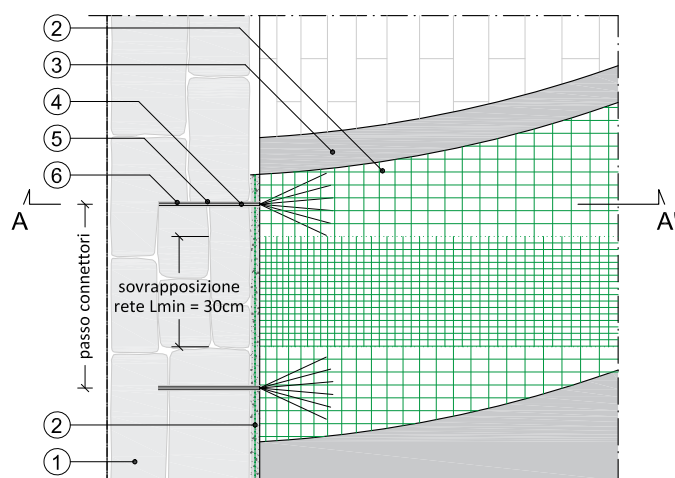
SISTEMI FRCM PER IL CONSOLIDAMENTO MURARIO: RINFORZO DI VOLTE



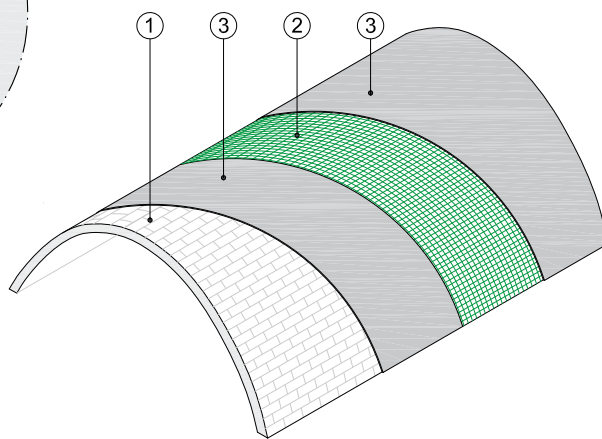
SEZIONE A-A'
CONNESSIONE
SISTEMA



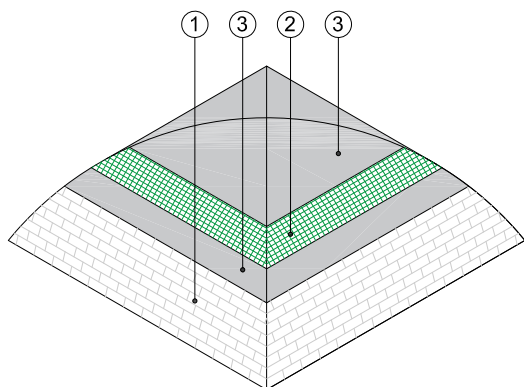
PARTICOLARE D



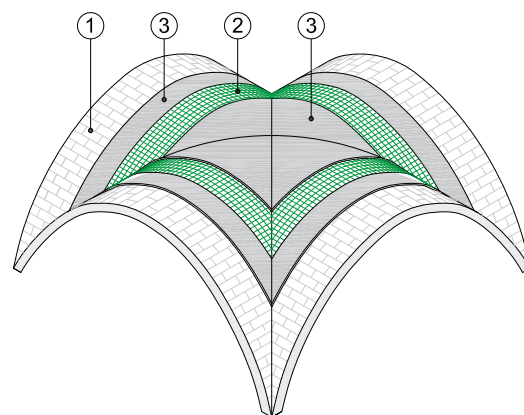
PLANIMETRIA CONNESSIONE SISTEMA



ASSONOMETRIA VOLTA A BOTTE



ASSONOMETRIA VOLTA A PADIGLIONE



ASSONOMETRIA VOLTA A CROCIERA

LEGENDA

1. supporto in muratura
2. webertec rete AR50/AR115
3. webertec BTcalce F
4. webertec connettoreV
5. foro Ø16
6. inghisaggio con webertec ancoranteV

DWG editabili disponibili sul sito

3.4. SISTEMI CRM – webertec CRM

I sistemi **webertec CRM** sono qualificati con **CVT** (Certificato di Valutazione Tecnica rilasciato dalla II° Div. del S.T.C. del C.S.L.P.) in riferimento alle *“Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell’intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)”* emanate con DPCS LL.PP. n. 292 del 29.5.2019 secondo quanto riportato dalle N.T.C. 2018.

Nelle more della Linea Guida per la progettazione dei **CRM**, è possibile dimensionare questo tipo di rinforzo come intonaco armato, utilizzando le tabelle della Circolare Esplicativa 2019 delle NTC 2018.

I sistemi **webertec CRM** sono intonaci armati composti da malta, una rete preformata in fibra di vetro impregnata con una resina termo-indurente, angolari preformati della stessa tipologia della rete, connettori preformati in fibra di vetro e ancorante chimico per la loro solidarizzazione al supporto.

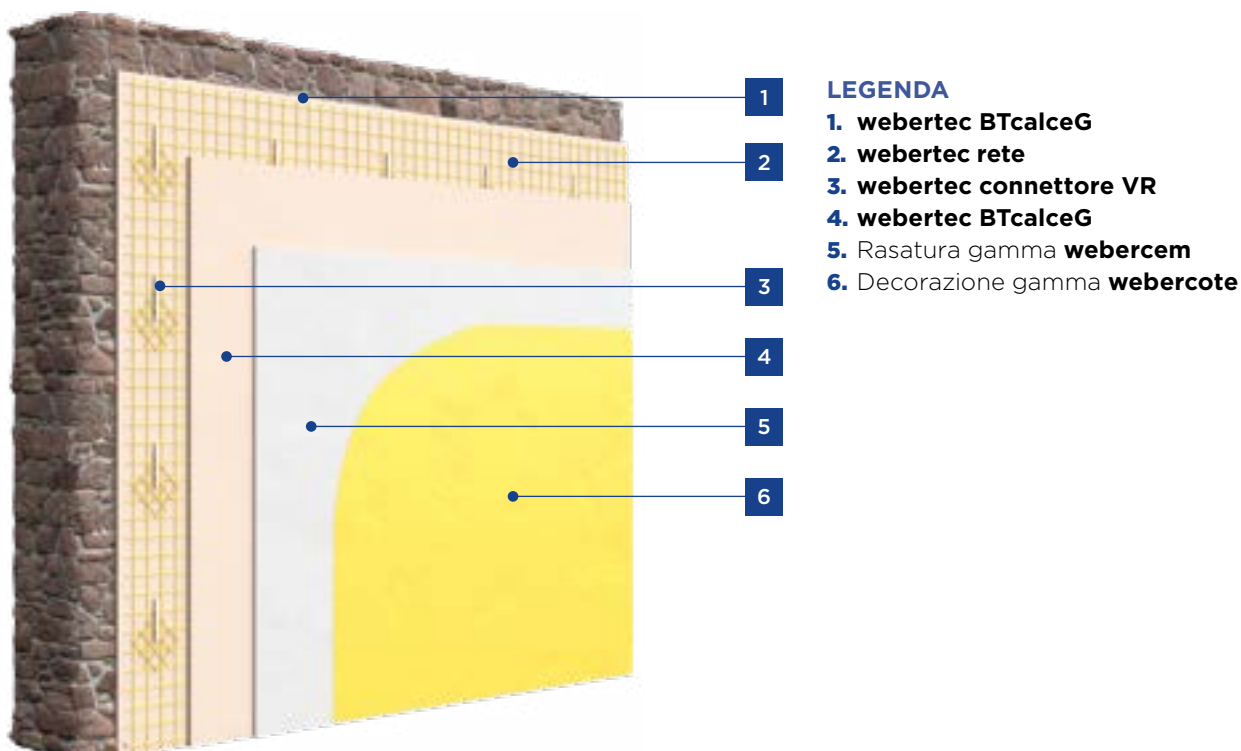
Le principali caratteristiche dei rinforzi **CRM** sono le seguenti:

- buoni miglioramenti dei parametri meccanici delle murature mediante realizzazione di un rinforzo omogeneo e diffuso;
- maggior efficacia in caso di murature a più paramenti per la presenza di connettori trasversali;
- compatibilità con le murature storiche grazie all’impiego di betoncini a base di calce idraulica aventi basso modulo elastico;
- ottima compatibilità termo-igrometrica con le pareti in murature, poiché la matrice inorganica non ne altera l’equilibrio esistente, mentre il betoncino a base di calce idraulica naturale favorisce la normale permeabilità al vapore della muratura;
- facilità di applicazione, poiché pur essendo una tecnica innovativa, rappresenta l’evoluzione di tecniche di rinforzo tradizionali (esempio: intonaci armati con reti in acciaio e.s.).

I sistemi **webertec CRM** sono indicati principalmente per il rinforzo strutturale di elementi in muratura, in particolare possono essere utilizzati per:

- rinforzo a flessione e taglio di paramenti murari e colonne in muratura;
- confinamento di colonne in muratura;
- rinforzo di archi e volte in muratura;
- rinforzo di elementi secondari, quali scale, tamponamenti, ecc...;

3.4.1. COMPOSIZIONE DEI SISTEMI



Sistema di rinforzo	Tipologia della rete	Connettore	Intonaco	Tipo di Certificazione
webertec CRM/60	webertec rete AR99x99 , rete in fibra di vetro AR impregnata con resina termoindurente. Peso rete apprettata 290g/mq	webertec connettore VR , in GFRP ad aderenza migliorata; Ancorante webertec ancorante V	webertec BTcalceG	CVT
webertec CRM/75	webertec rete AR75 , rete in fibra di vetro AR impregnata con resina termoindurente. Peso rete apprettata 305g/mq			
webertec CRM/95	webertec rete AR66x66 , rete in fibra di vetro AR impregnata con resina termoindurente. Peso rete apprettata 430g/mq			
webertec CRM/180	webertec rete AR33x33 , rete in fibra di vetro AR impregnata con resina termoindurente. Peso rete apprettata 845g/mq			

3.4.2. TECNICA DI ESECUZIONE

3.4.2.1. PREPARAZIONE DEI SUPPORTI - ELEMENTI IN MURATURA

1. Procedere alla rimozione dell'intonaco esistente (ove presente) e alla successiva pulizia del supporto murario. Su murature vecchie è indispensabile eseguire un idrolavaggio a pressione o idrosabbatura fino alla totale eliminazione di ogni traccia di sporcizia, di parti deboli o inconsistenti, di eventuali efflorescenze saline e di ogni altro elemento che possa pregiudicare l'adesione del nuovo strato di malta;
2. Eventuali rotture o cavità dei supporti in muratura devono essere riparati con tecnica adeguata (a esempio, scuci e cucì, rincoccio, ristilatura, ecc.). Prima dell'applicazione del sistema di rinforzo i supporti devono presentarsi stabili, resistenti e puliti. In caso di murature caotiche è consigliabile un intervento propedeutico con iniezioni di miscele leganti adoperando **webertec iniezione15**.

3.4.2.2. MODALITÀ APPLICATIVE

Posa su ambo i lati della muratura con tecnica "a secco"

- Tracciare la posizione dei fori su un lato della muratura (min. N°4/mq e comunque in accordo alle indicazioni del progetto strutturale) e procedere alla realizzazione di fori orizzontali passanti \varnothing 8-10 mm. Sull'altro lato, in corrispondenza dei fori già realizzati eseguire fori orizzontali \varnothing 22 mm per una profondità tale da garantire una lunghezza di sovrapposizione tra i connettori minima di 10 cm;
- Effettuare un'accurata pulizia dei fori, mediante soffiatura, depolverazione e lavaggio con acqua;
- Su entrambi i lati della muratura, posizionare e stendere la rete **webertec rete AR75 - AR33x33 - AR66x66 - AR99x99** assicurandosi che sia completamente planare e procedere al suo fissaggio provvisorio mediante l'applicazione di chiodatura da disporre nella parte alta della specchiatura di lavorazione. Sovrapporre i lembi della rete di almeno 15 cm;
- Sul lato dove sono stati realizzati i fori \varnothing 8-10 mm, inserire a secco il connettore **webertec connettore VR** di lunghezza pari allo spessore della muratura. Il connettore dovrà eventualmente essere adattato alla profondità del muro. Il lato corto del connettore a "L" dovrà risultare parallelo al piano della muratura e distante dalla stessa di almeno 15 mm;
- Procedere al posizionamento, su ogni connettore, degli appositi fazzoletti quadrati ricavati dalla rete utilizzata per l'intervento (dimensioni circa 10x10 cm), quindi legare la rete ai connettori (a esempio mediante filo di ferro zincato o fascette di plastica) in modo che la stessa risulti distanziata dal supporto. Si consiglia di sovrapporre i lembi della rete di almeno 15 cm;
- Sull'altro lato del muro procedere all'iniezione dell'ancorante **webertec ancorante V**, avendo cura, prima dell'iniezione, di verificare l'omogeneità del colore della miscela. Procedere all'iniezione dal fondo del foro, finché la resina non fuoriesce sulla superficie. Utilizzare un connettore con lunghezza idonea a garantire la sovrapposizione minima tra i connettori di 10 cm avendo cura di ruotarlo sul proprio asse durante l'inserimento per garantire la sua completa impregnazione. Verificare che la distanza tra il lato corto del connettore e la superficie della muratura sia pari ad almeno 15 mm. Procedere al posizionamento, su ogni connettore, degli appositi fazzoletti quadrati ricavati dalla rete utilizzata per l'intervento (dimensioni circa 10x10cm), quindi legare la rete ai connettori (a esempio mediante filo di ferro zincato o fascette di plastica);
*NOTA: nel caso di rete **webertec AR99x99** i fazzoletti possono essere ricavati dai **webertec paraspigolo AR33x33**;*
- Ad avvenuta applicazione a secco del sistema costituito dalla rete e dai connettori e dopo aver bagnato a rifiuto il supporto, si potrà procedere con l'applicazione del prodotto **webertec BTcalceG** per uno spessore minimo di circa 30 mm su entrambi i lati. Alla fine dell'intervento la rete dovrà risultare completamente inglobata nello spessore totale dell'intonaco il cui spessore complessivo dovrà essere compreso tra minimo 30 mm e massimo 50 mm;

In corrispondenza di tutti gli incroci murari dovrà essere previsto l'inserimento dell'elemento **webertec paraspigolo**. Le reti adiacenti all'elemento angolare dovranno sormontare di almeno 15 cm l'elemento stesso in modo da garantire la continuità del sistema di rinforzo. I connettori a "L" **webertec connettore VR** posti in prossimità degli incroci murari dovranno connettere sia la rete **webertec rete AR75 - AR33x33 - AR66x66 - AR99x99** sia l'elemento angolare **webertec paraspigolo / paraspigolo AR33x33 - AR66x66 - AR99x99**.

Nel caso in cui il rinforzo sia applicato su una sola faccia del pannello murario, i connettori dovranno avere una lunghezza pari a 2/3 dello spessore della muratura e comunque non inferiore a 15 cm salvo differenti indicazioni progettuali. I fori per l'inserimento dei connettori dovranno avere un diametro di circa 16 mm.

Posa su ambo i lati della muratura con tecnica standard

1. Tracciare la posizione dei connettori su un lato della muratura (min. N°4/mq e comunque in accordo alle indicazioni del progetto strutturale) e procedere alla realizzazione di fori orizzontali passanti \varnothing 8-10 mm. Sull'altro lato, in corrispondenza dei fori già realizzati eseguire fori orizzontali \varnothing 22 mm per una profondità tale da garantire una lunghezza di sovrapposizione tra i connettori minima di 10 cm;
2. Effettuare un'accurata pulizia dei fori, mediante soffiatura, depolverazione e lavaggio con acqua e successivamente procedere all'inserimento di elementi "spia" a protezione dei fori stessi (su entrambi i lati);
3. Sul lato della muratura dove sono stati realizzati i fori \varnothing 8-10 mm, bagnare a rifiuto i supporti e procedere all'applicazione del primo strato di intonaco **webertec BTcalceG** per uno spessore minimo di circa 15 mm;
4. Sul prodotto ancora fresco, posizionare e stendere la rete di rinforzo **webertec rete AR75 - AR33x33 - AR66x66 - AR99x99**, assicurandosi che sia completamente planare, tesa e impregnata, evitando la formazione di eventuali vuoti. Si consiglia di sovrapporre i lembi della rete di almeno 15 cm;
5. Inserire a secco il connettore **webertec connettore VR** di lunghezza pari a circa lo spessore della muratura finché il lato corto dello stesso arrivi a contatto con la superficie ancora "fresca" del primo strato di intonaco. Il connettore dovrà eventualmente essere adattato alla profondità del muro. Procedere al posizionamento, su ogni connettore, degli appositi fazzoletti quadrati ricavati dalla rete utilizzata per l'intervento (dimensioni circa 10x10 cm);
6. Sulla prima mano ancora umida di intonaco, terminare l'intervento su questo lato della muratura con l'applicazione del secondo strato del prodotto **webertec BTcalceG** di spessore minimo 15 mm. Alla fine dell'intervento la rete dovrà risultare completamente inglobata nello spessore totale dell'intonaco il cui spessore complessivo dovrà essere compreso tra minimo 30 mm e massimo 50 mm;
7. Sull'altro lato della muratura (lato con fori \varnothing 22 mm) bagnare a rifiuto i supporti e procedere all'applicazione del primo strato di intonaco **webertec BTcalceG** per uno spessore minimo di circa 15 mm e procedere al posizionamento della rete come al p.to 4.
8. Rimuovere le spie e procedere all'iniezione nei fori dell'ancorante **webertec ancorante V** avendo cura, prima dell'iniezione, di verificare l'omogeneità del colore della miscela. Procedere all'iniezione dal fondo del foro, finché la resina non fuoriesce sulla superficie. Utilizzare un connettore con lunghezza idonea a garantire la sovrapposizione minima tra i connettori di 10 cm;
9. Inserire il secondo connettore nel foro avendo cura di ruotarlo sul proprio asse per garantire la sua completa impregnazione. Il lato corto della "L" del connettore dovrà arrivare a contatto con la superficie ancora "fresca" del primo strato di intonaco;
10. Procedere al posizionamento, su ogni connettore, degli appositi fazzoletti quadrati ricavati dalla rete utilizzata per l'intervento (dimensioni circa 10x10 cm); *NOTA: nel caso di rete **webertec AR99x99** i fazzoletti possono essere ricavati dai **webertec paraspigolo AR33x33**;*
11. Sulla prima mano ancora umida di intonaco, terminare l'intervento della muratura con l'applicazione del secondo strato del prodotto **webertec BTcalceG** di spessore minimo 15 mm. Alla fine dell'intervento la rete dovrà risultare completamente inglobata nello spessore totale dell'intonaco il cui spessore complessivo dovrà essere compreso tra minimo 30 mm e massimo 50 mm;

In corrispondenza di tutti gli incroci murari dovrà essere previsto l'inserimento dell'elemento **webertec paraspigolo / paraspigolo AR33x33 - AR66x66 - AR99x99**. Le reti adiacenti all'elemento angolare dovranno sormontare di almeno 15 cm l'elemento stesso in modo da garantire la continuità del sistema di rinforzo. I connettori a "L" **webertec connettore VR** posti in prossimità degli incroci murari dovranno connettere sia la rete **webertec rete AR75 - AR33x33 - AR66x66 - AR99x99** sia l'elemento angolare **webertec paraspigolo / paraspigolo AR33x33 - AR66x66 - AR99x99**.

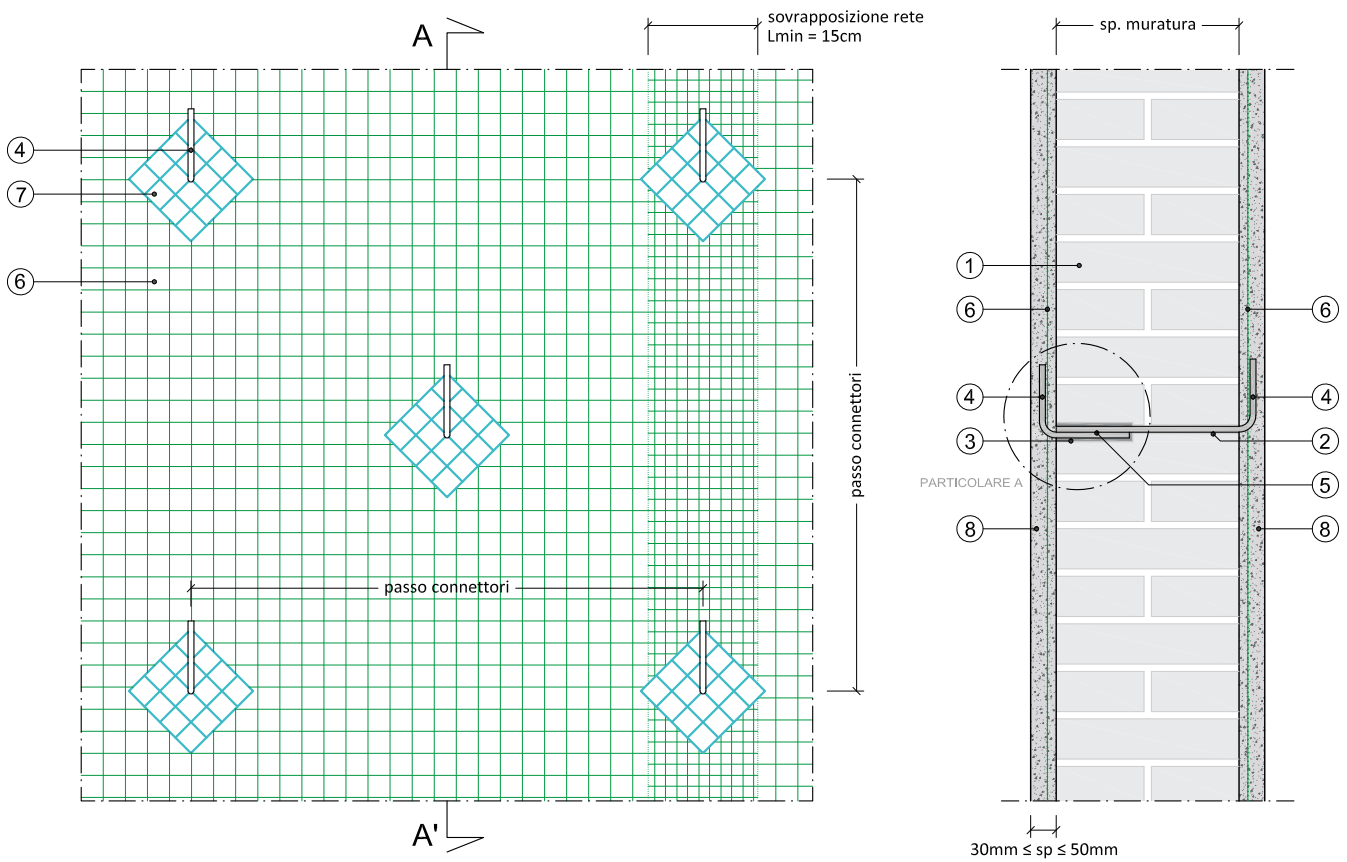
Nel caso in cui il rinforzo sia applicato su una sola faccia del pannello murario, i connettori dovranno avere una lunghezza pari a 2/3 dello spessore della muratura e comunque non inferiore a 15 cm salvo differenti indicazioni progettuali. I fori per l'inserimento dei connettori dovranno avere un diametro di circa 16 mm.

