



INGEGNERIA
SISMICA
PER CONTROSOFFITTI



CONTROSOFFITTI E RIVESTIMENTI METALLICI



CONTROSOFFITTI E RIVESTIMENTI METALLICI

SOLUZIONI ARCHITETTURALI INNOVATIVE SISTEMI AD ELEVATA PRESTAZIONE INEDITE POSSIBILITÀ ESPRESSIVE

Atena progetta e realizza da oltre 30 anni controsoffitti, rivestimenti esterni e allestimenti navali di elevata qualità, producendo nel suo stabilimento in Italia e distribuendo in oltre cinquanta Paesi, tramite i suoi rivenditori e i suoi partner.

Senza alcun limite allo sviluppo tecnico Atena, offre soluzioni innovative per trasformare in opera compiuta le visioni dei designer di tutto il mondo. Si distingue per la capacità di rendere esecutivi i progetti più sfidanti realizzando corpi metallici speciali per l'architettura d'interni e di facciata.

Alla sinergia commerciale con diverse realtà europee, e non solo, Atena unisce la collaborazione con progettisti e imprese, seguendo il cliente a 360 gradi, dall'ideazione all'installazione; mettendo a disposizione un qualificato servizio di progettazione esecutiva e consulenze specializzate in acustica, illuminotecnica e ingegneria antisismica.



ASPETTI TECNICI E FUNZIONALI
RESA ESTETICA E PRECISIONE ESECUTIVA
SOLUZIONI SU MISURA

Le tecniche antisismiche sono le uniche in grado di assicurare in maniera efficace, una protezione preventiva dei danni materiali e dell'incolumità fisica delle persone; In quest'ambito il quadro normativo ha reso sempre più stringenti i criteri di **progettazione degli elementi** strutturali, primari, secondari e **non strutturali**, tra questi il controsoffitto gioca un ruolo di primo piano, perché un'eventuale caduta anche parziale può compromettere la salvaguardia della vita.

In quest'ambito Atena è impegnata, da oltre dieci anni, con costanti attività di **ricerca teorica e sperimentale** che hanno portato alla realizzazione di sistemi brevettati per controsoffitti antisismici in grado di dissipare efficacemente l'energia tellurica prevenendo la caduta degli elementi.

La campagna sperimentale condotta con il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Padova, ha permesso di testare con un apparato sperimentale di ultima generazione, le performance della Linea Antisismica Atena. I risultati ottenuti hanno dimostrato l'efficacia dei sistemi adottati e sono diventati il punto di partenza dei nuovi modelli di kit antisismici per grandi altezze.

Progettare può essere semplice; La Linea Antisismica Atena comprende soluzioni tecniche e consulenze puntuali per il dimensionamento del sistema controsoffitto: **insieme possiamo superare vincoli di cantiere e dare forma a nuovi canoni progettuali.**

INDICE

| | |
|----|---|
| 8 | INGEGNERIA SISMICA |
| 9 | RISCHIO SISMICO |
| 12 | QUADRO NORMATIVO |
| 12 | CRITERI DI PROGETTAZIONE |
| 14 | STATI LIMITE |
| 20 | CAMPAGNA SPERIMENTALE ATENA |
| 28 | SISTEMI ANTISISMICI Plenum $\leq 1,2$ m |
| 40 | SISTEMI ANTISISMICI Plenum $> 1,2$ m |
| 52 | DOMANDE FREQUENTI |

INGEGNERIA SISMICA



L'ingegneria sismica studia la risposta meccanica delle strutture ai sismi, le metodologie per la progettazione di costruzioni e l'adeguamento di edifici esistenti, secondo criteri antisismici tali da contrastare il rischio sismico.

Le tecniche antisismiche, sono le uniche in grado di assicurare, una protezione preventiva dei danni materiali e dell'incolumità fisica delle persone. In tal senso, la dinamica strutturale assume un ruolo rilevante sia nella progettazione ex novo, sia negli interventi di rinforzo delle strutture, affinché possano resistere ad azioni dinamiche severe, dovute ad esempio a terremoti, uragani, raffiche di vento, etc.

Il criterio fondamentale delle costruzioni antisismiche convenzionali è quello di realizzare opere che consentano di salvare sempre e comunque le vite umane, pur sacrificando l'integrità strutturale degli edifici.

Le tecniche di isolamento sismico di ultima generazione, invece, consentono di progettare strutture svincolate dalle vibrazioni del terreno, mediante l'applicazione di isolatori sismici, che frapposti tra le fondazioni e la sovrastruttura riducono il trasferimento delle sollecitazioni dal suolo alla sovrastruttura stessa. Il sistema di isolamento, dunque, limita l'intensità dell'azione sismica e di conseguenza la trasmissione degli spostamenti da questa indotti.

Una soluzione mediante la quale è possibile ottenere il taglio della forza sismica alla base della struttura è quella di aumentare il periodo di vibrazione dell'edificio, attraverso un opportuno sistema di isolamento, che permetta di far entrare la struttura stessa nel campo delle accelerazioni inferiori; aspetto, questo, vincente delle costruzioni isolate, rispetto a quelle tradizionali. Disaccoppiando in questo modo il moto del terreno dal moto dell'edificio, la struttura rimane, integra, in campo elastico.



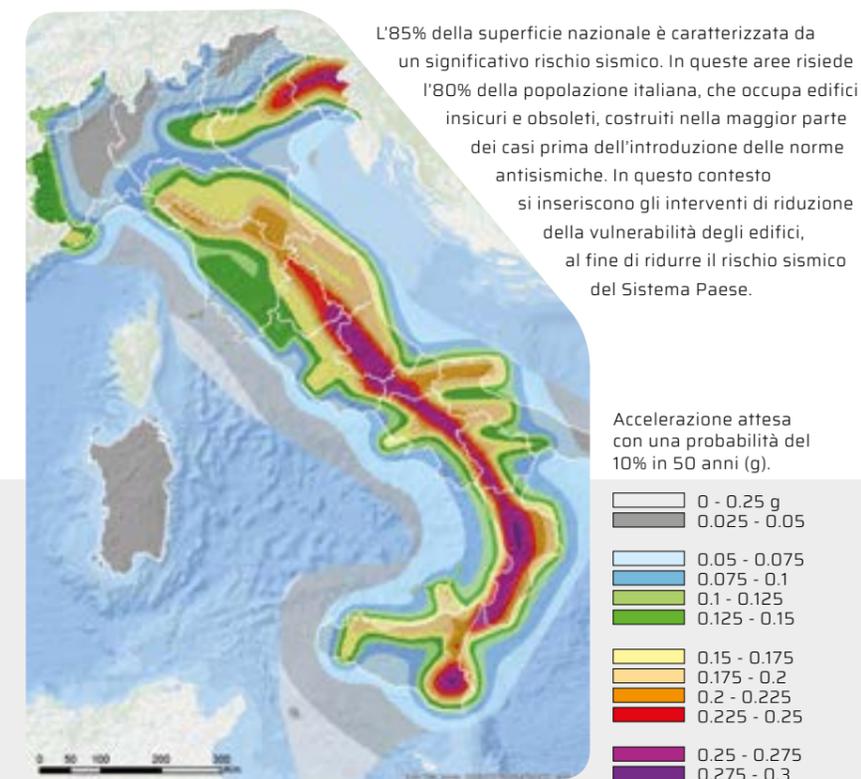
RISCHIO SISMICO

MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale introdotta con il D.M. 14.09.2005 fornisce un quadro delle aree più pericolose in Italia in termini di accelerazione orizzontale 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). La successiva ordinanza PCM n.3519/2006 ha reso la mappa uno strumento ufficiale di riferimento per la progettazione antisismica, e ha introdotto un nuovo sistema di calcolo basato su un approccio statistico puntiforme, che permette di definire puntualmente la pericolosità sismica di un sito.

Per ogni costruzione è quindi necessario considerare una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto, in funzione della vita nominale dell'opera.

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC | D.M. 14.01.2008 e aggiornamento NTC 2018 con D.M. del 17.01.2018), i criteri di progettazione antisismica sono stati estesi anche agli elementi costruttivi non strutturali, come i controsoffitti, che devono essere verificati insieme alle connessioni alla struttura.



zonesismiche.mi.ingv.it - GdL MPS, 2004;
rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b

RISCHIO SISMICO



Il **rischio sismico** è la misura utilizzata in ingegneria sismica per valutare il danno atteso a seguito di un possibile evento sismico, ed è funzione di tre variabili:

$$\text{Rischio } R = P \times V \times E$$

Pericolosità intesa come la **probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo**. Una volta noti alcuni elementi di input e parametri di riferimento (quali zone sorgente, scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo) è possibile definire la **pericolosità sismica**, che **sarà tanto più elevata quanto più probabile, sarà il verificarsi di un terremoto di data intensità, nell'intervallo di tempo considerato**.

Vulnerabilità intesa come misura del **livello di capacità degli edifici di resistere al sisma**, in quanto indica la **possibilità che un'area subisca un danno in termini economici, di vite e di beni culturali**. È opportuno ricordare che il terremoto è un carico dinamico naturale non periodico, in quanto la sua intensità, direzione e/o posizione, varia nel tempo. In tal senso, una delle più importanti applicazioni della teoria della dinamica strutturale è sicuramente quella di analizzare la risposta delle strutture nei confronti dei terremoti.

Esposizione intesa come **valutazione socio/economica delle conseguenze di un terremoto**, in relazione alla densità abitativa, alla quantità e al valore del patrimonio storico, artistico e monumentale di un determinato luogo.



Il **Rischio sismico** dipende dall'interazione di 3 fattori:

- Pericolosità (P)**
- Vulnerabilità (V)**
- Esposizione (E)**

Per ridurre il rischio sismico è necessario intervenire sui fattori che lo determinano.

Non potendo intervenire sulla pericolosità, ovvero sulla probabilità che il sisma si verifichi, sarà necessario operare al fine di ridurre esposizione e vulnerabilità.



PERICOLOSITÀ, VULNERABILITÀ, ESPOSIZIONE

Nello specifico, la **vulnerabilità sismica** di una struttura è rappresentata da un **indicatore che mette in relazione la capacità di resistenza e/o spostamento della struttura e la richiesta in termini di resistenza e/o spostamento del sisma**, in tal senso è definito come "il rapporto tra l'azione sismica corrispondente al raggiungimento della capacità della struttura e la domanda sismica allo stato limite ultimo".

La stima dell'indicatore secondo l'iter progettuale previsto dal paragrafo 8.5 delle NTC, si basa su analisi, verifiche, prove e metodi di calcolo lineari e non lineari.

Ridurre l'indice di vulnerabilità della struttura significa intervenire in termini di adeguamento strutturale e non strutturale dell'edificio, l'utilizzo di idonee controsoffittature ad esempio, permette di abbassare l'indice di vulnerabilità (Fig C), mentre l'applicazione di isolatori sismici posti tra le fondamenta e la sovrastruttura consente di abbattere l'intensità dell'azione sismica, riducendo sia l'indice di vulnerabilità sia il fattore di esposizione (fig. B).

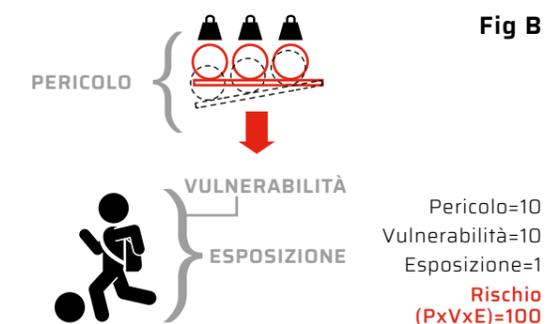
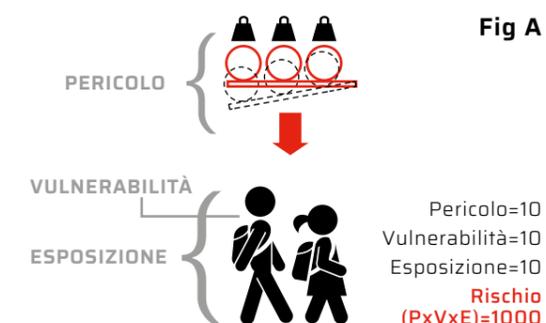
Nelle figure a lato sono riportate quattro diverse condizioni, dove a parità di pericolosità di una determinata area geografica, il rischio sismico cambia al variare dell'esposizione e della vulnerabilità; si pensi ad esempio ad un edificio scolastico:

nella **figura A** si descrive una condizione di massimo pericolo, l'edificio è frequentato anche se non idoneo in relazione al grado di pericolosità sismica della zona in cui si trova;

nella **figura B** l'esposizione viene ridotta impedendo l'accesso alla struttura e compromettendone l'utilizzo;

nella **figura C** il rischio si riduce per effetto di una diminuzione della sola vulnerabilità mediante interventi in edifici vulnerabili su componenti strutturali, secondari e non strutturali;

nella **figura D** condizione di optimum, gli interventi di progettazione ex novo o di ristrutturazione sono radicali e pertanto si verifica una duplice azione che interessa, sia la vulnerabilità sia l'esposizione.





QUADRO NORMATIVO

Il **primo regolamento antisismico d'Europa** nacque nel **Regno di Napoli**, per volontà dei Borbone, dopo il devastante terremoto che colpì la Calabria nel 1783, ma solo con la legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche, i criteri antisismici vengono diffusi nelle pratiche di progettazione strutturale degli edifici.

Aspetti questi che sono stati resi più stringenti dopo i tragici eventi del 2007 in Perù e del 2008 in Italia.

Ed è quindi, con l'entrata in vigore delle **Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 14/01/2008** (sostituite ora dall'aggiornamento delle **NTC 2018** entrate in vigore il 22.03.2018 con D.M. del 17.01.2018) e la pubblicazione delle linee guida per la riduzione della vulnerabilità degli elementi non strutturali della Presidenza del Consiglio dei Ministri dipartimento Protezione Civile nel 2009, che **sono stati introdotti specifici criteri di progettazione antisismica anche per gli impianti e per gli elementi non strutturali (par. 7.2.3).**

7.2.3. CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI SECONDARI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

Alcuni elementi strutturali possono essere considerati "**secondari**"; nell'analisi della risposta sismica, la **rigidezza** e la **resistenza** alle azioni orizzontali di tali elementi possono essere trascurate.

Tali elementi sono progettati per resistere ai soli carichi verticali e per seguire gli spostamenti della struttura senza perdere capacità portante.

Gli elementi secondari e i loro collegamenti devono quindi essere progettati e dotati di dettagli costruttivi per sostenere i carichi gravitazionali, quando soggetti a spostamenti causati dalla più sfavorevole delle condizioni sismiche di progetto allo SLC, valutati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3, oppure, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4.

In nessun caso la scelta degli elementi da considerare secondari può determinare il passaggio da struttura "irregolare" a struttura "regolare" come definite al § 7.2.1, né il contributo totale alla rigidezza ed alla resistenza sotto azioni orizzontali degli elementi secondari può superare il 15% dell'analogo contributo degli elementi primari.

ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

Per elementi costruttivi non strutturali s'intendono quelli con rigidezza, resistenza e massa tali da influenzare in maniera significativa la risposta strutturale e quelli che, pur non influenzando la risposta strutturale, sono ugualmente significativi ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone.

La capacità degli elementi non strutturali, compresi gli eventuali elementi strutturali che li sostengono e collegano, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare (v. § 7.3.6).

Quando l'elemento non strutturale è costruito in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda e progettare la capacità in accordo a formulazioni di comprovata validità ed è compito del direttore dei lavori verificarne la corretta esecuzione; quando, invece, l'elemento non strutturale è assemblato in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda, è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire elementi e sistemi di collegamento di capacità adeguata ed è compito del direttore dei lavori verificarne il corretto assemblaggio.

Se la **distribuzione** degli elementi non strutturali è fortemente **irregolare in pianta**, gli effetti di tale irregolarità debbono essere valutati e tenuti in conto. Questo requisito si intende soddisfatto qualora si incrementi di un fattore 2 l'eccentricità accidentale di cui al § 7.2.6. Se la **distribuzione** degli elementi non strutturali è fortemente **irregolare in altezza**, deve essere considerata la possibilità di forti concentrazioni di danno ai livelli caratterizzati da significative riduzioni degli elementi non strutturali rispetto ai livelli adiacenti. Questo requisito s'intende soddisfatto qualora si incrementi di un fattore 1,4 la domanda sismica sugli elementi verticali (pilastri e pareti) dei livelli con significativa riduzione degli elementi non strutturali.

LA DOMANDA SISMICA

La domanda sismica sugli elementi non strutturali può essere determinata applicando loro una forza orizzontale F_a definita come segue:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a \quad [7.2.1]$$

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 (v. § 3.2.1);

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 fare riferimento a documenti di comprovata validità.

La circolare esplicativa delle NTC 2018 n.7 del C.S.LL.PP. del 21/01/2019 riporta il metodo di calcolo dell'accelerazione adimensionalizzata (S_a) e stabilisce il fattore q_a che lo pone uguale a 2.

Tra i riferimenti normativi internazionali si citano a titolo d'esempio i Manuali per il rilievo a vista di potenziali situazioni di rischio della Federal Emergency Management Agency (FEMA 154, FEMA 155, FEMA 178) degli USA. Tali protocolli sono riferiti al rischio sismico, ma metodi, concetti e modalità di sintesi dei risultati possono essere ritenuti validi in generale.

STATI LIMITE

Nell'ingegneria strutturale si intende per stato limite una condizione superata la quale, la struttura in esame o uno dei suoi elementi costitutivi non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

Gli stati limite si distinguono in:

- 1) **S.L.U.**
Stati Limite Ultimi
- 2) **SLE**
Stati Limite di Esercizio



STATI LIMITE ULTIMI

S.L.U.

Gli **stati limite ultimi** sono associati al valore estremo della capacità portante o ad altre forme di cedimento strutturale che possono mettere in pericolo la sicurezza delle persone. Alcuni esempi delle cause che possono condurre agli **S.L.U.** sono la perdita di stabilità di parte o dell'insieme della struttura, la rottura di sezioni critiche della struttura, la trasformazione della struttura in un meccanismo, l'instabilità in seguito a deformazione eccessiva, il deterioramento in seguito a fatica, le deformazioni di fluage o fessurazioni, che producono un cambiamento di geometria tale da richiedere la sostituzione della struttura. Il **superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso. Nei confronti delle azioni sismiche (SLU dinamici) gli stati limite ultimi si suddividono in (D.M. 14.01.2008): 1) S.L.V. Stato Limite di salvaguardia della Vita e 2) S.L.C. Stato Limite di prevenzione del Collasso**

STATI LIMITE

DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

S.L.V.

Per **stato limite di salvaguardia della vita** si intende quando 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 azioni sismiche orizzontali.**

STATI LIMITE DI PREVENZIONE

DEL COLLASSO

S.L.C.

Si definiscono **stati limite di prevenzione del collasso** quando a seguito del terremoto la **costruzione subisce** danni molto gravi ai componenti strutturali nonchè **gravi danni e crolli dei componenti non strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.**

Foto: "Sistema Atena Brett parallel"
La Macchina del Tempo-Museo Alfa Romeo.
Arese.



STATI LIMITE DI ESERCIZIO

S.L.E.

Gli **stati limite di esercizio** si verificano quando **non risultano più soddisfatti i requisiti di esercizio prescritti.** Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere **reversibile** o **irreversibile**: nel primo caso i danni o le deformazioni sono reversibili e cessano non appena sia eliminata la causa che ha portato al superamento dello SLE; nel secondo caso si manifestano danneggiamenti o deformazioni permanenti inaccettabili e ineliminabili per mezzo della soppressione della causa che le ha generate. Come definito dal D.M. 14.01.2008 nei confronti delle azioni sismiche **gli stati limite di esercizio dinamici** si suddividono in:

- 1) **SLO** Stato limite di operatività
- 2) **SLD** Stato limite di danno.

STATI LIMITE

DI OPERATIVITÀ

S.L.O.

Per **stati limite di operatività** si intende quando a seguito del terremoto, **la costruzione nel suo complesso** (incluso elementi strutturali, elementi non strutturali, ecc.) **non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;**

STATI LIMITE

DI DANNO

S.L.D.

Nella definizione di **stati limite di danno**, a seguito del terremoto, **la costruzione nel suo complesso** (incluso elementi strutturali, elementi non strutturali, apparecchiature rilevanti, ecc.) **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.**

VERIFICA NEI CONFRONTI
DEGLI STATI LIMITE

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di rigidità (RIG) e di resistenza (RES), senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;

- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di rigidità (RIG), di resistenza (RES) e di duttilità (DUT) (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità. Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità.

Le verifiche degli elementi non strutturali (NS) e degli impianti (IM) si effettuano in termini di funzionamento (FUN) e stabilità (STA), come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

| STATI LIMITE | CU-1 | | | CU-2 | | | CU-3 e 4 | | | |
|--------------|------|-----|-------|------|-----|-------|----------|-----|----|----|
| | ST | ST | NS | IM | ST | NS | IM | ST | NS | IM |
| SLE | SLO | | | | RIG | | | | | |
| | 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.

LEGENDA

CU = classe d'uso
 ST = elementi strutturali
 NS = elementi non strutturali
 IM = impianti
 SLE = stato limite di esercizio
 SLU = stato limite ultimo
 SLO = stato limite di operatività
 SLD = stato limite di danno
 SLV = stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = stato limite di collasso
 RIG = verifiche di rigidità
 RES = verifiche di resistenza
 STA = verifiche di stabilità
 DUT = duttilità
 SPO = spostamento assoluto

LIVELLI PRESTAZIONALI
IN RELAZIONE AGLI STATI LIMITE

Circolare Applicativa n°292017 TAB.C7.3.I
 Stati limite strutturali primari, elementi non strutturali e impianti:
 descrizione delle prestazioni e corrispondenti verifiche

| STATI LIMITE | DESCRIZIONE DELLA PRESTAZIONE | ST | | | NS | IMP | CLASSI D'USO | | | |
|--------------|-------------------------------|---------|-------|----------------|-----|---------|--------------|---|---|-----|
| | | RIG | RES | DUT SPO | STA | FUN | STA | 1 | 2 | 3 4 |
| SLE | NS ST | 7.3.6.1 | | | | | | | | x |
| | IM | | | | | 7.3.6.3 | | | | x |
| SLD | ST | | 7.3.1 | | | | | | | x |
| | NS ST | 7.3.6.1 | | | | | | x | x | |
| SLV | ST | 7.3.6.1 | | | | | | x | x | x |
| | NS | | | | | 7.3.6.3 | | | x | x |
| SLU | IM | | | | | 7.3.6.3 | | | x | x |
| | ST | | | 7.3.6.1 DUT | | | | | x | x |
| SLC | ST | | | 7.10.6.2.2 SPO | | | | | x | x |
| | ST | | | | | | | | | |

VERIFICHE

NTC 2018
7.2.3

Le nuove NTC 2018 introducono sostanzialmente una "verifica di stabilità (STA)", anche per gli elementi non strutturali per i quali "devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della (Fa) Forza Sismica Orizzontale (v. § 7.2.3) corrispondente allo (SL) Stato Limite e alla (CU) Classe d'Uso considerati".

In tal senso, rispetto all'edizione 2008 le verifiche da effettuare sugli elementi secondari non cambiano e devono sempre essere eseguite per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (S.L.V.). Le nuove norme sostanzialmente specificano che la verifica da effettuare è una verifica di stabilità da eseguire per le sole Classi d'Uso II, III e IV, sebbene il requisito prestazionale richiesto risulti invariato.

UNI EN 13964
4.3.7

Resistenza sismica

Nello specifico dei controsoffitti la stessa norma armonizzata 13964 precisa - "nel caso in cui il controsoffitto è esposto a scosse sismiche, deve essere presa in considerazione la ENV 1998-1. Il controsoffitto deve essere progettato in modo che le azioni verticali ed orizzontali provocate dagli impatti sismici non provochino un danno o un cedimento".

I controsoffitti vanno verificati per gli stati limite SLV | SLO e per edifici in classe III e IV non devono subire danni



D.M.
17/01/2018
2.4.2

Il D.M. 17/01/2018 ha suddiviso le costruzioni in cinque **classi d'uso** in riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso

Classe I: Costruzioni con **presenza solo occasionale di persone**, edifici agricoli.

Classe II: 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. A titolo di esempio rientrano in questa classe le **civili abitazioni**.

Classe III: 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 questa categoria possono rientrare indicativamente scuole, teatri, musei, in quanto edifici soggetti ad affollamento e con la presenza contemporanea di comunità con dimensioni significative.

Classe IV: 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 DM 5/11/2001, 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. Appartengono a questa classe edifici come ospedali, caserme, municipi ecc.



Le verifiche di sicurezza delle costruzioni civili tengono conto di tutte quelle azioni che possono indurre stati di sollecitazione in una struttura, al fine di garantire che l'opera sia in grado di resistere con adeguata sicurezza alle azioni cui potrà essere sottoposta, rispettando le condizioni necessarie per il suo esercizio normale ed assicurare la sua durabilità.

Queste azioni sono suddivise in:

a) **azioni dirette** (forze):

- carichi permanenti (peso proprio ed altri carichi fissi)
- carichi variabili (carichi di servizio, neve, vento, sisma, spinta delle terre, forze dinamiche, ecc.);

b) **azioni indirette** (deformazioni impresse) variazioni termiche, ritiro, pretensione, spostamenti di vincoli, difetti di montaggio, ecc.;

c) **azioni di carattere chimico fisico** dovute a: agenti aggressivi, umidità, gelo, materiali nocivi, ecc.

Le azioni da considerare nelle costruzioni comprendono in genere:

- pesi propri degli elementi costitutivi;
- carichi permanenti;
- sovraccarichi variabili;
- variazioni termiche;
- cedimenti di vincoli;
- azioni dovute al vento;
- carichi da neve;
- azioni sismiche e dinamiche in genere;
- azioni eccezionali (uragani, urti, esplosioni, etc.).

Indipendentemente dal metodo di verifica adottato, tensioni ammissibili o stati limite, in ciascuna verifica le azioni devono essere adeguatamente combinate secondo condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della ridotta probabilità di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli.

Foto: Starbucks Roastery. Milano.

La norma tecnica di riferimento UNI EN 13964 "Controsoffitti - requisiti e metodi di prova" definisce le caratteristiche dei controsoffitti in relazione alla **resistenza al carico del vento**.

Se si prevede che il controsoffitto possa essere soggetto al **carico del vento interno** (per esempio in caso di finestre, porte che si aprono), devono **essere adottate tutte le misure di progettazione necessarie** per permettere ai componenti della membrana ed alla sottostruttura di **resistere al carico del vento verso l'alto e/o verso il basso**.

In condizioni di carico del vento interno, la membrana e la sottostruttura del soffitto devono **mantenere la loro stabilità** ed integrità e sebbene alcune deformazioni potrebbero essere accettabili, **i controsoffitti e le loro parti devono essere progettati per non cedere ne crollare sotto questa condizione**.

I controsoffitti ad uso esterno devono essere sempre dimensionati per sopportare l'azione del vento in combinazione ad altri carichi normali. Le azioni eccezionali come sisma, esplosioni, uragani, ecc..., non vanno sommate/combrate, bensì calcolate singolarmente.

Anche i controsoffitti ad uso interno devono essere considerati sia per l'azione del vento che per l'azione del sisma.

Le NTC 2018 § 3.3.8.5 precisano che le pressioni interne agli edifici dipendono dalla superficie delle aperture che questi presentano verso l'esterno e distinguono 3 casi che implicano metodi di calcolo specifici e diversi valori, sia per i coefficienti di pressione interna, sia per le altezze di riferimento. È quindi importante in fase di progettazione definire a quale categoria è soggetto il controsoffitto per il calcolo della pressione interna.

LA CAMPAGNA SPERIMENTALE



Con la volontà di approfondire le tematiche legate alla sicurezza dei propri prodotti, testandone ulteriormente le prestazioni, **Atena ha avviato nel 2015 una collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Padova**, che ha portato nel 2016, all'avvio di un progetto di ricerca volto a testare le performance della Linea Antisismica per controsoffitti, di cui fa parte il **kit antisismico Atena brevettato**.

I lavori del team inizialmente concentrati sullo studio locale delle connessioni dei profili portanti a T, mediante **prove di laboratorio** presso l'Università, sono proseguiti con la costruzione di un **apparato sperimentale innovativo**, in grado di testare il comportamento sismico globale dei controsoffitti di Atena.

Per la prima volta a livello internazionale è stato utilizzato un protocollo di **Fragility test** quale metodo di prova per valutare la risposta del sistema alle sollecitazioni indotte. Il collasso dei pannelli, la rottura dei giunti interni, la deformazione dei profili e l'interazione dei controsoffitti con i corpi illuminanti ed i sistemi di tubazioni vicini rappresentano, infatti, le principali cause di collasso e pertanto risulta necessario predisporre una corretta analisi del comportamento sismico di tali elementi non strutturali.

METODI DI PROVA

Attualmente è possibile studiare la risposta antisismica del controsoffitto mediante due diverse tipologie di prova:

Qualifying test, metodo solitamente associato a test su tavola vibrante, che consente di verificare il soddisfacimento di un predeterminato criterio di accettazione;

Fragility test, associato a prove cicliche quasi statiche e permette l'analisi del progressivo danneggiamento del sistema e di correlarlo a parametri di interesse.



NUOVI PROTOCOLLI DI STUDIO

L'efficacia dei sistemi antisismici Atena è stata verificata sperimentalmente dal **Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Padova**, che ha condotto la prima campagna a livello internazionale di prove cicliche quasi statiche e monotone sul comportamento sismico dei controsoffitti Antisismici Atena.



FRAGILITY TEST E

APPARATO DI PROVA

Il **Qualifying test** condotto su tavola vibrante presenta alcune limitazioni da non sottovalutare, quali ad esempio l'applicazione di un protocollo di prova che utilizza una formulazione americana per la stima della forza da applicare; l'utilizzo di unico campione di prova e la tipologia del risultato: il campione infatti risulterà «passato» o «non passato» rispetto ad una forzante applicata coerentemente con quanto previsto nel protocollo di riferimento della prova.

Grazie alla collaborazione con l'Università degli Studi di Padova, Atena S.p.A. ha potuto utilizzare una vavevole alternativa per studiare il comportamento sismico dei controsoffitti: un apparato sperimentale innovativo, concepito dal gruppo di ricerca, per la realizzazione di prove cicliche quasi statiche.

L'apparato di prova utilizzato è una struttura a telaio realizzata con colonne in acciaio che sostengono il solaio in XLAM che a sua volta permette l'alloggiamento dei pannelli del controsoffitto.

Il sistema di sospensione del controsoffitto è costituito da pendini vincolati ai profili costituenti il piano di controsoffitto ed al solaio in XLAM. All'interno dell'apparato di prova sono posti due campioni gemelli di controsoffitto, ognuno dei quali è dotato di un sistema antisismico di controventi con relativo raccordo.

I campioni in tal modo vengono sottoposti a spostamenti controllati, applicati a velocità costante, mediante un martinetto a vite trapezia, mentre una cella di carico permette il monitoraggio della forza applicata al sistema.

Un telaio orizzontale opportunamente controventato e vincolato a tale strumentazione consente l'applicazione di uno spostamento uniforme a tutto il sistema (condizione di piano rigido).