3.4.2.3. FINITURE SU **webertec CRM**

Terminato il ciclo di rinforzo della muratura, è possibile effettuare la posa dei seguenti strati di finitura:

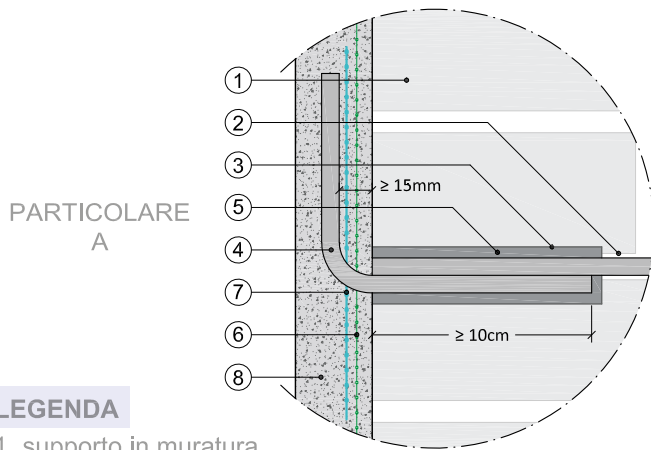
- i. Intonaco a base calce.** È possibile realizzare la posa in sovrapposizione di uno strato aggiuntivo di intonaco di regolarizzazione mediante applicazione di **webercalce into F/G** avendo cura di non lasciare liscia la superficie del **webertec BTcalceG**;
- ii. Rasatura a base calce.** È possibile rasare direttamente il **webertec BTcalceG** dopo la completa stagionatura con il prodotto **webercalce finitura**. È sempre raccomandabile inglobare nello spessore della rasatura la rete **webertherm RE195**;
- iii. Rasatura cementizia.** È possibile rasare direttamente il **webertec BTcalceG** dopo la completa stagionatura con i prodotti della gamma **webercem**. È sempre raccomandabile inglobare nello spessore della rasatura una rete in fibra di vetro AR tipo **webertherm RE160**;
- iv. Intonaco da risanamento.** In previsione della ricopertura con intonaco da risanamento (**webersan thermo evoluzione / webersan evoluzione top / webersan evoluzione start / webersan evocalce**), sul supporto fresco e appena stagiato - realizzato con **webertec BTcalceG** - applicare un sottile strato spruzzato a "rosa ampia" dello stesso prodotto per favorire l'aggrappo meccanico dei successivi strati di intonaco da risanamento, completando infine il ciclo in ossequio alle istruzioni contenute nella scheda tecnica di quest'ultimo prodotto;
- v. Decorazione.** Da applicare previa realizzazione dello strato di rasatura. Valutare di concerto con il personale tecnico Saint-Gobain la soluzione decorativa più idonea, da individuarsi tra le linee **weberpaint** (per interni), **webercote** (per interni ed esterni);
- vi. Ceramica.** È possibile applicare direttamente l'adesivo sulla superficie rinforzata. Valutare di concerto con il personale tecnico Saint-Gobain la soluzione di posa più idonea, in base alle caratteristiche della ceramica (o elemento lapideo) e del collante della gamma **webercol**;
- vii. Cappotto termico.** È possibile applicare qualunque sistema **webertherm** rispettando le relative indicazioni di preparazione dei supporti, avendo cura di non effettuare la tassellatura in corrispondenza dei connettori del rinforzo;
- viii. Rivestimento con controparete interna.** Controparete interna costituita da lastre in gesso rivestito **Gyproc Habito® Forte** e isolanti in lana minerale **Isover Arena**, permette di ottenere un ottimo isolamento termico, acustico, elevata finitura estetica, resistenza meccanica (attrezzabilità dei sistemi) e perfetta integrazione impiantistica;
- ix. Rivestimento con controparete esterna.** Controparete esterna costituita da lastre in gesso fibro-rinforzato **Gyproc Glasroc® X**, con opportuno ciclo di finitura della gamma **webertherm** e **webercote**, e isolanti in lana minerale **Isover Arena**, permette di ottenere un ottimo isolamento termico, acustico ed elevata resistenza meccanica.

SISTEMI CRM PER IL CONSOLIDAMENTO MURARIO: RINFORZO SU ENTRAMBI I LATI DELLA MURATURA



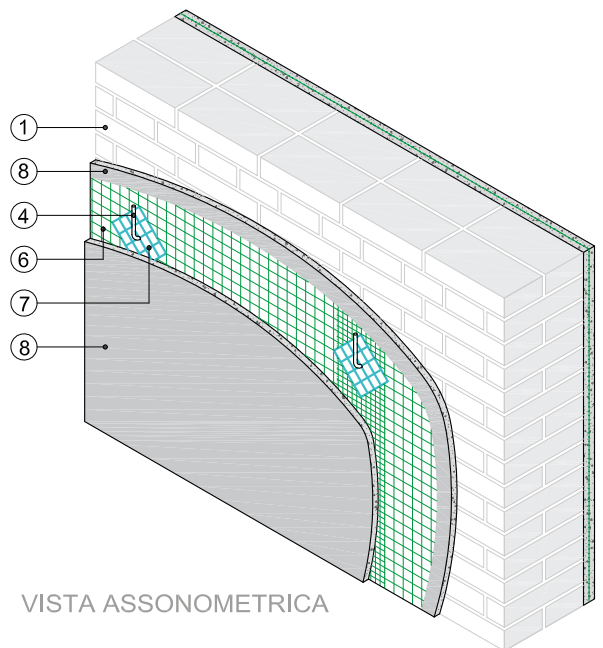
PROSPETTO DELLA MURATURA RINFORZATA

SEZIONE A-A'



LEGENDA

1. supporto in muratura
2. foro diametro Ø10
3. foro diametro Ø22
4. **webertec connettore VR**
5. inghisaggio con **webertec ancorante V**
6. **webertec rete AR75**
7. fazzoletto ripartitore 10x10cm con **webertec AR75**
8. **webertec BTcalce F/G**



VISTA ASSONOMETRICA

DWG editabili disponibili sul sito

3.5. SISTEMI FRP – webertec CFRP

I sistemi **webertec CFRP** sono dotati di CVT rilasciato dalla II° Div. del S.T.C. del C.S.L.P. in riferimento alle “Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti” emanate con DPCS LL.PP. n. 293 del 29.5.2019.

Il riferimento per la progettazione dei rinforzi in **FRP** sono le istruzioni CNR-DT 200 R1/2013 “Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati - Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p.”.

I sistemi di rinforzo **webertec CFRP** si compongono di due fasi:

- La fase “resina” è costituita da resine di tipo epossidico bicomponente: componente “A” resina e componente “B” indurente, con un intervallo utile di temperatura di reticolazione compreso tra 5°C e 40°C. Mediante l'utilizzo delle resine si esegue l'applicazione per impregnazione e la diretta laminazione dei tessuti sulla superficie da rinforzare;
- La fase “rinforzo” è costituita da tessuti in fibre di carbonio unidirezionali e quadriassiali, caratterizzati da elevate resistenze meccaniche, elevate resistenze agli agenti chimici ed elevate resistenze alle alte temperature.

Le caratteristiche principali dei rinforzi in fibra di carbonio dei sistemi **webertec CFRP** sono le seguenti:

- elevate proprietà meccaniche delle fibre utilizzate;
- bassa massa volumica;
- bassissimo coefficiente di dilatazione termica;
- buona stabilità dimensionale al variare della temperatura;
- in applicazione, stabilità di forma dovuta alla termosaldatura della trama, in grado di mantenere sempre le fibre di carbonio perfettamente allineate, durante l'impregnazione;
- in applicazione, facilità di taglio con comuni strumenti da cantiere.

I sistemi **webertec CFRP** sono indicati per il rinforzo di strutture: in muratura e in cemento armato.

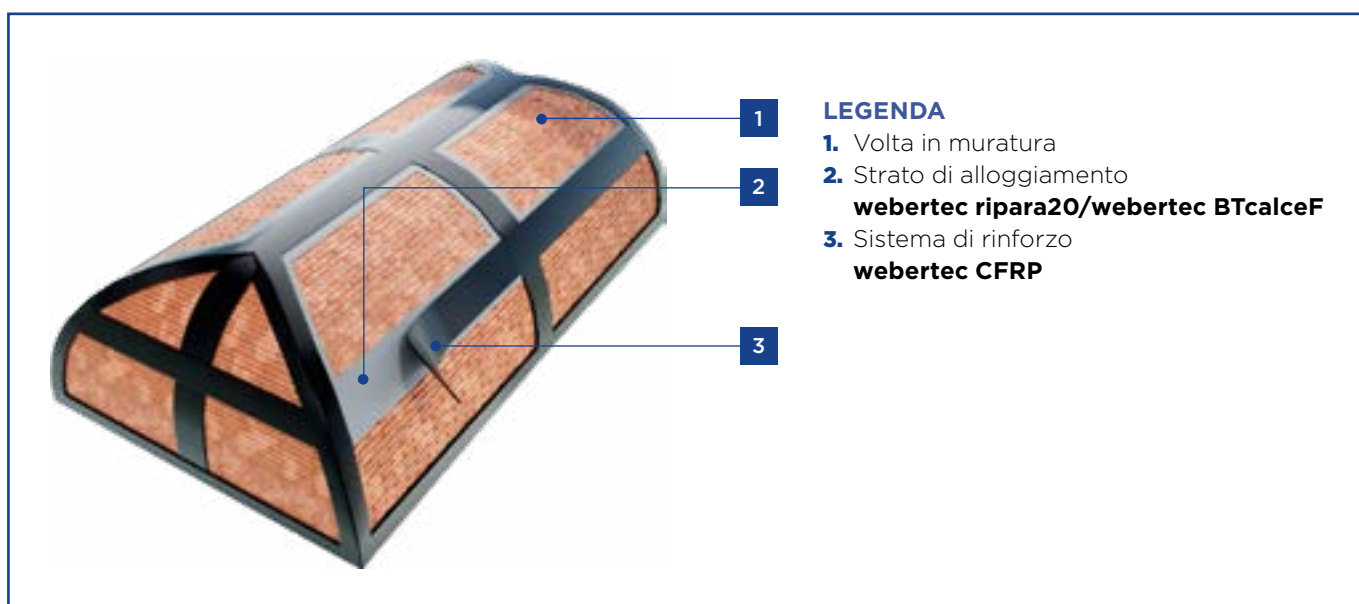
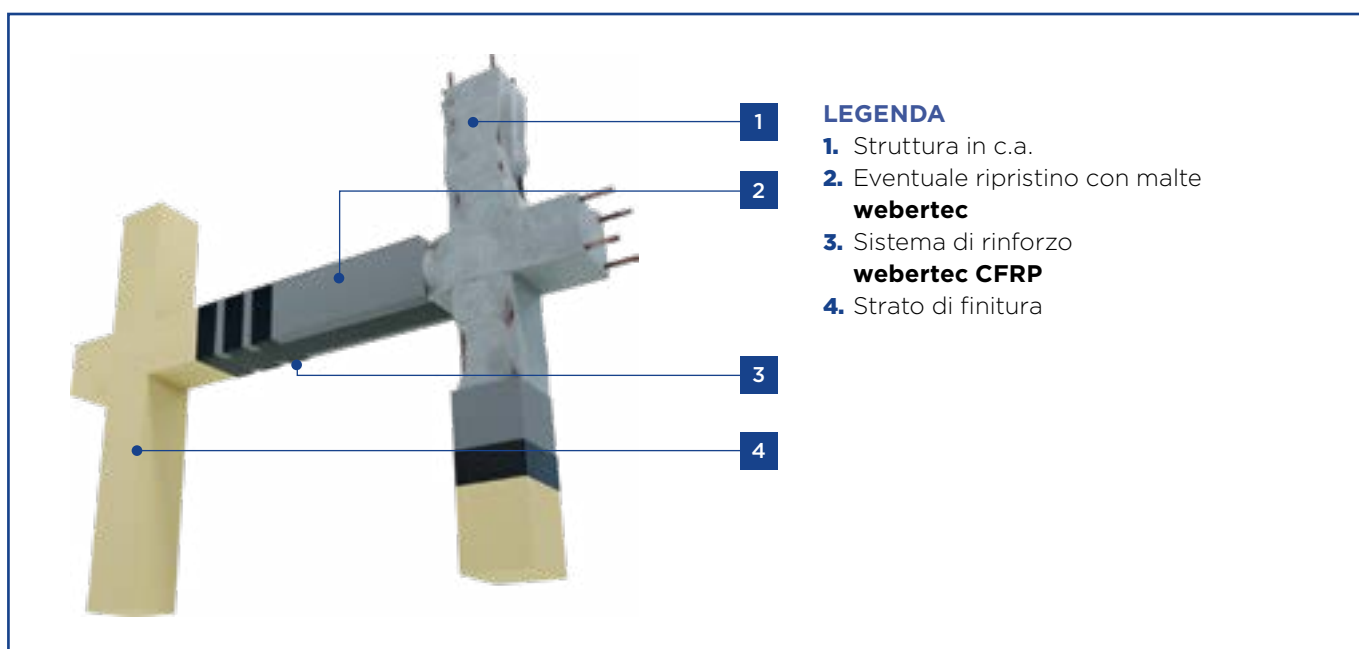
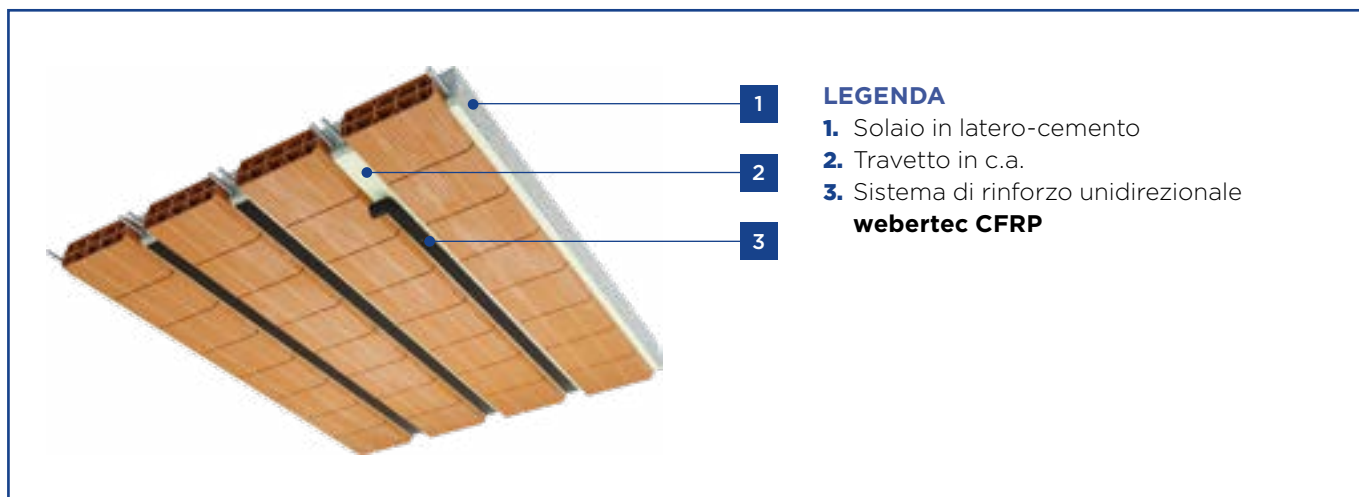
Gli interventi di rinforzo di strutture in muratura si distinguono in:

- rinforzo a flessione e taglio di paramenti murari;
- rinforzo a flessione e taglio di colonne in muratura;
- confinamento di colonne in muratura;
- rinforzo di archi e volte in muratura;
- cerchiature di piano;
- rinforzo di architravi in muratura.

Interventi di rinforzo di strutture in c.a. si distinguono in:

- rinforzo a flessione e taglio di setti in c.a.;
- rinforzo a flessione e taglio di pilastri e travi in c.a.;
- confinamento di pilastri in c.a.;
- rinforzo e confinamento di nodi trave-pilastro;
- rinforzo di solai in latero-cemento;
- rinforzo di solai in c.a.;
- rinforzo di archi e volte in c.a.;
- rinforzo di elementi secondari, quali scale, tamponamenti, ecc...;

3.5.1. COMPOSIZIONE DEI SISTEMI



Sistema di rinforzo	Fibre resistenti	Resina	Primer	Numero massimo di strati
webertec CFRP/320	webertec U320HT tessuto in carbonio ad alta tenacità unidirezionale grammatura totale 320 g/m ²	webertec EP200 epossidica bicomponente	webertec EP100 epossidica bicomponente	6
webertec CFRP/420	webertec U420HT tessuto in carbonio ad alta tenacità unidirezionale grammatura totale 420 g/m ²	webertec EP200 epossidica bicomponente	webertec EP100 epossidica bicomponente	6
webertec CFRP/620	webertec U620HT tessuto in carbonio ad alta tenacità unidirezionale grammatura totale 620 g/m ²	webertec EP100 epossidica bicomponente	webertec EP100 epossidica bicomponente	6
webertec CFRP/380	webertec Q380HT tessuto in carbonio ad alta tenacità quadriassiale grammatura 380 g/m ²	webertec EP200 epossidica bicomponente	webertec EP100 epossidica bicomponente	6

3.5.2. TECNICA DI ESECUZIONE

3.5.2.1. PREPARAZIONE DEI SUPPORTI - ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

Rimozione e ricostruzione del sub-strato

- Rimuovere il calcestruzzo ammalorato da tutta la zona danneggiata mediante martellinatura manuale o pneumatica. È necessario rimuovere dalle armature metalliche ossidate lo strato deteriorato mediante spazzolatura o sabbatura e poi trattare la superficie con la malta passivante **webertec fer**.
- Successivamente si può procedere alla ricostruzione dei volumi mancanti del calcestruzzo mediante l'utilizzo delle malte da ripristino della gamma **webertec** (**webertec ripara ultra/webertec ripararapido ultra/webertec ripara60/webertec ripara60+/webertec ripararapido60+**).
- In caso di fessure di ampiezza superiore a 0,5 mm, è opportuno sigillare quest'ultime con **webertec EP100**.

Preparazione del sub-strato

- Il supporto deve presentarsi sano, coeso, resistente e asciutto, inoltre deve essere privo di eventuali tracce di disarmanti, olii, grassi, lattime di cemento, parti friabili in distacco e qualsiasi elemento che possa compromettere l'adesione del rinforzo. A tal fine occorre eseguire una preparazione meccanica del supporto. Mediante sabbatura o altra tecnica compatibile adatta a ottenere un idoneo irruvidimento delle superfici di calcestruzzo liscio;
- Tutte le superfici precedentemente trattate devono essere accuratamente depolverate mediante spazzolatura, soffiatura e aspirazione;
- Spigoli e angoli esterni devono essere arrotondati con raggio minimo di 20 mm, levigando o ricostruendo la parte con malte epossidiche o cementizie della gamma **webertec**. Analogamente gli angoli interni devono essere arrotondati realizzando una guscia con malte epossidiche o cementizie della gamma **webertec**.
- In caso di irregolarità o asperità superficiali fino a 5 mm è opportuno associare un livellamento da effettuarsi con rasante epossidico **webertec EP300**, previa preparazione del supporto con **webertec EP100**.

Nota

Prima dell'applicazione del rinforzo per aderenza occorre verificare le caratteristiche di resistenza del sub-strato in riferimento al "CNR-DT200R1/2013 p.to 4.8.1.1" e al "CNR-DT200R1/2013 Cap.6", e comunque:

- la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa;

3.5.2.2. PREPARAZIONE DEI SUPPORTI - ELEMENTI IN MURATURA

Riparazione e consolidamento

- In caso di pareti danneggiate, occorre procedere al ripristino di eventuali rotture presenti con interventi mirati quali:
 - > “scuci e cucì” al fine di ripristinare la continuità strutturale dell’elemento;
 - > ristilatura dei giunti in caso di giunti di malta esistenti degradati.
- In caso di murature caotiche è consigliabile un intervento propedeutico con iniezioni di miscele leganti.
- I succitati interventi possono essere eseguiti con i prodotti della gamma **webertec**.