Foto: "Set Up di prova"



Foto: "Set Up di prova Sistema Atena Matrox"

STORIA DI CARICO

DELLE COSTRUZIONI

La storia di carico viene definita in accordo con il protocollo previsto dalle linee guida FEMA461 per gli elementi non strutturali.

In definitiva il set up, **nella configurazione a piano rigido**, consente di testare nello stesso tempo:

- L'efficacia dei vincoli perimetrali del controsoffitto;
- La capacità dei pendini di sospensione del controsoffitto di sopportare spostamenti orizzontali senza sganciarsi;
- La resistenza membranale del controsoffitto, ovvero la capacità dello stesso di trasmettere le forze orizzontali imposte al sistema di controvento senza rotture preventive;
- La risposta meccanica (rigidezza, resistenza, duttilità, ecc.) del sistema di vincolo antisismico del controsoffitto che viene restituita mediante la registrazione delle curve carico-spostamento.

RESISTENZA MECCANICA E

VALUTAZIONE DELLO SPOSTAMENTO

Oltre alla valutazione della resistenza meccanica del sistema di controventamento fino al limite di rottura è stato effettuato il monitoraggio e la valutazione dello spostamento dei componenti, aspetti questi ultimi importanti per valutare l'efficacia della tenuta globale del sistema alle sollecitazioni e impedirne la caduta. In particolare, **per tutti i tipi di kit Antisismici Atena**, sono state effettuate una prova di spinta monotona a rottura ed una prova ciclica quasi statica con cicli di ampiezza crescente fino a rottura.

Mentre la prova monotona impone un'unica spinta crescente, quella ciclica viene condotta eseguendo 10 step di carico, ognuno dei quali consta di due cicli di uguale ampiezza. La definizione delle ampiezze dei cicli si basa sulla definizione del più lieve e del più gravoso stato di danno. Questi ultimi sono individuati in accordo con il protocollo, a priori, mediante la prova monotona.

Nello specifico dei test eseguiti, **in nessun caso le prove monotone condotte preliminarmente hanno evidenziato uno stato di danno iniziale univocamente definibile. Inoltre, le curve carico-spostamento non hanno reso individuabile un punto di completo danneggiamento del sistema entro la capacità massima di corsa del martinetto (10 cm); valore già nettamente superiore ai gap perimetrali concessi per la messa in opera di questi sistemi.** In funzione di queste osservazioni, la storia di carico è stata definita in modo uniforme per tutti i test ciclici assumendo come ampiezza dell'ultimo ciclo la corsa massima del martinetto e derivando da quest'ultima l'ampiezza dei cicli precedenti.

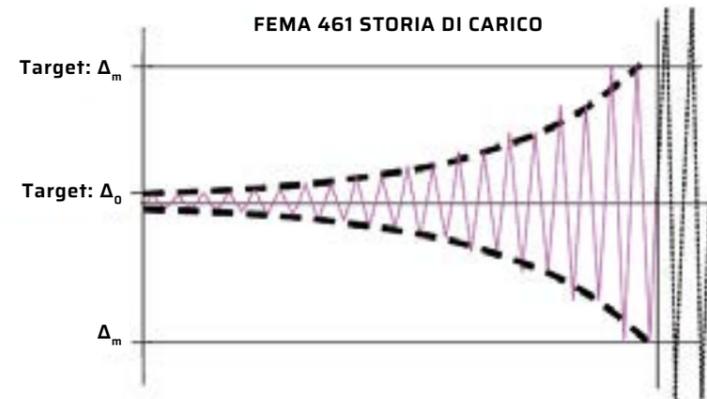
PARAMETRI DI PROVA

- Lo **spostamento è stato applicato a velocità costante** pari a 18 mm/min per mezzo di un martinetto a vite trapezia;
- Il carico è stato monitorato attraverso una **cella di carico da 2,5 t** interposta tra la vite del martinetto ed il set up;
- La **storia di carico** è stata definita in accordo con il protocollo previsto dalle linee guida FEMA461 per gli elementi non strutturali;
- Il protocollo necessita di una prova monotona per **monitorare la progressione del danno**;
- Δ_0 : **minima ampiezza** relativa al più lieve stato di danno;
- Δ_m : **massima ampiezza** relativa al più gravoso stato di danno;
- Il protocollo prevede almeno **dieci step di carico**, ognuno dei quali consta di due cicli di uguale ampiezza



Foto: "Set Up di prova Atena Easy Antisismico"

$$a_{i+1} = 1.4 a_i$$



PROTOCOLLO DI PROVA CICLICA QUASI STATICA

Il grafico rappresenta l'ampiezza del danno in funzione del protocollo di carico indotto dal martinetto.

IL TEAM DI RICERCA

- Prof. Ing. Roberto Scotta** responsabile scientifico
- Ing. Laura Fiorin** dottoranda
- Ing. Sara Brandolese** titolare dell'assegno di ricerca
- Ing. Monica Iogna Prat** responsabile R&D Atena S.p.A.



Foto: "Sistema Atena Brett Parallel"

RISULTATI

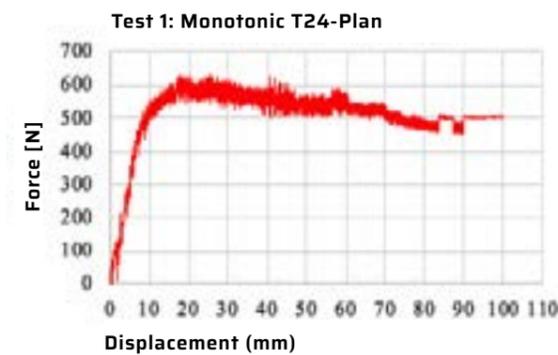
DELLE PROVE CONDOTTE

In linea generale, **i dati ottenuti, dalle prove condotte sulle diverse tipologie di kit Antisismici, hanno dimostrato la resistenza dei sistemi progettati e realizzati da Atena alle sollecitazioni trasmesse.**

Un risultato questo che ha permesso al reparto R&D di **ottimizzare la Linea Antisismica esistente e di brevettare tecnologie innovative.** Sul fronte della ricerca il team dell'università proseguirà con l'elaborazione dei risultati ottenuti e la realizzazione di modelli numerici in grado di prevedere il comportamento sismico dei sistemi oggetto di studio.

CURVA CARICO-SPOSTAMENTO

PROVA MONOTONA



CURVA CARICO-SPOSTAMENTO

PROVA CICLICA QUASI STATICA

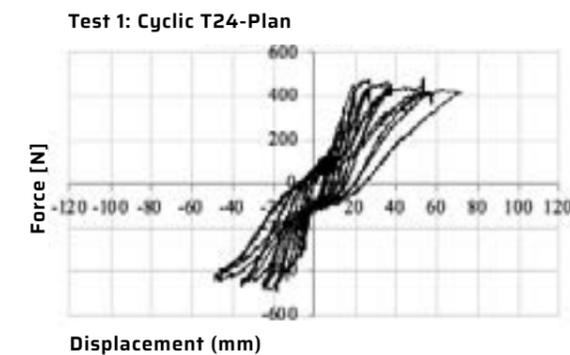


Foto: "Sistema Atena Multichannel", Luigi Lavazza S.p.A., Torino

Nei grafici qui riportati sono indicati i risultati delle prove condotte sul **Brevetto EASY ANTISISMICO T24 con pannelli Atena modello PLAN** in acciaio. Dalla prova monotona emerge che il sistema risulta caratterizzato da un tratto elastico iniziale fino ad un valore di spostamento pari a 5 mm, al quale segue un tratto plastico fino al raggiungimento di una resistenza massima per il singolo sistema di controvento pari a 600N ed un valore ultimo di resistenza pari a 500N.

Il comportamento della prova ciclica è analogo a quello riscontrato con la prova monotona. **Inoltre, in entrambe le prove non si è verificato il crollo di alcun pannello, ma solo ad un loro sollevamento per effetto dell'accorciamento per instabilizzazione delle aste del controvento antisismico.** Il test è stato condotto anche con pannelli in gesso alleggerito.

In entrambe le prove l'accorciamento dei profili principali per effetto del fenomeno di instabilità e la scarsa deformabilità dei moduli in gesso hanno causato uno slittamento e la fuoriuscita parziale di questi ultimi dalla loro sede, senza però causare il collasso di alcun pannello.

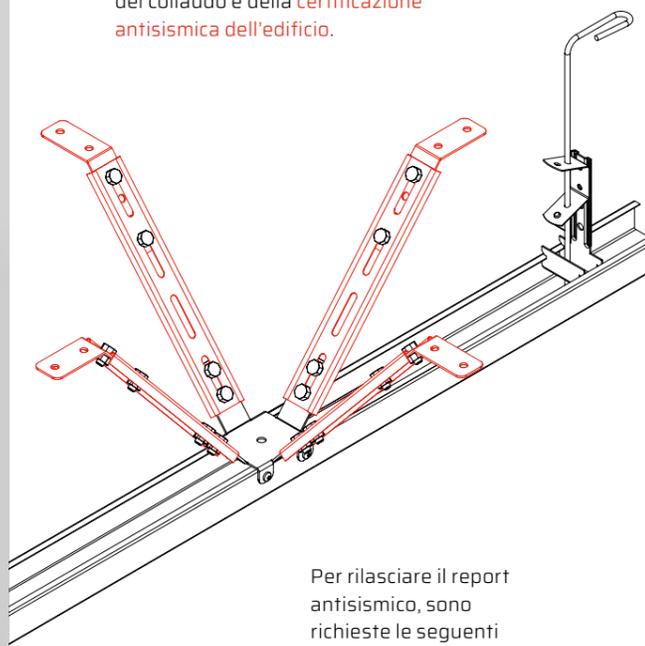
Ne consegue che il **Kit Easy Antisismico Atena risulta efficace sia con moduli in gesso alleggerito, sia con pannelli in acciaio prodotti da Atena S.p.A.,** ed è con questi ultimi che il sistema ottiene la massima performance.

CONTROSOFFITTI ANTISISMICI



Tutti i controsoffitti Atena possono essere resi antisismici mediante l'applicazione del **Kit Antisismico Atena**, un sistema di controventature appositamente dimensionato per consentire la corretta **dissipazione dell'energia sismica** ed impedire la caduta del controsoffitto.

Atena offre un servizio di consulenza tecnica specializzata e su richiesta rilascia la relativa **relazione antisismica**, nella quale vengono indicate le controventature da applicare al sistema, in funzione della zona sismica e della tipologia di controsoffitto da installare. Il report fornito da Atena è conforme alle norme tecniche, ai fini del collaudo e della **certificazione antisismica dell'edificio**.



Per rilasciare il report antisismico, sono richieste le seguenti informazioni:

- **Ubicazione e destinazione d'uso della struttura oggetto di verifica**
- **Tipologia costruttiva dell'edificio e dei solai (muratura, c.a...) oggetto di controsoffittatura**
- **Piante e sezioni in scala 1:100 aggiornate (formato cartaceo o Cad) delle aree oggetto di calcolo**
- **Relazione geologica, se disponibile**
- **Disposizioni particolari se richieste**

BUONE NORME

DI PROGETTAZIONE ANTISISMICA



1. **Valutare l'intero sistema edificio controsoffitto.**
2. **Valutare i fissaggi** mediante prove di estrazione in loco, per sondare la tipologia di solaio esistente e installare correttamente la pendinatura.
3. **Verificare il plenum** e progettare la pendinatura per contrastare l'effetto pendolo.
4. **Prevedere dei giunti** di dilatazione in funzione della tipologia di controsoffitto.
5. **Verificare la configurazione degli impianti** al fine di dimensionare adeguatamente il sistema antisismico.
6. **Si ricorda che corpi illuminanti e impianti devono essere autonomamente pendinati e controventati**; la progettazione dei controventi degli impianti e dei corpi illuminanti deve essere valutata a parte e non rientra nel campo di applicazione dei controsoffitti che rimangono separati.
7. **Si consiglia di preferire controsoffittature leggere con peso inferiore agli 8 kg a mq** per edifici storici o datati.



VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE

IL CALCOLO

DEI CONTROVENTI

Secondo quanto disposto dalla normativa vigente, il calcolo dell'**incidenza dei kit antisismici** da applicare viene effettuato, considerandolo un'**accelerazione di riferimento "propria"** individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto, in funzione della vita nominale dell'opera.

A parità di zona sismica ogni coordinata geografica presenta un coefficiente di accelerazione puntuale. Pertanto all'interno di uno stesso Comune l'incidenza dei kit antisismici da applicare può variare. È quindi sempre necessario un calcolo specifico in funzione delle caratteristiche del controsoffitto da applicare, dell'immobile e del luogo geografico.

Nelle tabelle a lato sono riportati alcuni esempi. Nello specifico sono stati calcolati i kit antisismici a m² secondo i seguenti parametri:

- **Kit antisismico Atena grandi altezze** (plenum maggiore di 1,2 m)
- **Struttura Easy Antisismico T24 ATENA** portata massima 12 kg a m²
- **Classi d'uso 2-3-4**
- **Altezza del plenum h**
- **Categoria di sottosuolo D**
- **Stato limite SLV**

Tabelle incidenza kit antisismici per m²
h= altezza plenum | CL=classe d'uso dell'edificio

ROMA zona sismica 3

| h (m) | CL. 2 (m ²) | CL.3 (m ²) | CL. 4 (m ²) |
|-------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1,00 | 12,92 | 11,46 | 10,53 |
| 1,50 | 8,61 | 7,64 | 7,02 |
| 2,00 | 6,46 | 5,73 | 5,26 |

FIRENZE zona sismica 3

| h (m) | CL. 2 (m ²) | CL.3 (m ²) | CL. 4 (m ²) |
|-------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1,00 | 10,85 | 9,41 | 8,56 |
| 1,50 | 7,23 | 6,27 | 5,71 |
| 2,00 | 5,42 | 4,71 | 4,28 |

VENEZIA zona sismica 4

| h (m) | CL. 2 (m ²) | CL.3 (m ²) | CL. 4 (m ²) |
|-------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1,00 | 20,02 | 17,55 | 15,79 |
| 1,50 | 13,34 | 11,70 | 10,53 |
| 2,00 | 10,01 | 8,77 | 7,90 |

L'AQUILA zona sismica 2

| h (m) | CL. 2 (m ²) | CL.3 (m ²) | CL. 4 (m ²) |
|-------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1,00 | 5,45 | 4,74 | 4,29 |
| 1,50 | 3,63 | 3,16 | 2,86 |
| 2,00 | 2,72 | 2,37 | 2,15 |

Fonte: Studio Ing. Roberto Galasso

Come si evince dai dati sopra riportati, risulta evidente il ruolo dell'accelerazione sismica del sito a prescindere dalla zona sismica in cui esso si trova. Pertanto zone aventi la stessa classificazione sismica hanno incidenze di kit antisismico diverse.

Per questo motivo Atena sostiene l'importanza di effettuare calcoli puntuali per ogni progetto.



ANTISISMICO

KIT PER PLENUM \leq A 1,2 metri

EASY ANTISISMICO
SISTEMI ENIGMA, MATROX, DOGHE E BAFFLE
SISTEMI SPECIALI
SISTEMI PER GESSO RIVESTITO

PLENUM \leq 1,2 m

Foto: "Sistema Atena Plan"

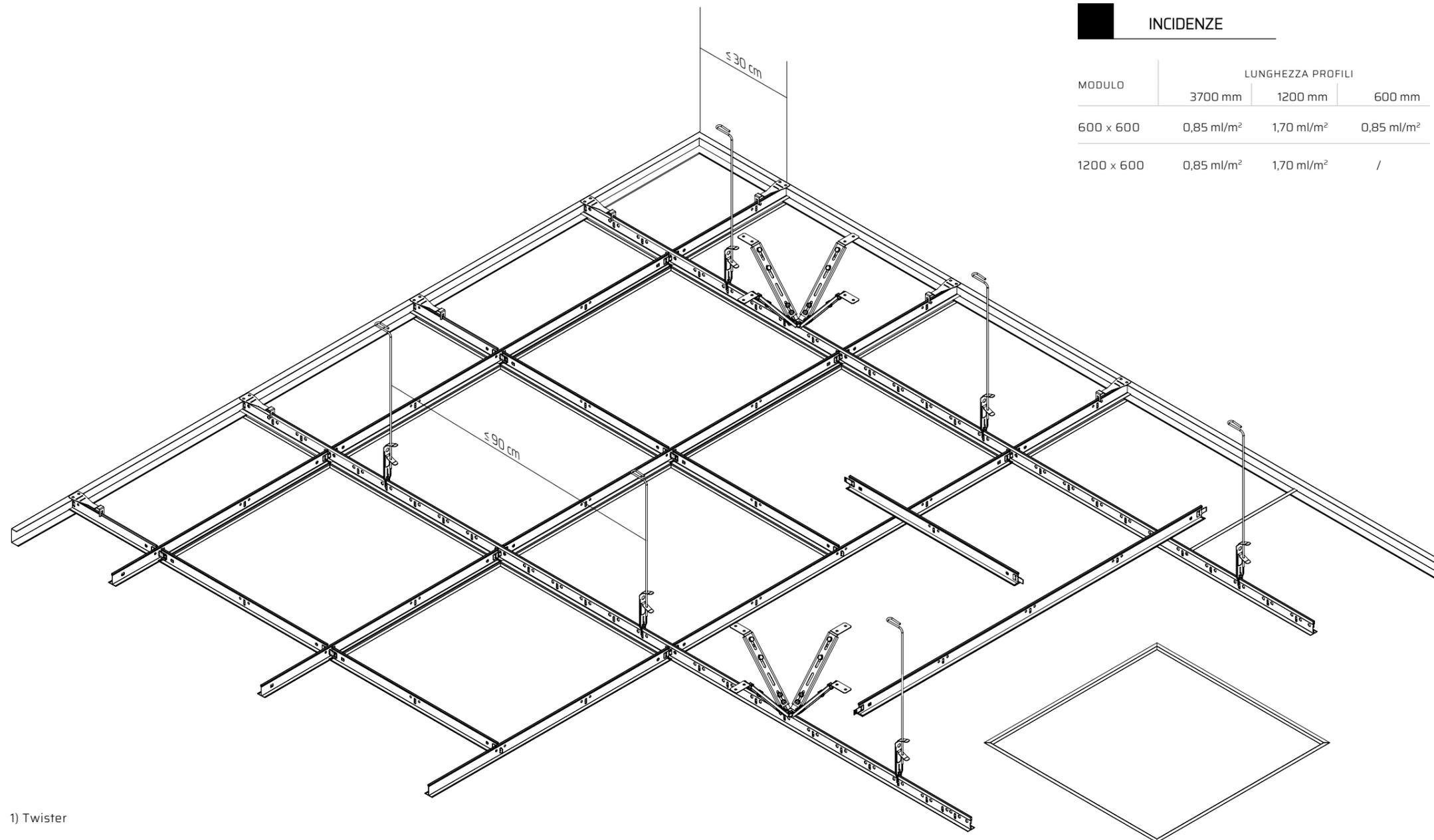
KIT ANTISISMICI

PER CONTROSOFFITTI

I kit antisismici Atena per plenum inferiori a 1,2 m sono essenzialmente composti da **1 raccordo a croce** e **4 profili asolati** di controventatura da fissare al solaio.

Per ogni tipologia di controsoffitto è stato realizzato uno **specifico raccordo a croce** che **consente la connessione dei controventi alla struttura primaria o secondaria**.

Tra i modelli con orditura a vista, **Easy Antisismico** assicura elevate prestazioni in termini di **sicurezza, stabilità e semplicità di posa**.

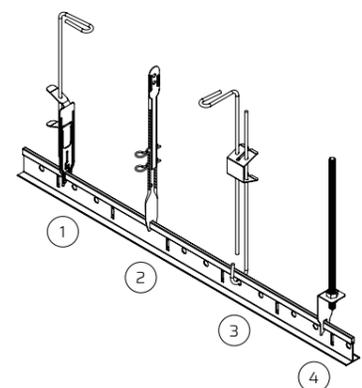


INCIDENZE

| MODULO | LUNGHEZZA PROFILI | | |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 3700 mm | 1200 mm | 600 mm |
| 600 x 600 | 0,85 ml/m ² | 1,70 ml/m ² | 0,85 ml/m ² |
| 1200 x 600 | 0,85 ml/m ² | 1,70 ml/m ² | / |

OPZIONI DI

PENDINATURA



- 1) Twister
- 2) Nonius
- 3) Pendino standard con molla
- 4) Pendino a gomito

TWISTER

**FACILE
RESISTENTE
SICURO**

Modello di utilità
VE2009U000007

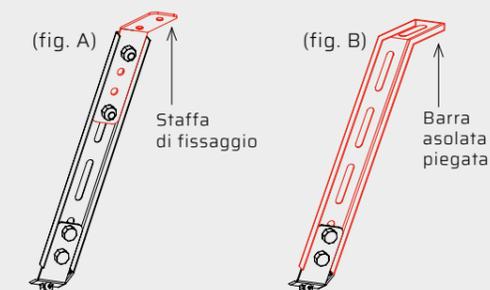
Grazie alla sua particolare forma, **Twister** si aggancia ai profili a T mediante la sola pressione delle dita.

Massima resistenza: nei test trazione con forza di 617N, Twister ha dimostrato una **resistenza allo sganciamento** o alla rottura **superiore ai 60 Kg**. In zona sismica carico massimo ammissibile 45 Kg.

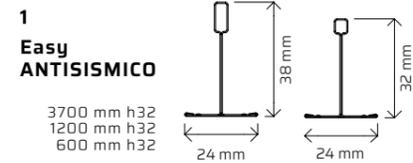


CONTROVENTI

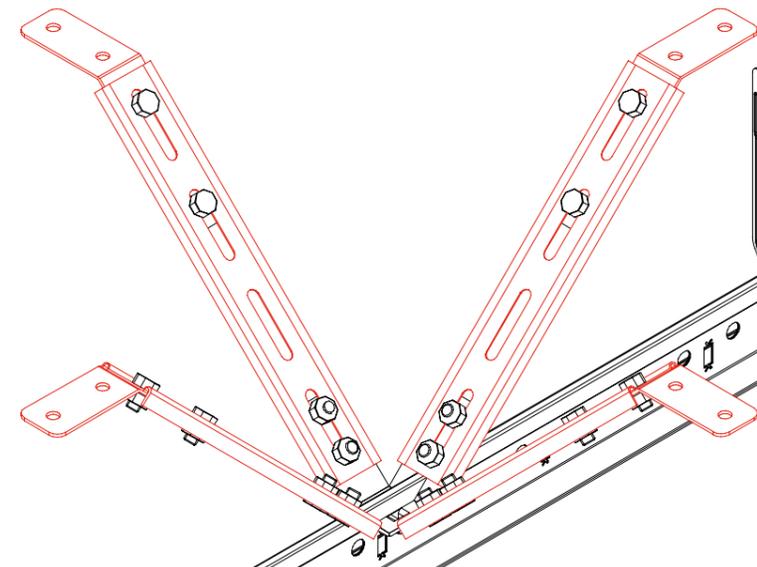
Per il fissaggio della controventatura al solaio, in alternativa al **tradizionale sistema con staffette di raccordo** (fig. A) è possibile piegare le barre asolate in cantiere mediante l'apposito utensile per piegatura barre asolate "Flexa" (B) e fissare le stesse direttamente al solaio.



EASY ANTISISMICO



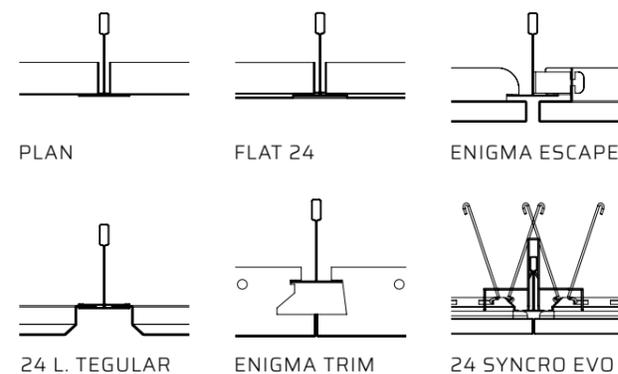
Il controsoffitto antisismico Atena viene realizzato sfruttando l'azione sinergica di diversi elementi quali: la **struttura Easy Antisismico**, il **raccordo a croce**, il **sistema di controventi**, la **specifica pendinatura**, le **staffe di ancoraggio** e gli appositi **profili perimetrali**.



REI 120 in abbinamento a pannelli in lana di roccia sp. 75 e 15 mm e pannelli in fibra minerale da 15 mm.



PANNELLI



AGGANCIO

BREVETTATO

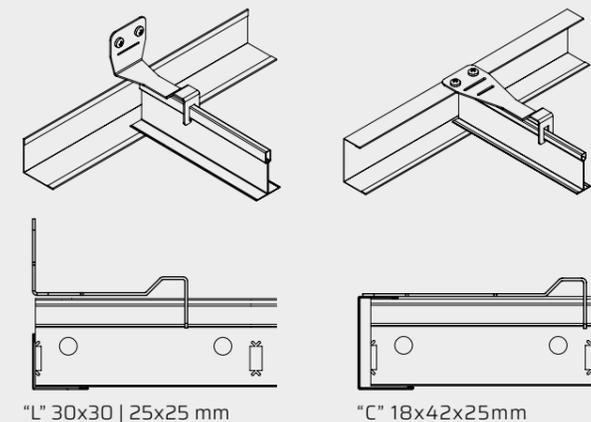
Il massimo della sicurezza, la più alta velocità di posa.



Il gancio **Easy Antisismico**, in acciaio inox, coperto da brevetto internazionale, ha una capacità di **resistenza in trazione pari a 240N**.

Semplice da innestare, Easy Antisismico non si sgancia, grazie alla sua particolare geometria che **consente di assicurare l'orditura** favorendo la dissipazione dell'energia cinetica in caso di sisma.

"Easy Antisismico Atena" brevetto n° VE2002U000027



STAFFE PERIMETRALI EASY ANTISISMICO

Agisce per solo **attrito**. Mantiene **allineati** i profili a T. **Impedisce** la **caduta** dei pannelli in caso di sisma.

La staffetta **Easy Antisismico** viene fissata al perimetrale a "C" mediante viti M4,2x13. Per applicazione con perimetrali a "L" la staffa va piegata in corrispondenza della roditura.

LINEA ANTISISMICA ATENA

KIT ANTISISMICO

PER SISTEMI A STRUTTURA NASCOSTA E TRAVERSINE

I controsoffitti antisismici con struttura nascosta della gamma **Metal Modular** come **Enigma**, **Enigma Open**, **Enigma Escape** e **Matrox**, prevedono l'applicazione del **kit antisismico** esclusivamente con la doppia struttura sia con montante 49x27, sia con "U" asolato.

Nei controsoffitti in **doghe** e **Baffle**, della linea Atena **Metal Series**, il **kit antisismico** sarà fissato direttamente alle traversine.



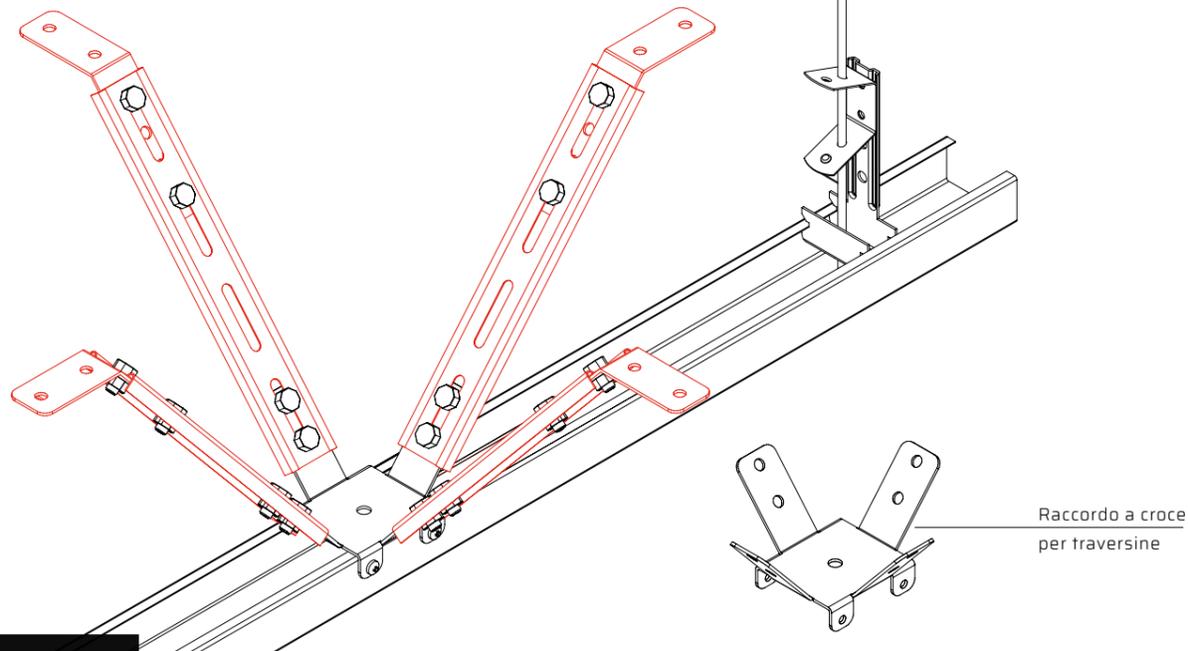
Foto: "Sistema Atena Enigma", uffici Amazon, Romania.



Foto: "Sistema Atena Baffle", uffici Microsoft, Romania.