Preparazione del sub-strato

- Rimuovere lo strato deteriorato mediante spazzolatura o sabbiatura.
- Eseguire il livellamento di eventuali asperità del supporto al fine renderlo omogeneo, liscio e regolare per l’applicazione del rinforzo. Il livellamento del supporto deve essere eseguito creando una “pista” con la malta **webertec ripara20 (webertec ripararapido20)** o **webertec BTcalceF**, in funzione della muratura e dei tempi di lavorazione. La “pista” deve avere una larghezza superiore a quella del nastro in carbonio da applicare di circa 5 cm per lato e deve essere realizzata per tutta la lunghezza dell’applicazione del sistema. Nelle zone interessate dal livellamento, al fine di aumentare l’adesione meccanica delle “piste” al supporto, si suggerisce di scarnificare i giunti di malta esistenti per una profondità di circa 15 mm.
- È necessario procedere ad un preventivo arrotondamento degli spigoli, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione localizzate che potrebbero provocare una rottura prematura del composito. Il raggio di curvatura dell’arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm.

“ Nota

Prima dell’applicazione del rinforzo per aderenza occorre verificare le caratteristiche di resistenza del sub-strato in riferimento al “CNR-DT200R1/2013 p.to 5.8.” e al “CNR-DT200R1/2013 Cap.6”.



Rinforzo di muratura per azioni nel piano e fuori piano con sistema CFRP



Rinforzo di maschio murario per azioni nel piano con sistema CFRP



Rinforzo di maschio murario per azioni nel piano con sistema CFRP

3.5.2.3. MODALITÀ APPLICATIVE

- a. Eseguire il taglio a misura e la preparazione delle varie strisce dei tessuti adoperando forbici professionali. Maneggiare sempre con cura i tessuti evitando di ripiegarli su stessi. In caso di realizzazione di strisce molto lunghe è consigliabile utilizzare dei tubi di cartone o altro materiale per avvolgerle.
- b. Preparare il **webertec EP100/EP200**, versando in un contenitore pulito in polietilene il componente "A" (resina) e poi il componente "B" (indurente), nei corretti rapporti di peso 2:1, utilizzando una bilancia elettronica.
- c. Mescolare i due componenti utilizzando un'apposita frusta a basso numero di giri per evitare l'inglobamento d'aria, finché la miscela non risulti omogenea e di colore uniforme.
- d. Dopo la preparazione **webertec EP** ha un tempo di lavorabilità (vita di banco) di circa 30 minuti a +23°C e un tempo aperto di 60 min.
- e. Prima dell'applicazione delle resine il supporto dovrà presentarsi sano, coeso, resistente e asciutto (umidità < 4%);
- f. Stendere, se necessario, il primer **webertec EP100** in quantità ≥ 300 gr/mq, mediante rullo a pelo corto, attendendo successivamente circa 1 ora, ma non più di 3 ore, per procedere all'operazione successiva. L'aspetto finale del primer dovrà essere quello di un film omogeneo e appiccicoso al tatto, distribuito in modo uniforme su tutta la superficie: ripassare più volte fino ad ottenere uno strato superficiale filmogeno omogeneo.
- g. Applicare con un rullo a pelo corto uno strato di resina **webertec EP200**, in quantità:
 - i. ≥ 300 gr/mq per il tessuto **webertec U320HT**;
 - ii. ≥ 400 gr/mq per il tessuto **webertec U420HT** e il tessuto **webertec Q380HT**.
- h. Diversamente, applicare uno strato di resina **webertec EP100**, in quantità:
 - i. ≥ 600 gr/mq per il tessuto **webertec U620HT**.
- i. Sullo strato di resina ancora fresco, stendere e schiacciare il tessuto scelto utilizzando il rullino scanalato frangibolle. Rullare sempre nella direzione delle fibre esercitando una lieve pressione e facendo attenzione a non spostare il tessuto. Procedere fino a quando la resina emerge tra le fibre e le impregna completamente. Eliminare ogni bolla d'aria eventualmente intrappolata tra il tessuto e il supporto.
- j. Applicare un secondo strato di resina in quantità corrispondente a quanto riportato nei precedenti punti per l'applicazione di ulteriore strato di tessuto.
- k. Ripetere le fasi di stesura tessuto, rullata e impregnazione finale per il numero di strati previsti, lavorando sempre fresco su fresco.
- l. Se prevista l'applicazione di un intonaco di finitura, spolverare a rifiuto sabbia quarzifera asciutta sull'ultimo strato di resina (100-150 gr/mq) ancora fresca.
- m. In caso di sovrapposizioni, attenersi alle seguenti indicazioni:
 - > o per le giunzioni di testa, prevedere un sormonto di 30 cm;
 - > o per le giunzioni laterali è sufficiente accostare i bordi dei rinforzi.

3.5.2.4. REALIZZAZIONE DEI CONNETTORI

- a. I fori devono essere realizzati nella fase iniziale dell'intervento. Dovranno avere un diametro indicativamente di 1,5 volte il diametro del connettore e una profondità minima di ancoraggio di 20 cm, in base alla tipologia della struttura e secondo quanto indicato dal Progettista. Dovranno inoltre essere idoneamente puliti con aria compressa e con l'utilizzo di uno scovolino. Si suggerisce l'utilizzo di spie per la successiva individuazione dei fori.
- b. I connettori **webertec connettore C8/C10** devono essere tagliati a misura in precedenza, considerando una lunghezza totale pari alla profondità del foro più ulteriori 20 cm per lo sfiocco o lunghezze superiori su indicazione del Progettista.
- c. Successivamente si potrà procedere all'impregnazione del connettore con **webertec EP100**, facendo attenzione a non sporcare di resina la parte destinata allo sfiocco. L'impregnazione potrà avvenire per immersione nella resina, in caso di realizzazione di connettore non passante, o mediante spennellatura nel caso di connettore passante. Successivamente procedere all'inghisaggio del connettore. Nel caso non fosse possibile operare a fresco è necessario spolverare con sabbia al quarzo e lasciare indurire per un giorno, al fine di aumentarne l'adesione.

- n. Rimuovere le spie e procedere all'iniezione nei fori con la resina **webertec EP100** avendo cura di spennellare anche il "gambo" del connettore quando questo sia stato spolverato con sabbia al quarzo. Riempire il foro e inserire il connettore finché la resina non fuoriesce e rimuoverne poi l'eccesso. Per l'inserimento del connettore con resina fresca risulta agevole aiutarsi con una barretta metallica. Per fori su supporti compatti, a pavimento e/o leggermente inclinati è possibile utilizzare **webertec EP100** per colaggio, diversamente, per applicazioni sopra-testa è consigliabile la resina tixotropica **webertec ancorante EP**, da applicare con **webertec pistola EP**.
- n. Per le murature: rimuovere le spie e procedere all'iniezione dei fori con l'ancorante in vinilestere **webertec ancorante V** o in alternativa **webertec ancorante EP**, inserire la parte rigida del connettore ruotandola durante l'inserimento in modo da favorirne l'impregnazione finché la resina non fuoriesce e rimuoverne poi l'eccesso.
- o. Infine procedere allo sfiocco del connettore, aprendo a raggiera/ventaglio la restante parte del fiocco al di sopra della struttura/rinforzo già impregnata con **webertec EP100** e procedere all'impregnamento completo delle fibre. Nel caso sia previsto un rivestimento è opportuno spolverare le superfici ancora fresche di resina con sabbia al quarzo.

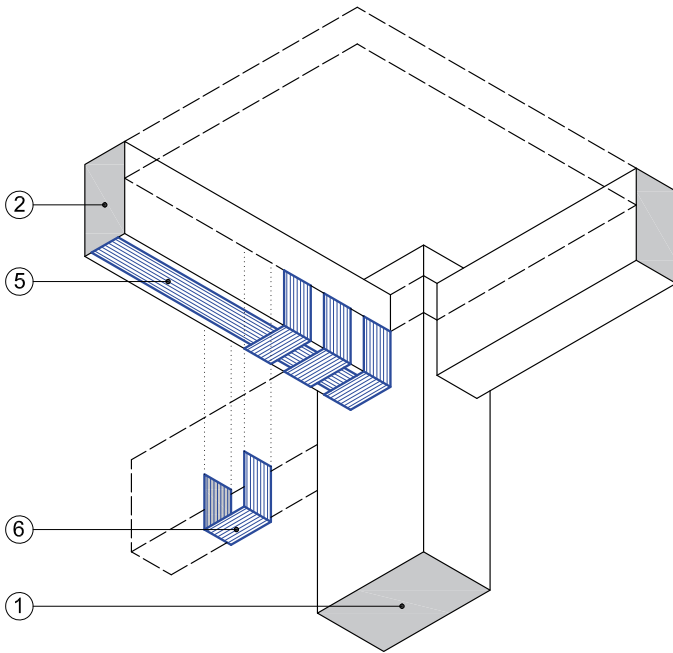
3.5.2.5. FINITURE SU **webertec CFRP**

Nel caso sia previsto un rivestimento è opportuno spolverare le superfici ancora fresche di resina con sabbia al quarzo. A indurimento avvenuto, procedere mediante applicazione di:

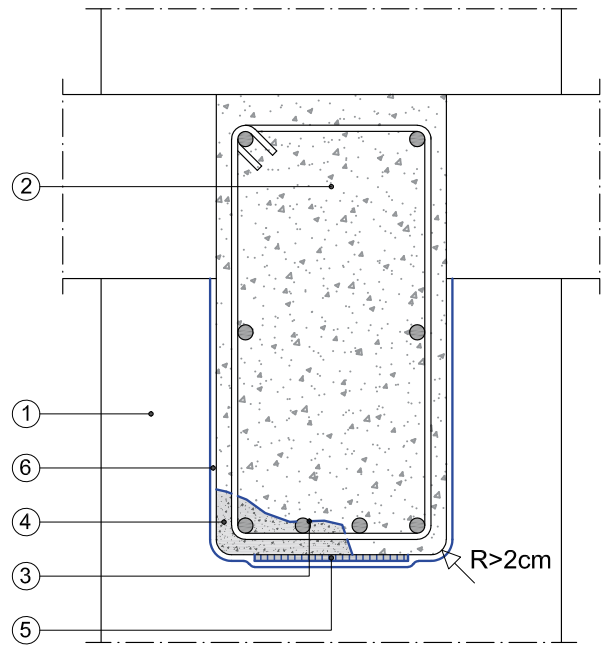
- i. **Intonaco cementizio.** È possibile realizzare la posa dell'intonaco cementizio **weber IP610 extra / weber IP650 / weber IP610 HP / weber intoprem N2X**. Nel caso di ricopertura con intonaci, per la realizzazione dello spolvero di sabbia sulle superfici ancora fresche di resina è consigliabile l'utilizzo di sabbia di quarzo con granulometria pari a circa 3 mm.
- ii. **Rasatura cementizia.** Valutata la regolarità del supporto e l'ampiezza dello spessore da realizzare, è possibile applicare questo strato senza necessariamente effettuare prima la posa dell'intonaco di fondo, mediante stesura dei prodotti **webercem RA30 top / webercem RP370**, avendo cura di interporre nello spessore una rete in fibra di vetro AR tipo la **webertherm RE160**. Nel caso di ricopertura diretta con rasanti, per la realizzazione dello spolvero di sabbia sulle superfici ancora fresche di resina è consigliabile l'utilizzo di sabbia di quarzo con granulometria massima pari a circa 1,2 mm.
- iii. **Decorazione.** Da applicare previa realizzazione dello strato di rasatura. Valutare di concerto con il personale tecnico Saint-Gobain la soluzione decorativa più idonea, da individuarsi tra le linee **weberpaint** (per interni) e **webercote** (per interni ed esterni).
- iv. **Protezione passiva dal fuoco.** La protezione passiva dal fuoco può essere realizzata mediante l'applicazione di intonaco protettivo antincendio leggero **Gyproc Igniver**, o mediante l'applicazione di controparete-rivestimento con lastre in gesso rivestito **Gyproc Fireline**. Per entrambe le soluzioni, lo spessore del materiale protettivo deve essere determinato analiticamente sulla base della resistenza al fuoco e della tipologia di elemento costruttivo consultando il servizio tecnico Saint-Gobain.
- v. **Rivestimento con controparete interna.** Controparete interna costituita da lastre in gesso rivestito **Gyproc Habito® Forte** e isolanti in lana minerale **Isover Arena**, permette di ottenere un ottimo isolamento termico e acustico, elevata finitura estetica, resistenza meccanica (attrezzabilità dei sistemi) e perfetta integrazione impiantistica.

SISTEMI FRP PER IL RINFORZO DELLE STRUTTURE IN C.A.:

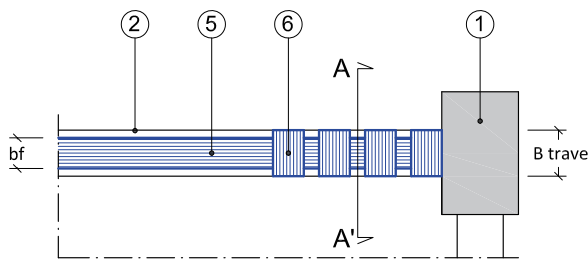
RINFORZO A TAGLIO E FLESSIONE DI UNA TRAVE



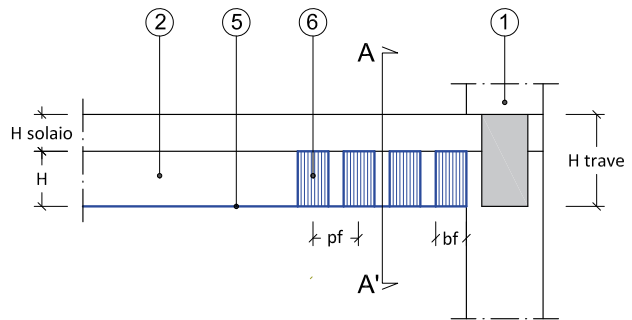
VISTA ASSONOMETRICA



SEZIONE A-A'



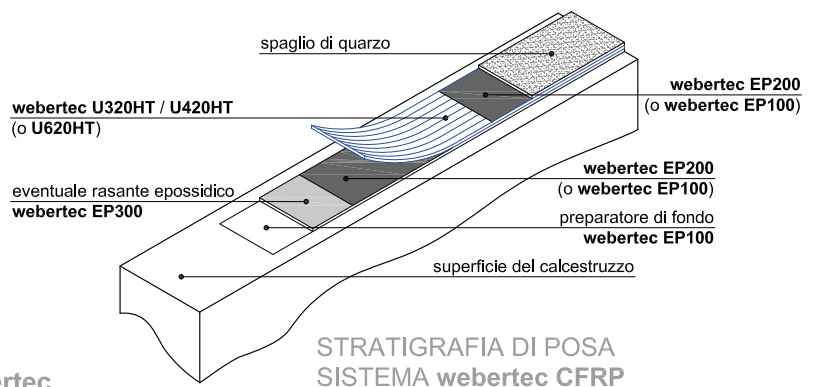
VISTA INTRADOSSO TRAVE



PROSPETTO LATERALE TRAVE

LEGENDA

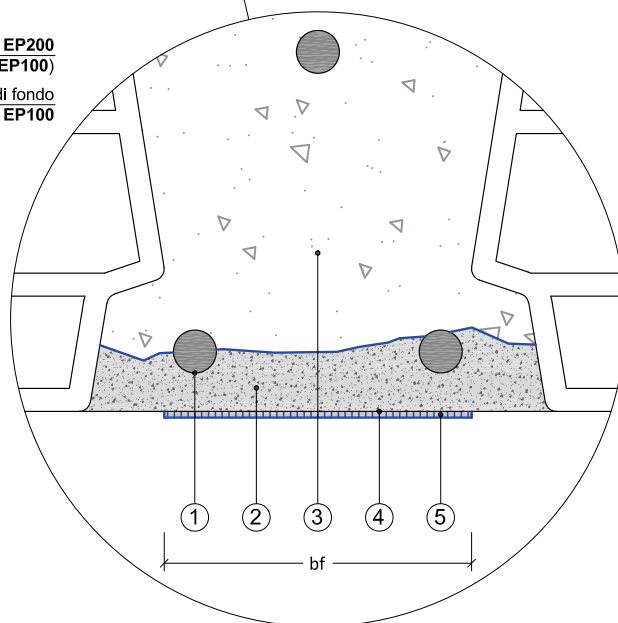
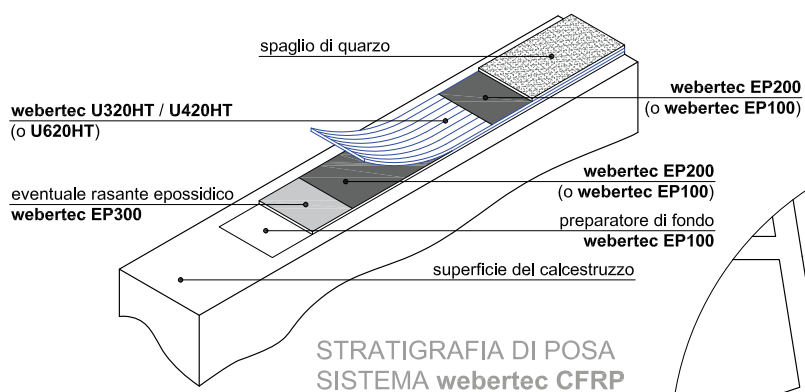
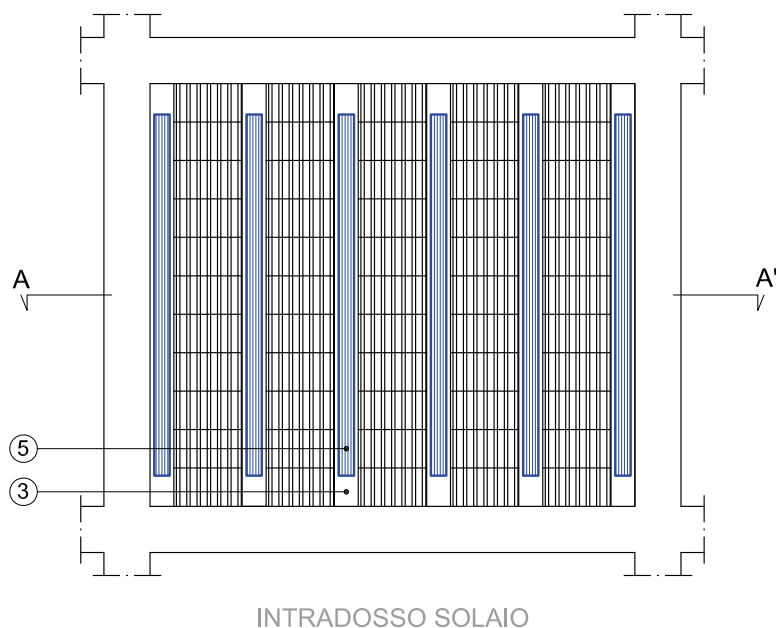
1. pilastro in C.A.
2. trave in C.A.
3. **webertec fer**
4. malta da ripristino della gamma **webertec**
5. rinforzo intradossale con **webertec CFRP**
6. fasciatura discontinua a "U" con **webertec CFRP**



STRATIGRAFIA DI POSA
SISTEMA **webertec CFRP**

DWG editabili disponibili sul sito

SISTEMI FRP PER IL RINFORZO DELLE STRUTTURE IN C.A.: RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVETTI

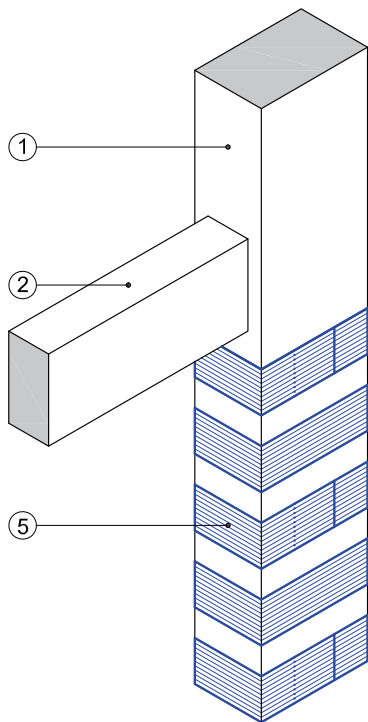


LEGENDA

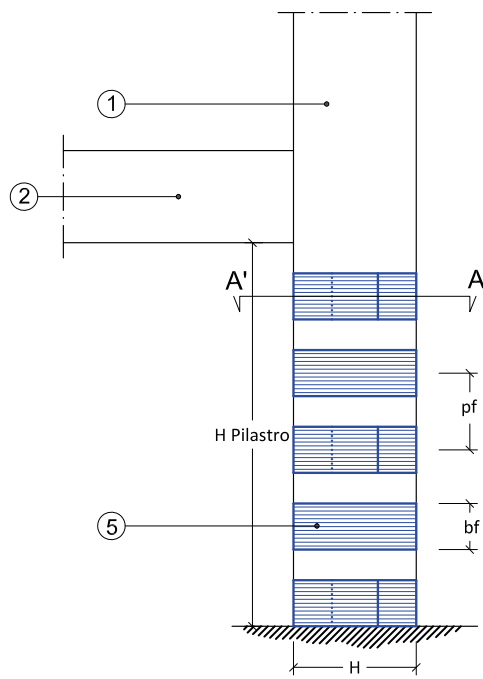
1. webertec fer
2. malta da ripristino della gamma webertec
3. travetto solaio
4. preparatore di fondo webertec EP100
5. rinforzo con webertec CFRP

DWG editabili disponibili sul sito

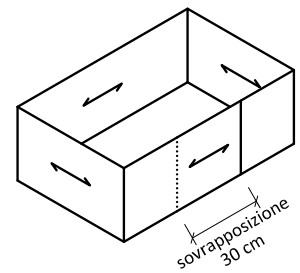
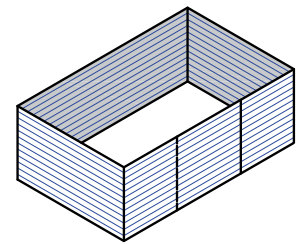
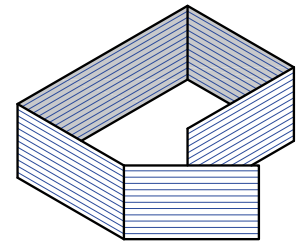
SISTEMI FRP PER IL RINFORZO DELLE STRUTTURE IN C.A.: CONFINAMENTO DI UN PILASTRO