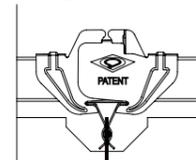
SISTEMI

METAL MODULAR
A STRUTTURA NASCOSTA



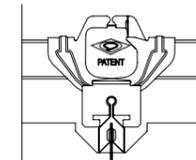
APPLICAZIONI

Struttura
Triangolo doppia

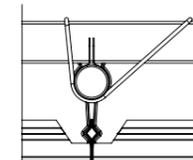


Pannelli: **ENIGMA | E. OPEN | E. ESCAPE**

Struttura
Continente doppia



Struttura
Matrox

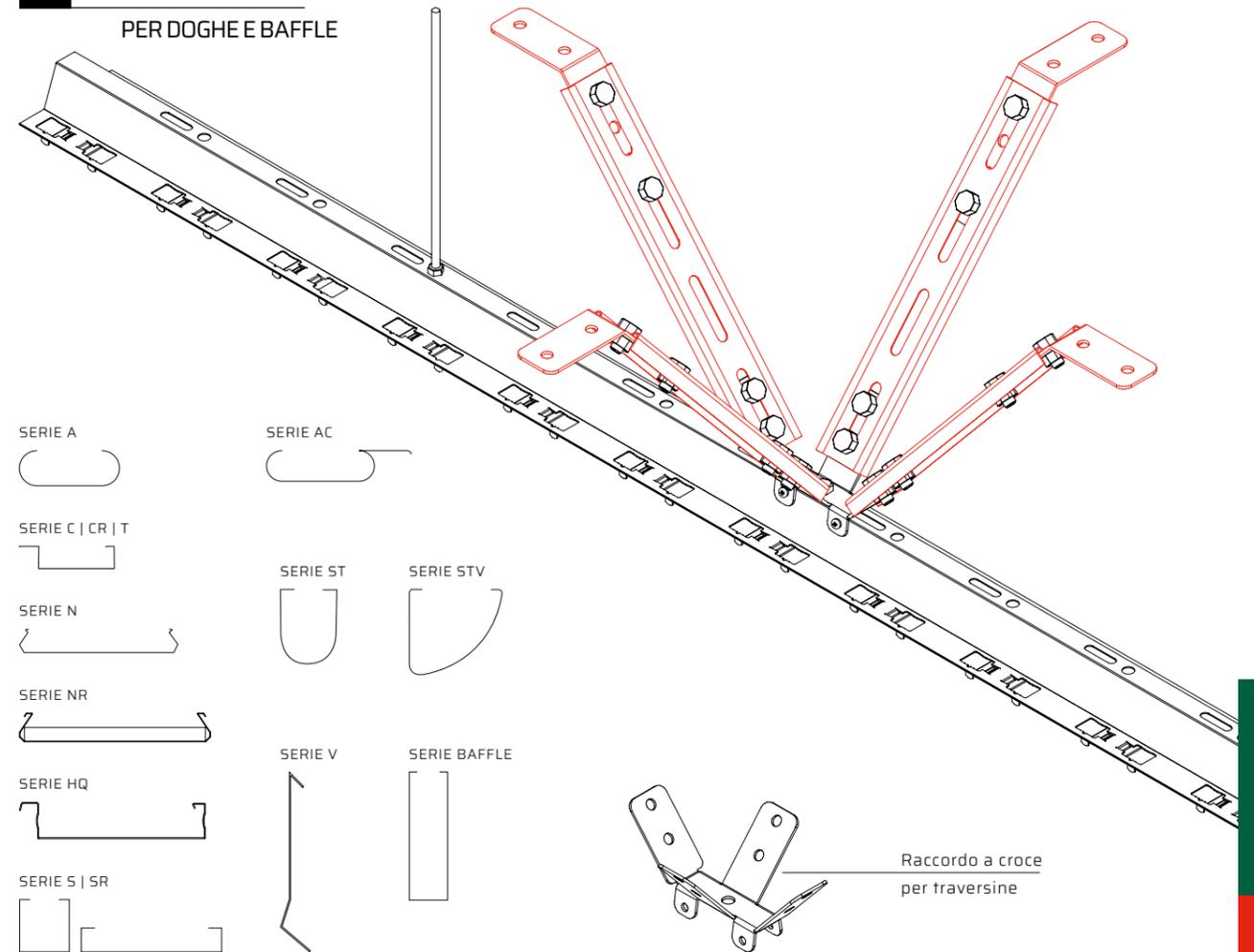


Pannelli: **MATROX**

Raccordo a croce
per traversine

SISTEMI CON TRAVERSINE

PER DOGHE E BAFFLE



SERIE A



SERIE AC



SERIE C | CR | T



SERIE ST



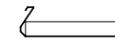
SERIE STV



SERIE N



SERIE NR



SERIE V



SERIE BAFFLE



SERIE S | SR



Raccordo a croce
per traversine

PLENUM ≤ 1,2 m

LINEA ANTISISMICA ATENA

KIT ANTISISMICO PER SISTEMI CON "U" ASOLATO

Tutti i controsoffitti speciali della linea **Atena Metal Shapes** nelle versioni "**parallel**", senza l'impiego di distanziali, utilizzano il **profilo a "U" asolato** come struttura primaria per mantenere l'interasse della struttura secondaria facilitandone la posa.

Per ogni tipologia di controsoffitto sono previste diverse staffe di raccordo e specifiche sospensioni. Questi sistemi vengono **assicurati al sisma** mediante l'applicazione di un **kit antisismico** che utilizza un **raccordo universale**.

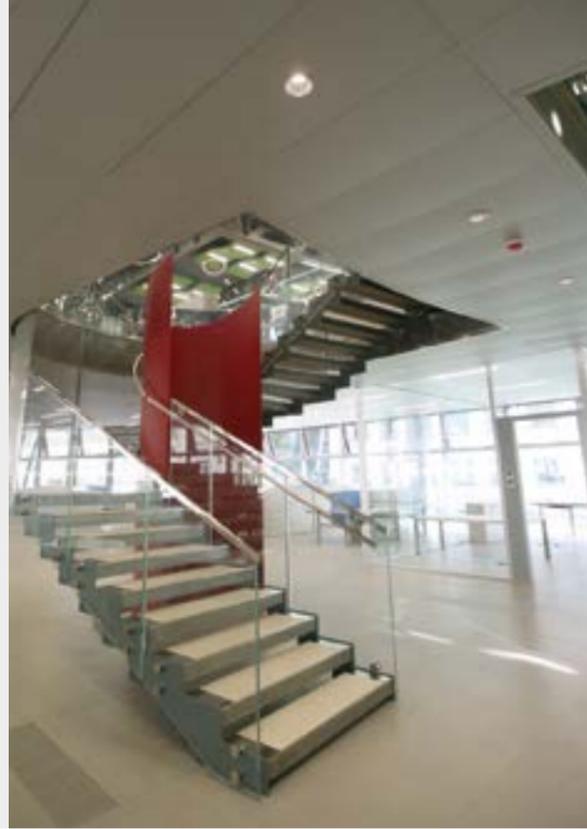
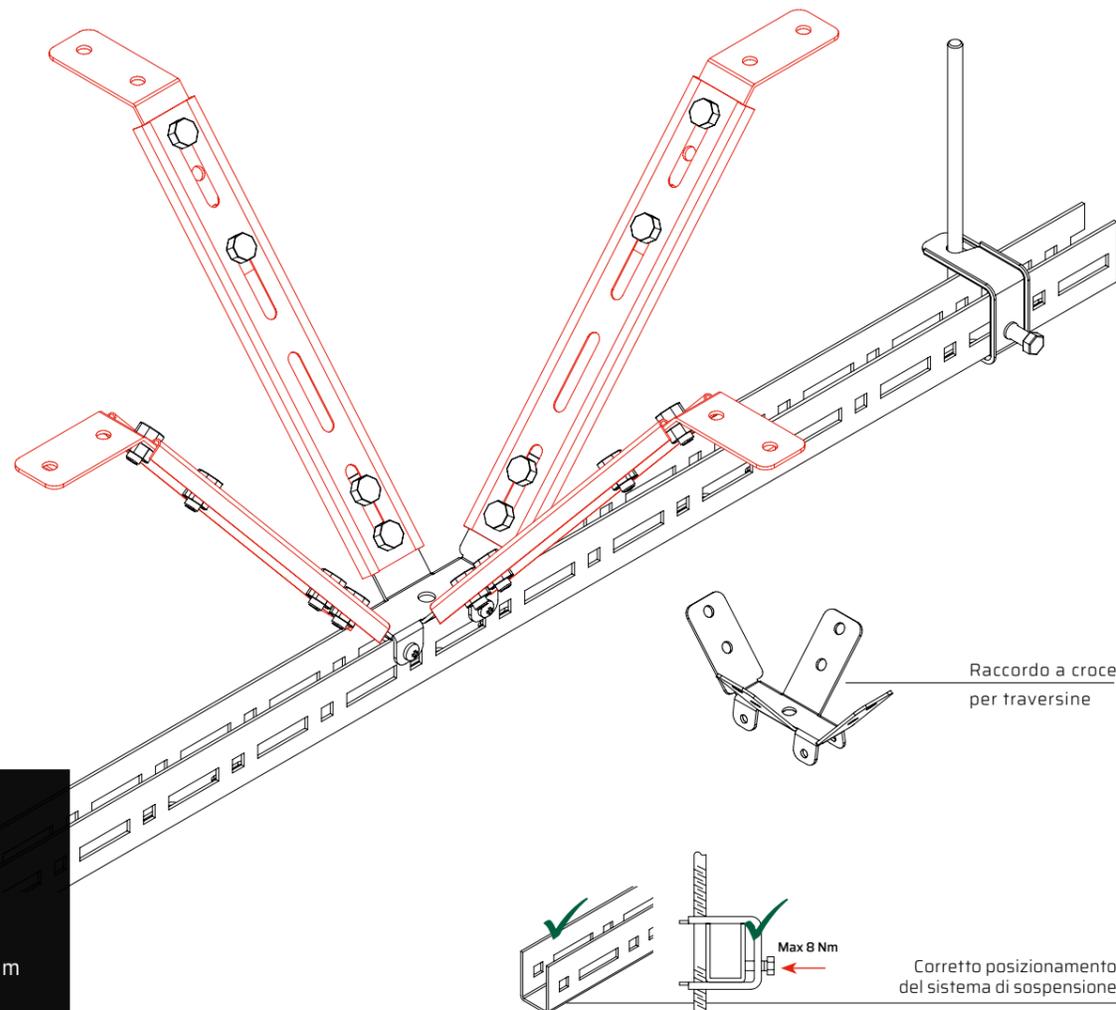
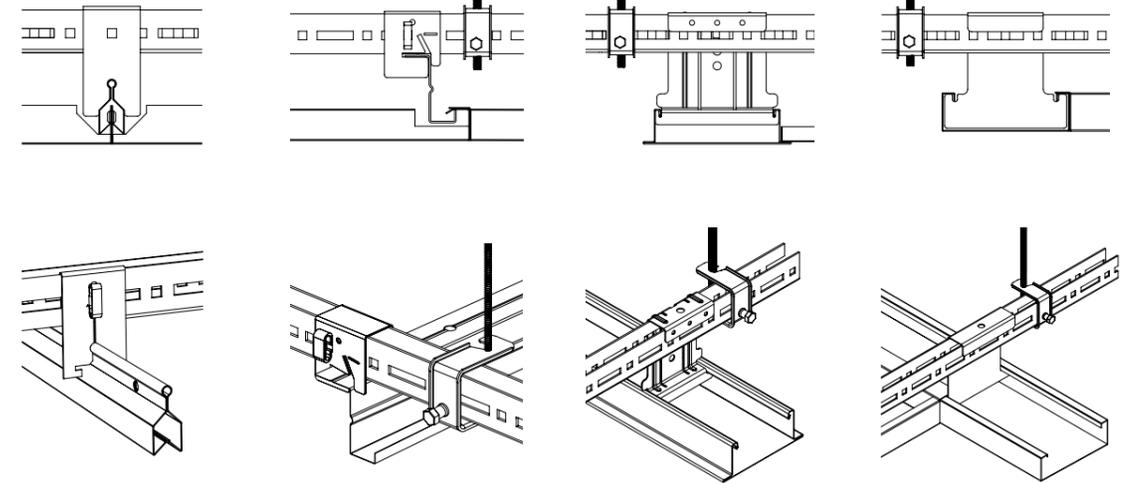


Foto: "Sistema Atena Z System Ampì Spazi", nuovi uffici Danieli Automation S.p.A., Carlo Mingotti studio Mingotti Architetti associati, Buttrio (UD).



PLENUM $\leq 1,2$ m

APPLICAZIONI



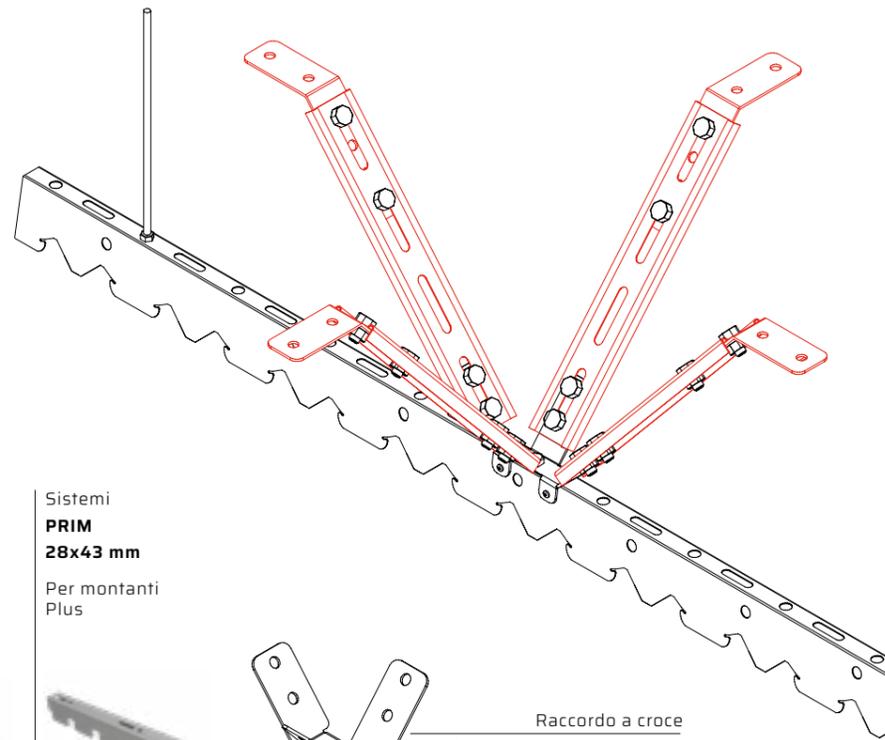
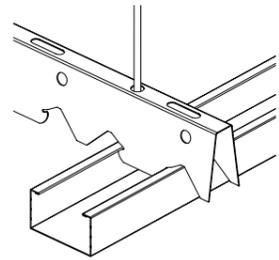
Sistemi
ENIGMA
ENIGMA OPEN
ENIGMA ESCAPE
Struttura
Continentale con "U"

Sistemi
"Z System" AMPI SPAZI
"Z System" WAVY
Struttura
"Z System"

Sistemi
BANDRASTER PARALLEL
Struttura
Bandraster

Sistemi
BRETT PARALLEL
Struttura
Brett

**KIT PER CONTROSOFFITTI
IN GESSO RIVESTITO**



Sistemi
ROMPITRATTA
45x15 mm

Per montanti
Standard
Per montanti Plus



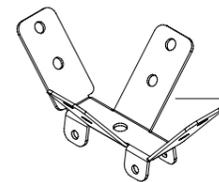
Sistemi
DUPLEX
28x43 mm

Per montanti
Standard

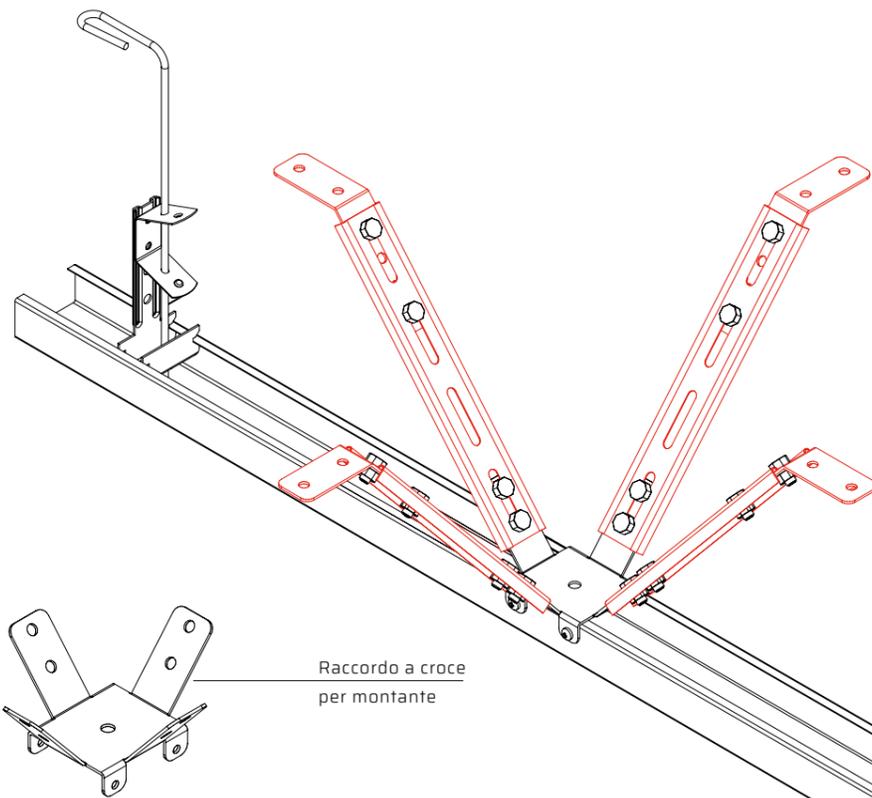
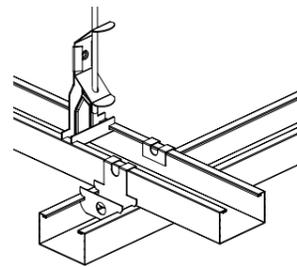