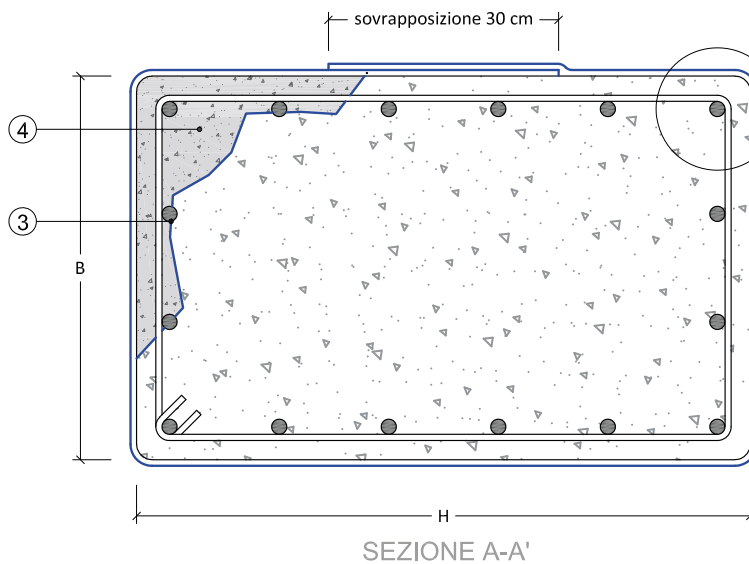
VISTA ASSONOMETRICA



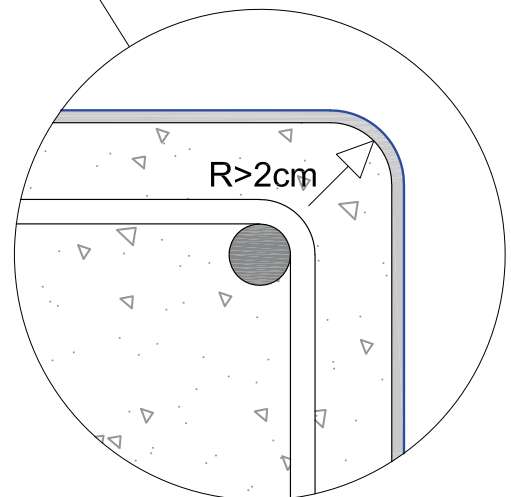
PROSPETTO LATERALE
PILASTRO



DETTAGLIO FASCIATURA
DI CONFINAMENTO



SEZIONE A-A'



LEGENDA

1. pilastro in C.A.
2. trave in C.A.
3. **webertec fer**
4. malta da ripristino della gamma **webertec**
5. fasciatura discontinua con **webertec CFRP**

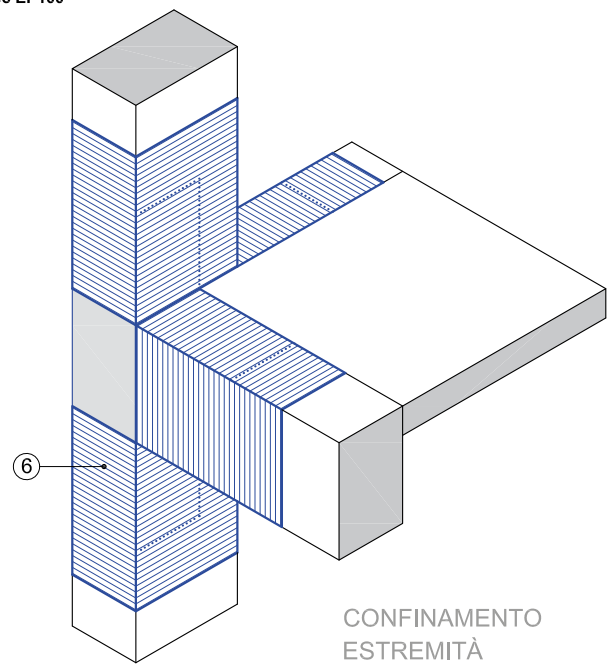
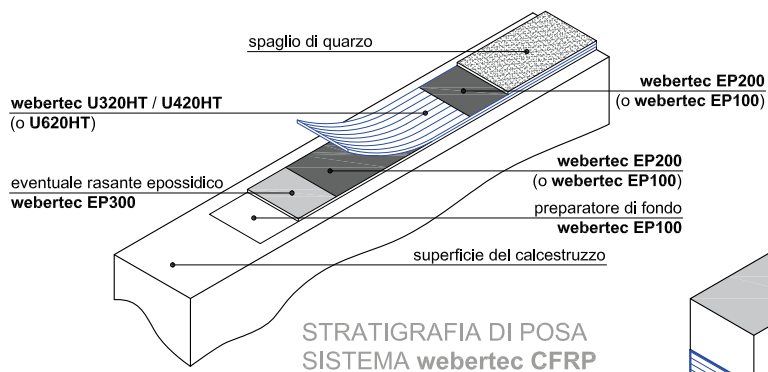
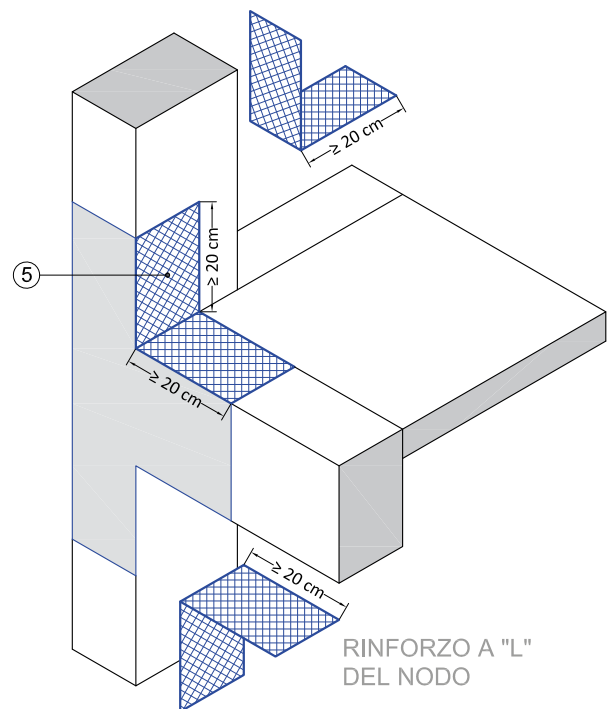
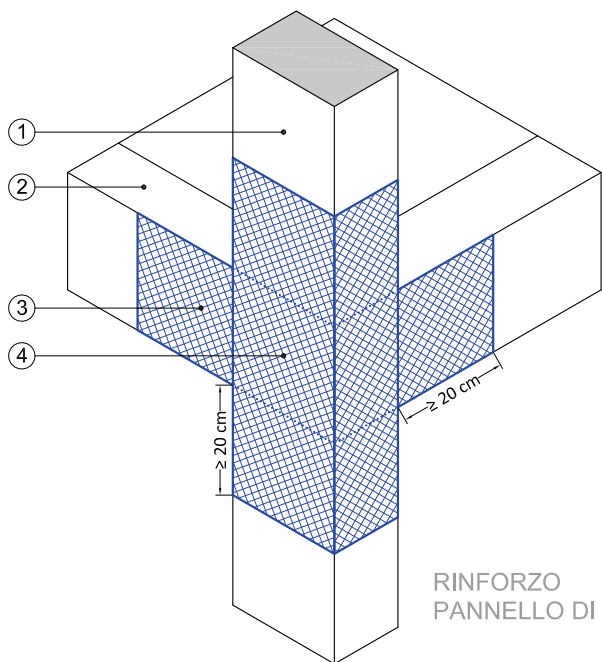
DWG editabili disponibili sul sito

SISTEMI FRP PER IL RINFORZO DELLE STRUTTURE IN C.A.: RINFORZO DEL NODO ESTERNO



DWG editabili disponibili sul sito

SISTEMI FRP PER IL RINFORZO DELLE STRUTTURE IN C.A.: RINFORZO DEL NODO D'ANGOLO



LEGENDA

1. pilastro in C.A.
2. trave in C.A.
3. sistema webertec CFRP/380
4. sistema webertec CFRP/380
5. fazzoletto con webertec CFRP/380
6. fasciatura con webertec CFRP/320/420/620

DWG editabili disponibili sul sito

3.6. INTERVENTI VOLTI A INCREMENTARE LA SICUREZZA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

3.6.1. PRESIDIO ANTIRIBALTAMENTO PER MURATURE DI TAMPONAMENTO

Generalità

Il problema delle espulsioni fuori piano delle tamponature è un problema che è emerso negli ultimi eventi sismici che hanno colpito il nostro paese. Il ribaltamento delle tamponature può causare danni gravi, ferimenti di persone e talvolta ostruzione delle vie fuga o di accesso per i primi soccorsi in caso di calamità.

Questi meccanismi si instaurano più frequentemente in edifici nei quali i tamponamenti deboli risultano non efficacemente collegati alle strutture in c.a..

Riferimento normativo

Le NTC2018, per gli elementi non strutturali come le tamponature riportano al p.to 7.3.6.2:

“VERIFICHE DI STABILITÀ (STA)

Per gli elementi non strutturali devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (v. § 7.2.3) corrispondente allo SL e alla CU considerati.

Il controllo del danno negli elementi non strutturali si effettua, in maniera indiretta, intervenendo sulla rigidità degli elementi strutturali al fine di contenere gli spostamenti di inerpiano, come indicato al §7.3.6.1.

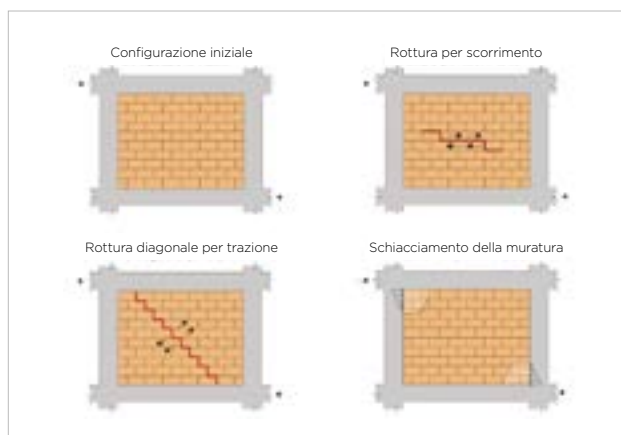
Devono essere, invece, eseguite verifiche dirette in termini di stabilità. La prestazione, consistente nell'evitare la possibile espulsione delle tamponature sotto l'azione della Fa, si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate fra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm. La domanda sismica Fa si determina secondo le indicazioni del §7.2.3 della norma e del §C7.2.3



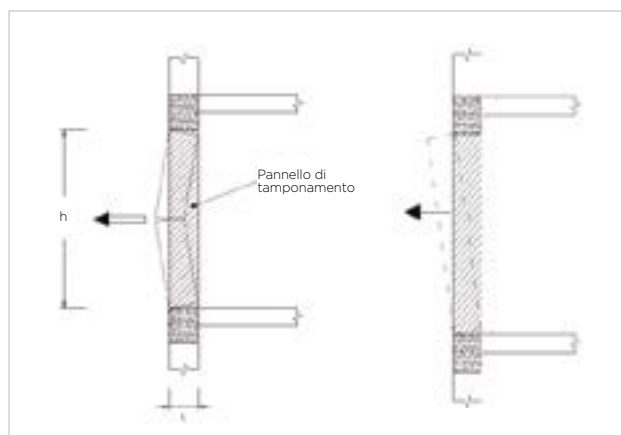
Meccanismo di danno per azioni nel piano - SLD



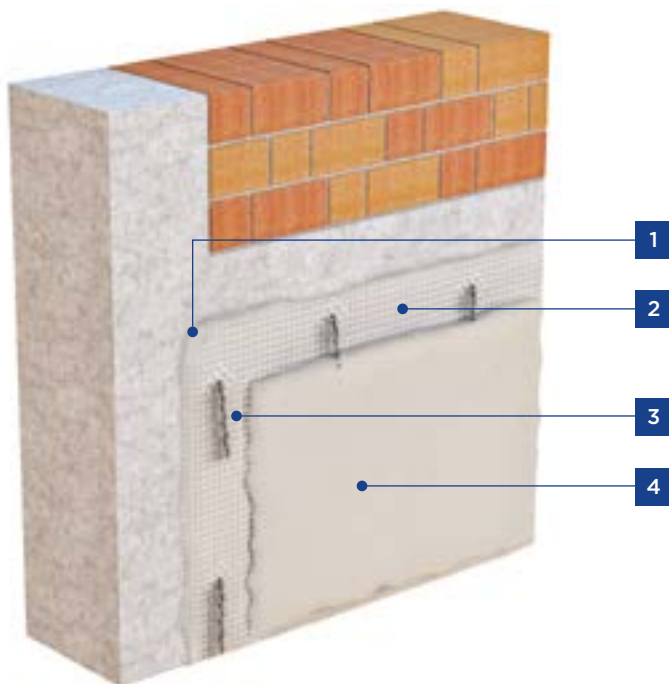
Meccanismo di collasso, per azioni fuori dal piano - SLU



Danneggiamenti nel piano SLD



Collasso fuori piano SLU dei pannelli di tamponatura



LEGENDA

1. **webertec BTcalceF**
2. **webertec rete250 / webertec rete BA55**
3. **webertec elicafixA10**
4. **webertec BTcalceF**

PRODOTTI UTILIZZATI	
webertec BTcalceF	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria fine
webertec elicafixA10	Barra a forma elicoidale in acciaio AISI 316 da 10 mm
webertec mandrino	Mandrino spingibarre elicoidali
webertec rete250 / webertec rete BA55	Rete strutturale in fibra di vetro AR apprettata / rete in fibra di basalto apprettata

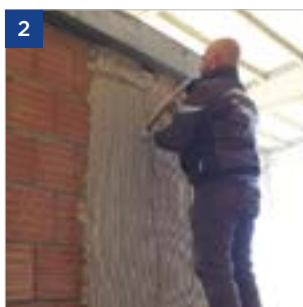
Tecnica di esecuzione

L'intervento antiribaltamento finalizzato al rinforzo diffuso delle tamponature ed al collegamento delle stesse alle strutture di confinamento in cemento armato, si articola secondo le seguenti fasi di lavorazione:

1. Rimozione dell'intonaco esistente dalle superfici di intervento (tamponature e strutture in cemento armato). Si consiglia di irruvidire le superfici in cemento armato in modo da favorire l'adesione dell'intonaco strutturale **webertec BTcalceF**.
2. Depolverizzazione delle superfici stonacate e lavaggio con acqua a bassa pressione.
3. Inserimento dei connettori costituiti da barre in acciaio inox elicoidali **webertec elicafixA10** provvedendo preliminarmente alla realizzazione di prefori, mediante trapano a rotazione con una punta avente diametro 8-9 mm eseguendo una foratura inclinata posta a distanza di circa 5 cm dal bordo perimetrale del primo elemento in laterizio fino a penetrare per almeno 10 cm nell'elemento in calcestruzzo adiacente. Con l'apposito mandrino spingibarre **webertec mandrino** spingere i connettori all'interno dei prefori prima realizzati, avendo cura di lasciare fuori dalla tamponatura circa 15 cm di barra. I connettori saranno posizionati sia sull'allineamento verticale (pilastro) che su quello orizzontale (trave) con un passo minimo di circa 50 cm e comunque secondo le indicazioni del progettista. L'operazione deve essere eseguita su entrambi i lati della tamponatura.
4. In entrambi i lati della muratura, procedere con l'applicazione del primo strato del prodotto **webertec BTcalceF**, per uno spessore circa di 6-7 mm.
5. Sul prodotto ancora fresco, posizionare la rete **webertec rete250 / webertec rete BA55**. Si consiglia di sovrapporre i lembi della rete di almeno 30 cm.
6. Inserire per ogni barra appositi fazzoletti quadrati di rete (dimensioni circa 10x10 cm) e procedere alla piegatura delle barre, mediante idonea piegaferrì, fino a portare le stesse in posizione di perfetta adiacenza con la rete.
7. Terminare l'intervento con l'applicazione del secondo strato del prodotto **webertec BTcalceF**. Lo spessore totale dell'intervento sarà di circa 12-15 mm e la rete dovrà risultare nella metà dello spessore totale del rinforzo.



1 Fissaggio connettori in acciaio



2 Applicazione 1° mano di webertec BTcalceF



3 Applicazione fazzoletti ripartitori



4 Applicazione 2° mano di webertec BTcalceF

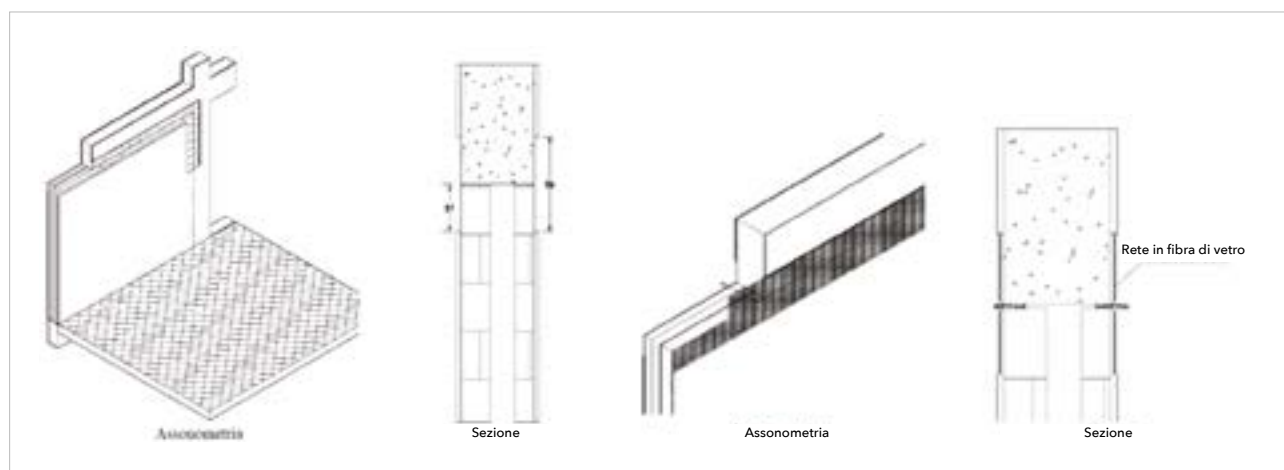
Nota

Gli interventi sulle tamponature sono previsti anche dalle Linee Guida ReLUIS 2009, che indicano alcune tecniche di esecuzione per la messa in sicurezza delle stesse finalizzate al solo presidio del fenomeno di ribaltamento da corpo solido: "I collegamenti tra pannelli murari di tamponamento e cornice strutturale possono essere effettuati con tecnologie diverse, essenzialmente riconducibili all'uso di materiali fibrorinforzati o di piatti e angolari metallici." (L.G. ReLUIS 2009 p.to 4.1).