Sistemi
PRIM
28x43 mm

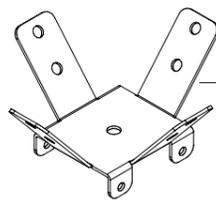
Per montanti
Plus



Raccordo a croce
per traversine



Sistemi
per **MONTANTI 49x27**
Standard e Plus



Raccordo a croce
per montante





ANTISISMICO

PER PLENUM > A 1,2 metri



SISTEMI GRANDI ALTEZZE
APPLICAZIONI IN CONTROSOFFITTI METALLICI
APPLICAZIONI IN SISTEMI PER GESSO RIVESTITO

PLENUM > 1,2 m

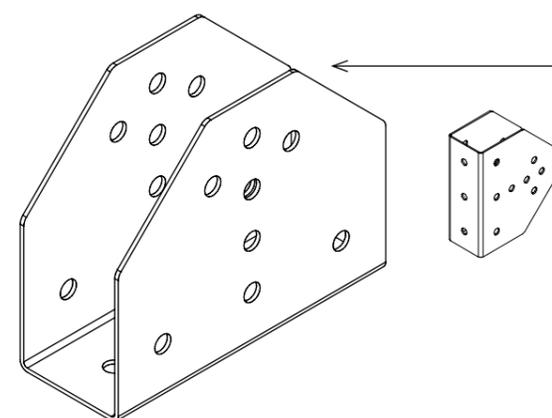
Foto: "Sistema Atena Z System Ampi spazi", aeroporto Marco Polo, Venezia.

GRANDI ALTEZZE

Il **kit antisismico per grandi altezze** è stato appositamente concepito per realizzare **controventature antisismiche con plenum superiori a 1,2 metri**.

Grazie ad un sistema di tubolari con fori a passo e una serie di snodi e staffe universali, l'installazione risulta **facile e veloce** anche nelle condizioni di posa più critiche.

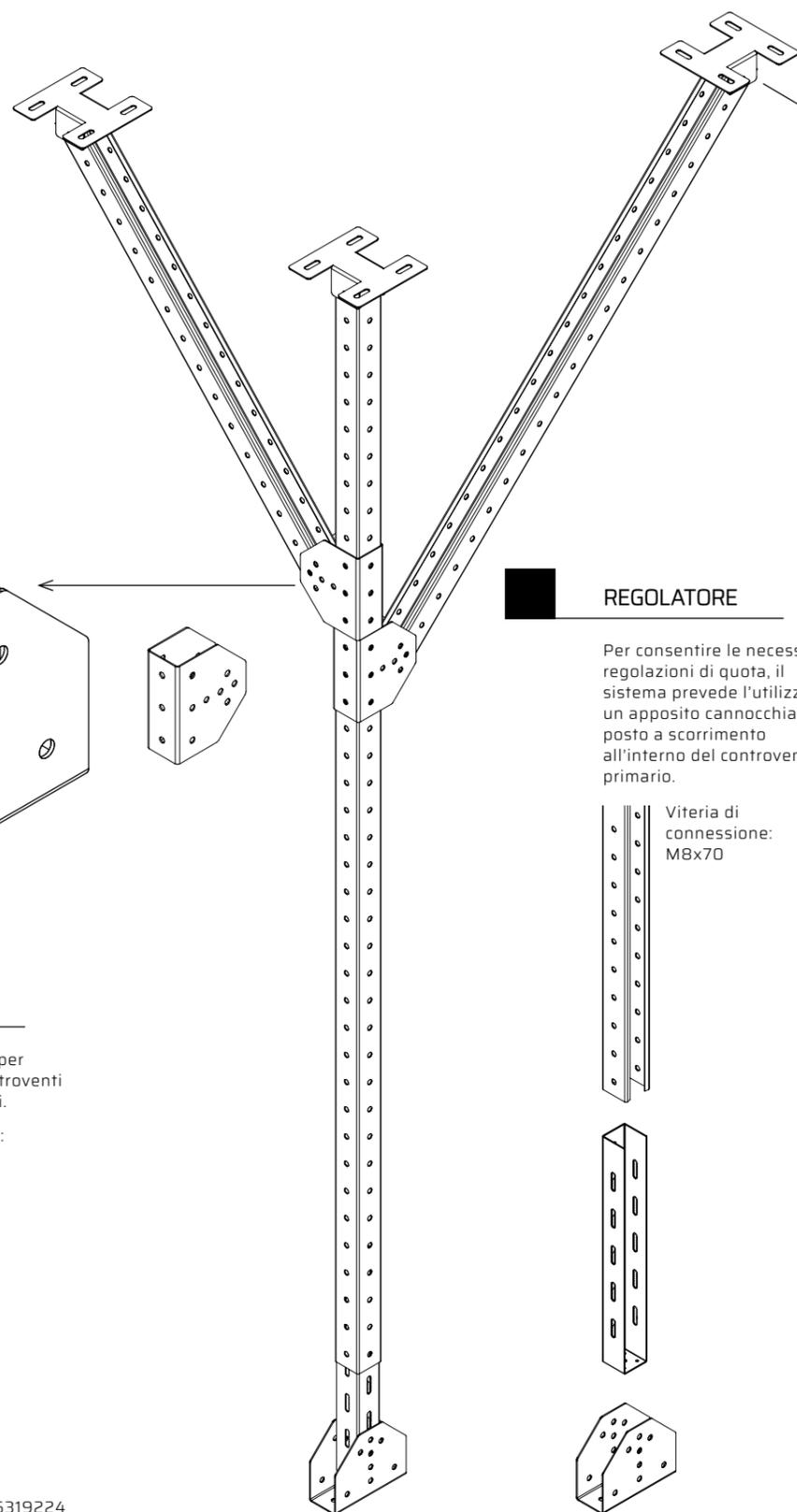
Altezza massima 2,50 m



RACCORDO

Un unico raccordo per il fissaggio dei controventi primari e secondari.

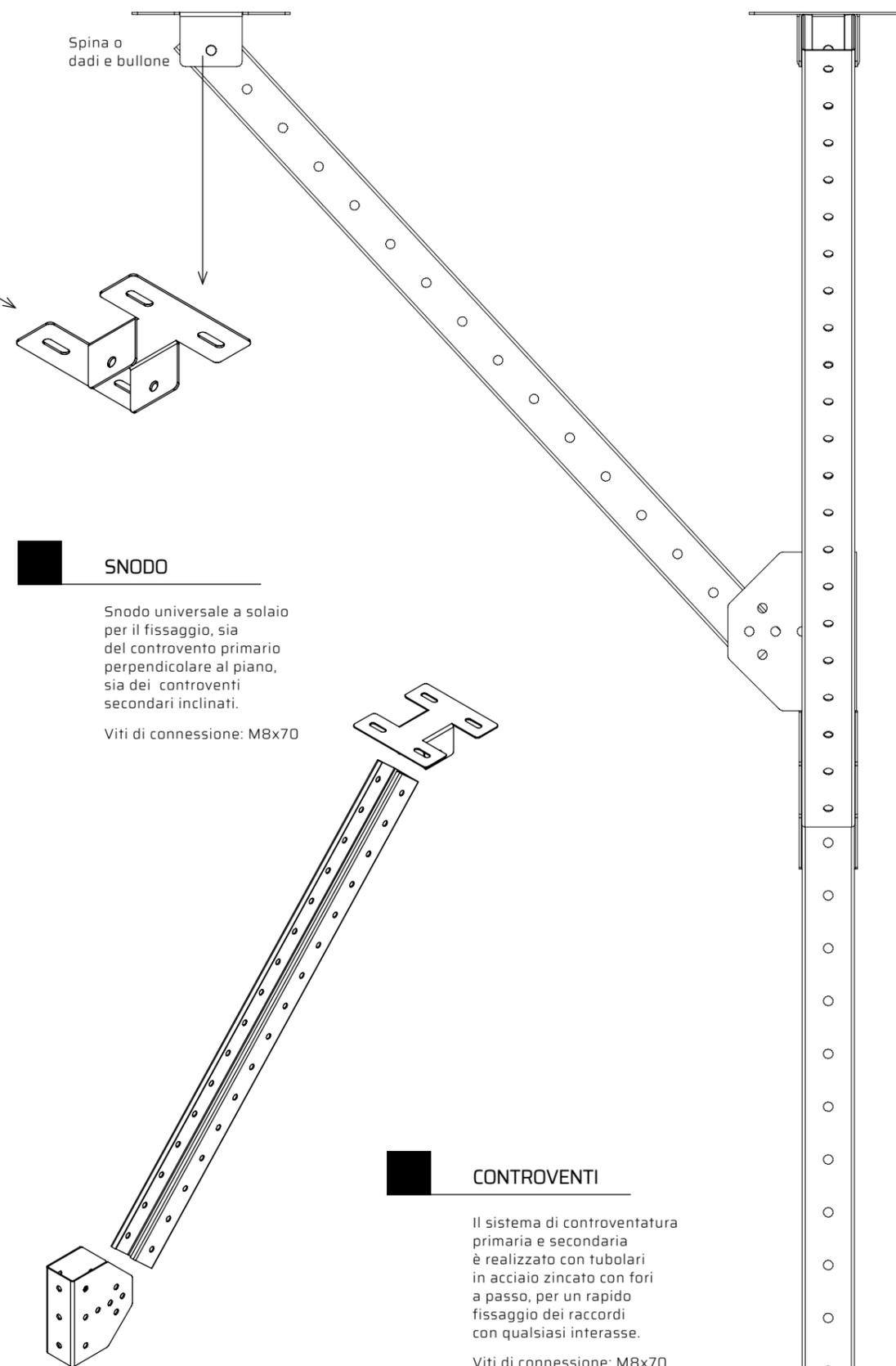
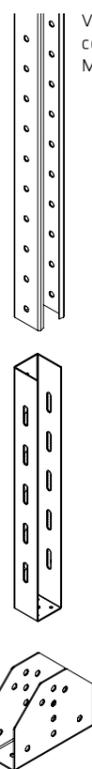
Viti di connessione: M8x70



REGOLATORE

Per consentire le necessarie regolazioni di quota, il sistema prevede l'utilizzo di un apposito cannocchiale, posto a scorrimento all'interno del controvento primario.

Viteria di connessione: M8x70



Spina o dadi e bullone

SNODO

Snodo universale a solaio per il fissaggio, sia del controvento primario perpendicolare al piano, sia dei controventi secondari inclinati.

Viti di connessione: M8x70

CONTROVENTI

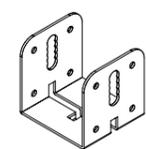
Il sistema di controventatura primaria e secondaria è realizzato con tubolari in acciaio zincato con fori a passo, per un rapido fissaggio dei raccordi con qualsiasi interasse.

Viti di connessione: M8x70

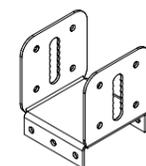
TIPOLOGIE

DI RACCORDO

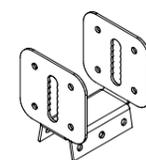
Anche il **kit Antisismico per grandi altezze** prevede l'impiego di **specifici raccordi a croce** per la connessione della controventatura al controsoffitto.



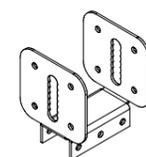
1
Raccordo per struttura a T



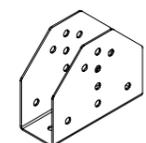
2
Raccordo per montanti 49x27



3
Raccordo per traversine



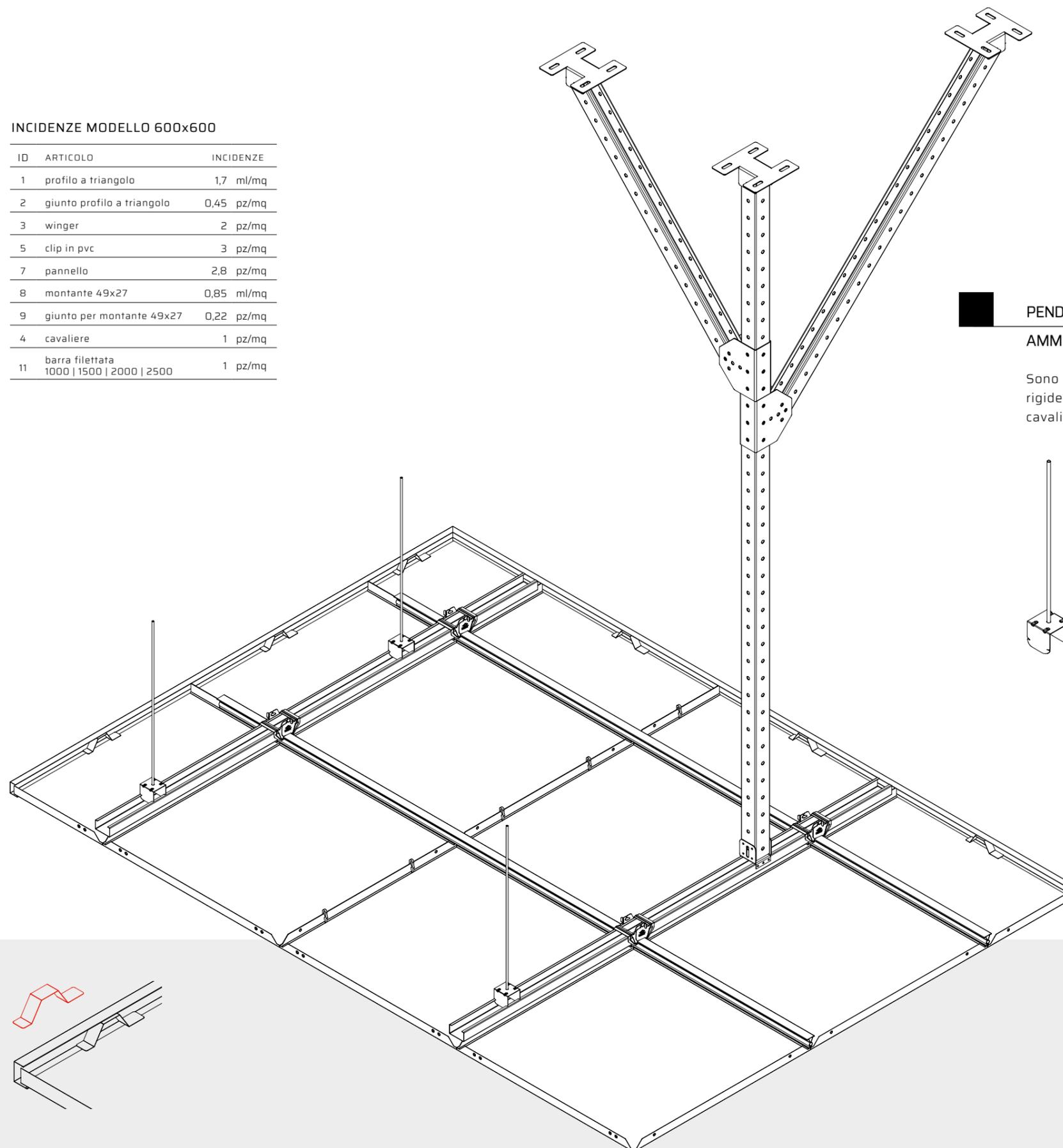
4
Raccordo per profilo a "U" asolato



5
Raccordo / staffa universale per strutture speciali

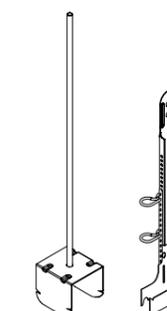
INCIDENZE MODELLO 600x600

| ID | ARTICOLO | INCIDENZE |
|----|---|------------|
| 1 | profilo a triangolo | 1,7 ml/mq |
| 2 | giunto profilo a triangolo | 0,45 pz/mq |
| 3 | winger | 2 pz/mq |
| 5 | clip in pvc | 3 pz/mq |
| 7 | pannello | 2,8 pz/mq |
| 8 | montante 49x27 | 0,85 ml/mq |
| 9 | giunto per montante 49x27 | 0,22 pz/mq |
| 4 | cavaliere | 1 pz/mq |
| 11 | barra filettata 1000 1500 2000 2500 | 1 pz/mq |



PENDINATURE AMMESSE

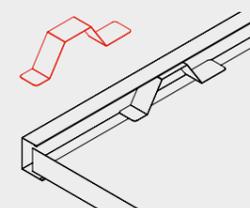
Sono ammesse pendinature rigide con barra filettata e cavaliere o pendino Nonius.



SOLUZIONI

PERIMETRALI

Per i sistemi che prevedono l'utilizzo del profilo perimetrale a "C" 18x33x25 va inserita una molla di sicurezza ad omega tra il perimetrale e il pannello.



APPLICAZIONI
KIT GRANDI ALTEZZE

1
RACCORDO ANTISISMICO
PER "U" ASOLATO

2
RACCORDO ANTISISMICO
PER TRAVERSINE

3
RACCORDO ANTISISMICO
PER EASY ANTISISMICO

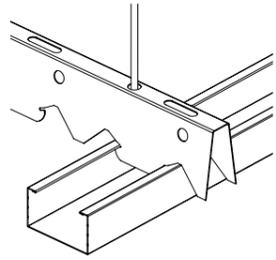
4
RACCORDO ANTISISMICO
PER MONTANTI 49X27

Semplici da installare i raccordi vengono fissati al kit antisismico mediante bulloni M8x70 e alla struttura del controsoffitto mediante viti M4,2x13.

Pendinature ammesse con plenum > 1,2 m:
cavaliere (30x50 standard/plus) con barra filettata Ø6mm | pendino Nonius.

LINEA ANTISISMICA ATENA

KIT PER CONTROSOFFITTI IN GESSO RIVESTITO



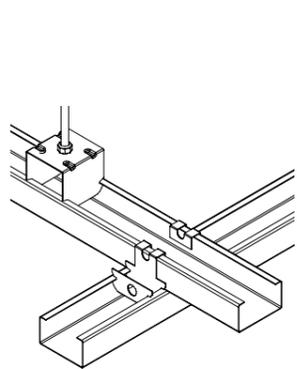
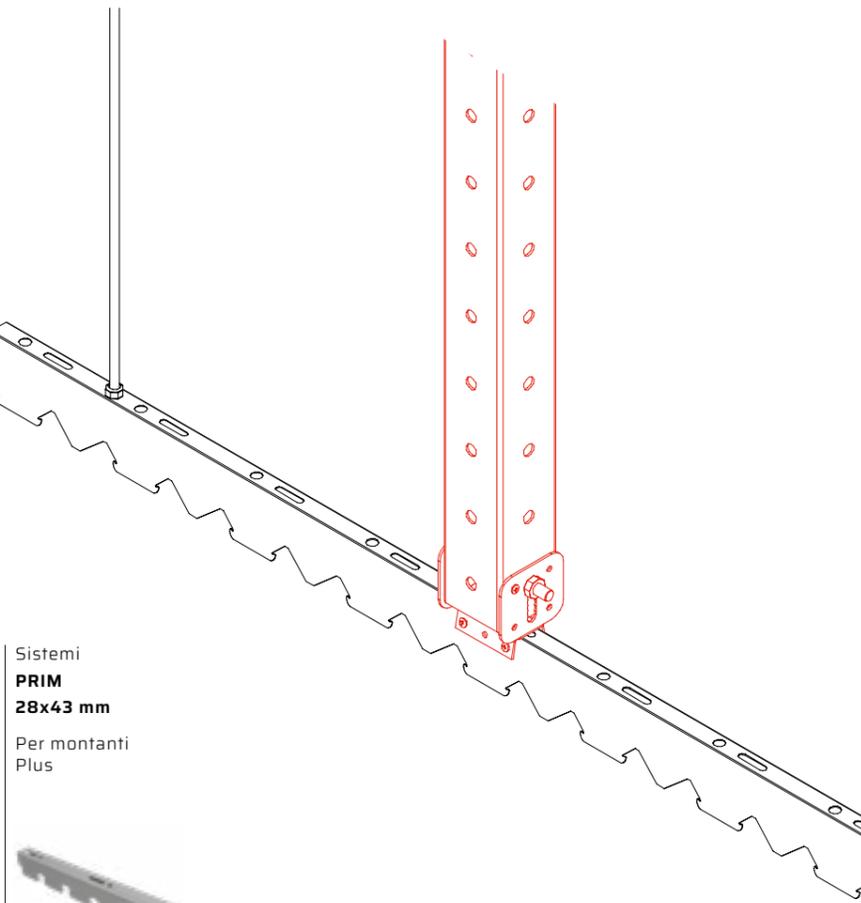
Sistemi
ROMPIRATTA
45x15 mm

Per montanti
Standard
Per montanti Plus

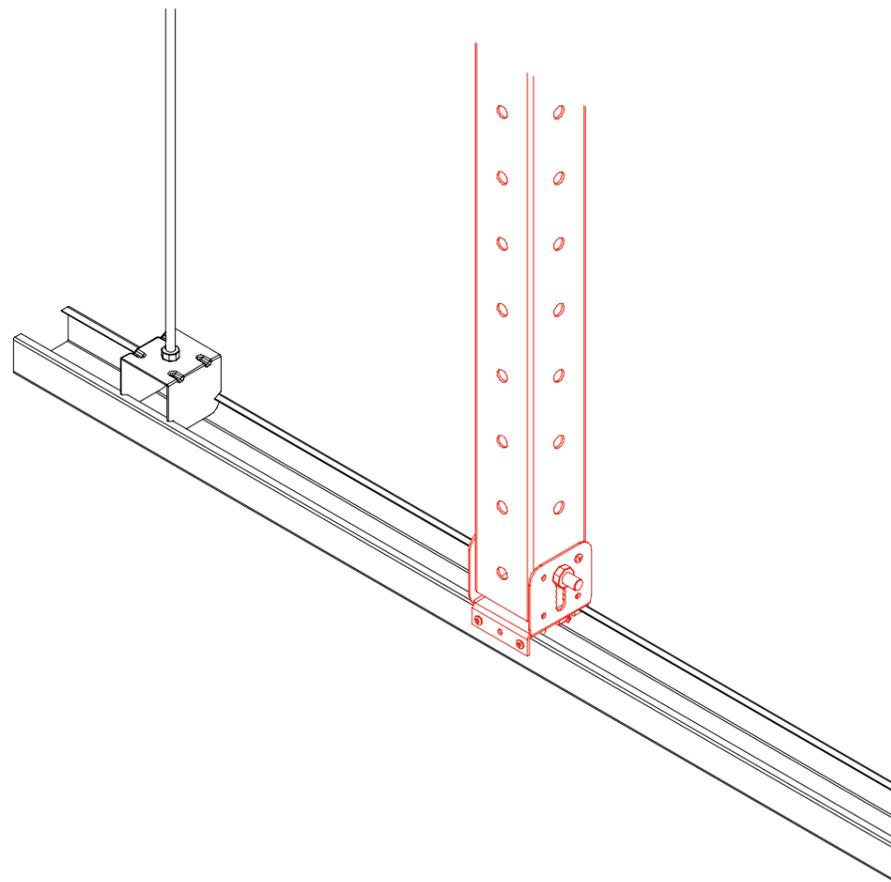


Sistemi
DUPLEX
28x43 mm

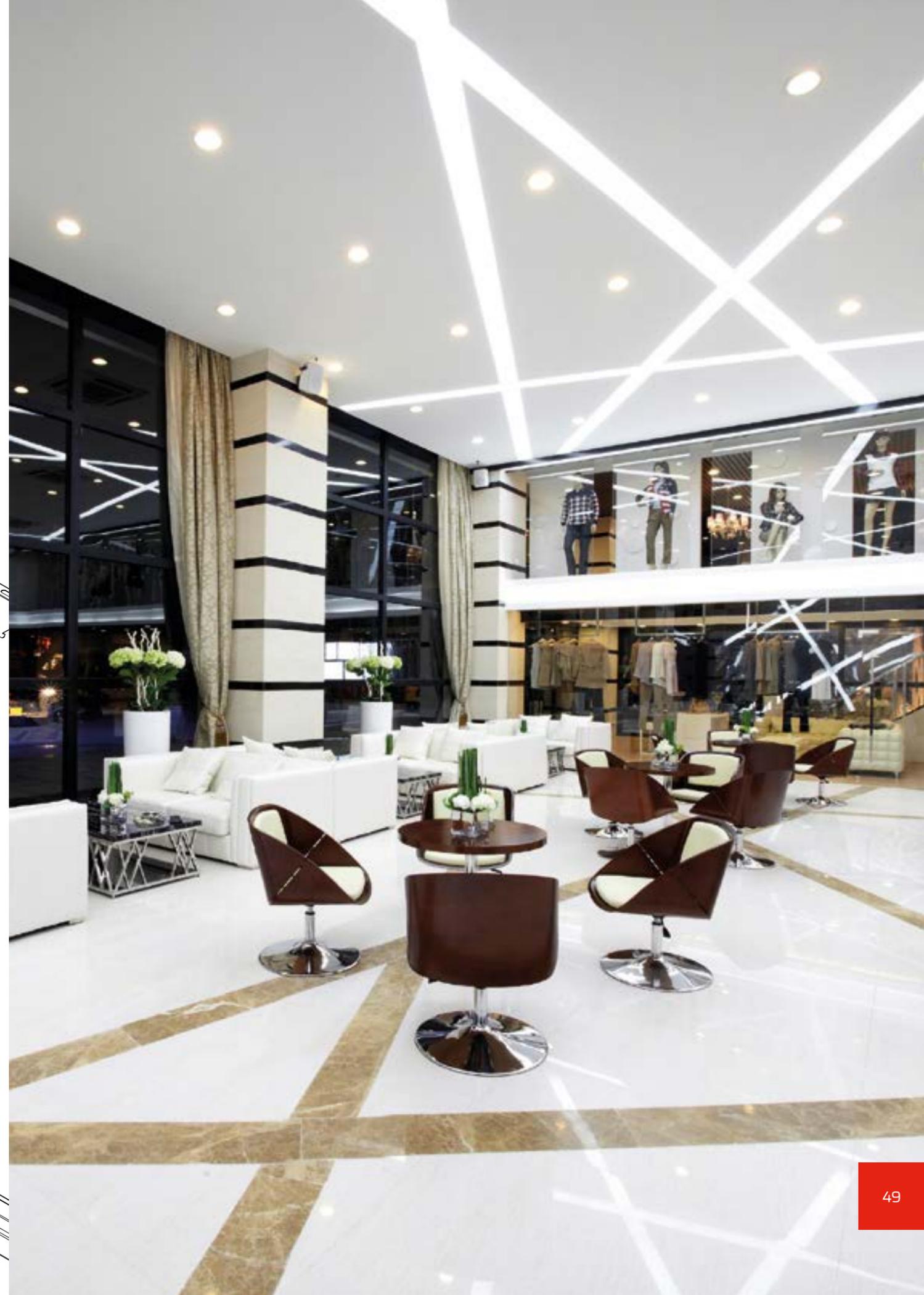
Per montanti
Standard



Sistemi
per **MONTANTI 49x27**
Standard e Plus



Pendinature ammesse con plenum > 1,2 m:
cavaliere (30x50 standard/plus) con barra
filettata Ø6mm | pendino Nonius.



PROGETTAZIONE ESECUTIVA

CONSULENZE TECNICHE

DIMENSIONAMENTI, FATTIBILITÀ TECNICA

DOMANDE FREQUENTI
FISSAGGI, SCHEMI APPLICATIVI E CERTIFICAZIONI

ATENA-IT.COM

DOMANDE FREQUENTI



ESISTE UNA CORRELAZIONE TRA VALORI DI PLENUM E RESISTENZA SISMICA DEL CONTROSOFFITTO?

La campagna sperimentale è stata programmata con la finalità di rispondere ad alcune necessità/quesiti comuni di Atena S.p.A. e del gruppo di ricerca. In questo contesto si è scelto dunque di testare le tipologie maggiormente diffuse di prodotti Atena con un plenum iniziale pari a 1.15 m per indagare il comportamento di controsoffitti caratterizzati dalla presenza di un'impiantistica piuttosto ingombrante, situazione tipica ad esempio di edifici sensibili quali i centri commerciali.

Le ultime prove condotte invece (campioni Enigma Matrox e Z-System - plenum 0.7m) sono state effettuate per indagare l'influenza dell'altezza di plenum sul comportamento del controsoffitto.

Ulteriori prove sulla stessa tipologia di controsoffitto con plenum diverso consentiranno di correlare il comportamento del controsoffitto stesso unicamente a tale parametro. Al momento si sono infatti individuati molteplici fattori che influenzano il comportamento dei controsoffitti testati quali: altezza di plenum, tipologia di connessione del controvento antisismico al profilo principale, tipologia di struttura (profili, giunti, pannelli) costituente il piano di controsoffitto.

SE IL SISMA È UNA FORZA IMPULSIVA, COME SI PUÒ TENERE CONTO IN UNA PROVA QUASI STATICA?

Le prove cicliche quasi statiche sono prove che vengono svolte a velocità ridotte per monitorare la progressione del livello di danneggiamento che interessa il sistema testato.

In quest'ottica è come se il fenomeno sismico venisse simulato al "rallentatore" per avere la possibilità di individuare la progressione del danno e sulla base di questa definire alcuni parametri di interesse quali resistenza di picco del sistema, resistenza ultima, capacità dissipativa, capacità di spostamento ultima. Operando in questo modo è possibile caratterizzare il comportamento del campione testato attraverso grandezze fisiche che risultano fondamentali al progettista per una corretta valutazione delle sollecitazioni agenti sui controsoffitti. Le prove condotte su tavola vibrante invece sono prove che si differenziano da quelle cicliche quasi statiche proprio per la loro natura, dinamica.

Tali prove consentono di verificare se il controsoffitto resiste o meno ad una determinata accelerazione sismica, ma non permettono di caratterizzare passo passo il comportamento del sistema.

Peraltro hanno il vantaggio rispetto alle quasi statiche di

poter valutare anche gli effetti dinamici e delle accelerazioni sismiche verticali laddove si utilizzino tavole vibranti capaci di introdurre anche tale eccitazione. Ma i costi per la loro realizzazione sono di ordine di grandezza superiore rispetto a quelle quasi statiche. Alla luce di queste considerazioni, quando si parla di prove quasi statiche o prove dinamiche si deve far riferimento ad una diversa finalità della prova stessa, ovvero, la prima caratterizza il comportamento del campione in modo continuo, la seconda consente di definire il superamento di un predeterminato criterio di accettazione.