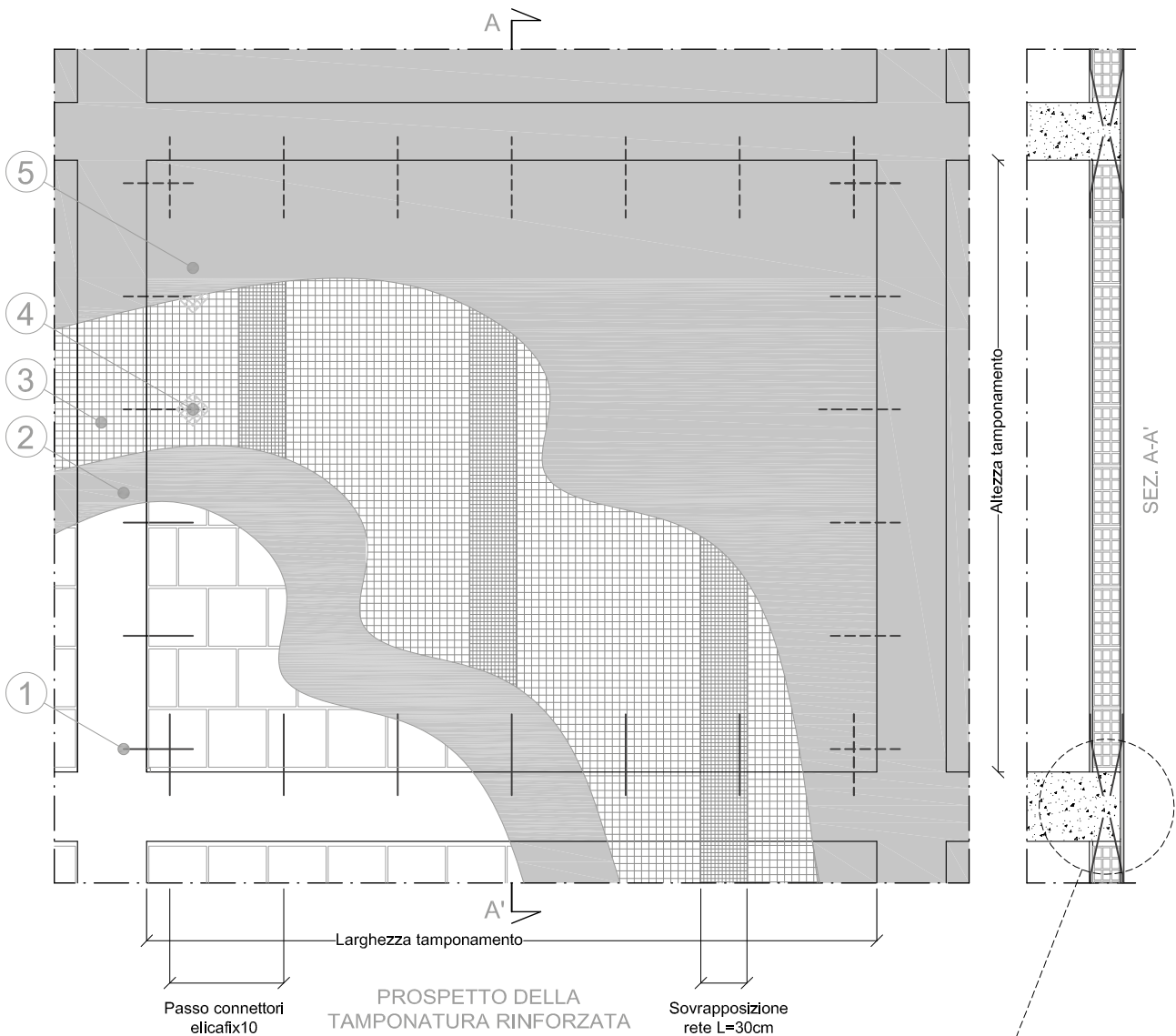
L'intervento finalizzato al solo collegamento delle tamponature alle strutture di confinamento in cemento armato, si articola secondo le seguenti fasi di lavorazione:

1. Rimozione dell'intonaco esistente lungo le fasce perimetrali di ancoraggio di bordo in modo da conformare una sezione di intaglio di lato 50 cm a cavallo tra la tamponatura e la trave ed i pilastri, si consiglia di irruvidire le superfici in cemento armato in modo da favorire l'adesione dell'intonaco strutturale **webertec BTcalceF**.
2. Depolverizzazione delle superfici di intaglio e lavaggio con acqua a bassa pressione in modo di avere le superfici umide prima dell'esecuzione delle fasi successive.
3. Inserimento dei connettori costituiti da barre in acciaio inox elicoidali **webertec elicafixA10** provvedendo preliminarmente alla realizzazione di prefori, mediante trapano a rotazione con una punta avente diametro 8-9 mm eseguendo una foratura inclinata posta a distanza di circa 5 cm dal bordo perimetrale del primo elemento in laterizio fino a penetrare per circa 10 cm nell'elemento in calcestruzzo adiacente. Con l'apposito mandrino spingibarre **webertec mandrino** montato sul tassellatore provvedere a spingere mediante sola percussione i connettori all'interno dei prefori prima realizzati, avendo cura di lasciare fuori dalla tamponatura circa 15 cm di barra per lato. I connettori saranno posizionati sia sull'allineamento verticale (pilastro) che su quello orizzontale (trave) con un passo minimo di circa 50 cm e comunque secondo le indicazioni del progettista. L'operazione deve essere eseguita su entrambi i lati della tamponatura.
4. In entrambi i lati della muratura, procedere con l'applicazione del primo strato del prodotto **webertec BTcalceF**, per uno spessore circa di 6-7 mm.
5. Sul prodotto ancora fresco, posizionare la rete **webertec rete250 / webertec rete BA55** assicurandosi che sia completamente planare ed impregnata ed evitando la formazione di eventuali vuoti. Si consiglia di sovrapporre i lembi della rete di almeno 30 cm.
6. Inserire per ogni barra appositi fazzoletti quadrati ricavati dalla rete utilizzata per l'intervento (dimensioni circa 10x10 cm) e procedere alla piegatura delle barre, mediante idonea piegaferrì, fino a portare le stesse in posizione di perfetta adiacenza con la rete.
7. Terminare l'intervento con l'applicazione del secondo strato del prodotto **webertec BTcalceF** avendo cura di ricoprire perfettamente il connettore per assicurare la perfetta aderenza al primo strato. Lo spessore totale dell'intervento sarà di circa 12-15 mm e la rete dovrà risultare nella metà dello spessore totale del rinforzo.



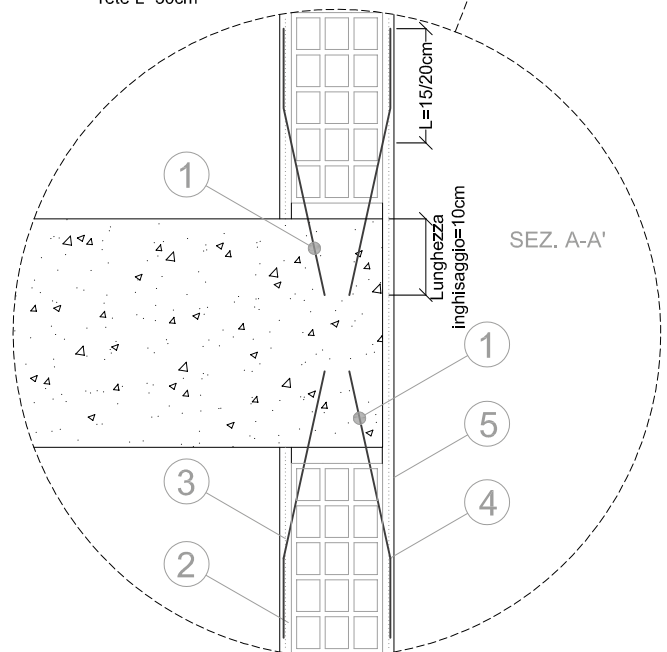
Tratta da L.G. ReLUIS 2009

PARTICOLARE COSTRUTTIVO: SISTEMA ANTIRIBALTAMENTO



LEGENDA

- ① connettore in acciaio webertec elicafixA10
- ② 1° strato di webertec BTcalceF
- ③ rete in fibra di vetro webertec rete250
- ④ fazzoletto ripartitore dim. 10x10cm in webertec rete250
- ⑤ 2° strato di webertec BTcalceF



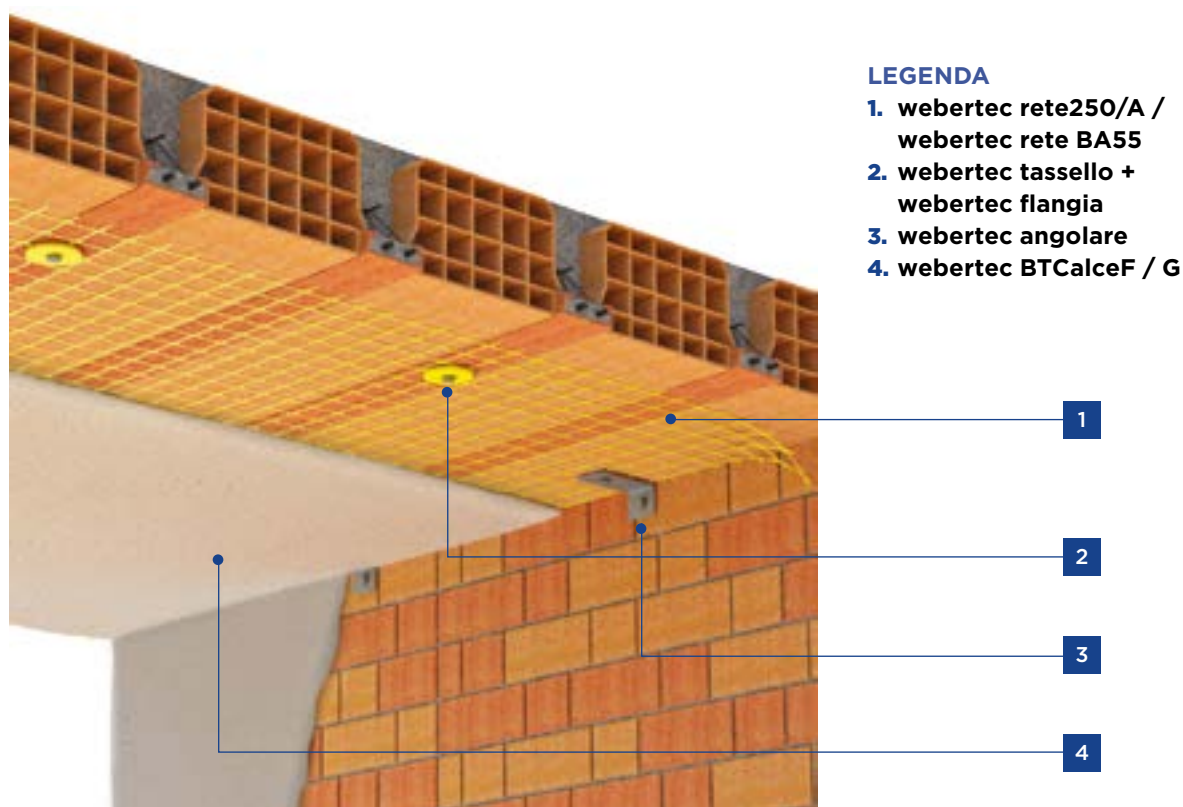
DWG editabili disponibili sul sito

3.6.2. PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO PER SOLAI

Generalità

Il danno consiste nel distacco e la successiva caduta delle cartelle inferiori dei blocchi di alleggerimento in laterizio inseriti nei solai in cemento armato o in acciaio. Le cause possono essere diverse tra le quali: la non corretta realizzazione del solaio; possibili variazioni dei carichi permanenti portati dallo stesso; condizioni ambientali ed ammaloramenti persistenti. Tale danno si può verificare anche per bassi livelli di eccitazione sismica. I materiali che precipitano possono possedere dimensioni rilevanti con superfici di distacco estese. In alcuni casi si può arrivare anche fino a 90 kg/mq.

3.6.2.1. PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO SOLAI IN LATERO-CEMENTO



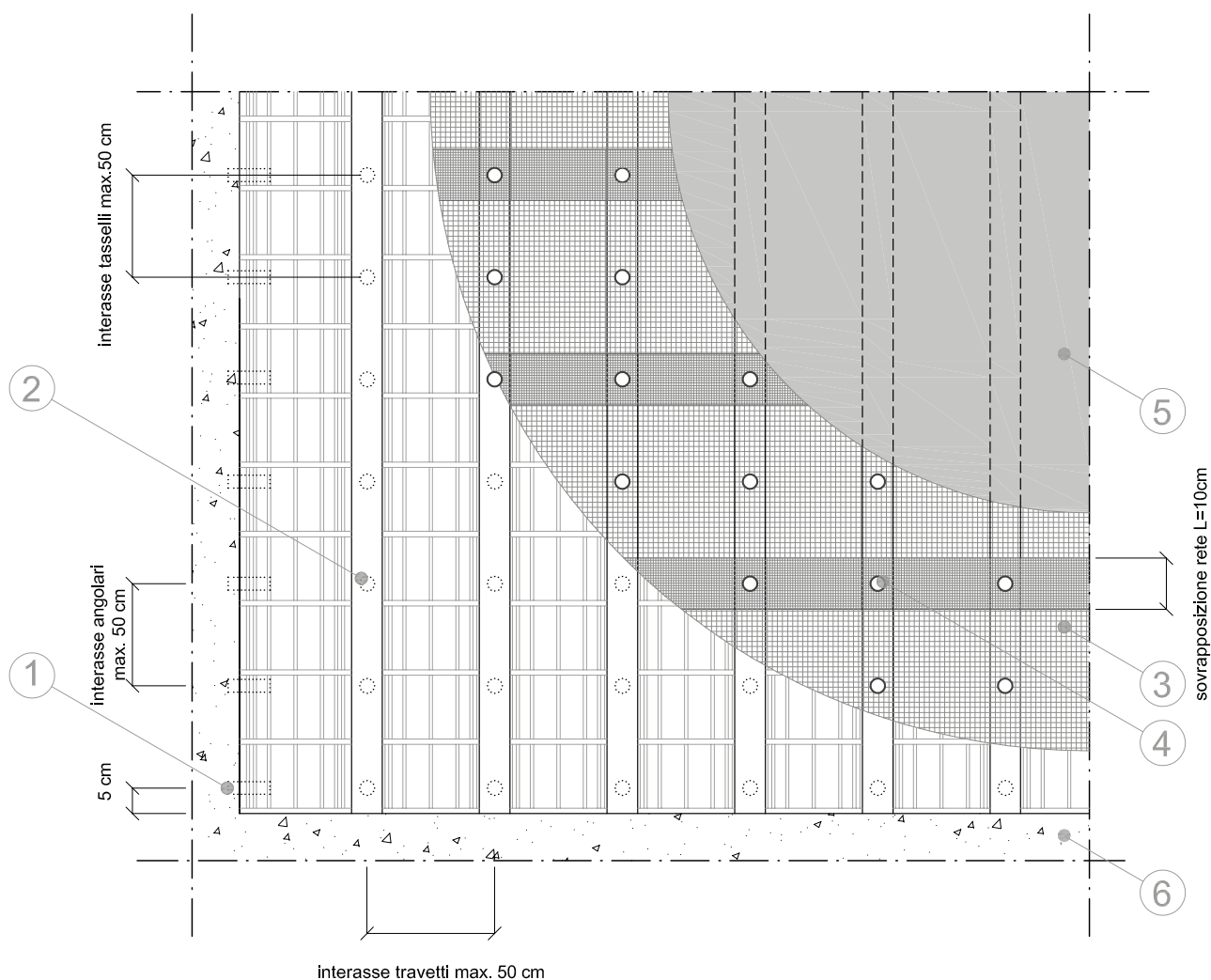
PRODOTTI UTILIZZATI	webertec rete250/A / webertec rete BA55	Rete strutturale in fibra di vetro AR apprettata con PVA / rete in fibra di basalto apprettata
	webertec tassello	Tassello universale in nylon con vite in acciaio zincato
	webertec flangia	Flangia per il fissaggio di reti strutturali e non, al supporto
	webertec angolare	Angolare in acciaio zincato per fissare la rete nel raccordo parete-soffitto
	webertec BTcalceF	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria fine
	webertec BTcalceG	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria grossa

Tecnica di esecuzione

1. Rimozione dell'intonaco esistente.
2. Depolverizzazione delle superfici e lavaggio con acqua a bassa pressione.
3. Eventuale ricostruzione dei travetti in cemento armato del solaio mediante utilizzo di idonea malta da ripristino della gamma **webertec ripara**.
4. Applicazione di rete di rinforzo **webertec rete250/A / webertec rete BA55** avendo cura di sovrapporre i lembi terminali della rete di almeno 10 cm. Ancoraggio della rete sui travetti tramite tasselli **webertec tassello** e flange di fissaggio tipo **webertec flangia** (diametro del foro 8 mm, diametro totale testa 58 mm) da eseguirsi su tutti i travetti e ad interasse massimo di 50 cm e comunque secondo quanto indicato dal progettista. Ancoraggio al perimetro del solaio mediante squadrette metalliche **webertec angolare** di 120x35 mm, in acciaio zincato, tramite n.2 tasselli, uno lato muratura ed uno lato solaio. La rete dovrà essere disposta ortogonalmente all'orditura dei travetti del solaio.
5. Inumidire il supporto e procedere all'applicazione del prodotto **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**. Lo spessore totale dell'intervento sarà di circa 10-15 mm e la rete dovrà risultare nella metà dello spessore totale del rinforzo.



PARTICOLARE COSTRUTTIVO: ESEMPIO SCHEMA ANTIFONDELLAMENTO



PIANTA INTRADOSSO SOLAIO

LEGENDA

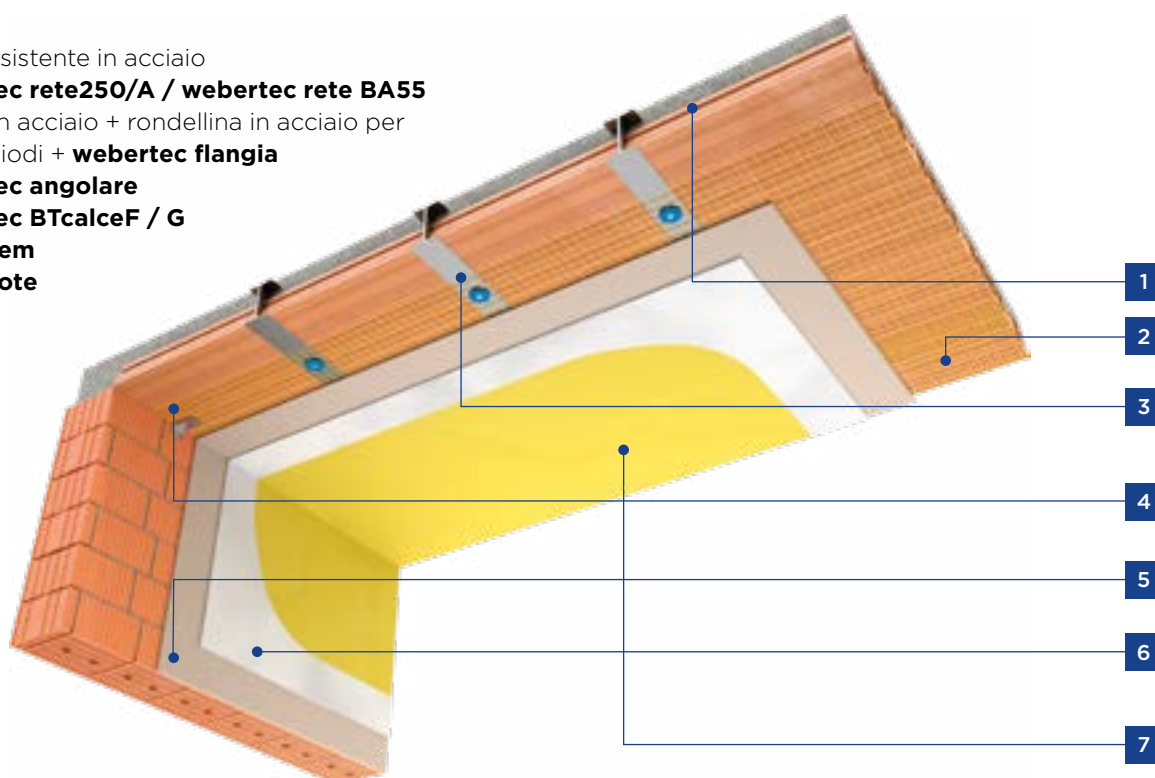
- ① disposizione webertec angolare da fissare tramite webertec tassello ai supporti
- ② disposizione webertec tassello + webertec flangia
- ③ rete in fibra di vetro webertec rete250/A da posizionare ortogonalmente all'orditura del solaio
- ④ webertec tassello + webertec flangia per ancoraggio webertec rete250/A
- ⑤ webertec BTcalceF a inglobare la rete sp.tot.≈10mm
- ⑥ strutture perimetrali

DWG editabili disponibili sul sito

3.6.2.2. INTERVENTO DI PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO SOLAI IN ACCIAIO E LATERIZIO

LEGENDA

1. Solaio esistente in acciaio
2. **webertec rete250/A / webertec rete BA55**
3. Chiodi in acciaio + rondellina in acciaio per sparachiodi + **webertec flangia**
4. **webertec angolare**
5. **webertec BTcalceF / G**
6. **webercem**
7. **webercote**

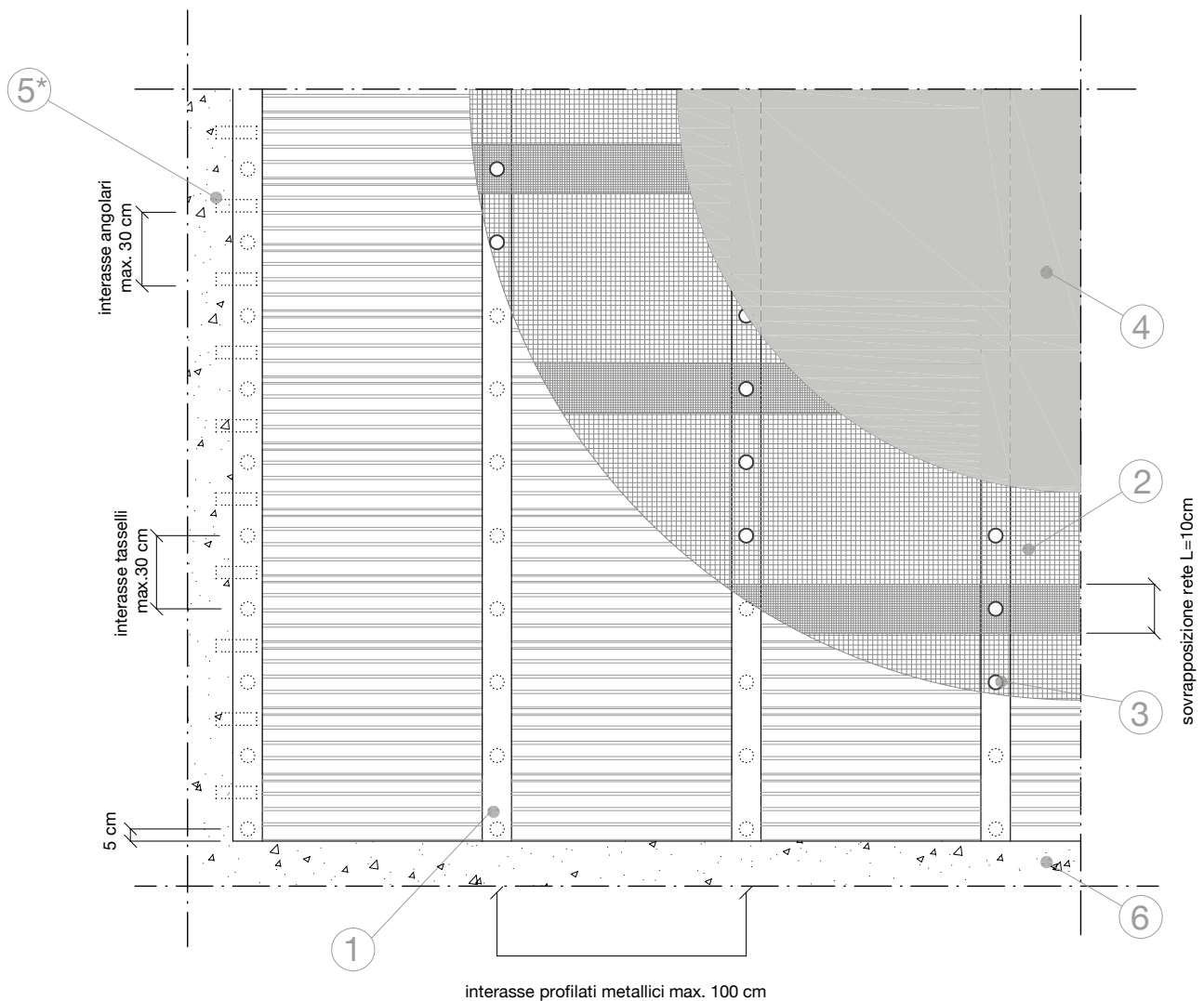


PRODOTTI UTILIZZATI	webertec rete250/A / webertec rete BA55	Rete strutturale in fibra di vetro AR apprettata con PVA / rete in fibra di basalto apprettata
	webertec flangia	Flangia per il fissaggio di reti stutturali e non, al supporto
	webertec angolare	Angolare in acciaio zincato per fissare la rete nel raccordo parete-soffitto
	webertec BTcalceF	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria fine
	webertec BTcalceG	Malta strutturale con classe di resistenza M15, a base di calce idraulica naturale a granulometria grossa

Tecnica di esecuzione

1. Rimuovere l'intonaco esistente;
2. Depolverizzare le superfici stonacate e lavare con acqua a bassa pressione;
3. Eventuale ricostruzione dei travetti in cemento armato del solaio mediante utilizzo di idonea malta da ripristino della gamma **webertec ripara**.
4. Applicazione di rete di rinforzo **webertec rete250/A / webertec rete BA55** avendo cura di sovrapporre i lembi longitudinali della rete di almeno 10 cm. Ancoraggio della rete da eseguirsi su tutte le travi aventi interasse massimo di 100 cm tramite chiodi in acciaio da applicare con sparachiodi, idonee rondelline in acciaio e flange di fissaggio tipo **webertec flangia** (diametro del foro 8 mm, diametro totale testa 58 mm) posti tra loro a distanza massima di 30 cm e comunque secondo quanto indicato dal progettista. Ancoraggio al perimetro del solaio mediante squadrette metalliche **webertec angolare** di 120x35 mm, in acciaio zincato, tramite n. 2 tasselli, uno lato muratura ed uno lato solaio. La rete dovrà essere disposta ortogonalmente all'orditura dei travetti del solaio.
5. Inumidire il supporto e procedere all'applicazione del prodotto **webertec BTcalceF** o **webertec BTcalceG**. Lo spessore totale dell'intervento sarà di circa 10 - 15 mm e la rete dovrà risultare nella metà dello spessore totale del rinforzo.