SULLA BASE DELLE PROVE CONDOTTE, È POSSIBILE DIRE A QUALE MAGNITUDO IL CONTROSOFFITTO È IN GRADO DI RESISTERE?

La domanda non ha risposta. Nel senso che la capacità di un controsoffitto di resistere ad un certo terremoto, non dipende solo dal controsoffitto stesso, ma anche dalle caratteristiche dell'edificio nel quale il controsoffitto è installato, nonché da molti altri fattori dei quali la sola magnitudo non può tenere conto.

Le prove cicliche quasi statiche sono svolte per indagare il comportamento del controsoffitto per valori di forze imposte, e quindi di spostamenti crescenti. Sarà poi il progettista, sulla base della magnitudo del terremoto e delle caratteristiche dell'edificio su cui il controsoffitto è indagato, a calcolare le esigenze di resistenza del controsoffitto e quindi a progettare di conseguenza i ritegni antisismici, sulla base delle conoscenze ricavate dalle prove pseudo-statiche.

LO SPOSTAMENTO IMPOSTO È UNIFORME?

Il set up sperimentale è costituito da una struttura metallica orizzontale costituita da profili a sezione quadrata e disposti in modo tale da formare due porzioni quadrate di dimensioni pari a 2.4x2.4m e definendo dunque un rettangolo di dimensioni 2.4x4.8 mq. All'interno di ogni porzione viene posizionato un campione di controsoffitto dotato del suo sistema di pendinatura e del controvento tridimensionale.

Il carico viene applicato sotto forma di spostamento attraverso il martinetto posto in corrispondenza del centro di uno dei lati di lunghezza 4.8 m.

Grazie alla presenza di due controventi di piano che consentono alle due porzioni quadrate di mantenere la loro forma e non subire distorsioni,

lo spostamento applicato risulta uniforme. Tale condizione prende il nome di configurazione di piano rigido caratteristica di edifici dotati appunto di un piano (solaio) rigido in grado di imporre uno spostamento uniforme al componente non strutturale.

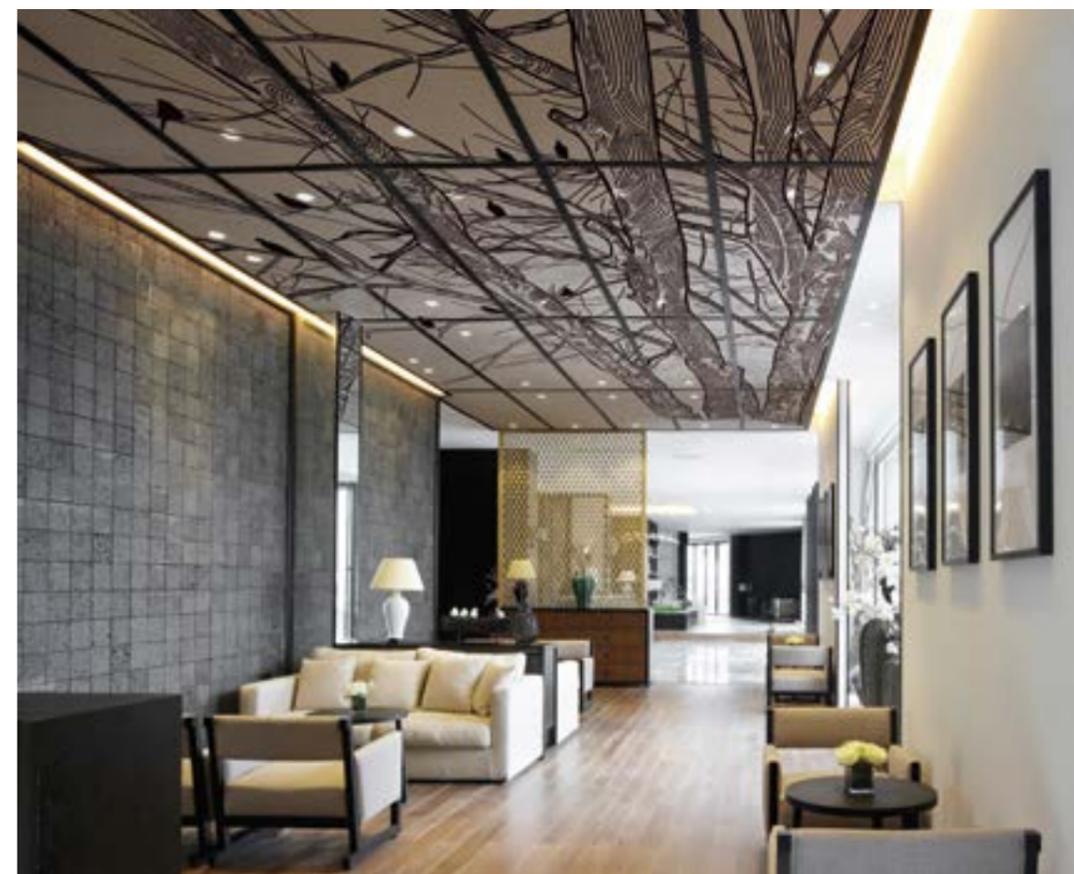
QUALI SONO I FATTORI PIÙ IMPORTANTI PER LA RESISTENZA DEL SISTEMA CONTROSOFFITTO ALLA FORZA SISMICA?

Un controsoffitto posto all'interno di un edificio subisce un'accelerazione sismica tanto maggiore quanto più alta è la quota di posizionamento dell'elemento stesso all'interno della struttura.

Considerando un approccio in resistenza, l'elemento non strutturale può rispondere alla sollecitazione attraverso un

elemento in grado di assorbire l'azione sismica (il controvento tridimensionale) e limitare la domanda di spostamento conseguente all'applicazione della forzante (così da limitare il fenomeno del martellamento con il perimetro dell'edificio).

Nel caso di sistemi a pannelli modulari, unitamente a tale presidio antisismico, il sistema dovrebbe essere dotato di alcuni dispositivi che impediscano deformazioni del piano di controsoffitto con conseguente collasso di pannelli/distorsioni dei profili/rottura dei giunti quali: connessioni tra profili principali e secondari idonee a resistere alle sollecitazioni, giunti perimetrali in grado di mantenere la regolarità della griglia di controsoffitto ed impedire la caduta dei pannelli perimetrali e staffe che prevengano la caduta dei pannelli per effetto di azioni sussultorie.



FISSAGGI, SCHEMI APPLICATIVI E CERTIFICAZIONI



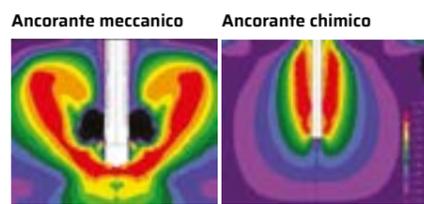
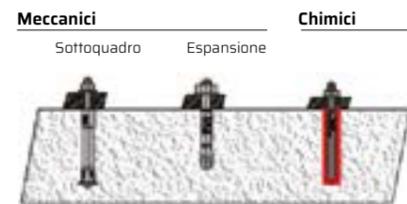
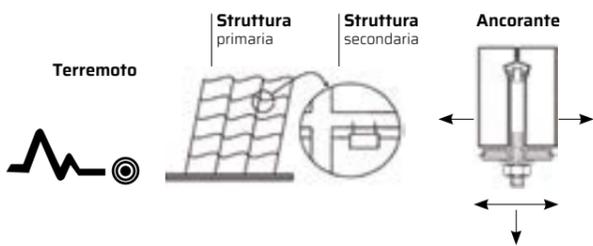
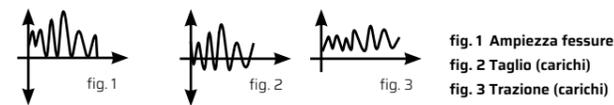
FISSAGGI

L' azione sismica sull'ancorante:

Hangers and slab fixing are **fundamental and not negligible elements** for the safety of the false ceiling.

Inadequate fixings with respect to the load and the characteristics of the slab and **unsuitable or wrongly applied hangers** compromise the stability of the system and can cause serious damage.

During an earthquake the anchor is subjected to **load cycles** and to the **variation in the width of the cracks**.



Prove di estrazione pull out e le analisi FEA per la verifica dei fissaggi.

L'analisi delle tensioni agli elementi finiti (FEA Finite Element Analysis) permette di simulare gli effetti delle sollecitazioni statiche e dinamiche su un elemento meccanico.

Classificazione: la resistenza è dovuta all'azione combinata di **forma (R)** e **attrito (A)**



L'indagine pull-out è una prova semidistruttiva per la determinazione della forza di estrazione di un inserto metallico preinglobato o post inserito nell'elemento in calcestruzzo da sottoporre a prova.

Atena fornisce esclusivamente gli accessori quali viti, rondelle e dadi per collegare gli elementi di propria fornitura; in collaborazione con le più importanti aziende del settore affianca progettisti DL e installatori per la scelta dei fissaggi a solaio e a parete, intervenendo con prove di estrazione in sito.

Fissaggi per uso non strutturale - NTC 2018

| Livello sismico | CL. 1 | CL. 2 | CL.3 | CL. 4 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| $a_g \cdot S \leq 0.05 g$ | ETA | ETA | ETA | ETA |
| $a_g \cdot S > 0.05 \leq 0.10 g$ | ETA C1 | ETA C1 | ETAC1 | ETA C2 |
| $a_g \cdot S > 0.10 g$ | ETA C1 | ETA C2 | ETA C2 | ETA C2 |

CL. = Classe d'uso dell'edificio
ETA = European Technical Approval | C1 = bassa sismicità | C2 = alta sismicità
 $a_g \cdot S$ = Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
g = Accelerazione di gravità

Il cedimento di un controsoffitto è per lo più imputabile a:

- economia nella scelta dei fissaggi in termini qualitativi e funzionali.
- valutazione non idonea del tassello in rapporto all'applicazione ed al fondo di ancoraggio.
- Installazione non regolare come diametri di foratura non corretti.

SCHEMI APPLICATIVI

Esempio di schema applicativo con sistema Easy Antisismico*



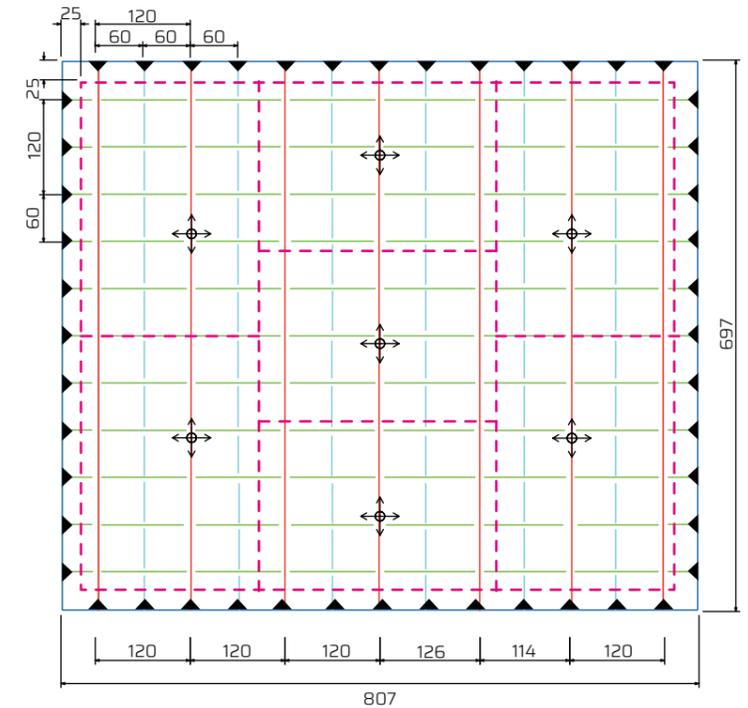
Posizione KIT ANTISISMICO

Situazione prevista
1 Kit ogni 8 m²
Pendinatura 1,2x1,0 m
--- Area di incidenza

Posizione Staffa Easy Antisismico

- 1 Portante da 3700 mm
- 2 Profilo da 1200 mm
- 3 Profilo da 600 mm
- 4 Perimetrale

* Lo schema ha un valore puramente esemplificativo, l'incidenza e la disposizione dei controventi sarà dimensionata in funzione di ogni specifico progetto.



CERTIFICAZIONI

Tutti i controsoffitti Atena sono prodotti per **applicazione in interni** ed ottemperano i requisiti delle norme tecniche per le costruzioni NTC 2018 e le specifiche norme applicabili UNI EN 13964. Per **applicazione in esterno** i controsoffitti e i rivestimenti dovranno essere opportunamente dimensionati.

Per applicazione in interno sono marcati CE e accompagnati via telematica dalla Dichiarazione di Prestazione (D.o.P.) come previsto dal regolamento europeo 305/11 in materia di immissione sul mercato dei prodotti da costruzione.

Norme di riferimento
UNI EN 13964
NTC 2018
EUROCODICI

| | | |
|--|----------------------------------|---|
| | RESISTENZA ALLA FLESSIONE | Campata max mm 1200: Classe 1 |
| | DURABILITÀ VERNICIATI | Classe C |
| | DURABILITÀ ZINCATI | Classe B |
| | EMISSIONE DI SOSTANZE PERICOLOSE | NESSUNA |
| | REAZIONE AL FUOCO | Pannelli lisci o forati con Viledon Plus: Classe A1 Pannelli forati con Viledon standard: Classe A2s1d0 |
| | ECO-COMPATIBILITÀ | Tutti i prodotti Atena sono riciclabili e contribuiscono all'acquisizione di punteggi per l'ottenimento della certificazione LEED. |
| | RESISTENZA ALLA CORROSIONE | Prodotti in acciaio zincato: Classe C2 Prodotti in acciaio zincato pre-verniciato: Classe C3 Prodotti in acciaio zincato post-verniciato: Classe C4 Prodotti in alluminio pre o post-verniciato: Classe C5 |

Per applicazioni in ambienti particolarmente aggressivi come piscine, stabilimenti industriali con esalazioni chimiche e/o corrosive verificare il materiale e il trattamento superficiale più idoneo con l'ufficio tecnico/commerciale di Atena S.p.A.

TO BE INSPIRED
atena-it.com

follow us



INNOVATIVE ARCHITECTURAL SOLUTIONS

LINEA ANTISISMICA Rev 1 - 05/2019

Testi: ing. Laura Fiorin

Si ringraziano per i contributi
Prof. Ing. Roberto Scotta
Ing. Sara Brandolese
Ing. Roberto Galasso
Ing. Gianluca Pasqualon
Ing. Antonio Masciarrello Fisher S.p.A.

Foto:
123rf.com: p.8 | 11 | 12 | 14
dreamstime.com: p.28
fotolia.com: p. 10 | 58
istockphoto.com: p. 26 | 39 | 49 | 53
shutterstock.com: p. 1 | 6 | 50 | 52 | 54

Le ambientazioni sono reinterpretate con ricostruzioni
fotorealistiche da Atena S.p.A.
Tutti i diritti sono riservati.



READ
QR CODE



ISO 9001

Tutte le dimensioni sono nominali ed espresse in millimetri.
Tutti i pesi sono espressi al netto della tara.
Tutte le specifiche possono essere soggette a variazioni senza preavviso.
Per maggiori dettagli su colori, forature, perimetrali e modalità d'installazione
consultare le schede tecniche on-line: atena-it.com
Per ulteriori informazioni contattare l'ufficio commerciale
tel. + 39 0421 75526 commerciale@atena-it.com



CONTROSOFFITTI E RIVESTIMENTI METALLICI

Atena S.p.A.
Via A. De Gasperi, 52 - 30020 Gruaro (VE) Italia
Tel: +39 0421 75526 - Fax: +39 0421 75692
atena-it.com - info@atena-it.com