PARTICOLARE COSTRUTTIVO: ESEMPIO SCHEMA ANTIFONDELLAMENTO



PIANTA INTRADOSSO SOLAIO

LEGENDA

- ① profilato metallico
- ② rete in fibra di vetro webertec rete250/A da posizionare ortogonalmente all'orditura del solaio
- ③ chiodo in acciaio + rondella in acciaio per sparachiodi + webertec flangia per ancoraggio webertec rete 250/A
- ④ webertec BTcalceG o webertec BTcalceF a inglobare la rete sp.tot.≈15mm
- ⑤ eventuale disposizione webertec angolare da fissare tramite webertec tassello ai supporti in assenza di profilo laterale
- ⑥ strutture perimetrali

DWG editabili disponibili sul sito

3.7. QUALIFICA E SPERIMENTAZIONE

Le prove per la qualificazione dei sistemi di rinforzo sono state svolte in laboratori autorizzati dal S.T.C. Servizio Tecnico Centrale del M.I.T. e da I.T.C.- CNR Istituto Tecnologie della Costruzione – Consiglio Nazionale per le Ricerche. Le prove di sperimentazione per la valutazione dell'efficacia dei sistemi di presidio per elementi non strutturali sono state svolte presso laboratori di ricerca universitari e presso laboratori privati.

3.7.1. QUALIFICAZIONE PER SISTEMI **webertec** FRCM

Le prove previste per la qualifica dei sistemi **webertec FRCM** sono state condotte presso il **Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II**.

Le prove sono state eseguite secondo quanto previsto dall'EAD 340275-00-0104 "Externally-bonded composite system with inorganic matrix for strengthening of concrete and masonry structures".



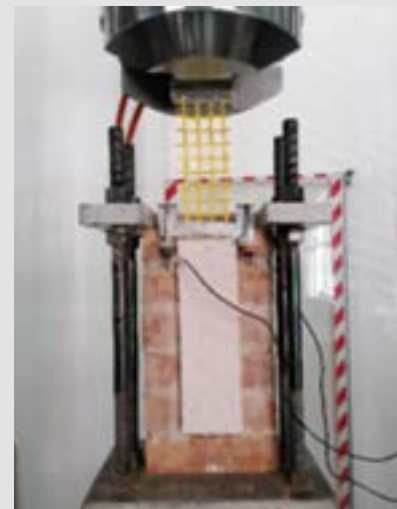
Confezionamento provini per prove di trazione diretta



Prova di trazione diretta su composito FRCM



Confezionamento provini per prove di distacco dal supporto



Prova di distacco dal supporto

3.7.2. QUALIFICAZIONE PER SISTEMI webertec CRM

Le prove previste per la qualifica dei sistemi **webertec CRM** sono state condotte presso il **Laboratorio La. Sp.Ed. Tirreno s.r.l. Laboratorio Sperimentale di Cava de' Tirreni (SA)**.

Le prove sono state eseguite in riferimento alla "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)" emanata con DPCS LL.PP. n. 292 del 29.5.2019.



Prova di trazione diretta
dei fili della rete



Prova di trazione diretta
sul connettore

3.7.3 QUALIFICA DEI SISTEMI webertec CFRP

Le prove previste per la qualifica dei sistemi **webertec CFRP** sono state condotte presso i laboratori dell'**Istituto Giordano di Bellaria (RN)**.

Le prove sono state eseguite secondo quanto previsto nelle "Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti" emanate con DPCS LL.PP. n. 293 del 29.5.2019.



Prova di trazione diretta
su laminato FRP



Macchina per prova
di trazione diretta

3.7.4. SPERIMENTAZIONE SUL PRESIDIO ANTIRIBALTAMENTO

DIPARTIMENTO ICEA - UNIVERSITÀ DI PADOVA

Il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale ICEA dell'Università di Padova raccoglie la tradizione formativa dei tecnici destinati ad operare nel campo dei sistemi di trasporto, dell'idraulica e dell'ingegneria civile. È dotato di numerosi laboratori, tra cui il Laboratorio Sperimentale per le prove sui Materiali da Costruzione, che perpetua la tradizione, ormai secolare, dell'ex Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni, nel campo della sperimentazione scientifica, tecnica e tecnologica su materiali e costruzioni. Il laboratorio è in grado di gestire prove statiche, monotone e cicliche su materiali ed elementi strutturali in scala reale. Il laboratorio è dotato, inoltre, di attrezzature per prove di diagnostica strutturale per l'allestimento e l'esecuzione di prove in sito (distruttive, debolmente distruttive e non distruttive).



3.7.4.1. SPERIMENTAZIONE PRESSO DIPARTIMENTO ICEA - UNIVERSITÀ DI PADOVA

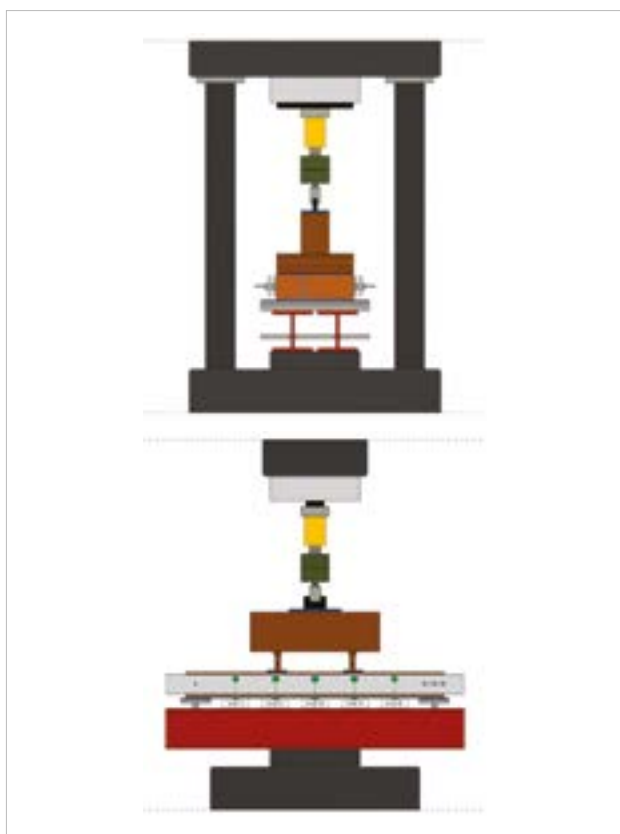
Per documentare l'efficacia dei sistemi **weber** come presidio antibaltamento (cfr.par.2.4) è stato stipulato con il **Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università di Padova** una convenzione di ricerca volta allo studio e allo sviluppo di sistemi di rinforzo innovativi per il miglioramento sismico di murature di tamponamento in laterizio "debole". Su tali murature in blocchi di laterizio forato, di spessore ridotto, l'applicazione di intonaci speciali e sistemi di rinforzo consentono il miglioramento delle prestazioni sotto azioni sismiche.

Gli obiettivi principali del lavoro sono stati:

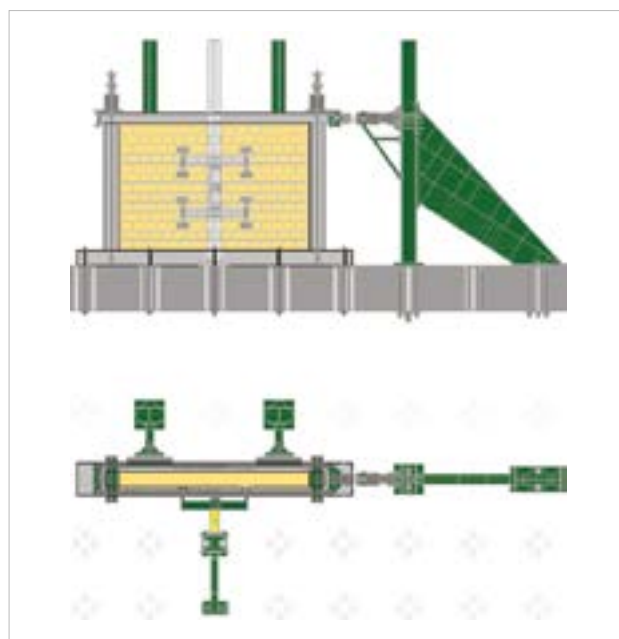
- il confronto del comportamento tra tamponature in muratura semplice e con varie tecniche di rinforzo superficiale e tipologie di intonaci;
- la verifica del comportamento fuori piano per livelli di danneggiamento collegati alle azioni nel piano del telaio (spostamenti d'interpiano, livelli di drift), vicini allo SLU per la tamponatura stessa;
- verifica dello stato di danneggiamento delle tamponature in seguito al raggiungimento dello 0.5% di drift nel piano, livello di riferimento come indicato dalle NTC 2018 al punto 7.3.6.1.

La sperimentazione ha previsto le seguenti prove:

- prove di caratterizzazione meccanica dei materiali;
- prove di resistenza a flessione della muratura rinforzata ed intonacata in maniera tradizionale, nella direzione di rottura parallela ai letti di malta e ortogonale ai letti di malta;
- prove in scala reale su telai con tamponature di dimensione indicativa netta 415 x 275 ml, sollecitati sia nel piano che ortogonalmente allo stesso.



Set-up di prove di flessione



Schema di prova ciclica nel piano-fuori piano del telaio (prospetto e pianta)

NOMENCLATURA CAMPIONI:

- Muratura realizzata con blocchi in laterizio forato sp.12 cm, murati con malta M5 a fori orizzontali ed intonacati con intonaco tradizionale fibrato → 1-UR;
- Muratura realizzata con blocchi in laterizio forato sp.12 cm, murati con malta M5 a fori orizzontali ed intonacati con **webertec BTcalceF** (BTF), malta con classe di resistenza M15, armata con rete in fibra di vetro A.R. **webertec rete250** e ancoraggi costituiti da barre elicoidali in acciaio Inox per connessione a struttura **webertec elicafix** → 3-FN

PROVE DI FLESSIONE SU CAMPIONI IN MURATURA

I provini di muratura sottoposti a flessione secondo la UNI EN 1052-2 sono stati suddivisi in tre gruppi:

- campioni in muratura non rinforzata soggetti a flessione ortogonale ai letti di malta (H-UR), caratterizzati da due corsi di blocchi;
- campioni in muratura rinforzata soggetti a flessione ortogonale ai letti di malta (H-BTF), caratterizzati da due corsi di blocchi;
- campioni in muratura rinforzata soggetti a flessione parallela ai letti di malta (V-BTF), caratterizzati da 5 corsi di blocchi.

La metodologia di prova adottata per la caratterizzazione a flessione riprende le principali indicazioni contenute nella normativa UNI EN 1052-2 "Metodi di prova per muratura. Determinazione della resistenza a flessione". È stata quindi condotta una prova a flessione su quattro punti, posizionando il campione in posizione orizzontale su due supporti e caricandolo con due impronte lineari poste nella zona mediana del campione ed equidistanti dalla linea di mezzeria dello stesso. Le prove sono state condotte in regime di flessione semplice, senza cioè applicare sforzi di precompressione assiale, lasciando libero il campione di ruotare in corrispondenza delle sezioni d'appoggio.

Dai risultati ottenuti, si osserva come le diverse tipologie di campioni analizzate abbiano fatto rilevare un comportamento differente, in termini sia di carico e spostamento massimo raggiunto, sia di modalità di rottura.

I campioni caratterizzati da intonaco tradizionale hanno mostrato il più basso valore di spostamento a causa della modalità di rottura fragile avvenuta dopo la fessurazione dei giunti di malta.

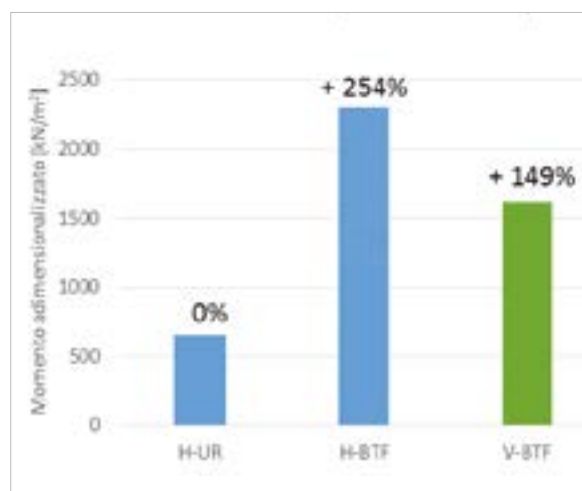
I campioni H-BTF, aventi intonaco fibro-rinforzato e rete in fibra di vetro, hanno registrato il maggiore M_{ad} pari a 2296.7 kN/m² (+254% rispetto ai campioni non rinforzati), circa il triplo rispetto agli H-BTC.

Campione	Carico massimo [kN]	Spostam. in mezzeria [mm]	Momento adimens. [kN/m ²]
	Media	Media	Media
H-UR	2.5	0.15	648.2
H-BT	12.7	19.61	2296.7
V-BTF	4.2	8.7	1612.3

Tabella riassuntiva delle prove a flessione

Campione	Momento adimens. / Momento adimens. [-]	Variazione [%]
H-UR	1	
H-BT	3.54	+254%
V-BTF	2.49	+149%

Tabella riassuntiva del confronto di pannelli in muratura



Confronto del comportamento fuori piano per flessione semplice

COMPORAMENTO NEL PIANO E FUORI PIANO DI TELAI IN C.A. TAMPONATI IN MURATURA LEGGERA

I campioni sperimentali sono portali in c.a. in scala reale, tamponati con muratura in laterizio rinforzata o meno con rete in fibra di vetro applicata con diverse tipologie di intonaco. Il telaio ha le funzioni di riprodurre le condizioni vincolari reali per la tamponatura e di garantire resistenza sufficiente nei confronti delle azioni derivanti dalla tamponatura stessa. Allo scopo di avere un dimensionamento di massima realistico per il portale in c.a., si è ipotizzato di progettare un edificio a telaio, di tre piani fuori terra, con interpiano di 3,00 m, maglia in pianta 4,50 m x 4,50 m, regolare in pianta e in elevazione, in classe di duttilità alta.

L'apparato di prova è stato interamente montato sul solaio di reazione del laboratorio di spessore pari a 1 ml, assunto infinitamente rigido. La trave di base del campione sperimentale in c.a. è stata fissata al solaio rigido del laboratorio mediante tiranti, al fine di evitare scorrimenti relativi tra solaio di reazione e campione sollecitato da azioni orizzontali. Su entrambi i pilastri del telaio sono stati posizionati due martinetti della capacità di 600 kN in compressione, posti sulla faccia superiore della trave, in corrispondenza del nodo trave-pilastro. Attraverso questi martinetti su ogni pilastro è stato applicato un carico costante per tutta la durata dei test nel-piano e fuori-piano, pari a 400 kN, per simulare la presenza dei piani superiori dell'edificio.

L'azione nel piano viene trasmessa da un martinetto dalla capacità massima in spinta ed in trazione di 560 kN, connesso ad un elemento di contrasto del laboratorio e posto in corrispondenza del baricentro della sezione di testa della trave superiore. L'azione del martinetto viene controllata imponendo lo spostamento alla trave stessa, e quindi al martinetto che le è collegato (controllo in spostamento).



Sistema di contrasto dell'azione nel piano



Nei test fuori piano sono state applicate 8 forze puntuali, di uguale intensità, ad ogni terzo della larghezza e ad ogni quinto dell'altezza del pannello murario. Tale configurazione è simile (anche se non uguale) a quella di una tamponatura sottoposta ad azione sismica in direzione ortogonale al proprio piano, nella quale si può assumere un carico uniformemente distribuito, legato alle forze d'inerzia proporzionali alle masse della parete. Il diagramma dei momenti imposto è comunque più gravoso di quello reale e si opera quindi in favore di sicurezza. I carichi sono stati applicati con un martinetto idraulico da 100 t in modalità monotona fino al raggiungimento del limite di collasso del pannello murario.



Particolare del sistema per l'applicazione del carico

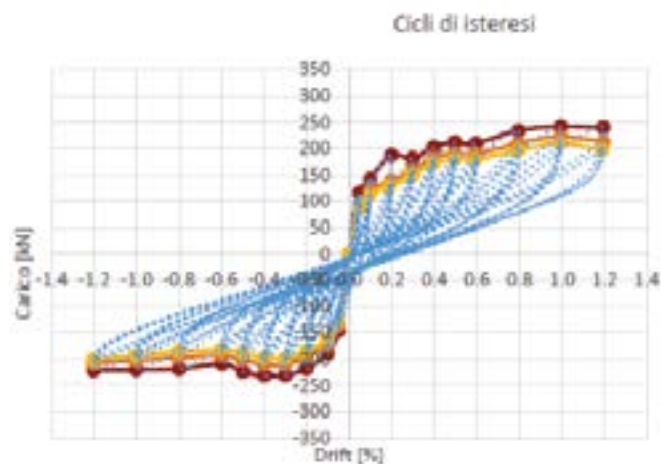
I test sperimentali sono divisi in due fasi:

1. **Test nel piano**
2. **Test fuori piano**

Nella prima fase viene imposta al portale una storia di spostamento ciclica a drift via via crescenti con cicli di spostamento ripetuti tre volte per ogni livello di drift assegnato. Con il termine drift si intende il rapporto tra lo spostamento orizzontale relativo della trave superiore del campione rispetto alla trave di base e l'altezza d'interpiano (Δ/H). Tale valore di solito è espresso in percentuale.

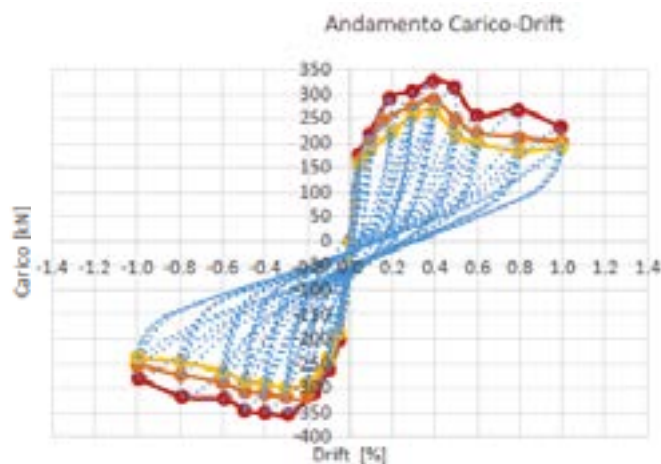
Il primo drift obiettivo è posto allo 0.05%, poi 0.1% ed incrementato dello 0.1% ad ogni serie di cicli fino al raggiungimento di un drift pari allo 0.6%. I cicli di spostamento vengono quindi aumentati dello 0.2% fino al termine della prova con il raggiungimento del drift pari allo 1-1.2%.

Di seguito riepilogo dei risultati ottenuti dai test nel piano:



Ciclo di isteresi relativi ai cicli di carico - campione non rinforzato

- PRIMO CICLO
- SECONDO CICLO
- TERZO CICLO
- Cicli di isteresi



Ciclo di isteresi relativi ai cicli di carico - campione rinforzato



Campione non rinforzato, danneggiamento al 0,5% drift



Campione non rinforzato, danneggiamento al 1% drift



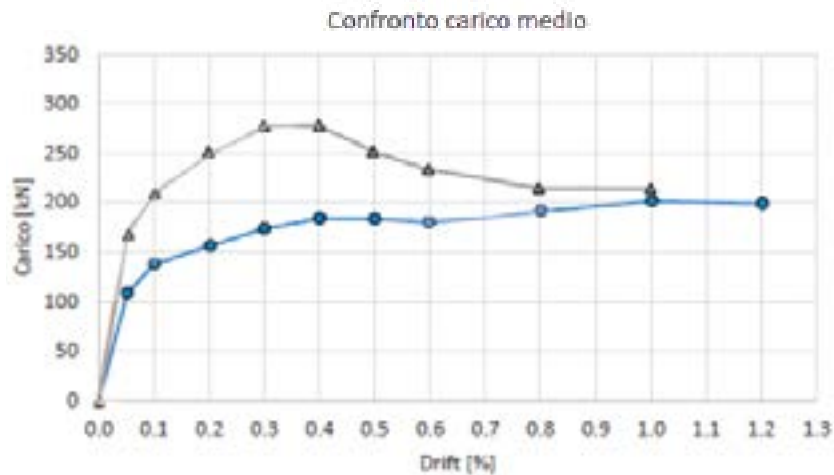
Campione rinforzato, danneggiamento al 0.5% drift



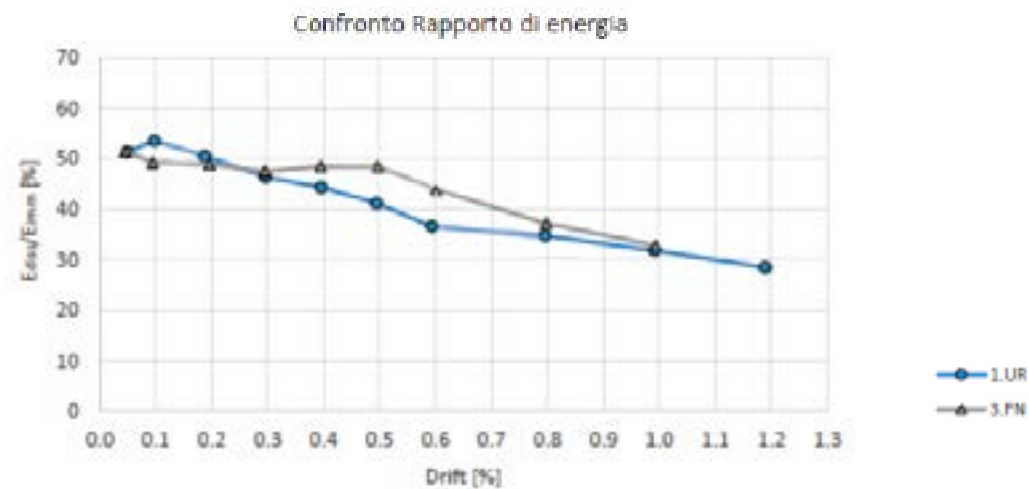
Campione rinforzato, danneggiamento al 1% drift

Campione	Fase non fessurata			Carico massimo			Spostamento massimo		
	ψ [%]	Fv [kN]	dv [mm]	ψ [%]	Fmax [kN]	dmax [mm]	ψ [%]	Fu [kN]	d [mm]
1.UR	0.05	108.9	1.42	1.0	201.7	28.68	1.2	199.2	34.43
3.FN	0.05	170.0	1.41	0.4	278.0	11.41	1.0	214.7	28.65

Dalle analisi si evince come la tamponatura rinforzata, abbia resistenza maggiore rispetto alla tamponatura non rinforzata (38% in più del sistema non rinforzato). Alla fine della fase elastica il campione rinforzato ha raggiunto un carico di 170 kN, superiore del 57% rispetto al campione non rinforzato.



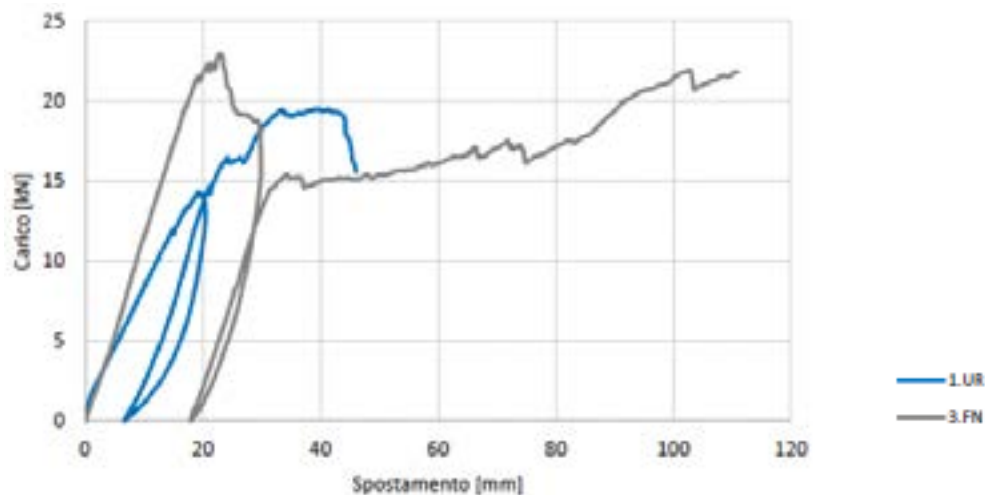
Confronto tra inviluppi medi relativi al 3° ciclo



Confronti tra energia immessa e dissipata al 3° ciclo

Inoltre analizzando il grafico riportato nella figura soprastante si nota come la capacità di dissipare energia (rapporto tra le energie dissipate ed immesse) faccia rilevare valori mediamente più elevati per la tamponatura rinforzata.

Di seguito sono riportati i risultati delle prove fuori piano, le quali si suddividono in due step: il primo step rappresenta il comportamento della tamponatura fino ad un certo valore di carico, per il quale la prova viene interrotta a causa del Forte danneggiamento; il secondo step, nel quale la strumentazione viene scollegata in modo da non far subire danni agli strumenti e l'acquisizione dei dati, è ripresa fissando un solo strumento a filo tra il martinetto di carico e l'apparato di spinta.



Confronto curve carico-spostamento fuori piano tra campione non rinforzato e campione rinforzato

Dal grafico si può notare la maggiore resistenza al carico fuori piano del sistema di tamponatura rinforzata 3.FN, il quale raggiunge un valore di carico massimo più elevato (+17%), pari a 23 kN, contro i 19,6 kN del sistema non rinforzato 1.UR. Inoltre, il danneggiamento accumulato durante la prova nel piano ha influenzato sia la rigidità residua dei pannelli, sia la fine della fase lineare della prova fuori piano, infatti, il campione non rinforzato 1.UR è meno rigido (-28%) e il carico per il quale finisce la fase lineare è minore (-47%). La tamponatura non rinforzata 1.UR ha collassato per ribaltamento della porzione superiore del muro in maniera repentina e quindi con modalità molto fragile. La tamponatura 3.FN, che ha avuto un danneggiamento con fessure lungo le diagonali principali durante il test nel piano, grazie all'effetto di contenimento dovuto alla presenza del rinforzo e degli ancoraggi, ha mostrato la capacità di sostenere carichi rilevanti fuori dal piano, anche dopo il raggiungimento del carico massimo e dello spostamento ultimo. Infatti, una volta raggiunto un degrado di resistenza pari al 20% rispetto alla resistenza massima, è stato possibile scaricare completamente il campione e ricaricarlo fino a livelli di spostamento e carico molto elevati, senza di fatto mai raggiungere il collasso, ma addirittura raggiungendo la capacità ultima di spostamento del martinetto (oltre 100 mm di spostamento). L'effetto del sistema di rinforzo, complessivamente, si fa sentire in maniera significativa per quel che riguarda la modifica della modalità di collasso e la notevole riduzione del comportamento fragile mostrato invece dalla tamponatura 1.UR nel fuori piano.

Tamponatura		Fase lineare		Carico massimo		Spostamento massimo	
		Fv [kN]	dv [mm]	Fmax [kN]	dmax [mm]	Fu [kN]	du [mm]
1.UR	non rinforzata	11,1	13,62	19,6	39,5	15,6	46,1
3.FN	rinforzata e ancorata	21	18,49	23	23,15	18,5	29,67



Fine prova a collasso della muratura non rinforzata



Fine prova della muratura rinforzata

CONCLUSIONI

Tutti i test eseguiti sono stati finalizzati alla valutazione dell'efficacia di sistemi di rinforzo innovativi, volti al miglioramento del comportamento sotto azioni sismiche di tamponature in laterizio leggero su edifici in c.a. esistenti. In particolare, rispetto agli obiettivi della campagna sperimentale si può concludere che, il sistema di rinforzo **Weber** con intonaco **webertec BTcalceF** armato con rete **webertec rete250** ha apportato effetti benefici su tutti i campioni testati.

Si nota, infatti, un notevole aumento della resistenza sia nei pannelli soggetti a flessione semplice, superiore del 254% rispetto al campione non rinforzato, sia nel tamponamento testato con azione combinata nel piano e fuori piano.

Nel piano, il rinforzo e l'ancoraggio hanno portato ad una maggiore rigidezza e un danneggiamento inferiore.

Fuori piano, dal confronto tra il tamponamento rinforzato e quello non rinforzato, l'aumento della resistenza è del 17%, in questo caso il confinamento del telaio in c.a. riduce le differenze di resistenza tra i sistemi. L'introduzione del rinforzo e dell'ancoraggio **webertec elicafixA** comunque determina un significativo miglioramento del comportamento rispetto a possibili collassi locali o ribaltamenti, contrariamente a quanto visto per la tamponatura di riferimento. In particolare l'ancoraggio con barre elicoidali tra la tamponatura e il telaio in c.a. ha garantito resistenza fuori piano fino a spostamenti di oltre 10 cm, incrementando notevolmente la sicurezza rispetto al collasso.

3.7.5. SPERIMENTAZIONE SUL PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO PRESSO LABORATORIO QUALIFICATO

I sistemi antisfondellamento di **Weber** sono stati sottoposti a prove eseguite presso il **Laboratorio di Prove dell'Istituto Giordano di Bellaria-Igea Marina (RN)**. Le prove eseguite sono state volte a documentare l'efficacia dei vari sistemi.

ISTITUTO GIORDANO

Fondato nel 1959, l'Istituto Giordano è un Ente Tecnico all'avanguardia nel testing di Prodotto, Certificazione, Ricerca, Progettazione e Formazione.



3.7.5.1. SPERIMENTAZIONE SU SOLAIO IN LATERO-CEMENTO

L'oggetto della sperimentazione è stato quello di simulare il comportamento del sistema "antisfondellamento", applicato su un modello di solaio in latero-cemento in scala reale di dimensioni 2 m x 1,6 m - formato da n. 4 travetti in calcestruzzo e pignatte in laterizio disposte a passo 50 cm.

All'intradosso della struttura esaminata è stato realizzato un rinforzo con rete in fibra di vetro **webertec rete250/A** con il relativo sistema di fissaggio (**webertec tassello** e **webertec flangia**). Sono state testate due soluzioni, una che ha previsto l'utilizzo della sola rete in fibra di vetro **webertec rete250/A** e l'altra il sistema integrale costituito da **webertec rete250/A** posta all'interno dell'intonaco strutturale M15 a base di calce idraulica naturale **webetec BTcalceF**.

La prova è stata effettuata applicando un carico verticale mediante punzone di spinta realizzato in legno multistrato su una porzione di rete o di intonaco rinforzato in prossimità del centro del modello di solaio. In tale posizione centrale è stata lasciata un'apertura di dimensioni pari ad un laterizio, in maniera da applicare il carico verticale direttamente sulla rete in fibra di vetro o sull'intonaco rinforzato in funzione del tipo di allestimento. Il carico è stato applicato in modo continuo fino al cedimento della rete in fibra di vetro o di un componente del sistema di contenimento in prova.



Strumentazione di prova



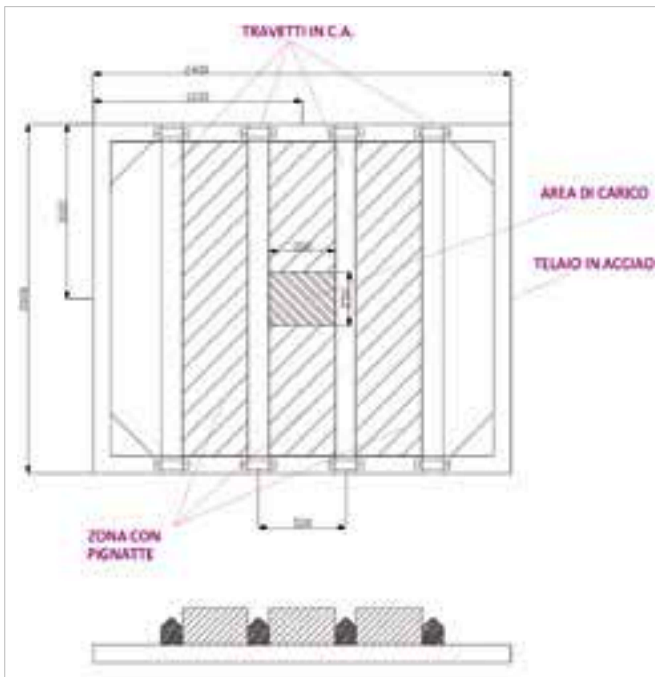
Strumentazione di prova



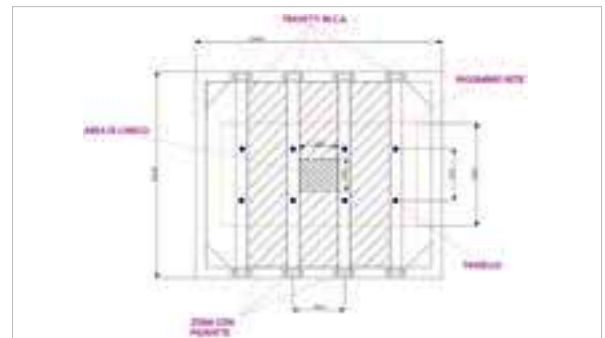
Strumentazione di prova



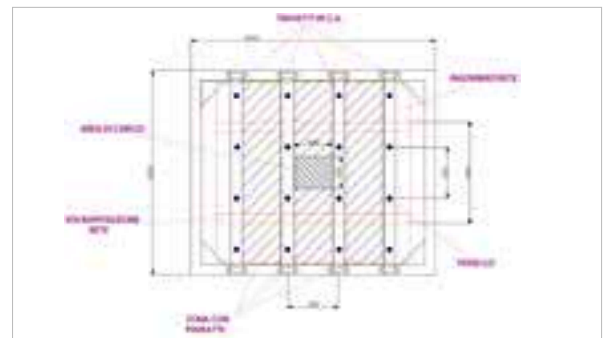
Sstrumentazione di prova



Disegno schematico del simulacro di un solaio in latero cemento.



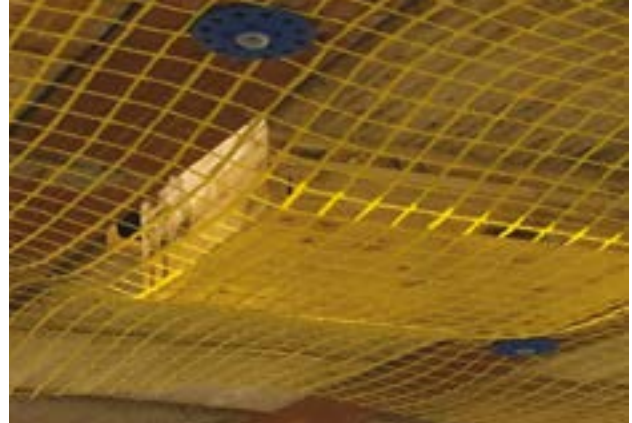
Disegno schematico della disposizione dei tasselli per la prova n. 1.



Disegno schematico della disposizione dei tasselli per la prova n. 2.



Test con rete e tasselli



Test con rete e tasselli



Test con rete e tasselli



Test con rete e tasselli

CONCLUSIONI

Il carico puntuale (su un'impronta di dimensioni 25 x 35 cm) che ha portato a rottura il sistema, ha raggiunto un valore di circa 215 kg.

Il carico puntuale (su un'impronta di dimensioni 25 x 35 cm) che ha portato a rottura il sistema integrale, rete posizionata all'interno dello strato di intonaco strutturale, ha raggiunto un valore pari a circa 840 kg.

I risultati ottenuti dalla prova sperimentale sono stati utili per dimostrare l'efficacia del sistema, in quanto i valori di carico che hanno portato al collasso il sistema stesso risultano ben più elevati di quelli comunemente attesi (es. un carico distribuito pari a 100 kg/mq comporta su un'impronta di 25 x 35 cm un carico concentrato pari a circa 10 kg).



Test con intonaco, rete e tasselli



Test con intonaco, rete e tasselli



Test con intonaco, rete e tasselli



Test con intonaco, rete e tasselli

3.7.5.2. SPERIMENTAZIONE SU SOLAIO IN ACCIAIO

L'oggetto della sperimentazione è stato quello di simulare il comportamento del sistema "antisfondellamento", applicato su un modello di solaio in acciaio e tavelloni in scala reale di dimensioni 3 m x 1,8 m - formato da n. 4 profilati in acciaio disposti a passo 100 cm in e tavelloni in laterizio.

All'intradosso della struttura esaminata è stato realizzato un rinforzo con rete in fibra di vetro **webertec rete250/A** con il relativo sistema di fissaggio (chiodi in acciaio per sparachiodi e **webertec flangia**). Sono state testate due soluzioni, una che ha previsto l'utilizzo della sola rete in fibra di vetro **webertec rete250/A** e l'altra il sistema integrale costituito da **webertec rete250/A** posta all'interno dell'intonaco strutturale M15 a base di calce idraulica naturale **webetec BTcalceF**.

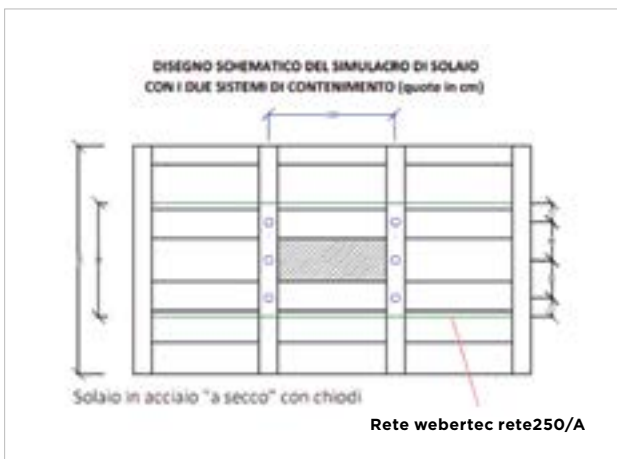
La prova è stata effettuata applicando un carico verticale mediante punzone di spinta realizzato in legno multistrato su una porzione di rinforzo nel sistema. Il carico è stato applicato a step, monitorando gli abbassamenti al centro dell'area di spinta mediante misuratore laser posizionato all'intradosso, fino al cedimento della rete o del sistema intonaco/rete.



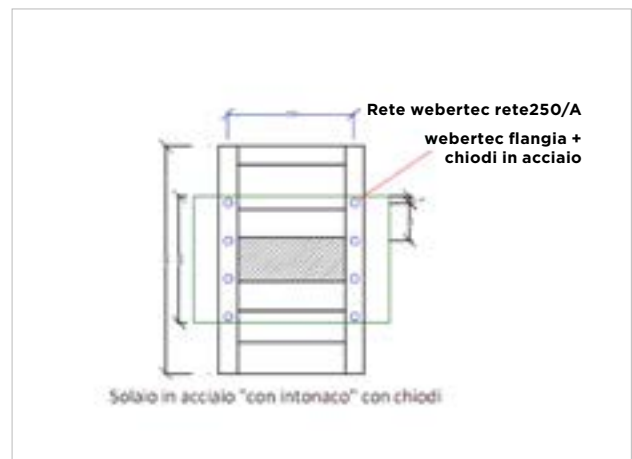
Simulacro solaio e strumentazione di prova



Simulacro solaio e strumentazione di prova



Schema di prova per sistema con sola rete



Sistema di prova per sistema integrale rete ed intonaco



Fase test del sistema con sola rete



Collasso del sistema con sola rete



Fase test, intradosso solaio sistema integrale



Collasso sistema integrale

CONCLUSIONI

Il carico puntuale (su un'impronta di dimensioni 75 x 23 cm) che ha portato a rottura il sistema costituito da sola rete, ha raggiunto un valore di circa 171 kg.

Il carico puntuale (su un'impronta di dimensioni 75 x 23cm) che ha portato a rottura il sistema integrale, rete posizionata all'interno dello strato di intonaco strutturale, ha raggiunto un valore pari a circa 705 kg, con la formazione delle prime cavillature dell'intonaco al valore di carico pari a 620 kg.

3.8. DATI TECNICI DEI SISTEMI

DATI TECNICI - SISTEMA webertec FRCM			
PROPRIETÀ	Unità di misura	webertec FRCM/50	webertec FRCM/115
Spessore nominale del sistema di rinforzo	mm	10	10
Grammatura della rete	gr/mq	243	550
Spessore equivalente della rete di rinforzo in trama	mm	0,036	0,075
Spessore equivalente della rete di rinforzo in ordito	mm	0,038	0,073
Densità del materiale costituente la rete di rinforzo	gr/mc	2,68	2,68
Permeabilità al vapore acqueo		15/35	15/35
PROPRIETÀ MECCANICHE			
Tensione limite convenzionale $\sigma_{lim,conv}$ caratteristico	MPa	819 (tufo) 785 (mattone)	905 (tufo) 929 (mattone)
Deformazione limite convenzionale $\epsilon_{lim,conv}$ caratteristico	%	1,2 (tufo) 1,2 (mattone)	1,6 (tufo) 1,6 (mattone)
Modulo rigidezza $E1$ nello stadio A medio	GPa	254	1064
Tensione ultima σ_u del composito FRCM caratteristico	MPa	954	858
Deformazione ultima ϵ_u del composito FRCM medio	%	1,53	1,85
Tensione ultima σ_{uf} della rete (tessuto) a rottura per trazione caratteristico	MPa	954	996
Modulo rigidezza E_f della rete (tessuto) medio	GPa	67	57
Deformazione ultima a trazione ϵ_{uf} della rete (tessuto) medio	%	1,63	1,87
Resistenza a compressione della matrice/malta, $f_{c,mat}$	MPa	15	15

L'utilizzatore è responsabile della verifica della idoneità dei prodotti descritti nel presente documento per l'utilizzo nel caso concreto. Saint-Gobain Italia S.p.A. non si assume alcuna responsabilità per utilizzo improprio del materiale. Il cliente è tenuto a verificare che i dati riportati nella presente scheda tecnica siano compatibili con il sistema o insieme di prodotti utilizzato e non siano superati e/o sostituiti da nuove formulazioni del prodotto. In caso di dubbio si invita il cliente a contattare preventivamente il nostro Ufficio Tecnico.

DATI TECNICI - SISTEMA webertec CRM/60
webertec rete 99x99

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione media	MPa	medio 799 (ordito)	ISO 104061:2015; Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
		carat. 665 (ordito)	
Modulo elastico medio	GPa	38,5 (ordito)	
Deformazione a rottura per trazione caratteristico	%	1,12 (ordito)	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	290	
Diametro nominale dei trefoli	mm	3,08 (ordito)	CNR-DT233/2006
		2,93 (trama)	
Sezione nominale dei trefoli	mmq	7,86 (ordito)	CNR-DT 203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
		6,78 (trama)	
Area nominale fibre	mmq	3,66 (ordito)	CNR-DT 200/2004 CNR-DT 203/2006
		3,66 (trama)	
Maglia della rete AxB	mm	99x99	
Temperatura limite di utilizzo	°C	63,4	
Contenuto fibra	%	75 (peso)	ISO 11667:1997 (E)
		60 (volume)	
Densità matrice polimerica	g/cmc	2,62 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,2 (matrice polimerica)	ISO 1183-1:2004 (E)
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	63,4	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	50	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

webertec paraspigolo AR 99x99

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	467 (medio)	364 (caratteristico)	Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	500	
Diametro nominale dei trefoli	mm	4 (ordito)	CNR-DT203/2006
		2,90 (trama)	
Sezione nominale dei trefoli	mmq	12,5 (ordito)	CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
		7,55 (trama)	
Area nominale fibre	mmq	8,24 (ordito)	CNR-DT200/2004
		3,66 (trama)	CNR-DT203/2006

L'utilizzatore è responsabile della verifica della idoneità dei prodotti descritti nel presente documento per l'utilizzo nel caso concreto. Saint-Gobain Italia S.p.A. non si assume alcuna responsabilità per utilizzo improprio del materiale. Il cliente è tenuto a verificare che i dati riportati nella presente scheda tecnica siano compatibili con il sistema o insieme di prodotti utilizzato e non siano superati e/o sostituiti da nuove formulazioni del prodotto. In caso di dubbio si invita il cliente a contattare preventivamente il nostro Ufficio Tecnico.

DATI TECNICI - SISTEMA webertec CRM/60
webertec paraspigolo AR 99x99

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Maglia della rete AxB	mm	99x99	
Temperatura limite di utilizzo	°C	63,4	ISO 11537-2:2013
Contenuto fibra	%	75 (peso)	ISO 11667:1997 (E)
		60 (volume)	
Densità	g/cm ³	2,68 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,07 (matrice polimerica)	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	101	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

webertec connettore VR

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	635 (medio)	601 (caratteristico)	ISO 10406-1:2015
Modulo elastico medio	GPa	28,45		ISO 10406-1:2015
Deformazione a rottura caratteristico	%	1,98		
Lunghezza di ancoraggio dei connettori	mm	160		
Forza di estrazione dei connettori media	KN	13,76 (pietrame) 12,26 (tufo) 21,34 (laterizio)		Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
Lunghezza di sovrapposizione dei connettori	mm	100		
Carico di crisi della giunzione per sovrapposizione dei connettori	KN	18,55		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Diametro nominale	mm	6,6	CNR-DT203/2006
Sezione nominale	mm ²	34,27	CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
			CNR-DT200/2004
Area nominale fibre	mm ²	12	CNR-DT203/2006
Temperatura limite di utilizzo	°C	70	
Contenuto fibra	%	60 (peso)	ISO 11667:1997(E)
		30 (volume)	
Densità	g/m ³	2,68 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,07 (matrice polimerica)	
Tipo di ancorante		ancorante chimico bicomponente vinilestere senza stirene	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	119	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

DATI TECNICI - SISTEMA webertec CRM/75
webertec rete AR75

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	medio 880 (ordito)	medio 451 (trama)	Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
		carat. 821 (ordito)	carat. 416 (trama)	
Modulo elastico medio	GPa	42,26 (ordito)	23,96 (trama)	
Deformazione a rottura per trazione caratteristico	%	1,84 (ordito)	1,69 (trama)	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	305		
Diametro nominale dei trefoli	mm	2,05 (ordito)		CNR-DT203/2006
		2,64 (trama)		
Sezione nominale dei trefoli	mmq	3,31 (ordito)		CNR-DT203/2006
		5,49 (trama)		
Area nominale fibre	mmq	1,814 (ordito)		CNR-DT200/2004
		1,831 (trama)		
Maglia della rete AxB	mm	38x38		
Temperatura limite di utilizzo	°C	70		
Contenuto fibra	%	84 (peso)		ISO 11667:1997 (E)
		68 (volume)		
Densità matrice polimerica	g/cmc	2,68 (fibra)		ISO 1183-1:2004 (E)
		1,1 (matrice polimerica)		ISO 1183-1:2004
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	53		ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40		
Reazione al fuoco		F		EN 13501-1:2009

webertec paraspigolo

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	990 (medio)	904 (caratteristico)	Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	410		
Diametro nominale dei trefoli	mm	2,20 (ordito)		CNR-DT203/2006
		2,32 (trama)		
Sezione nominale dei trefoli	mmq	3,81 (ordito)		CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
		4,23 (trama)		
Area nominale fibre	mmq	1,85 (ordito)		CNR-DT200/2004
		1,85 (trama)		CNR-DT203/2006

L'utilizzatore è responsabile della verifica della idoneità dei prodotti descritti nel presente documento per l'utilizzo nel caso concreto. Saint-Gobain Italia S.p.A. non si assume alcuna responsabilità per utilizzo improprio del materiale. Il cliente è tenuto a verificare che i dati riportati nella presente scheda tecnica siano compatibili con il sistema o insieme di prodotti utilizzato e non siano superati e/o sostituiti da nuove formulazioni del prodotto. In caso di dubbio si invita il cliente a contattare preventivamente il nostro Ufficio Tecnico.

DATI TECNICI - SISTEMA webertec CRM/75
webertec paraspigolo

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Maglia della rete AxB	mm	37,6 x 38,5	
Temperatura limite di utilizzo	°C	70	ISO 11537-2:2013
Contenuto fibra	%	70 (peso)	ISO 11667:1997(E)
		45 (volume)	
Densità	g/cm ³	2,68 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,07 (matrice polimerica)	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	94	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

webertec connettore VR

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	635 (medio)	601 (caratteristico)	ISO 10406-1:2015
Modulo elastico medio	GPa	28,45		ISO 10406-1:2015
Deformazione a rottura caratteristico	%	1,98		
Lunghezza di ancoraggio dei connettori	mm	160		
Forza di estrazione dei connettori media	KN	13,76 (pietrame) 12,26 (tufo) 21,34 (laterizio)		Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
Lunghezza di sovrapposizione dei connettori	mm	100		
Carico di crisi della giunzione per sovrapposizione dei connettori	KN	18,55		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Diametro nominale	mm	6,6	CNR-DT203/2006
Sezione nominale	mm ²	34,27	CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
			CNR-DT200/2004
Area nominale fibre	mm ²	12	CNR-DT203/2006
Temperatura limite di utilizzo	°C	70	
Contenuto fibra	%	60 (peso)	ISO 11667:1997(E)
		30 (volume)	
Densità	g/m ³	2,68 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,07 (matrice polimerica)	
Tipo di ancorante		ancorante chimico bicomponente vinilestere senza stirene	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	119	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

DATI TECNICI – SISTEMA webertec CRM/95
webertec rete 66x66

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione media	MPa	medio 841 (ordito)	ISO 104061:2015; Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
		carat. 664 (ordito)	
Modulo elastico medio	GPa	36,6 (ordito)	
Deformazione a rottura per trazione caratteristico	%	1,45 (ordito)	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	430	
Diametro nominale dei trefoli	mm	3,08 (ordito)	CNR-DT233/2006
		2,93 (trama)	
Sezione nominale dei trefoli	mmq	7,46 (ordito)	CNR-DT 203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
		6,78 (trama)	
Area nominale fibre	mmq	3,66 (ordito)	CNR-DT 200/2004 CNR-DT 203/2006
		3,66 (trama)	
Maglia della rete AxB	mm	66x66	
Temperatura limite di utilizzo	°C	63,4	
Contenuto fibra	%	75 (peso)	ISO 11667:1997 (E)
		60 (volume)	
Densità	g/cmc	2,62 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,2 (matrice polimerica)	ISO 1183-1:2004 (E)
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	63,4	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

webertec paraspigolo AR 66x66

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	506 (medio)	353 (caratteristico)	Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	700	
Diametro nominale dei trefoli	mm	4 (ordito)	CNR-DT203/2006
		2,90 (trama)	
Sezione nominale dei trefoli	mmq	12,5 (ordito)	CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
		7,55 (trama)	
Area nominale fibre	mmq	8,24 (ordito)	CNR-DT200/2004
		3,66 (trama)	CNR-DT203/2006

L'utilizzatore è responsabile della verifica della idoneità dei prodotti descritti nel presente documento per l'utilizzo nel caso concreto. Saint-Gobain Italia S.p.A. non si assume alcuna responsabilità per utilizzo improprio del materiale. Il cliente è tenuto a verificare che i dati riportati nella presente scheda tecnica siano compatibili con il sistema o insieme di prodotti utilizzato e non siano superati e/o sostituiti da nuove formulazioni del prodotto. In caso di dubbio si invita il cliente a contattare preventivamente il nostro Ufficio Tecnico.

DATI TECNICI – SISTEMA webertec CRM/95
webertec paraspigolo AR 66x66

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Maglia della rete AxB	mm	66x66	
Temperatura limite di utilizzo	°C	63,4	ISO 11537-2:2013
Contenuto fibra	%	75 (peso)	ISO 11667:1997 (E)
		60 (volume)	
Densità	g/cm ³	2,62 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,12 (matrice polimerica)	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	101	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

webertec connettore VR

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	635 (medio)	601 (caratteristico)	ISO 10406-1:2015
Modulo elastico medio	GPa	28,45		ISO 10406-1:2015
Deformazione a rottura caratteristico	%	1,98		
Lunghezza di ancoraggio dei connettori	mm	160		
Forza di estrazione dei connettori media	KN	13,76 (pietrame) 12,26 (tufo) 21,34 (laterizio)		Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
Lunghezza di sovrapposizione dei connettori	mm	100		
Carico di crisi della giunzione per sovrapposizione dei connettori	KN	18,55		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Diametro nominale	mm	6,6	CNR-DT203/2006
Sezione nominale	mm ²	34,27	CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
			CNR-DT200/2004
Area nominale fibre	mm ²	12	CNR-DT203/2006
Temperatura limite di utilizzo	°C	70	
Contenuto fibra	%	60 (peso)	ISO 11667:1997(E)
		30 (volume)	
Densità	g/m ³	2,68 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,07 (matrice polimerica)	
Tipo di ancorante		ancorante chimico bicomponente vinilestere senza stirene	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	119	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

DATI TECNICI – SISTEMA webertec CRM/180
webertec rete 33x33

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione media	MPa	medio 798 (ordito)	ISO 104061:2015; Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
		carat. 668 (ordito)	
Modulo elastico medio	GPa	39,8 (ordito)	
Deformazione a rottura per trazione caratteristico	%	1,58 (ordito)	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	845	
Diametro nominale dei trefoli	mm	3,08 (ordito)	CNR-DT233/2006
		2,93 (trama)	
Sezione nominale dei trefoli	mmq	7,46 (ordito)	CNR-DT 203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
		6,78 (trama)	
Area nominale fibre	mmq	3,66 (ordito)	CNR-DT 200/2004 CNR-DT 203/2006
		3,66 (trama)	
Maglia della rete AxB	mm	33x33	
Temperatura limite di utilizzo	°C	63,4	
Contenuto fibra	%	75 (peso)	ISO 11667:1997 (E)
		60 (volume)	
Densità	g/cmc	2,62 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,2 (resina)	ISO 1183-1:2004 (E)
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	63,4	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

webertec paraspigolo AR 33x33

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	485 (medio)	392 (caratteristico)	Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Grammatura della rete	g/mq	1300	
Diametro nominale dei trefoli	mm	4 (ordito)	CNR-DT203/2006
		2,90 (trama)	
Sezione nominale dei trefoli	mmq	12,5 (ordito)	CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
		7,55 (trama)	
Area nominale fibre	mmq	8,24 (ordito)	CNR-DT200/2004
		3,66 (trama)	CNR-DT203/2006

L'utilizzatore è responsabile della verifica della idoneità dei prodotti descritti nel presente documento per l'utilizzo nel caso concreto. Saint-Gobain Italia S.p.A. non si assume alcuna responsabilità per utilizzo improprio del materiale. Il cliente è tenuto a verificare che i dati riportati nella presente scheda tecnica siano compatibili con il sistema o insieme di prodotti utilizzato e non siano superati e/o sostituiti da nuove formulazioni del prodotto. In caso di dubbio si invita il cliente a contattare preventivamente il nostro Ufficio Tecnico.

DATI TECNICI – SISTEMA webertec CRM/180
webertec paraspigolo AR 33x33

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Maglia della rete AxB	mm	33x33	
Temperatura limite di utilizzo	°C	63,4	ISO 11537-2:2013
Contenuto fibra	%	75 (peso)	ISO 11667:1997 (E)
		60 (volume)	
Densità	g/cm ³	2,62 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,12 (matrice polimerica)	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	101	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

webertec connettore VR

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a trazione	MPa	635 (medio) 601 (caratteristico)	ISO 10406-1:2015
Modulo elastico medio	GPa	28,45	ISO 10406-1:2015
Deformazione a rottura caratteristico	%	1,98	
Lunghezza di ancoraggio dei connettori	mm	160	
Forza di estrazione dei connettori media	KN	13,76 (pietrame) 12,26 (tufo) 21,34 (laterizio)	Linea Guida DCSLP n.292 del 29/05/2019
Lunghezza di sovrapposizione dei connettori	mm	100	
Carico di crisi della giunzione per sovrapposizione dei connettori	KN	18,55	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE FISICHE

Diametro nominale	mm	6,6	CNR-DT203/2006
Sezione nominale	mm ²	34,27	CNR-DT203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
			CNR-DT200/2004
Area nominale fibre	mm ²	12	CNR-DT203/2006
Temperatura limite di utilizzo	°C	70	
Contenuto fibra	%	60 (peso)	ISO 11667:1997(E)
		30 (volume)	
Densità	g/m ³	2,68 (fibra)	ISO 1183-1:2004 (E)
		1,07 (matrice polimerica)	
Tipo di ancorante		ancorante chimico bicomponente vinilestere senza stirene	
Temperatura di transizione vetrosa della resina T _g	°C	119	ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C	40	
Reazione al fuoco		F	EN 13501-1:2009

DATI TECNICI - SISTEMA webertec CFRP

CLASSE 210C	Unità di misura	webertec CFRP/320	webertec CFRP/420	webertec CFRP/620	webertec CFRP/380
Massa del tessuto per unità di area	ρ_x [g/m ²]	300	400	600	380
Densità delle fibre	ρ_{fib} [g/cm ³]	1,78	1,78	1,78	1,8
Densità della resina	ρ_{fib} [g/cm ³]	1,1	1,1	1,05	1,1
Area equivalente (per ogni strato di tessuto)	A_{rt} [mm ² /m]	160	220	339	52 0°, -45°, 90°, -45°
Spessore equivalente (per strato di tessuto)	t_{eq} [mm]	0,16	0,22	0,339	0,052 0°, -45°, 90°, -45°
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre	f_{fib} [MPa] valore medio	3 strati: 3615 6 strati: 3797	3 strati: 3594 6 strati: 3463	3 strati: 3559 6 strati: 3478	3 strati: 4117 6 strati: 4345
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre	f_{fib} [MPa] valore caratteristico	3 strati: 3045 6 strati: 3599	3 strati: 3117 6 strati: 3116	3 strati: 3074 6 strati: 3091	3 strati: 3589,3 6 strati: 3539,8
Modulo elastico del laminato riferito all'area netta fibre	E_f [GPa] valore medio	3 strati: 348 6 strati: 340	3 strati: 330 6 strati: 329	3 strati: 316 6 strati: 314	3 strati: 372 6 strati: 368
Deformazione a rottura	ϵ_{fib} [%] valore medio	3 strati: 1,04 6 strati: 1,12	3 strati: 1,09 6 strati: 1,05	3 strati: 1,13 6 strati: 1,11	3 strati: 1,10 6 strati: 1,18
Temperature limiti, minimi e massima di utilizzo	°C	min -15/ max 48,5	min -15/ max 48,5	min -15/ max 47	min -15/ max 48,5
Temperature di transizione vetrosa Tg	°C	58	58	58	58
Frazione in peso delle fibre nel composito	%	3 strati: 55 6 strati: 55	3 strati: 55 6 strati: 55	3 strati: 55 6 strati: 55	3 strati: 55 6 strati: 55

L'utilizzatore è responsabile della verifica della idoneità dei prodotti descritti nel presente documento per l'utilizzo nel caso concreto. Saint-Gobain Italia S.p.A. non si assume alcuna responsabilità per utilizzo improprio del materiale. Il cliente è tenuto a verificare che i dati riportati nella presente scheda tecnica siano compatibili con il sistema o insieme di prodotti utilizzato e non siano superati e/o sostituiti da nuove formulazioni del prodotto. In caso di dubbio si invita il cliente a contattare preventivamente il nostro Ufficio Tecnico.

4. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le normative di riferimento per le costruzioni in zona sismica sono:

- D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circolare Esplicativa n. 7 del 21/01/2019: “Norme Tecniche per le Costruzioni – Circolare esplicativa”.
- D.M. n. 58 del 28/02/2017 “Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonché le modalità per l’attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell’efficacia degli interventi effettuati, e disposizioni attuative del Sismabonus”
- D.M. n. 329 del 06/08/2020 - Modifica al D.M. 28 febbraio 2017, n. 58: “Sisma Bonus - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonché le modalità per l’attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell’efficacia degli interventi effettuati’ (Superbonus 110%)”
- Ordinanza n. 44 del 15 dicembre 2017: “Criteri di indirizzo per la progettazione e la realizzazione degli interventi di riparazione e di rafforzamento locale degli edifici che, in conseguenza degli eventi sismici verificatesi a far data dal 24 agosto 2016, hanno subito danni lievi”
- DECRETO n. 10 del 25/01/2016: “Protocollo di progettazione per gli interventi di ricostruzione post-sisma edifici privati in muratura”
- Circolare MIBACT n. 15 03/04/15: “Disposizioni in materia di tutela del patrimonio architettonico e di mitigazione del rischio sismico”.
- DIR. P.C.M. 12 ottobre 2007: “Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni.”
- D.P.C.S.LL.PP. n. 293 del 29/5/2019: “Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti”.
- D.P.C.S.LL.PP. n. 1 del 08/01/2019: “Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti”
- D.P.C.S.LL.PP. n. 292 del 29.05.2019: “Linea Guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell’intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)”
- EAD 340275-00-0104 - Luglio 2020 “Externally-bonded composite system with inorganic matrix for strengthening of concrete and masonry structures”.
- CNR-DT 200 R1/2013 “Istruzioni per la Progettazione, l’Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l’utilizzo di Compositi Fibrorinforzati - Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie “ - 15 maggio 2014.
- CNR-DT 215/2018 “Istruzioni per la Progettazione, l’Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l’utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica”
- D.M. 627 del 3 dicembre 2019 “La Linea Guida per la progettazione, l’esecuzione e la manutenzione di interventi di consolidamento strutturale mediante l’utilizzo di sistemi di rinforzo”.
- ReLUIIS e Dipartimento Protezione Civile: “Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni”.
- Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- Norme regionali

Le informazioni contenute nel presente Documento Tecnico sono indicative, hanno carattere generale, e in alcuni casi si riferiscono a prove eseguite in laboratorio in presenza di particolari condizioni. La responsabilità del calcolo e di ogni altra scelta di carattere progettuale resta del Progettista incaricato, come regolamentato dalla normativa vigente in materia. I dati riferiti ai prodotti si riferiscono alla data di pubblicazione del presente Documento Tecnico. Saint-Gobain Italia S.p.A. si riserva il diritto di apportare in ogni momento, e senza preavviso, modifiche di qualsivoglia natura a uno o più prodotti, nonché di cessarne la produzione e declina qualsivoglia responsabilità qualora l'utilizzazione e la posa in opera dei prodotti Saint-Gobain Italia S.p.A. non abbia luogo secondo quanto riportato nella specifica documentazione degli stessi. Resta pertanto esclusiva responsabilità dell'utilizzatore confrontare questa pubblicazione e la specifica documentazione dei singoli prodotti. I valori dei dati tecnici riportati in questo documento sono indicativi e relativi a valori medi di produzione. Per tutte le applicazioni e le modalità di posa in opera non descritte in questo Documento Tecnico si consiglia di consultare il nostro Ufficio Tecnico. L'aggiornamento di tutte le informazioni, ed in particolare di quelle relative ai dati sulla sicurezza dei prodotti, è sempre e direttamente consultabile sui siti internet aziendali www.gyproc.it e www.it.weber.



SAINT-GOBAIN ITALIA S.P.A.

Via Giovanni Bensi, 8

20152 Milano

www.saint-gobain.it

sg-italia@saint-gobain.com